

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ  
ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ C# ΚΑΙ UNITY

Διπλωματική Εργασία

του

Φίλιππα Αλέξανδρου

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2022



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ  
ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ C# ΚΑΙ UNITY

Φίλιππος Αλέξανδρος  
mai21061

Πτυχίο Φυσικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2016  
Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Φυσική και Τεχνολογία Υλικών, ΑΠΘ, 2019

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής  
Ξυνόγαλος Στυλιανός

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την .../.../.....

Ξυνόγαλος Στυλιανός

Σατρατζέμη Μαρία

Κολωνiάρη Γεωργία

.....

.....

.....

Φίλιππος Αλέξανδρος

.....

## Περίληψη

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια σοβαρού σκοπού (Serious games) ενσωματώνουν διδακτικό υλικό σε περιβάλλον παιχνιδιού, με σκοπό την παροχή γνώσης με μορφή ψυχαγωγίας. Πολλά παιχνίδια σοβαρού σκοπού που απευθύνονται σε μαθητές, χρησιμοποιούνται στα πλαίσια σχολικών μαθημάτων ή έχουν δημιουργηθεί για την χρήση στον ελεύθερο χρόνο των χρηστών. Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε το παιχνίδι σοβαρού σκοπού για μαθητές Γυμνασίου, με θέμα τη Χημεία, με βάση τις διαστάσεις που περιγράφονται στο πλαίσιο σχεδίασης Four-Dimensional framework και με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C# και της μηχανής παιχνιδιών Unity. Το παιχνίδι, που ονομάστηκε Elementium, μπορεί να αξιοποιηθεί ως εκπαιδευτικό εργαλείο που θα λειτουργεί συμπληρωματικά στο μάθημα της Χημείας και θα χρησιμοποιείται από τους χρήστες του εκτός σχολείου. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας ανάπτυξης το παιχνίδι αξιολογήθηκε από εκπαιδευτικούς που διδάσκουν ή έχουν διδάξει το μάθημα της Χημείας. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ήταν ενθαρρυντικά και το σύνολο των συμμετεχόντων δήλωσε ότι το παιχνίδι μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά στην εκπαιδευτική διαδικασία.

**Λέξεις Κλειδιά:** παιχνίδι σοβαρού σκοπού, εκμάθηση, Χημεία

## **Abstract**

Educational serious games integrate teaching material into video game environment, aiming to provide knowledge in the shape of entertainment. Many serious games addressing students are used in the ambit of school classes or are created to use during the user's free time. For the presented master's thesis, an educational serious game for junior high school students was developed, revolving around the topic of Chemistry. The video game was created using C# and Unity and it is based on the four dimensions described in the Four-Dimensional design framework: general context, representation, learner and pedagogy. Elementium, as the game is called, can be utilized as an educational tool supplementary to Chemistry classes and will be used by the users during their free-time. After the development process, Elementium was evaluated by people in the field of education that are currently teaching or have been teaching Chemistry in the past. Evaluation results are beyond encouraging since the whole of the participants were positive that Elementium can support the teaching procedure.

**Keywords:** serious game, learning, Chemistry

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Στέλιο Ξυνόγαλο, για τις συμβουλές και την εμπιστοσύνη του κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας καθώς και για το χρόνο που διέθεσε για την διόρθωσή της.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους που υποστήριξαν τη διαδικασία ανάπτυξης, με τις ιδέες τους, τις προτάσεις τους και με τις πρώτες δοκιμές του παιχνιδιού.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Πρόβλημα – Σημαντικότητα του θέματος	1
1.2 Σκοπός – Στόχοι	1
1.3 Συνεισφορά	2
1.4 Διάρθρωση της μελέτης	2
2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση	4
2.1 Εισαγωγή	4
2.2 Σύντομη ιστορία των ηλεκτρονικών παιχνιδιών	4
2.3 Οικονομικά στοιχεία	13
3. Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού	17
3.1 Εισαγωγή	17
3.2 Είδη παιχνιδιών	17
3.3 Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού	19
3.4 Τα παιχνίδια ΣΣ στην εκπαίδευση	22
3.5 Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού στην εκμάθηση της Χημείας	24
3.5.1 Το πλαίσιο σχεδίασης Four-Dimensional Framework	24
3.5.2 ChemRacer 2713: The Legend of Kid Chem	25
3.5.3 Chemicus: Journey to the Other Side	27
3.5.4 US Army STARS: Elements	28
3.5.5 Outer Space Molecule Chase	30
3.5.6 Little Alchemy 2	31
3.5.7 Balancing Chemical Equations	32
3.5.8 Organic Pop	33
3.5.9 Happy Atoms	34
3.6 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύγκρισης	35
3.7 Συμπεράσματα σύγκρισης	37
4. Μεθοδολογία	38
4.1 Εισαγωγή	38
4.2 Βιβλιογραφική αναζήτηση	38
4.3 Επιλογή τεχνολογιών ανάπτυξης	39
4.4 Δημιουργία του παιχνιδιού	39
4.4.1 Εξοικείωση με τις τεχνολογίες	40
4.4.2 Σχεδίαση της ιστορίας	40
4.4.3 Εύρεση γραφικών/ήχων	41
4.4.4 Δημιουργία παιχνιδιού	42
4.4.5 Ενσωμάτωση ερωτήσεων γνώσης	42
4.4.6 Δοκιμή και αναπροσαρμογές	42
4.4.7 Γλώσσα	43
4.4.8 Δημιουργία installer	43
4.4.9 Testing	43
4.4.10 Δημιουργία οδηγιών/χάρτη	44
4.4.11 Κατασκευή ιστοσελίδας	44
4.5 Αξιολόγηση	45
5. Ανάλυση και Σχεδίαση του παιχνιδιού Elementium	46
5.1 Εισαγωγή	46
5.2 Σκοπός του παιχνιδιού	46
5.3 Σενάριο – κανόνες παιχνιδιού	46

5.4 Πλαισίωση – που απευθύνεται το παιχνίδι	47
5.5 Εκπαιδευτικό περιεχόμενο	47
5.6 Μετάδοση γνωστικού αντικείμενου	48
5.7 Θεωρητική ανάλυση με Four-Dimensional Framework	48
5.8 Game design document	50
6. Παρουσίαση του παιχνιδιού Elementium	52
6.1 Εισαγωγή	52
6.2 Αρχικό μενού	52
6.3 Πρώτη σκηνή	53
6.4 Δεύτερη σκηνή (κύρια)	53
6.4.1 Περιοχή 0	54
6.4.2 Περιοχή 1	57
6.4.3 Περιοχή 2	58
6.4.4 Περιοχή 3	59
6.4.5 Περιοχή 4	60
6.4.6 Περιοχή 5	60
6.5 Τρίτη σκηνή	61
6.6 Τελική σκηνή	62
6.7 Τίτλοι τέλους	62
7.Υλοποίηση του παιχνιδιού Elementium	63
7.1 Εισαγωγή	63
7.2 Scripts και μηχανισμοί παιχνιδιού	63
7.2.1 Σακίδιο και Αντικείμενα	63
7.2.2 Κύριος χαρακτήρας	67
7.2.3 Εχθροί και σύστημα μάχης	70
7.2.4 Σύστημα επιπέδων	73
7.2.5 Λάφυρα	75
7.2.6 Σύστημα αποστολών	75
7.2.7 Σύστημα συνταγών	78
7.2.8 Μπάρα προόδου	79
7.2.9 Σύστημα διαλόγων και ερωτήσεων	80
7.2.10 Σύστημα αποθήκευσης	83
8. Αξιολόγηση	86
8.1 Εισαγωγή	86
8.2 Δημογραφικά χαρακτηριστικά	87
8.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου	88
8.4 Συμπεράσματα	94
9. Επίλογος	95
9.1 Σύνοψη και συμπεράσματα	95
9.2 Όρια και περιορισμοί της έρευνας	95
9.3 Μελλοντικές προεκτάσεις	96
10. Βιβλιογραφία	97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Οδηγίες και χάρτης	101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Ερωτήσεις και απαντήσεις του παιχνιδιού	103
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης	107



## Κατάλογος Εικόνων

**Εικόνα 1:** **Αριστερά:** Η συσκευή Cathode-Ray Amusement. **Δεξιά:** Ο υπολογιστής Bertie the Brain.

**Εικόνα 2:** Ο υπολογιστής Nimrod

**Εικόνα 3:** **Αριστερά:** Η διάταξη του παιχνιδιού Tennis for Two. **Δεξιά:** Η οθόνη του παιχνιδιού Tennis for Two.

**Εικόνα 4:** **Αριστερά:** Το πρωτότυπο του BrownBox. **Δεξιά:** Η κονσόλα Magnavox Odyssey.

**Εικόνα 5:** Το παιχνίδι Pong.

**Εικόνα 6:** Τα έσοδα της βιομηχανίας βιντεοπαιχνιδιών ανά κατηγορία συσκευής

**Εικόνα 7:** Γράφημα που απεικονίζει τα έσοδα της βιομηχανίας βιντεοπαιχνιδιών με τα σημαντικότερα γεγονότα που τη διαμόρφωσαν

**Εικόνα 8:** Γράφημα που αποτυπώνει τις ώρες παρακολούθησης στην πλατφόρμα Twitch και μέσος όρος ταυτόχρονων χρηστών

**Εικόνα 9:** Στο γράφημα φαίνονται τα έσοδα της αγοράς eSports για την περίοδο 2012-2020

**Εικόνα 10:** Δημοσιεύσεις που περιέχουν τη φράση serious game σαν λέξη κλειδί

**Εικόνα 11:** Τομείς παιχνιδιών σοβαρού σκοπού

**Εικόνα 12:** Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια ως υποκατηγορία των παιχνιδιών

**Εικόνα 13:** ChemRacer 2713 The Legend of Kid Chem

**Εικόνα 14:** Chemicus Journey to the Other Side

**Εικόνα 15:** Η περιοχή SmashBond της εφαρμογής US Army STARS Elements

**Εικόνα 16:** Η πρώτη πίστα του παιχνιδιού Outer Space Molecule Chase

**Εικόνα 17:** Το περιβάλλον του παιχνιδιού Little Alchemy 2

**Εικόνα 18:** Η περιοχή της εκμάθησης των μηχανισμών του παιχνιδιού Balancing Chemical Equations

**Εικόνα 19:** Στιγμιότυπο του παιχνιδιού Organic Pop όπου ο παίκτης πρέπει να κατασκευάσει ένα μόριο καφεΐνης  $C_8H_{10}N_4O_2$

**Εικόνα 20:** Εικόνα από την προωθητική ιστοσελίδα του παιχνιδιού Happy Atoms

**Εικόνα 21:** Προσχέδιο της τελικής περιοχής του παιχνιδιού

**Εικόνα 22:** Η μορφή του χάρτη μετά τις αναπροσαρμογές

**Εικόνα 23:** Στιγμιότυπο της εκτέλεσης του προγράμματος InnoSetup

**Εικόνα 24:** Στιγμιότυπα από την ιστοσελίδα του παιχνιδιού Elementium

**Εικόνα 25:** Το αρχικό μενού του παιχνιδιού και το παράθυρο πληροφοριών

**Εικόνα 26:** Η πρώτη σκηνή του παιχνιδιού

**Εικόνα 27:** Περιοχές της κύριας σκηνής.

**Εικόνα 28:** **Πάνω:** Διάλογος με τον πρώτο χαρακτήρα NPC **Κάτω:** Το παράθυρο συνταγών

**Εικόνα 29:** Στιγμιότυπα των αποστολών της πρώτης περιοχής

**Εικόνα 30:** Οι ερωτήσεις γνώσεων της Περιοχής 0

**Εικόνα 31:** Αλληλεπίδραση με την Αγορά

**Εικόνα 32:** Ολοκλήρωση της αποστολής 'Φωτιά' της Περιοχής 1

**Εικόνα 33:** Ο περίκλειστος χώρος της Περιοχής 3

**Εικόνα 34:** Τα τρία ειδικά αντικείμενα και τα επιμέρους συστατικά τους

**Εικόνα 35:** **Αριστερά:** Το τελικό συστατικό των ειδικών αντικειμένων **Δεξιά:** Η τελική πύλη

**Εικόνα 36:** Η τάξη που λαμβάνει χώρα το διαγώνισμα Χημείας κατά την τελική σκηνή

**Εικόνα 37:** Τίτλοι τέλους

**Εικόνα 38:** Το Σακίδιο (Inventory)

**Εικόνα 39:** Ιεραρχία υλοποίησης σακιδίου (Inventory)

**Εικόνα 40:** Οι *colliders* που περιορίζουν την ορατότητα του παίκτη.

**Εικόνα 41: Πάνω:** Η υλοποίηση του επιπέδου *WalkLayer* που αφορά την κίνηση του παίκτη. **Κάτω:** Η αντίστοιχη υλοποίηση του *DeathLayer*.

**Εικόνα 42:** Στιγμιότυπα πραγματοποίησης μιας επίθεσης.

**Εικόνα 43:** Οι βασικοί εχθροί του παιχνιδιού.

**Εικόνα 44:** Η υλοποίηση του συστήματος λαφύρων.

**Εικόνα 45:** Τα τρία διαφορετικά σύμβολα που ενημερώνουν τον παίκτη για την εξέλιξη των αποστολών.

**Εικόνα 46:** Χάρτης του παιχνιδιού με σημειωμένες μερικές αλληλεξαρτώμενες αποστολές.

**Εικόνα 47:** Τα παράθυρα Αποστολών και Συνταγών.

**Εικόνα 48:** Τμήμα του περιβάλλοντος της Unity που φαίνεται μια ακολουθία των ερωτήσεων γνώσης με τρεις πιθανές απαντήσεις.

**Εικόνα 49:** Σχηματική αναπαράσταση της Εικόνας 48

**Εικόνα 50:** Το παράθυρο διαχείρισης των αποθηκευμένων παιχνιδιών. Διακρίνεται ένα αποθηκευμένο παιχνίδι στην πρώτη διαθέσιμη θέση.

**Εικόνα 51:** Αποτελέσματα των ερωτήσεων που αφορούν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων

**Εικόνα 52:** Αποτελέσματα της ερώτησης που αφορά τον χρόνο ενασχόλησης με το παιχνίδι

**Εικόνα 53:** Γραφική αναπαράσταση του μέσου όρου ανά κατηγορία ερωτήσεων

## Κατάλογος Πινάκων

**Πίνακας 1:** Συγκριτικά αποτελέσματα της ανάλυσης των παιχνιδιών της βιβλιογραφίας, σύμφωνα με το πλαίσιο *Four-Dimensional framework*

**Πίνακας 2:** *Game Design Document* του παιχνιδιού *Elementium*

**Πίνακας 3:** Δημιουργία διαφορετικού χρώματος για την ένδειξη επιπέδου του εχθρού

**Πίνακας 4:** Τύπος υπολογισμού *Gray level*.

**Πίνακας 5:** Υπολογισμός *Zero Difference*.

**Πίνακας 6:** Πίνακας αποτελεσμάτων για τις ερωτήσεις που αφορούν την αποδοχή του παιχνιδιού.

**Πίνακας 7:** Πίνακας αποτελεσμάτων για τις ερωτήσεις που αφορούν την χρηστικότητα.

**Πίνακας 8:** Πίνακας αποτελεσμάτων για τις ερωτήσεις που αφορούν την διδακτική χρήση

**Πίνακας 9:** Πίνακας αποτελεσμάτων για τις ερωτήσεις που αφορούν περιβάλλον του παιχνιδιού.

**Πίνακας 10:** Πίνακας αποτελεσμάτων για τις ερωτήσεις που αφορούν γενικά το παιχνίδι.

## **Κατάλογος Κώδικα**

**Κώδικας 1:** Τμήμα του script που υλοποιεί το Inventory. Τοποθέτηση αντικειμένων σε θέσεις.

**Κώδικας 2:** Τμήμα του script που υλοποιεί το Inventory. Η κλάση OnPointerClick.

**Κώδικας 3:** Τμήμα του script που υλοποιεί τον κύριο χαρακτήρα. Η κλάση που αφορά την επίθεση.

**Κώδικας 4:** Στιγμιότυπο κώδικα που αφορά την αναπλήρωση πόντων ζωής και mana.

**Κώδικας 5:** Τμήμα κώδικα που αφορά την αύξηση του επιπέδου του κύριου χαρακτήρα.

**Κώδικας 6:** Τμήμα κώδικα που υλοποιεί το σύστημα αποστολών του παιχνιδιού

**Κώδικας 7:** Τμήμα κώδικα που αφορά την ενημέρωση του Inventory κατά την ολοκλήρωση μιας συνταγής.

**Κώδικας 8:** Τμήμα κώδικα που υλοποιεί την μπάρα προόδου

**Κώδικας 9:** Τμήμα κώδικα που υλοποιεί το σύστημα αποθήκευσης.

## **1. Εισαγωγή**

### **1.1 Πρόβλημα – Σημαντικότητα του θέματος**

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα ηλεκτρονικά παιχνίδια αξιοποιούνται με σκοπό την υποστήριξη της εκπαίδευσης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων, ιδιαίτερα στις μικρότερες ηλικίες. Τα παιχνίδια αυτά, τα οποία χαρακτηρίζονται ως παιχνίδια σοβαρού σκοπού (Serious Games), βρίσκουν εφαρμογή σε τομείς όπως η υγεία, η εκπαίδευση, ο στρατός, η πολιτική κα. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού σοβαρού σκοπού για μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, για την εκμάθηση και εξοικείωση με βασικές έννοιες Χημείας. Η εννοιολογική κατανόηση στη Χημεία περιλαμβάνει την ικανότητα σκέψης σε μακροσκοπικό αλλά και σε μικροσκοπικό επίπεδο. Αυτό σε συνδυασμό με το μεγάλο πλήθος χημικών στοιχείων και ενώσεων που καλείται να απομνημονεύσει ο μαθητής δημιουργεί συχνά πρόβλημα τόσο στον εκπαιδευόμενο όσο και στον εκπαιδευτή. Με τη χρήση ενός παιχνιδιού σοβαρού σκοπού η εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να γίνει πιο εύκολη και διασκεδαστική καθώς ο μαθητής μαθαίνει τις βασικές και απαραίτητες έννοιες της Χημείας ενώ ταυτόχρονα παίζει το παιχνίδι.

### **1.2 Σκοπός – Στόχοι**

Το παιχνίδι που θα αναπτυχθεί απευθύνεται κυρίως σε μαθητές Γυμνασίου, μιας και το περιεχόμενο εφάπτεται της ύλης που διδάσκεται στη Β' και Γ' Γυμνασίου, χωρίς αυτό να είναι απόλυτο, καθώς μπορούν να επωφεληθούν παίζοντας και μαθητές σε ανώτερες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ή ακόμη και απόφοιτοι που ενδιαφέρονται για το αντικείμενο. Πρόκειται για ένα δισδιάστατο παιχνίδι με στοιχεία παιχνιδιών περιπέτειας και RPG, που θα αναπτυχθεί με χρήση της μηχανής παιχνιδιών Unity. Σύμφωνα με το σενάριο του παιχνιδιού ο παίκτης αναλαμβάνει τον ρόλο ενός μαθητή που βρίσκεται παγιδευμένος σε έναν άγνωστο και αφιλόξενο πλανήτη. Ο μόνος τρόπος να γυρίσει στο σπίτι του είναι λύνοντας τους διάφορους γρίφους που του παρουσιάζονται. Ο παίκτης εξερευνώντας τον κόσμο συγκεντρώνει χημικά στοιχεία και προοδευτικά δημιουργεί χημικές ενώσεις που θα τον βοηθήσουν στην επίλυση των γρίφων.

### 1.3 Συνεισφορά

Η εργασία αποσκοπεί στην υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού σοβαρού σκοπού για την εξοικείωση με βασικές έννοιες Χημείας. Υπάρχουν αρκετά παιχνίδια που έχουν αναπτυχθεί με παρόμοιο σκοπό, μερικά από τα οποία παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 3. Υπάρχουν παλαιότερα παιχνίδια που αποτελούν τις πρώτες προσπάθειες στο είδος και νεότερα που κάνουν χρήση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα. Από την μελέτη και συγκριτική ανάλυση αυτών των παιχνιδιών διαπιστώνεται ότι τα περισσότερα, παρά την χρήση ελκυστικών γραφικών και εντυπωσιακών τρισδιάστατων μοντέλων, δεν εμβαθύνουν στον τομέα της διασκέδασης και θυμίζουν απλές εφαρμογές με σκοπό την εκμάθηση Χημείας. Η απουσία μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής που θα προσφέρει στον παίκτη όλη τη λειτουργικότητα ενός συμβατικού παιχνιδιού, καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη του παιχνιδιού που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία. Γνώμονα στην υλοποίηση του παιχνιδιού αποτελεί η διακριτική ένταξη του ‘σοβαρού’ εκπαιδευτικού περιεχομένου στο διασκεδαστικό κομμάτι που προφέρει ένα βιντεοπαιχνίδι.

### 1.4 Διάρθρωση της μελέτης

Τα κεφάλαια που απαρτίζουν την εργασία διαχωρίστηκαν ως εξής:

Στο *δεύτερο κεφάλαιο* γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση της ιστορίας των βιντεοπαιχνιδιών από τα πρώτα χρόνια που εμφανίστηκαν έως σήμερα και παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν τη βιομηχανία βιντεοπαιχνιδιών.

Στο *τρίτο κεφάλαιο* περιγράφονται τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού, η εξέλιξή τους και ο ρόλος τους στην εκπαίδευση. Επίσης, εντοπίζονται παιχνίδια σοβαρού σκοπού που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την εκμάθηση Χημείας και αναλύονται με βάση συγκεκριμένο πλαίσιο σχεδίασης.

Στο *τέταρτο κεφάλαιο* περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Το *πέμπτο κεφάλαιο* αφορά τη διαδικασία ανάλυσης και σχεδίασης του παιχνιδιού.

Στο *έκτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται ολοκληρωμένο το παιχνίδι με στιγμιότυπα από την εκτέλεσή του.

Στο *έβδομο κεφάλαιο* υπάρχει αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας υλοποίησης του παιχνιδιού, με ιδιαίτερη έμφαση στα βασικά συστήματα που περιλαμβάνει το παιχνίδι.

Το *όγδοο κεφάλαιο* περιλαμβάνει την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την αξιολόγηση του παιχνιδιού.

Στο *ένατο κεφάλαιο* καταγράφονται τα συμπεράσματα της εργασίας και οι πιθανές μελλοντικές προεκτάσεις που θα μπορούσαν να προκύψουν.

Στο τέλος της εργασίας βρίσκεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε κατά την έρευνα και παραρτήματα με επιπλέον πληροφορίες.

## **2 Ιστορικά και οικονομικά στοιχεία παιχνιδιών**

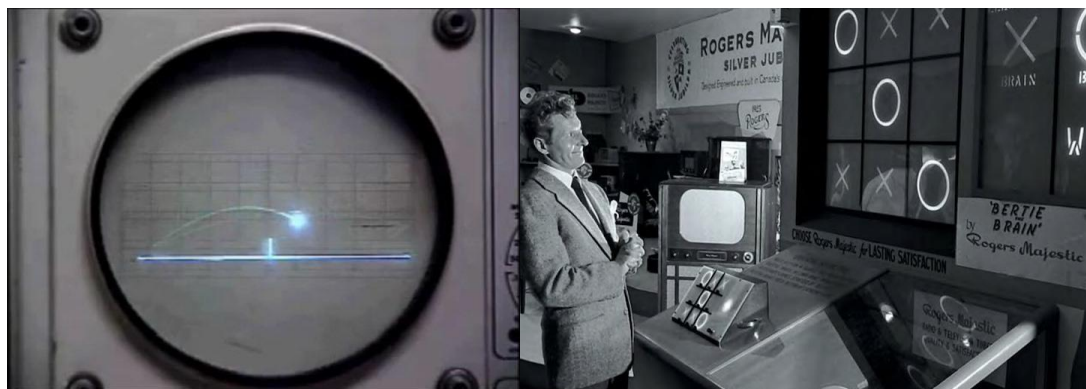
### **2.1 Εισαγωγή**

Σε αυτό το κεφάλαιο της εργασίας θα πραγματοποιηθεί μια ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας. Στην ενότητα 2.2 θα αναφερθεί η ιστορία των βιντεοπαιχνιδιών και πως εξελίχθηκαν από αναλογικές συσκευές προορισμένες για συγκεκριμένο κοινό σε μια βιομηχανία δισεκατομμυρίων. Στην ενότητα 2.3 καταγράφονται μερικά οικονομικά στοιχεία σχετικά με τη βιομηχανία των ηλεκτρονικών παιχνιδιών.

### **2.2 Σύντομη ιστορία των ηλεκτρονικών παιχνιδιών**

Τα ηλεκτρονικά παιχνίδια με σκοπό τη διασκέδαση εμφανίστηκαν στα τέλη της δεκαετίας του '40 και στις αρχές της δεκαετίας του '50, κυρίως σε ερευνητικά εργαστήρια και για τις ανάγκες εκθέσεων (Rogers, 2010).

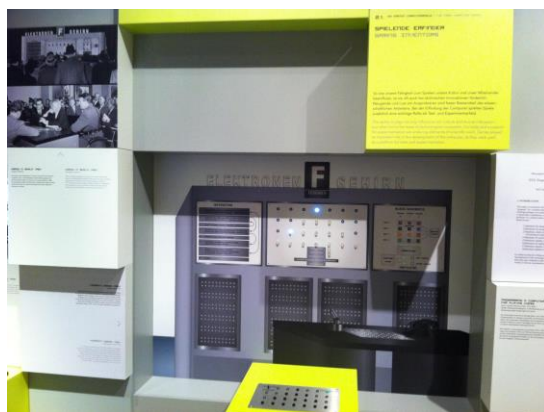
Το Cathode Ray Tube Amusement Device ήταν το πρώτο γνωστό διαδραστικό ηλεκτρονικό παιχνίδι και το πρώτο που υλοποίησε οθόνη γραφικών, αν και μάλλον δεν εμπίπτει στην κατηγορία των βίντεο-παιχνιδιών λόγω της χρήσης αναλογικής τεχνολογίας και του γεγονότος ότι δεν εκτελούνταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (Garge, 2018). Δημιουργήθηκε από τους Φυσικούς T.T. Goldsmith Jr. και E.R. Mann το 1947, οι οποίοι συνέδεσαν ένα καθοδικό σωλήνα σε ένα απλό κύκλωμα παλμογράφου. Το παιχνίδι δεν χρειάζεται ηλεκτρονικό υπολογιστή ή συσκευή μνήμης για να λειτουργήσει, ενώ δεν εκτελείται κάποιο πρόγραμμα (Cohen, 2019). Ο παίκτης πατώντας ένα διακόπτη κάνει την κουκίδα στην οθόνη του παλμογράφου να ακολουθεί παραβολική τροχιά κατά μήκος της οθόνης, προσομοιάζοντας έτσι την τροχιά ενός βλήματος. Την οθόνη επικαλύπτουν διάφανοι πλαστικοί 'στόχοι' που αναπαριστούν αντικείμενα, όπως για παράδειγμα αεροπλάνα. Στο τέλος της τροχιάς η κουκίδα απο-εστιάζεται, θολώνει και μεγαλώνει σε μέγεθος, αναπαριστώντας την έκρηξη του βλήματος. Ο σκοπός του παιχνιδιού ήταν ο παίκτης να καταφέρει να ανατινάξει το βλήμα όταν αυτό είναι εντός των ορίων του αντικειμένου – στόχου.



**Εικόνα 1:** *Αριστερά:* Η συσκευή Cathode-Ray Amusement. Πηγή: (Garge, 2018) *Δεξιά:* Ο υπολογιστής Bertie the Brain. Πηγή: (McShane, 2021)

Το Bertie the Brain αναπτύχθηκε το 1950 από τον μηχανικό Joseph Kates για την έκθεση Canadian National Exhibition. Οι επισκέπτες της έκθεσης είχαν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν την τεχνητή νοημοσύνη του υπολογιστή, σε ένα παιχνίδι τρίλιζας ρυθμιζόμενης δυσκολίας (Bateman, 2014). Ο υπολογιστής είχε ύψος τεσσάρων μέτρων, μπορούσε να υλοποιήσει μόνο το παιχνίδι της τρίλιζας και διαλύθηκε αμέσως μετά το τέλος της έκθεσης.

Το 1951, ένα έτος μετά το Bertie the Brain, αναπτύχθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο ο ηλεκτρονικός υπολογιστής Nimrod. Δημιουργήθηκε από τους J.M. Bennet και R. Stuart-Williams για λογαριασμό της εταιρείας Ferranti International για την έκθεση Festival of Britain. Οι επισκέπτες της έκθεσης αντιμετώπιζαν την τεχνητή νοημοσύνη του Nimrod στο παιχνίδι στρατηγικής Nim. Το σύστημα είχε μέγεθος μεγάλου κουτιού (36x27x15cm) με τον μεγαλύτερο όγκο να καταλαμβάνουν οι σωλήνες κενού και οι λαμπτήρες που χρησιμοποιούνταν για την αναπαράσταση της κατάστασης του παιχνιδιού. Ο υπολογιστής καταλάμβανε περίπου το 2% του συνολικού όγκου του μηχανήματος. Μετά την επίδειξή του σε μια ακόμη έκθεση στο Βερολίνο, ο Nimrod αποσυναρμολογήθηκε και το παιχνίδι δεν κυκλοφόρησε στο ευρύ κοινό (Donovan, 2010).



**Εικόνα 2:** Ο υπολογιστής Nimrod Πηγή: (Wikipedia Nimrod)



Ακόμη ένα από τα παιχνίδια της πρώιμης ιστορίας των ηλεκτρονικών παιχνιδιών ήταν το ΟΧΟ που αναπτύχθηκε το 1952 από τον καθηγητή Πληροφορικής A.S. Douglas. Το παιχνίδι αναπτύχθηκε στον κεντρικό υπολογιστή EDSAC στο Πανεπιστήμιο του Cambridge (Wilkes, 1997). Ο EDSAC είχε μέγεθος δωματίου και περιείχε ένα dot-matrix πλέγμα καθοδικών σωλήνων διαστάσεων 35x16 το οποίο ο Douglas αξιοποίησε για να φτιάξει ένα παιχνίδι τρίλιζας. Ο παίκτης χρησιμοποιούσε ως είσοδο ένα περιστροφικό καντράν τηλεφώνου για να επιλέξει τη θέση που επιθυμεί και ακολουθούσε η κίνηση του υπολογιστή. Η οθόνη ανανεωνόταν μόνο όταν άλλαζε η κατάσταση του παιχνιδιού (Hey, 2014). Το ΟΧΟ λόγω του μεγέθους του EDSAC δεν διαδόθηκε ποτέ στο ευρύ κοινό και χρησιμοποιήθηκε μόνο για ακαδημαϊκούς σκοπούς (Cohen, 2019).

Το Tennis for Two είναι το πρώτο multiplayer παιχνίδι, σχεδιασμένο να παίζεται από δύο παίκτες με χρήση χειριστηρίων. Δημιουργήθηκε το 1958 από τον Φυσικό W. Higinbotham στο Εθνικό Εργαστήριο Brookhaven στο Upton της Νέας Υόρκης, για την ετήσια έκθεση του εργαστηρίου. Το παιχνίδι χρησιμοποιούσε έναν παλμογράφο ως οθόνη και προσομοίαζε έναν αγώνα τένις. Ο υπολογιστής που ήταν συνδεδεμένος στη διάταξη υπολόγιζε την τροχιά της μπάλας – κουκίδας και την αντέστρεφε όταν χτυπούσε το γήπεδο. Οι παίκτες χρησιμοποιούσαν ένα πρωτότυπο χειριστήριο με ένα κουμπί που αντιστοιχούσε στο χτύπημα της μπάλας και ένα περιστροφικό διακόπτη που καθόριζε την γωνία του χτυπήματος. Το παιχνίδι μπορούσε να προσομοιάζει αδύναμα χτυπήματα που σταματούν στο δίχτυ ή πολύ δυνατά χτυπήματα που έβγαιναν εκτός ορίων του γηπέδου. Απέκτησε πολύ μεγάλη δημοτικότητα κατά τη διάρκεια της έκθεσης, ιδιαίτερα σε μικρές ηλικίες και θεωρείται από πολλούς σήμερα ως το πρώτο βιντεοπαιχνίδι (Lambert, 2008).



**Εικόνα 3:** *Αριστερά:* Η διάταξη του παιχνιδιού Tennis for Two. Πηγή: (Wikipedia, Tennis for two) *Δεξιά:* Η οθόνη του παιχνιδιού Tennis for Two. Πηγή: (Wikipedia, Tennis for two)

Το 1962 ο Steve Russell δημιούργησε μαζί με άλλους φοιτητές του MIT το παιχνίδι Spacewar! για τον τελευταίας τεχνολογίας υπολογιστή PDP-1. Ήταν το πρώτο παιχνίδι που μπορούσε να παιχτεί σε πολλούς υπολογιστές όμως παρά τη μεγάλη δημοτικότητα εντός του πανεπιστημίου ήταν ένα παιχνίδι που δεν προοριζόταν για το ευρύ κοινό μιας και εκείνη την εποχή οι υπολογιστές ήταν είδος πολυτελείας που έβρισκε κανείς κυρίως σε εργαστήρια (Graetz, 1981).

Η μεγάλη επανάσταση των βιντεοπαιχνιδιών ήρθε μετά την επιτυχία της τηλεόρασης. Μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του '60 εκατομμύρια άνθρωποι έβαλαν στη ζωή τους την τηλεόραση. Ο μηχανικός Ralph Baer (γνωστός αργότερα ως ο 'πατέρας των βιντεοπαιχνιδιών'), ενώ δούλευε στην εταιρεία Sanders Associates, άρχισε να πειραματίζεται με την ιδέα ότι οι τηλεοράσεις μπορούν να γίνουν κάτι περισσότερο από παθητική ψυχαγωγία. Οι υπεύθυνοι της Sanders ενδιαφέρθηκαν για την ιδέα του και του ανέθεσαν την ανάπτυξη και κυκλοφορία ενός εμπορικά βιώσιμου προϊόντος που θα απευθυνόταν σε όλους. Μετά από αρκετές προσπάθειες και πειραματισμούς, λίγα χρόνια αργότερα το 1967 ο Baer και οι συνεργάτες του δημιούργησαν ένα πρωτότυπο κονσόλας που υποστήριζε δύο παίκτες, πολλαπλά παιχνίδια και ήταν προορισμένη για εμπορική χρήση, εκτός της niche ακαδημαϊκής κοινότητας (NMoAH, n.d.)



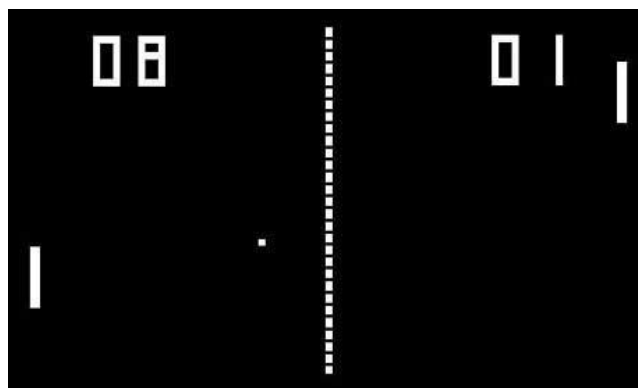
**Εικόνα 4:** *Αριστερά:* Το πρωτότυπο του BrownBox. Φαίνονται οι κάρτες που υποδεικνύουν τους διακόπτες που επιλέγουν το αντίστοιχο πρόγραμμα-παιχνίδι. Πηγή: (NMoAH) *Δεξιά:* Η κονσόλα Magnavox Odyssey. Πηγή: (Wikipedia, Magnavox Odyssey)

Το πρωτότυπο δόθηκε στην εταιρεία ηλεκτρονικών Magnavox, η οποία τελειοποίησε την ιδέα και κυκλοφόρησε το 1972 την κονσόλα Magnavox Odyssey, την πρώτη ουσιαστικά κονσόλα βιντεοπαιχνιδιών. Τα γραφικά ήταν ασπρόμαυρα σχήματα στην οθόνη της τηλεόρασης, τα οποία μπορούσε να ελέγξει ο παίκτης ενώ δεν υπήρχε ήχος. Οι διακόπτες επιλογής παιχνιδιών είχαν αντικατασταθεί με κασέτες/κάρτες που τοποθετούνταν σε ειδικά σχεδιασμένη υποδοχή. Με 200.000 πωλήσεις σε τρία χρόνια, η

κονσόλα δεν είχε μεγάλη επιτυχία, κυρίως λόγω κακού μάρκετινγκ εξαιτίας του γεγονότος ότι η Magnavox είδε την κονσόλα ως ευκαιρία να αυξηθούν οι πωλήσεις τηλεοράσεων και δεν πίστεψαν ότι η βιομηχανία βιντεοπαιχνιδιών θα μπορούσε να γίνει κάτι ανεξάρτητο, για να δώσουν την απαραίτητη υποστήριξη.

Στη συνέχεια άρχισε η άνοδος των arcade βιντεοπαιχνιδιών. Ο Nolan Bushnell έχοντας παίζει το Spacewar κατά τα φοιτητικά του χρόνια και αντιλαμβανόμενος την τεράστια επιτυχία των παιχνιδιών pinball (φλιπεράκι) προσπάθησε να δημιουργήσει μια εκδοχή του Spacewar για arcade μηχάνημα που θα λειτουργούσε με κέρματα. Το 1971 η Nutting Associates υλοποίησε την ιδέα του, θέτοντας σε κυκλοφορία το Computer Space, το οποίο αποδείχθηκε υπερβολικά δύσκολο στην κατανόηση από τον μέσο παίκτη και απέτυχε. Παρά την αποτυχία ο Bushnell επέμεινε στην ιδέα του για δημιουργία βιντεοπαιχνιδιών που θα λειτουργούν με κέρματα. Μετά από μια επίδειξη ενός παιχνιδιού pinγκ-πονγκ στην κονσόλα Magnavox Odyssey το 1972, αποφάσισε να δημιουργήσει την arcade εκδοχή. Με τον συνεργάτη του Ted Dabney ίδρυσε την εταιρεία Atari Inc. τον Ιούνιο του 1972 και το Νοέμβριο της ίδιας χρονιάς κυκλοφόρησε το Pong. Η πρώτη εγκατάσταση της παιχνιδομηχανής ήταν σε ένα μπαρ στην Καλιφόρνια. Λίγες μέρες αργότερα ο ιδιοκτήτης του μπαρ κάλεσε τους τεχνικούς της Atari γιατί το μηχάνημα δεν δούλευε. Το πρόβλημα όπως αποδείχθηκε ήταν τα υπερβολικά πολλά κέρματα που υπερχείλισαν και εμπόδιζαν τη λειτουργία των κυκλωμάτων (Smithsonian, n.d.). Το Pong γνώρισε τεράστια επιτυχία, όπως και η εκδοχή κονσόλας για το σπίτι που κυκλοφόρησε το 1975 και πούλησε 150.000 αντίτυπα μόνο εκείνη τη χρονιά (Parker, 2008).

Πολλές εταιρείες δημιουργήθηκαν στον αντίκτυπο της επιτυχίας της Atari, όμως οι περισσότερες δεν κατάφεραν να επιβιώσουν, ενώ η Magnavox προχώρησε σε μηνύσεις σε πολλές από αυτές (συμπεριλαμβανομένης και της Atari) για παραβίαση των πατεντών που είχε κατοχυρώσει.



*Εικόνα 5: Το παιχνίδι Pong. Πηγή: (Parker, 2008)*

Μεγάλη επιτυχία γνώρισαν τα βιντεοπαιχνίδια μετά το άνοιγμα στην Ιαπωνική αγορά. Η εταιρεία Namco Ltd. συνεργάστηκε με την Atari για την κυκλοφορία της Ιαπωνικής εκδοχής του Pong στο τέλος του 1973. Την ίδια χρονιά οι Taito Corp. και Sega Corp. κυκλοφόρησαν τα δικά τους παιχνίδια – κλώνους του Pong που είχαν μεγάλη απήχηση στο κοινό.

Το 1975 η Taito κυκλοφόρησε το παιχνίδι Western Gun στην Ιαπωνία και την Ευρώπη, με την εταιρεία Midway να παίρνει την άδεια για την διάθεσή του στην αμερικάνικη αγορά με το όνομα Gun Fight. Η εκδοχή της Midway ήταν το πρώτο arcade βιντεοπαιχνίδι που χρησιμοποιούσε μικροεπεξεργαστή αντί για διακριτά ηλεκτρονικά στοιχεία, κάτι που μείωσε την πολυπλοκότητα και το χρόνο σχεδιασμού ενός παιχνιδιού, ενώ μέχρι το τέλος της δεκαετίας του '70 τα μικροτσιπ μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης (LSI – ολοκληρωμένα κυκλώματα που περιέχουν έως και 200.000 λογικές πύλες) είχαν γίνει αρκετά φθηνά ώστε να περιλαμβάνονται σε εμπορικά προϊόντα όπως οι κονσόλες (Ernkvist, 2008).

Στη συνέχεια, πολλές Ιαπωνικές εταιρείες ασχολήθηκαν με την ανάπτυξη arcade παιχνιδιών και κονσολών όπως η Toshiba, η Sharp και κυρίως η Nintendo η οποία μέχρι το 1980 ανέπτυξε μια σειρά 5 συστημάτων παιχνιδιών για το σπίτι (Color TV-Game) που πούλησαν 3 εκατομμύρια αντίτυπα καθιστώντας τη σειρά στην κορυφή της λίστας με τις κονσόλες της εποχής αυτής, που αναφέρεται ως η πρώτη γενιά κονσολών (τέλος '70 – αρχές '80).

Έπειτα, ακολούθησε μια εποχή όπου τα arcade βιντεοπαιχνίδια γνώρισαν τη μεγαλύτερη δημοτικότητα. Ο Tomohiro Nishikado, υπεύθυνος για την ανάπτυξη του Gun Fight της Taito, εμπνεύστηκε από το γνωστό Breakout της Atari (1976) και δημιούργησε το θρυλικό Space Invaders που διατέθηκε αρχικά στην Ιαπωνία το 1978 (June, 2013). Το Space Invaders αποτελεί πρωτοπόρο παιχνίδι καθώς εισήγαγε σημαντικές έννοιες που θα γινόταν αναπόσπαστο κομμάτι των βιντεοπαιχνιδιών και θα καθόριζαν την εικόνα τους όπως τη γνωρίζουμε σήμερα. Συγκεκριμένα, το Space Invaders εισήγαγε το παιχνίδι που καθοριζόταν από τις ζωές του παίκτη και όχι κάποιο χρονικό όριο ή στόχο πόντων που ίσχυε μέχρι τότε. Επίσης, εισήγαγε την απόκτηση επιπλέον ζωών ως ανταμοιβή για τη συγκέντρωση συγκεκριμένων πόντων, όπως επίσης και την καταγραφή της υψηλότερης βαθμολογίας (highscore) για κάθε μηχανήμα. Ήταν ακόμη το πρώτο παιχνίδι που εισήγαγε μη-παθητικούς εχθρούς που μπορούσαν να βάλουν πυρά προς τον παίκτη και το πρώτο

παιχνίδι που περιελάμβανε μουσική υποβάθρου. Το παιχνίδι έκανε τεράστια επιτυχία στην Ιαπωνία και αργότερα στις ΗΠΑ όπου κυκλοφόρησε από την Midway.

Το Space Invaders άνοιξε το δρόμο για την αποκαλούμενη χρυσή εποχή των arcade βιντεοπαιχνιδιών (1978 – 1982). Μερικά από τα πιο γνωστά arcades κυκλοφόρησαν αυτή την περίοδο. Ενδεικτικά αναφέρονται τα Asteroids (Atari - 1979), Galaxian (Namco - 1979), Defender (Williams Electronics - 1980), Tempest (Atari - 1980), Missile Command (Atari - 1980), Galaga (Namco - 1981). Την εποχή αυτή κυκλοφόρησαν και τα εμβληματικά Pac-Man (Namco - 1980), Donkey Kong (Nintendo - 1981) και Q\*bert (Gottlieb - 1982) που εισήγαγαν την ιδέα της αφήγησης στα βιντεοπαιχνίδια και έγιναν τόσο δημοφιλή που οι εταιρείες χρησιμοποίησαν τους χαρακτήρες σαν μασκόντ για σκοπούς μάρκετινγκ και έγιναν αργότερα αναγνωρίσιμες εικόνες της ποπ κουλτούρας.

Ακολούθησε η δεύτερη γενιά κονσολών (1976 – 1992). Η εταιρεία Fairchild Camera & Instrument Corp. κυκλοφόρησε το 1976 την κονσόλα Fairchild Channel F, την πρώτη κονσόλα που χρησιμοποιούσε προγραμματιζόμενες κασέτες ROM, επιτρέποντας στους παίκτες την εύκολη εναλλαγή παιχνιδιών, ενώ ήταν και η πρώτη κονσόλα που χρησιμοποιούσε μικροεπεξεργαστή που διάβαζε εντολές από την κασέτα ROM. Ακολούθησαν δύο κονσόλες το 1977 από τις Atari και Magnavox, οι Atari 2600 και Odyssey 2 αντίστοιχα. Στο τέλος της δεκαετίας του '70 η Atari απέκτησε από την Taito την άδεια να δημιουργήσει την εκδοχή του Space Invaders για κονσόλες. Το παιχνίδι κυκλοφόρησε το 1980 τετραπλασιάζοντας τις πωλήσεις του Atari 2600 καθιστώντας το το πρώτο killer app στη βιομηχανία παιχνιδιών και το πρώτο παιχνίδι που ξεπέρασε το 1 εκατομμύριο σε πωλήσεις αντιτύπων, φτάνοντας τελικά τις 2.5 εκατομμύρια πωλήσεις μέχρι το 1981 (Weiss, 2012).

Το ενδιαφέρον μεγάλων επιχειρηματικών κολοσσών της εποχής ήταν στραμμένο στην άνοδο των βιντεοπαιχνιδιών. Για να καταφέρει να κυκλοφορήσει εγκαίρως την κονσόλα Atari 2600 ο Bushnell πούλησε την εταιρεία στην Warner Communications (μετέπειτα Warner Media) για 28 εκατομμύρια δολάρια ενώ η Magnavox είχε ήδη γίνει θυγατρική της Philipps από το 1974 (Fulton, 2007). Το 1979, τέσσερις προγραμματιστές της Atari δυσαρεστημένοι από τους ανωτέρους τους στη Warner παραιτήθηκαν ιδρύοντας την Activision και άρχισαν να αναπτύσσουν τα δικά τους βιντεοπαιχνίδια όπως το Pitfall! (Activision – 1982). Η επιτυχία της Activision ως εξωτερικός συνεργάτης της Atari ήταν τόσο μεγάλη που μέχρι το 1983 υπήρχαν τουλάχιστον 100 αντίστοιχες εταιρείες που υποστήριζαν ότι αναπτύσσουν παιχνίδια για την Atari (Ernkvist, 2008). Αυτό οδήγησε σε

κορεσμό των πωλήσεων και παρά το μεγάλο budget το αποτέλεσμα ήταν στις περισσότερες περιπτώσεις χαμηλής ποιότητας παιχνίδια. Τα καταστήματα αναγκάστηκαν να ρίξουν τις τιμές ή να προσφέρουν τα παιχνίδια σε πακέτα, συμπαρασύροντας τις πωλήσεις των καλύτερης ποιότητας παιχνιδιών σε πτώση. Το 1983 αυτό το κραχ στη βιομηχανία παιχνιδιών οδήγησε αρκετές εταιρείες ανάπτυξης, κυρίως στη Β. Αμερική, σε χρεοκοπία.

Στο μεταξύ εξελίχθηκε η ηλεκτρονική και ο προγραμματισμός και οι προσωπικοί υπολογιστές έκαναν την εμφάνισή τους σε ολοένα και περισσότερα σπίτια. Ήδη από το 1977 εμφανίστηκαν οι Commodore PET, Apple II και TRS-80 που ήταν home computers σε προσιτή τιμή και περιείχαν προεγκατεστημένα παιχνίδια – μεταφορές των δημοφιλέστερων arcades αλλά και τη γλώσσα προγραμματισμού BASIC, επιτρέποντας στους χρήστες να δημιουργήσουν τα δικά τους απλοϊκά παιχνίδια (Edwards, 2019). Μετά το κραχ του 1983 το ενδιαφέρον στράφηκε στους υπολογιστές, που ήρθαν να ανταγωνιστούν τις κονσόλες, ενώ οι τελευταίες συνέχισαν να αναπτύσσονται εξελίσσοντας συνεχώς την τεχνολογία τους.

Κλείνοντας την ενότητα με την ανασκόπηση της ιστορίας των βιντεοπαιχνιδιών, θα αναφερθούν τα πιο σημαντικά γεγονότα που επηρέασαν την εξέλιξη της βιομηχανίας τις τελευταίες δύο δεκαετίες.

- 1993: Κυκλοφορεί το DOOM (id Software), ένας τίτλος φαινόμενο που καθιστά τα παιχνίδια FPS πολύ δημοφιλή.
- 1994: Η Sony λανσάρει το Playstation. Η νεοαφιχθείσα στον τομέα των ηλεκτρονικών παιχνιδιών εταιρεία κυκλοφορεί την πρώτη της κονσόλα και με τα τρισδιάστατα γραφικά πραγματικού χρόνου κυριαρχεί αμέσως στην αγορά εκτοπίζοντας τις Nintendo και Sega.
- 1996: η Nintendo κυκλοφορεί την κονσόλα Nintendo64 ως διάδοχο του SNES.
- 1997: Κυκλοφορεί το παιχνίδι φιδάκι, ένας πρωτοπόρος στα παιχνίδια κινητών συσκευών πριν την εποχή των smartphones. Παρεχόταν δωρεάν προεγκατεστημένο σε περισσότερα από 400 εκατομμύρια συσκευές Nokia και έγινε αμέσως παγκόσμιο φαινόμενο.
- 1998: Η εταιρεία Valve αναπτύσσει το παιχνίδι Half-Life που αποτέλεσε κάτι παραπάνω από ένα απλό shooter παιχνίδι για υπολογιστή. Το Half-Life έγινε τεράστια εμπορική επιτυχία χάρη στο έξυπνο gameplay και στην εξαιρετική αφήγηση της ιστορίας.

- 1998: Η Sega, όντας πολύ μπροστά από την εποχή κυκλοφορεί την κονσόλα Dreamcast η οποία παρείχε σύνδεση στο διαδίκτυο. Παρά την καινοτομία η Sega δεν κατάφερε εν τέλει να αντέξει τον ανταγωνισμό της Sony και υποχώρησε.

- 2000: Η Sony μετά την επιτυχία του Playstation αναπτύσσει τη δεύτερη κονσόλα της σειράς, το Playstation 2, κυριαρχώντας στις πωλήσεις και αφήνοντας πίσω τα Xbox (Microsoft) και GameCube (Nintendo) που κυκλοφόρησαν το 2001. Μέχρι σήμερα, 21 χρόνια αργότερα, το Playstation 2 αποτελεί την κονσόλα με τις περισσότερες πωλήσεις στην ιστορία (~155 εκατομμύρια).

- 2004: Η Nintendo αναπτύσσει και κυκλοφορεί στην αγορά το DS, αντικαθιστώντας τη σειρά GameBoy στην κορυφή των πωλήσεων των φορητών κονσολών. Το Nintendo DS περιελάμβανε οθόνη αφής, μικρόφωνο και ενσωματωμένο Wi-Fi.

- 2005: Η Sony προσπάθησε να ανταγωνιστεί την Nintendo κυκλοφορώντας την φορητή έκδοχή του Playstation, το PSP (PlayStation Portable), χωρίς μεγάλη επιτυχία.

- 2006: Η Nintendo μετά την επιτυχία του DS στοχεύει στην οικογενειακή διασκέδαση και αναπτύσσει το Wii, με παιχνίδια γυμναστικής και δραστηριοτήτων που βασίζονται σε αισθητήρες κίνησης. Την ίδια χρονιά η διαμάχη για την κυριαρχία στις κονσόλες κορυφώνεται με τις κυκλοφορίες των Sony PlayStation 3 και XBOX 360.

- 2009: Κυκλοφορεί το παιχνίδι League of Legends (Riot Games) που μόνο το 2015 θα ξεπεράσει τα 1.6 δισεκατομμύρια σε μικροσυναλλαγές και θα γίνει το πιο δημοφιλές eSport.

- 2011: Δημιουργείται η πλατφόρμα streaming Twitch που προσφέρεται κυρίως για ζωντανή μετάδοση παιχνιδιών.

- 2012: Κυκλοφορεί το Candy Crush Saga (King) για κινητά, κάνοντας δημοφιλή τον περιορισμένο αριθμό παιχνιδιών μέσα σε μια μέρα καθώς επίσης και τις αγορές εντός των εφαρμογών.

- 2013: Ολοκληρώνεται το πολυαναμενόμενο παιχνίδι Grand Theft Auto V (Rockstar Games) που αποφέρει έσοδα 800 εκατομμύρια δολάρια την πρώτη μέρα κυκλοφορίας του.

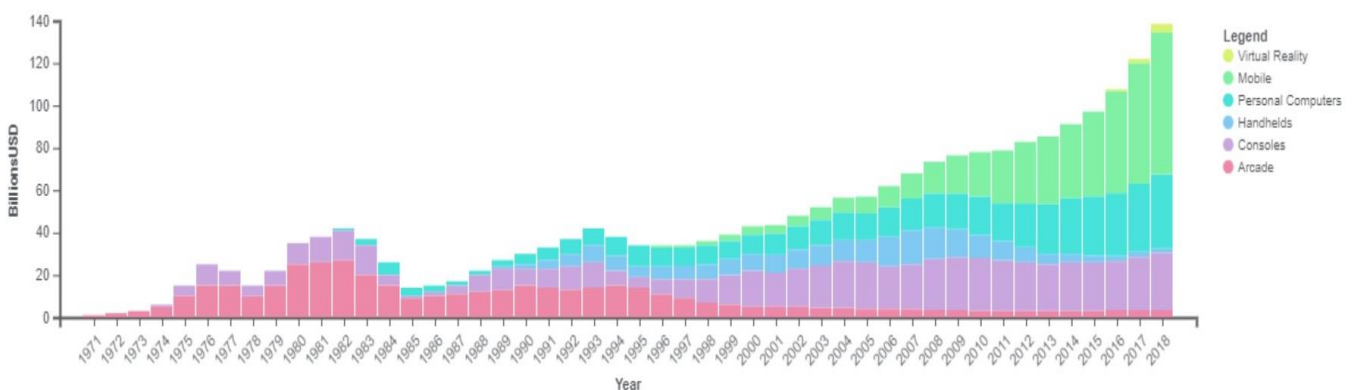
- 2016: Το παιχνίδι Pokémon GO (Niantic) εισάγει την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας σε παιχνίδια κινητού.

- 2020: Οι Microsoft, NVidia, Google και Amazon λανσάρουν cloud gaming υπηρεσίες.

## 2.3 Οικονομικά στοιχεία

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούν μερικά στατιστικά στοιχεία που αφορούν τη βιομηχανία των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, από τις απαρχές της έως και σήμερα.

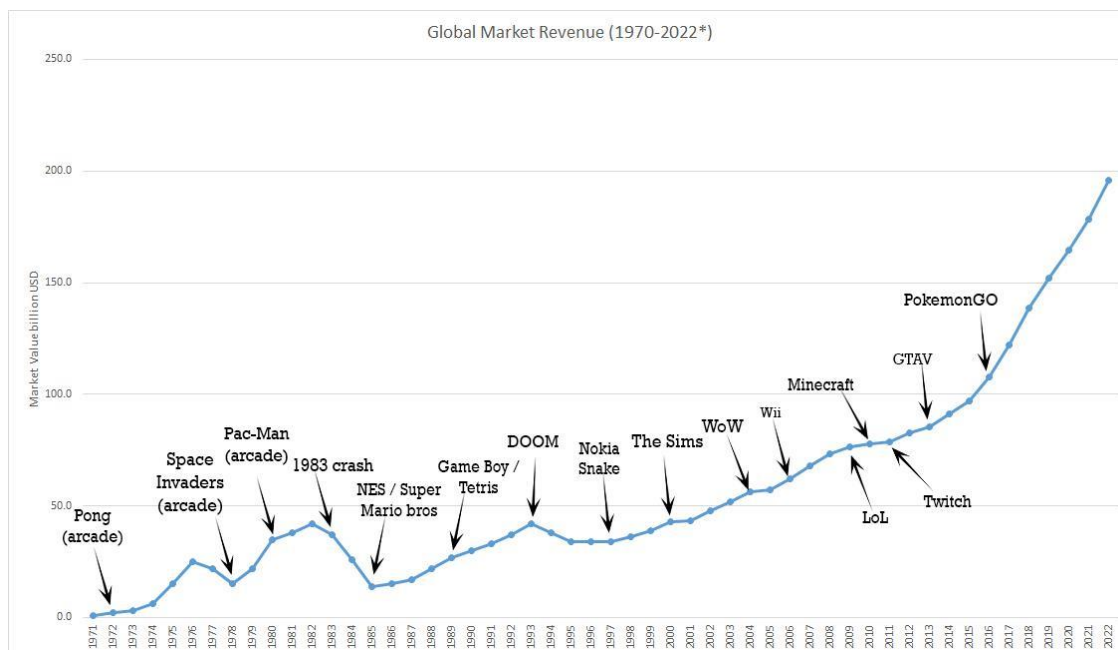
Η βιομηχανία παιχνιδιών αναπτύσσεται σταθερά τα τελευταία 40 χρόνια ως αποτέλεσμα συνεχούς καινοτομίας (Baltezarevic, 2018). Στην μακρόχρονη αυτή ιστορία η προσφορά και ζήτηση μεταβλήθηκε πολυάριθμες φορές υπό την πίεση εξωτερικών παραγόντων όπως οι τεχνολογικές εξελίξεις, η μετατόπιση σε νέες πλατφόρμες (κονσόλες, PC, κινητά κλπ.), η κυκλοφορία τίτλων-σταθμών και η ανάπτυξη του διαδικτύου και κατ'επέκταση του online παιχνιδιού (de Prato, 2014). Στο γράφημα της Εικόνας 6 φαίνεται η πορεία των εσόδων της βιομηχανίας βιντεοπαιχνιδιών διαχωρισμένων ανά κατηγορία συσκευής. Παρατηρείται η άνοδος των arcade μηχανών στα πρώτα βήματα της βιομηχανίας και η σταδιακή πτώση τους μετέπειτα. Φαίνεται επίσης η σταθερή πορεία που καταγράφουν τα έσοδα από την κατηγορία των κονσολών και η διαφοροποίηση στις συσκευές που αρχίζει στις αρχές της δεκαετίας του '90. Τέλος, γίνεται καθαρή η επικράτηση των εσόδων από κινητές συσκευές και η επικράτηση του mobile gaming.



**Εικόνα 6:** Τα έσοδα της βιομηχανίας βιντεοπαιχνιδιών ανά κατηγορία συσκευής Πηγή: (Nakamura, 2019)

Στην Εικόνα 7 φαίνονται τα έσοδα της βιομηχανίας για όλες τις συσκευές (Arcade, κονσόλες, φορητές κονσόλες, PC, κινητά, VR) για το διάστημα 1971 - 2021. Σημειώνονται τα σημαντικότερα γεγονότα που διαμορφώνουν την εικόνα της καμπύλης.





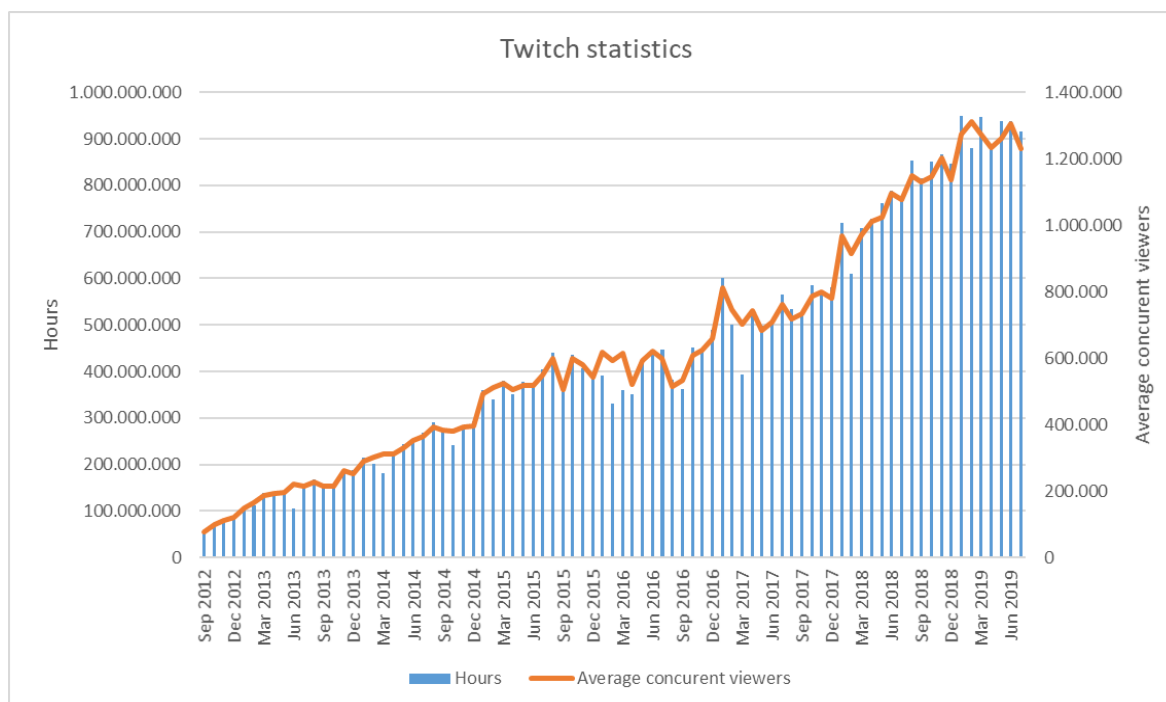
**Εικόνα 7:** Γράφημα που απεικονίζει τα έσοδα της βιομηχανίας βιντεοπαιχνιδιών με τα σημαντικότερα γεγονότα που τη διαμόρφωσαν Πηγή: Ιδία επεξεργασία / Δεδομένα: (Nakamura, 2019)

Εύκολα διαπιστώνει κανείς πως επηρεάζεται η αγορά των βιντεοπαιχνιδιών από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν. Φαίνεται για παράδειγμα η αναζωογόνηση της αγοράς των arcade παιχνιδιών με την κυκλοφορία του Space Invaders το 1978 και πως την επηρέασε αρνητικά το κραχ του 1983. Φαίνεται ακόμη η επίδραση στην αγορά σημαντικών τίτλων όπως το Super Mario bros το 1985 καθώς και των DOOM (1993), The Sims (2000) και World of Warcraft (2004) που έκαναν δημοφιλή τα είδη FPS, προσομοίωσης και online RPG αντίστοιχα. Τέλος, διαπιστώνεται η μεγάλη επίδραση που έχει η μετατόπιση σε νέες τεχνολογίες και πλατφόρμες, όπως με την περίπτωση του GameBoy το 1989 που σηματοδότησε την άνοδο των φορητών παιχνιδομηχανών ή την περίπτωση του παιχνιδιού PokemonGO το 2016 που εισήγαγε την επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality) σε παιχνίδι κινητού. Την τελευταία δεκαετία η αγορά των βιντεοπαιχνιδιών αναπτύσσεται με ταχύτερους ρυθμούς και σε αυτό έχει συμβάλει η πλατφόρμα Twitch και η αύξηση της δημοτικότητας των eSports.

Τα eSports ή ηλεκτρονικά αθλήματα είναι ουσιαστικά ένας διαγωνισμός βιντεοπαιχνιδιών, συνήθως στη μορφή τουρνουά (Hamari, 2017). Τέτοιου είδους διαγωνισμοί πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές του 2000 στη Νότια Κορέα ως επακόλουθο της μαζικής ανάπτυξης ευρυζωνικού ίντερνετ μετά την οικονομική κρίση της Ασίας το 1997 (Popper, 2013). Ιδρύθηκε μάλιστα ειδική συνομοσπονδία για την προώθησή των

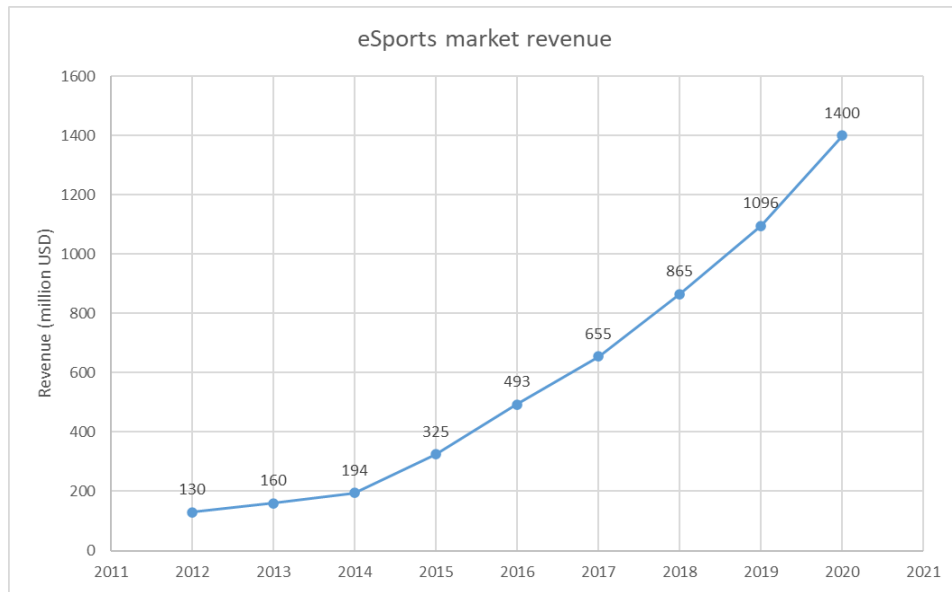
eSports υπό την αιγίδα του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού της χώρας) (Jin, 2020).

Την τελευταία δεκαετία όμως και ιδιαίτερα μετά το 2011 όταν και εμφανίστηκε το Twitch, τα eSports απέκτησαν πολύ μεγάλη δημοτικότητα συμπαρασύροντας σε άνοδο και την αγορά των βιντεοπαιχνιδιών. Στο γράφημα της Εικόνας 8, καταγράφεται ο αριθμός ωρών παρακολούθησης παιχνιδιών στο Twitch για κάθε μήνα την περίοδο Σεπτεμβρίου 2012 μέχρι Αύγουστο του 2019 καθώς και ο μέσος όρος ταυτόχρονων χρηστών της πλατφόρμας για το ίδιο διάστημα.



**Εικόνα 8:** Γράφημα που αποτυπώνει τις ώρες παρακολούθησης στην πλατφόρμα Twitch και μέσος όρος ταυτόχρονων χρηστών Πηγή: Ιδία επεξεργασία / Δεδομένα: (Twitch Tracker)

Η αύξηση είναι εντυπωσιακή από 77.7 χιλιάδες χρήστες το Σεπτέμβριο του 2011 σε σχεδόν 1.3 εκατομμύρια τον Αύγουστο του 2019. Τα έσοδα που αποφέρει ο τομέας αυξάνονται συνεχώς με ρυθμό άνω του 27% ενώ μόνο το 2020 ήταν 1,4 δις δολάρια, αύξηση 977% σε σχέση με τα 130 εκ. δολάρια του 2011 (Εικόνα 9).



**Εικόνα 9:** Στο γράφημα φαίνονται τα έσοδα της αγοράς eSports για την περίοδο 2012-2020 Πηγή: Ιδία επεξεργασία /Δεδομένα: statista.com

Εν κατακλείδι διαπιστώνει κανείς από τα παραπάνω στοιχεία, το μέγεθος της βιομηχανίας και κατά συνέπεια τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζουν τα βιντεοπαιχνίδια στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου, ιδιαίτερα στις νεαρότερες ηλικίες. Συνεπώς, η ενσωμάτωση εκπαιδευτικού περιεχομένου, οποιουδήποτε τομέα, σε ένα παιχνίδι ή εφαρμογή, μπορεί εν δυνάμει να αυξήσει την ενασχόληση των χρηστών με το αντικείμενο και να επιφέρει επιθυμητά αποτελέσματα.

### 3. Παιχνίδια σοβαρού σκοπού

#### 3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αρχικά τα δημοφιλέστερα είδη παιχνιδιών (Ενότητα 3.2) και στη συνέχεια παρουσιάζεται η ιστορία των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού και τα χαρακτηριστικά τους (Ενότητα 3.3). Ακόμη, στην ενότητα 3.4 περιγράφεται ο ρόλος των Παιχνιδιών σοβαρού σκοπού στον τομέα της εκπαίδευσης και στην ενότητα 3.5 εντοπίζονται και παρουσιάζονται εννέα παιχνίδια σοβαρού σκοπού με θεματολογία έννοιες γύρω από τη Χημεία. Τέλος, στις ενότητες 3.6 και 3.7 περιλαμβάνονται οι συγκεντρωτικοί πίνακες σύγκρισης των παιχνιδιών και τα συμπεράσματα από την ανάλυση.

#### 3.2 Είδη παιχνιδιών

Ανεξαρτήτου πλατφόρμας τα βιντεοπαιχνίδια κατηγοριοποιούνται σε διάφορα είδη και υποείδη αυτών. Τα πιο βασικά αναφέρονται ακολούθως (Grace, 2005) (Vince, 2018).

Παιχνίδια Δράσης (Action): Πρόκειται για παιχνίδια όπου ο παίκτης βρίσκεται στο επίκεντρο και έχει τον έλεγχο, ενώ απαιτούνται γρήγορα αντανακλαστικά. Μέχρι σήμερα αποτελεί το πιο δημοφιλές είδος βιντεοπαιχνιδιού.

Υποείδη είναι τα

- Platformer (*Super Mario Bros.*, *Donkey Kong*)
- Shooter (*DOOM*, *Half-Life*, *Halo*)
- Fighting (*Mortal Kombat*, *Street Fighter*)
- Beat-em Up (*Double Dragon*, *God of War*)
- Stealth (*Dishonored*, *Metal Gear*)
- Survival (*Resident Evil*)
- Rhythm (*Dance Dance Revolution*, *Guitar Hero*)

Παιχνίδια Περιπέτειας (Adventure): Είναι παιχνίδια που προσφέρουν στον παίκτη τη δυνατότητα εξερεύνησης του κόσμου του παιχνιδιού και την επίλυση γρίφων ή την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον για την πρόοδο. Τα περισσότερα από τα πρώτα παιχνίδια που κυκλοφόρησαν ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Λόγω της έλλειψης έντονης δράσης, χρονικών περιορισμών και ανάγκης για γρήγορα αντανακλαστικά, έγιναν δημοφιλή σε

ανθρώπους που δεν παίζουν τακτικά βιντεοπαιχνίδια που αναζητούσαν μια πιο ήπια μορφή διασκέδασης.

Υποείδη είναι τα

- Text adventures (*Zork*)
- Graphic adventures (*Heavy Rain*)
- Visual novels (*Ace Attorney*)
- Real-time 3D (*Nightfall*)

Παιχνίδια Ρόλων (Role-Playing RPG): Είναι είδος παιχνιδιών που επικεντρώνονται στην ανάπτυξη των χαρακτήρων και της ιστορίας. Παίζοντας ο παίκτης αποκτά εμπειρία και δύναμη ενώ συνήθως επιλέγει να ακολουθήσει κάποια κλάση ή επάγγελμα. Στοιχεία των παιχνιδιών αυτού του είδους αντλούνται από επιτραπέζια παιχνίδια όπως το Dungeons & Dragons.

Υποείδη είναι τα

- Action RPG (*Diablo*)
- MMORPG (*World of Warcraft*)
- Sandbox RPG (*Dragon Slayer*)

Παιχνίδια Προσομοίωσης (Simulation): Πρόκειται για μια μεγάλη κατηγορία παιχνιδιών που επιτρέπουν την αναπαράσταση καταστάσεων της πραγματικής ζωής μέσα στον κόσμο του παιχνιδιού.

Υποείδη είναι τα

- Life simulation (*The Sims*)
- Vehicle simulation (*Forza*)

Παιχνίδια Στρατηγικής (Strategy): Αποτελούν είδος παιχνιδιών που απαιτούν από τον παίκτη τη στρατηγική σκέψη που θα οδηγήσει στη λύση κάποιου προβλήματος ή στη νίκη σε βάρος κάποιου αντιπάλου. Συνήθως, ο παίκτης έχει godlike οπτική και ελέγχει άμεσα τις μονάδες που έχει στη διάθεσή του.

Υποείδη είναι τα

- 4X (*Empire Earth*)
- Real-time strategy RTS (*Age of Empires*)
- Multiplayer online battle arena (MOBA) (*DoTA2*)

- Tower defense (*Bloons TD*)
- Turn-based strategy (TBS) (*Civilization*)

Παιχνίδια Αθλητικά (Sports): Παιχνίδια που αποτελούν πιστή μεταφορά γνωστών αθλημάτων ή με την προσθήκη φανταστικών χαρακτηριστικών. Παίζονται με αντίπαλο κάποιον άλλο παίκτη ή την τεχνητή νοημοσύνη του παιχνιδιού.

Υποείδη είναι τα

- Racing (*Gran Turismo*)
- Team sports (*FIFA*)

Παιχνίδια Παζλ (Puzzle): Είδος παιχνιδιών με πολλά διαφορετικά χαρακτηριστικά. Μπορεί να είναι αργά ή γρήγορα και να βασίζονται στη λογική και παρατήρηση ή στα γρήγορα αντανακλαστικά.

Υποείδη είναι τα

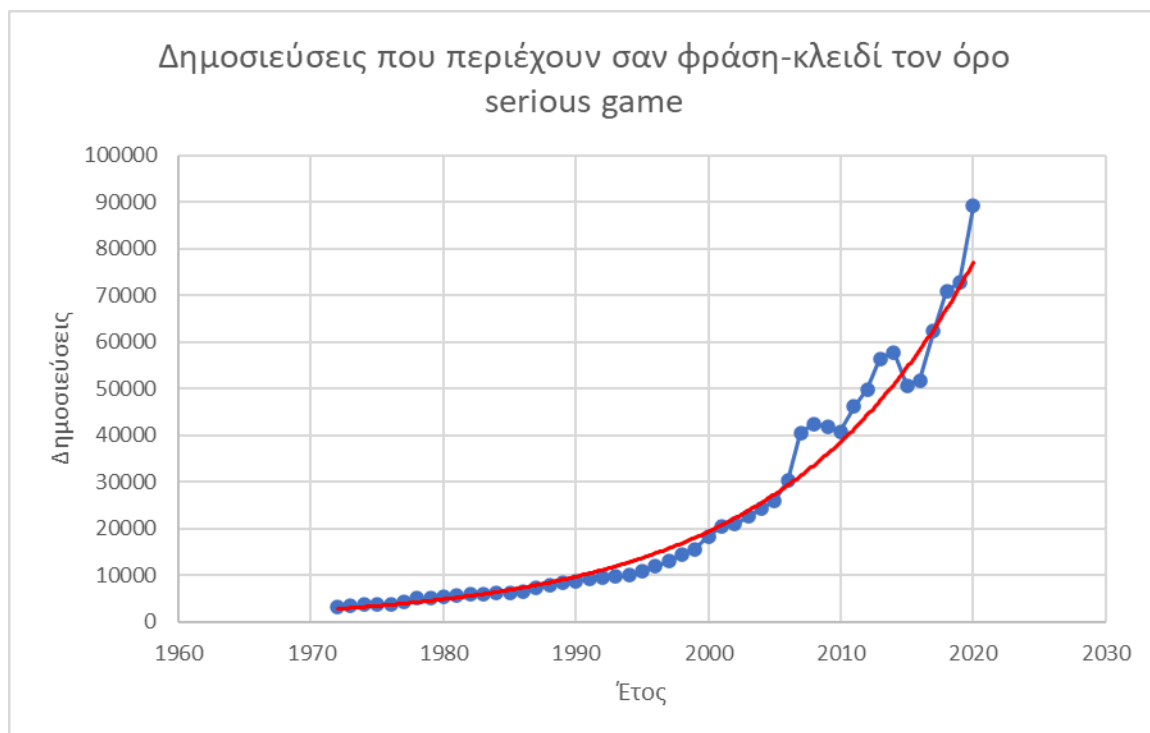
- Logic games (*Tetris*)
- Trivia games

### 3.3 Παιχνίδια σοβαρού σκοπού

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού αποτελούν ένα αντικείμενο που αν και φαινομενικά εμφανίστηκε ξαφνικά στο προσκήνιο, στην πραγματικότητα έχει μια μακρά ιστορία που συνέκλινε στο τωρινό οικοσύστημα των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού (Wilkinson, 2016).

Στο γράφημα της Εικόνας 10 φαίνονται οι δημοσιεύσεις που περιλαμβάνουν ως φράση-κλειδί τον όρο ‘serious games’. Παρατηρείται ότι ο όρος κάνει την εμφάνισή του ήδη από τη δεκαετία του ’70 ενώ φαίνεται αύξηση των δημοσιεύσεων με εκθετικό ρυθμό όπως υποδεικνύει και η προσαρμογή των δεδομένων (κόκκινη γραμμή).

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού διαφοροποιούνται από τα είδη παιχνιδιών που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο καθώς ο σκοπός για τον οποίο αναπτύσσονται δεν είναι η κατά κύριο λόγο διασκέδαση. Αντ’ αυτού τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού αξιοποιούν τη διασκέδαση που προσφέρει ένα παιχνίδι για να εκπαιδεύσουν έμμεσα ή άμεσα τον παίκτη σε κάποιον τομέα (Calderón, 2015) (Djaouti, 2011).



**Εικόνα 10:** Δημοσιεύσεις που περιέχουν τη φράση *serious game* σαν λέξη κλειδί Πηγή: Ιδία επεξεργασία, Δεδομένα από *dimensions.ai* [keyword: 'serious games']

Ο όρος παιχνίδι σοβαρού σκοπού εμφανίζεται για πρώτη φορά στο βιβλίο *Serious Games* του Clark Abt, το 1970. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι ‘...τα παιχνίδια [σοβαρού σκοπού] έχουν σαφή και προσεκτικά σχεδιασμένο εκπαιδευτικό σκοπό και δεν προορίζονται να παίζονται κυρίως για διασκέδαση’ και συμπληρώνει ‘αυτό δεν σημαίνει ότι τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού δεν είναι ή δεν πρέπει να είναι διασκεδαστικά’. Ο ορισμός του Abt δεν αφορά μόνο τα παιχνίδια υπολογιστή αλλά και οποιοδήποτε ‘μη-ψηφιακό’ παιχνίδι, όπως παιχνίδια μαθηματικών κα. Ο ίδιος ο Abt που αποσκοπούσε στην ανάπτυξη παιχνιδιών σοβαρού σκοπού για εκπαίδευση, σχεδίασε το παιχνίδι T.E.M.P.E.R. που ανέπτυξε η Raython Technologies το 1961. Το παιχνίδι χρησιμοποιήθηκε από στρατιωτικές υπηρεσίες για τη μελέτη του Ψυχρού Πολέμου σε παγκόσμια κλίμακα (SeriousGameClassification T.E.M.P.E.R.).

Παρόμοια παιχνίδια, που αναπτύχθηκαν την εποχή του Ψυχρού Πολέμου και είχαν χαρακτηριστικά παιχνιδιού προσομοίωσης για στρατιωτικούς σκοπούς ήταν τα *Hutspiel* το 1955 (SeriousGameClassification *Hutspiel*) και το *Arpa-Agile Coin Game* το 1965 (Curry, 2019).

Το *Hutspiel* ήταν ένα παιχνίδι που υποστήριζε δύο χρήστες που έπαιζαν είτε σαν NATO είτε σαν ΕΣΣΔ και προσομοίωνε μια μάχη με χρήση πυρηνικών όπλων σε

παγκόσμια κλίμακα (Harrison, 1964) ενώ το Arpa-Agile Coin Game προσομοιώνει εξεγέρσεις σε υποθετικά κράτη (Abt, 1965).

Ακόμη ένα παράδειγμα πρώιμου παιχνιδιού σοβαρού σκοπού που δεν χρησιμοποιούσε κάποιο ηλεκτρονικό μέσο περιγράφεται στο βιβλίο *The New Alexandria Simulation: A Serious Game of State and Local Politics* του D.R. Jansiewics του 1973. Στο βιβλίο περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να παιχτεί ένα παιχνίδι με σκοπό την εκμάθηση των πολιτικών μηχανισμών των ΗΠΑ (Jansiewicz, 1973). Το παιχνίδι, με αναθεωρήσεις, χρησιμοποιείται ακόμη σε τάξεις των ΗΠΑ ενώ έρευνες έχουν δείξει ότι βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα (Kahn, 2009).

Σήμερα για τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού αναπόσπαστος παράγοντας θεωρείται η υποστήριξη από ηλεκτρονικό υπολογιστή ή κάποια κονσόλα και ένας γενικά αποδεκτός ορισμός που μπορεί να τα περιγράψει είναι αυτός των S. Chen και D. Michael: ‘παιχνίδια που ο κύριος σκοπός δεν είναι μόνο η ψυχαγωγία’ (Michael, 2006).

Ένα από τα πρώτα παιχνίδια σοβαρού σκοπού για υπολογιστή ήταν το *The Oregon Trail* (Torrence C., 2015) που δημιουργήθηκε από τρεις καθηγητές Ιστορίας και αναπτύχθηκε το 1971 από τον Οργανισμό Εκπαιδευτικής Πληροφορικής της Μινεσότα (MECC) με σκοπό την εκμάθηση αμερικανικής ιστορίας. Αρχικά σχεδιασμένο ως text-based παιχνίδι, ήταν διαθέσιμο μόνο στον mainframe υπολογιστή που αναπτύχθηκε και εκτύπωνε τις εντολές του χρήστη και την αντίστοιχη έκβαση σε χαρτί μέσω teleprinter. Οι επόμενες εκδόσεις του παιχνιδιού περιείχαν περισσότερα ιστορικά γεγονότα και στοιχεία ρεαλισμού ενώ κυκλοφόρησε και εκδοχή για τον υπολογιστή Apple II, με μεγάλη εμπορική επιτυχία.

Επίσης ένα ακόμη σημαντικό παιχνίδι σοβαρού σκοπού αναπτύχθηκε το 1992 για τον τομέα της Υγείας από τη Raya Systems για την κονσόλα SNES. Το παιχνίδι είχε τίτλο *Captain Novolin* και ήταν σχεδιασμένο να μαθαίνει σε παιδιά που έπασχαν από διαβήτη πως να διαχειρίζονται την ασθένειά τους. Η ίδια εταιρεία κυκλοφόρησε για τον ίδιο σκοπό και το παιχνίδι *Packy & Marlon* το 1994. Και τα δύο παιχνίδια αναλύθηκαν σε κλινικές δοκιμές και τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση κατά 77% στις εισαγωγές σε νοσοκομείο λόγω κρίσης υπογλυκαιμίας σε σχέση με παιδιά που δεν είχαν αλληλεπιδράσει με το παιχνίδι (Lieberman, 2001) (Brown, 1997).

Το 2002 ο στρατός των ΗΠΑ κυκλοφόρησε το *America's Army* ένα παιχνίδι που χρησιμοποίησε την αρχική έκδοση της μηχανής γραφικών Unreal με αποτέλεσμα ιδιαίτερα ρεαλιστικά για την εποχή γραφικά καθώς και ηχητικά εφέ (SeriousGameClassification –



America's Army). Το παιχνίδι έδινε την ευκαιρία στους παίκτες να προσομοιώσουν τη βασική στρατιωτική εκπαίδευση που λαμβάνει ένας νεοσύλλεκτος στο στρατό των ΗΠΑ και παρά το γεγονός ότι αρχικά δέχθηκε κακές κριτικές, οι μεταγενέστερες εκδόσεις βελτιώθηκαν σε μεγάλο βαθμό (Zyda, 2005) (Gee, 2003).

Οι τομείς στους οποίους χρησιμοποιούνται τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού είναι αρκετοί και οι σημαντικότεροι είναι οι ακόλουθοι:

- Εκπαίδευση
- Επιστήμη
- Υγεία
- Στρατός
- Επιχειρήσεις
- Πολιτική
- Ψυχολογία
- Τέχνη

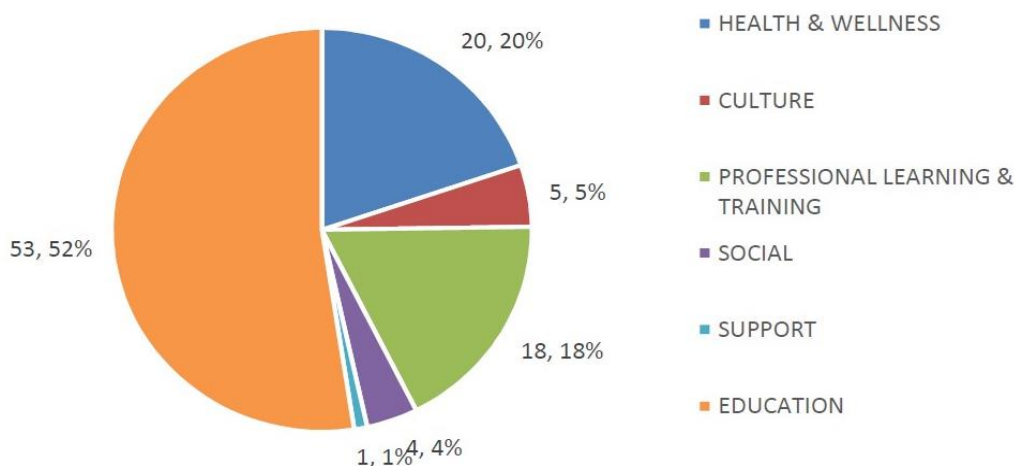
### **3.4 Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού στην εκπαίδευση**

Η εισαγωγή στοιχείων ανάπτυξης παιχνιδιών σε εφαρμογές που κατά παράδοση δεν σχετίζονται με παιχνίδια, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως παιχνιδοποίηση (gamification) (Deterding, 2011) και αποσκοπεί στην παρακίνηση του ενδιαφέροντος και την αύξηση της ενασχόλησης του χρήστη. Τα βασικά στοιχεία της διαδικασίας παιχνιδοποίησης είναι τα εξής (Robinson, 2013):

- Το γενικό πλαίσιο, κατά το οποίο παρέχονται στο χρήστη πληροφορίες σχετικά με τους σκοπούς της εφαρμογής, ώστε να τον παροτρύνουν στη χρήση αυτής.
- Οι γενικοί κανόνες, όπου γίνεται η επεξήγηση στον χρήστη των κανόνων του παιχνιδιού.
- Τα κοινωνικά στοιχεία, δηλαδή η δυνατότητα του χρήστη για αλληλεπίδραση με άλλους χρήστες μέσω του παιχνιδιού.
- Τα κίνητρα, εσωτερικά (πχ διασκέδαση) ή εξωτερικά (πχ ανταμοιβές).
- Οι πόροι και περιορισμοί, δηλαδή τα όρια του παιχνιδιού όπου λειτουργεί ο παίκτης.
- Η ανατροφοδότηση, η ενημέρωση του χρήστη για την απόδοσή του.

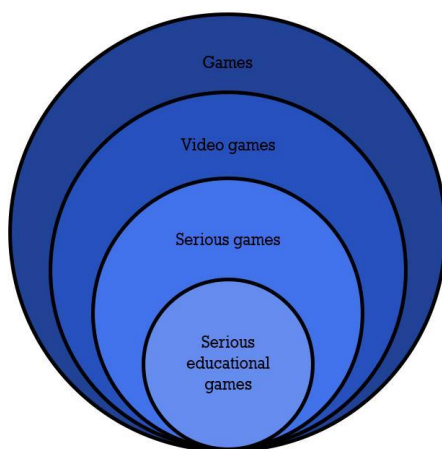
Η παιχνιδοποίηση σαν διαδικασία χρησιμοποιείται αρκετά στον τομέα της εκπαίδευσης λόγω της δυνατότητας που προσφέρει για απλοποίηση και κατακερματισμό σύνθετων θεμάτων και την παρουσιάσή τους με τρόπο απλό και κατανοητό. Οι μαθητές που εκπαιδεύονται έχουν τη δυνατότητα να ασχοληθούν με τη διδακτική ύλη και σε ώρες εκτός σχολείου, ενώ αισθάνονται άνετα να πειραματιστούν με διαφορετικές προσεγγίσεις χωρίς να τους διακατέχει το άγχος της αποτυχίας (Kiryakova G., 2014).

Ερευνητές (Calderón, 2015) διαπίστωσαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού αφορούν τον τομέα της εκπαίδευσης και από αυτά το 60% αφορά συγκεκριμένα την πανεπιστημιακή εκπαίδευση.



**Εικόνα 11:** Τομείς παιχνιδιών σοβαρού σκοπού Πηγή: (Calderón, 2015)

Σύμφωνα με την ανάλυση του Zyda (2005) τα συμβατικά βιντεοπαιχνίδια επικεντρώνονται σε τρία χαρακτηριστικά: την ιστορία του παιχνιδιού, τα γραφικά του και τέλος το λογισμικό. Ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού εστιάζει σε μια ακόμη παράμετρο, αυτή της παιδαγωγικής διαδικασίας.



**Εικόνα 12:** Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια ως υποκατηγορία των παιχνιδιών. Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια αποτελούν υποείδος των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού. Παρά τον σκεπτικισμό απέναντί τους, η χρήση των εκπαιδευτικών παιχνιδιών ως εργαλεία διδασκαλίας αυξάνεται στις μέρες μας, αφού έχουν παρατηρηθεί τα εν δυνάμει οφέλη που μπορούν να προσφέρουν στα πλαίσια ενός μαθήματος (Michael, 2005). Όμως η ενσωμάτωση ενός παιχνιδιού σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα είναι αρκετά δύσκολη και πρέπει να γίνει με συγκεκριμένο τρόπο. Έρευνες (Fernández-Manjón, 2015) προτείνουν τη δημιουργία οδηγιών για τον τρόπο με τον οποίο παίζεται το παιχνίδι, τη μείωση του κόστους ανάπτυξης των εκπαιδευτικών παιχνιδιών σοβαρού σκοπού χρησιμοποιώντας σύγχρονες μεθόδους και τέλος τη μείωση των τεχνολογικών απαιτήσεων του παιχνιδιού.

Δεν υπάρχουν πραγματικά συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που να καθιστούν ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού κατάλληλο για εκπαίδευση, όμως όταν οι πληροφορίες και το περιεχόμενο συνδυάζονται με στοιχεία παιχνιδιού, τότε ο παίκτης αποκτά το κίνητρο να ασχοληθεί με αυτά (Wilson, 2009).

### **3.5 Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού στην εκμάθηση της Χημείας**

Κατά την έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες αυτού του κεφαλαίου εντοπίστηκαν παιχνίδια σοβαρού σκοπού που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την εκμάθηση εννοιών Χημείας. Αρχικά, αναζητήθηκαν παιχνίδια στον κατάλογο της ιστοσελίδας Serious Game Classification με τη χρήση της λέξης κλειδί “Chemistry” και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε αναζήτηση με τις λέξεις κλειδιά “educational”, “games”, “chemistry” στη μηχανή αναζήτησης Google. Στις παρακάτω παραγράφους παρουσιάζονται, αναλύονται και αξιολογούνται τα παιχνίδια που εντοπίστηκαν και δοκιμάστηκαν.

#### **3.5.1 Το πλαίσιο σχεδίασης Four-Dimensional Framework**

Η ανάλυση των παιχνιδιών έγινε σύμφωνα με το πλαίσιο σχεδίασης Four-Dimensional Framework, όπως αυτό περιγράφεται από τους de Freitas και Oliver (de Freitas, 2009). Το συγκεκριμένο πλαίσιο όπως και τα περισσότερα που έχουν προταθεί, έχει αναπτυχθεί για την αξιολόγηση εκπαιδευτικών παιχνιδιών σοβαρού σκοπού. Οι τέσσερις διαστάσεις στις οποίες αναφέρεται το όνομα του πλαισίου σχεδίασης είναι το Γενικό Πλαίσιο (Context), η Αναπαράσταση (Representation), ο Μαθητευόμενος (Learner) και τα Παιδαγωγικά Θέματα (Pedagogy).

Η πρώτη διάσταση, το Γενικό Πλαίσιο (Context), αφορά το συγκεκριμένο πλαίσιο γύρω από το οποίο αναπτύσσονται τα σενάρια που υλοποιούνται και έχει σχέση με το που και το πότε ο χρήστης θα παίξει το παιχνίδι και τους τρόπους αλληλεπίδρασης μαθητευόμενων και διδασκόντων με τα χαρακτηριστικά του. Διάφοροι παράγοντες μπορούν να περιλαμβάνονται όπως η τοποθεσία (τάξη, εξωτερικός χώρος κλπ.) ή το περιβάλλον χρήσης (ύπαρξη τεχνικής υποστήριξης κα.).

Η διάσταση της Αναπαράστασης (Representation) αναφέρεται σε όλα τα χαρακτηριστικά που πρέπει να οπτικοποιηθούν με αποτελεσματικό τρόπο μέσα στο παιχνίδι ώστε να προσελκύσουν το ενδιαφέρον του παίκτη. Για παράδειγμα, η αναπαράσταση του παίκτη με ένα avatar που θα πρέπει να φέρει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, ο εικονικός κόσμος που θα πρέπει να δένει αρμονικά με τα στοιχεία του παιχνιδιού κλπ. Μια μετρική που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση αυτής της διάστασης είναι η ποιότητα των γραφικών που θα πρέπει να προσομοιώνει καταστάσεις με αποτελεσματικό τρόπο και πιστότητα ώστε να προκαλεί την εμπύθιση του παίκτη.

Η τρίτη διάσταση που αφορά τον Μαθητευόμενο (Learner) αφορά τα χαρακτηριστικά των παικτών που είναι σημαντικά για το παιχνίδι όπως φύλο, ηλικία και προϋπάρχουσες γνώσεις στον τομέα του παιχνιδιού καθώς επίσης και οι μαθησιακοί στόχοι σε σχέση με τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Η τέταρτη και τελευταία διάσταση αφορά τα Παιδαγωγικά θέματα (Pedagogy) και επικεντρώνεται στο ότι η ανάπτυξη εκπαιδευτικών παιχνιδιών πρέπει να βασίζεται σε συγκεκριμένες προσεγγίσεις μάθησης η οποία θα είναι κατατοπιστική, σχετική με την κατάσταση του παιχνιδιού και συνειρμική. Επίσης, θα πρέπει να υπάρχει μια σταδιακή πρόοδος, να υποστηρίζεται η κοινωνικότητα και να παρέχεται υποστήριξη (de Freitas, 2006).

### **3.5.2 ChemRacer 2713: The Legend of Kid Chem**

Πρόκειται για ένα retro Παιχνίδι Σοβαρού Σκοπού που κυκλοφόρησε το 1999 στις ΗΠΑ από την Ohio Distinctive Software για Windows PC και Macintosh. Ο στόχος του παιχνιδιού ήταν η εκμάθηση Χημείας σε παιδιά. Ο παίκτης κουνώντας το ποντίκι του μετακινεί ένα αυτοκίνητο στο χάρτη του παιχνιδιού και αναγνωρίζει τα χημικά στοιχεία με βάση τις ενδείξεις που του δίνονται. Περιλαμβάνει τρία παιχνίδια, το καθένα με 20 πίστες, συλλογή με το περιεχόμενο που έχει ξεκλειδώσει ο παίκτης και γλωσσάρι με πληροφορίες για τη Χημεία.



**Εικόνα 13:** ChemRacer 2713 The Legend of Kid Chem

Το παιχνίδι ChemRacer 2713: The Legend of Kid Chem ως προς τη διάσταση του Γενικού Πλαισίου έχει δημιουργηθεί ώστε ο παίκτης να παίζει μόνος του (single-player) στον ελεύθερο του χρόνο και όχι στα πλαίσια ενός μαθήματος. Το παιχνίδι παρέχει βασικές οδηγίες στον χρήστη καθώς και γλωσσάριο, όχι όμως επιπλέον υποστήριξη σε περίπτωση τεχνικού προβλήματος. Στη διάσταση που αφορά τον Μαθητευόμενο, το παιχνίδι απευθύνεται σε κοινό που δεν έχει ιδιαίτερες γνώσεις Χημείας και εισάγει τον παίκτη στη βασική ονοματολογία στοιχείων και τις ιδιότητες της ύλης. Ως προς το gameplay και τα γραφικά, απευθύνεται κυρίως σε παιδιά. Αναφορικά με τη διάσταση της Αναπαράστασης το παιχνίδι εκτυλίσσεται σε ένα διδιάστατο επίπεδο όπου ο παίκτης βλέπει από πάνω (top-down προοπτική) και κουνώντας με το ποντίκι το αυτοκίνητο που ελέγχει, αλληλεπιδρά με το περιβάλλον και κατά συνέπεια με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Στην παιδαγωγική διάσταση παρουσιάζεται η θεωρία της βασικής Χημείας μέσα από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και στατικές καρτέλες – κουίζ που πρέπει να απαντηθούν σε συγκεκριμένο χρόνο. Στο κουίζ δεν υπάρχει ανατροφοδότηση με επεξήγηση σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης. Τέλος, στο γλωσσάριο στο οποίο ο παίκτης έχει πρόσβαση μέσα από το αρχικό μενού, παρέχονται αρκετές πληροφορίες για θέματα που αφορούν τα χημικά στοιχεία, τις ιδιότητες και τη δομή της ύλης και ιστορικά στοιχεία για την επιστήμη της Χημείας.

### 3.5.3 Chemicus: Journey to the Other Side

Το Chemicus: Journey to the Other Side είναι ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι περιπέτειας πρώτου προσώπου που κυκλοφόρησε το 2001 από την εταιρεία Heureka-Klett για Windows PC και Macintosh. Σύμφωνα με την ιστορία του παιχνιδιού, ο επιστήμονας Richard ανακαλύπτει μια πύλη για την πόλη Chemicus, όμως όταν φτάσει εκεί φυλακίζεται από τους κατοίκους της με την κατηγορία της κλοπής της πολύτιμης πηγής ενέργειας. Ο χρήστης παίζει ως φίλος του Richard ο οποίος επισκέπτεται την πόλη Chemicus στην προσπάθειά του να τον ελευθερώσει. Υπάρχει δυνατότητα περιήγησης στις διαφορετικές περιοχές του τρισδιάστατου κόσμου όμως για να προχωρήσει κανείς πρέπει να λύσει γρίφους που απαιτούν γνώσεις Χημείας και δομής της ύλης και τη συλλογή διαφόρων αντικειμένων που βρίσκονται διάσπαρτα στον κόσμο. Πρόκειται για παιχνίδι με μερικούς δύσκολους γρίφους, που δέχθηκε καλές κριτικές τόσο για τα γραφικά και τη μουσική υπόκρουσή του όσο και για το εκπαιδευτικό του περιεχόμενο και τον τρόπο που συνδυάζει τη Χημεία με την πραγματική ζωή (King, 2003).



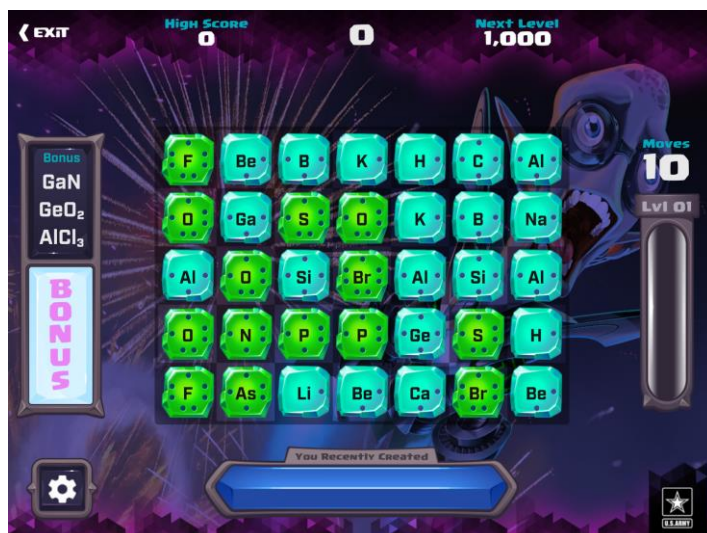
**Εικόνα 14:** *Chemicus Journey to the Other Side*

Ως προς το Γενικό Πλαίσιο το παιχνίδι αποτελεί έναν single-player τίτλο που έχει δημιουργηθεί για να παίζει κανείς στον ελεύθερο του χρόνο, μιας και απαιτείται από τον παίκτη εξερεύνηση του κόσμου του παιχνιδιού. Το παιχνίδι παρέχει τις απαραίτητες βασικές οδηγίες καθώς επίσης και ένα αρχείο PDF με οδηγίες που περιλαμβάνεται στο CD. Το παιχνίδι θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως αρκετά δύσκολο καθώς απαιτεί από το μαθητεύομενο καλές γνώσεις Χημείας. Συνεπώς, παρότι περιλαμβάνονται και εισαγωγικές έννοιες, το παιχνίδι δεν απευθύνεται σε μικρότερες ηλικίες αλλά σε έφηβους και τάξεις Γυμνασίου-Λυκείου. Η αναπαράσταση γίνεται με έναν κόσμο τριών διαστάσεων με στατικές κυρίως εικόνες αλλά και κατά περιπτώσεις κινούμενα γραφικά.

Ο παίκτης μετακινείται από σκηνή σε σκηνή και εντοπίζει αντικείμενα χρήσιμα για την εξέλιξη της ιστορίας. Το περιεχόμενο πραγματεύεται χημικές ουσίες ως προς τις ιδιότητες αλλά και τους μετασχηματισμούς τους, ατομική δομή και χημικούς δεσμούς, βασική οργανική χημεία και ηλεκτροχημεία. Τα παιδιά παίζοντας το παιχνίδι εξοικειώνονται με τη χρήση του Περιοδικού Πίνακα των στοιχείων, με την εργασία με τύπους και εξισώσεις της Χημείας και με την διεξαγωγή πειραμάτων.

### 3.5.4 US Army STARS: Elements

Το US Army STARS: Elements είναι ένα παιχνίδι για κινητές συσκευές Android και iOS αλλά και φυλλομετρητές με δυνατότητες WebGL. Το παιχνίδι διατίθεται δωρεάν από την εταιρία Army Game Studio με στόχο την υποστήριξη καθηγητών Χημείας στην προσπάθεια εκπαίδευσης των μαθητών λυκείου. Το παιχνίδι προσφέρει τέσσερις περιοχές στις οποίες ο παίκτης έχει πρόσβαση. Στην περιοχή Periodic Table ο παίκτης μπορεί να αλληλεπιδράσει με ένα λεπτομερή διαδραστικό περιοδικό πίνακα και να πάρει πληροφορίες για τις βασικές ιδιότητες κάθε στοιχείου, το μοντέλο Bohr και να δει ηλεκτρόνια συγκεκριμένων ενεργειακών στοιβάδων. Στην περιοχή Atom Builder ο μαθητής μπορεί να κατασκευάσει ή να επεξεργαστεί άτομα μέσα από ένα τρισδιάστατο περιβάλλον. Το άτομο ενημερώνεται συνεχώς και αλλάζει κατάλληλα με την αφαίρεση ή προσθήκη πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων ενώ παράλληλα υποδεικνύεται η σταθερότητα ή αστάθειά του. Ακόμη σημειώνεται η περίπτωση που έχει δημιουργηθεί κάποιο ιόν ή ισότοπο. Η περιοχή SmashBond αποτελεί ίσως την πιο σημαντική του παιχνιδιού καθώς συνάδει με τους σκοπούς ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού σοβαρού σκοπού, μιας και τα μαθησιακά αποτελέσματα προκύπτουν απευθείας μέσα από το παιχνίδι. Στον παίκτη δίνεται ένα πλέγμα στοιχείων και η πρόκληση που αντιμετωπίζει είναι ο συνδυασμός των στοιχείων αυτών ώστε να προκύπτουν άτομα με οκτώ ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα. Ο μαθητής εξοικειώνεται έτσι με τα βασικά χαρακτηριστικά της δημιουργίας στοιχείων και με τον συμβολισμό της ηλεκτρονιακής δομής κατά Λιούις. (Κάθε στοιχείο παρουσιάζεται με το χημικό του σύμβολο με τα ηλεκτρόνια σθένους να σημειώνονται με τελείες σε ζεύγη – ηλεκτρόνια εκτός ζώνης σθένους παραλείπονται). Η τέταρτη και τελευταία περιοχή της εφαρμογής είναι το STARS Challenge όπου οι μαθητές μπορούν να δοκιμάσουν τις γνώσεις που απέκτησαν παίζοντας στις τρεις προαναφερθείσες περιοχές.



*Εικόνα 15: Η περιοχή SmashBond της εφαρμογής US Army STARS Elements*

Ως προς το Γενικό Πλαίσιο το παιχνίδι είναι single-player και λόγω της μορφής των 4 περιοχών διαφορετικών δραστηριοτήτων προσφέρεται τόσο για ενασχόληση στον ελεύθερο χρόνο όσο και στα πλαίσια κάποιου μαθήματος, ειδικά η περιοχή των ερωτήσεων. Το παιχνίδι είναι επεξηγηματικό σχετικά με τον τρόπο αλληλεπίδρασης σε όλες τις περιοχές παιχνιδιού και προσφέρονται και επιπλέον ρυθμίσεις σε συγκεκριμένες περιοχές. Στην διάσταση του Μαθητευόμενου, ο παίκτης πρέπει να γνωρίζει αρκετές έννοιες Χημείας, ονοματολογία στοιχείων, θέση στον περιοδικό πίνακα και κανόνες αλληλεπίδρασης, συνεπώς δεν προσφέρεται για παιδιά μικρότερης ηλικίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από έφηβους αλλά και ενήλικες. Το παιχνίδι περιλαμβάνει απλά αλλά ενδιαφέροντα γραφικά που δεν παραπέμπουν σε παιδικό παιχνίδι. Ιδιαίτερα όμορφη είναι η απεικόνιση του ατόμου στην περιοχή Atom Builder, όπου το άτομο ανανεώνεται σε πραγματικό χρόνο με την προσθήκη πρωτονίων, νετρονίων ή ηλεκτρονίων ενώ παράλληλα αναφέρεται το στοιχείο που δημιουργείται καθώς και η σταθερότητά του. Το περιεχόμενο του παιχνιδιού περιλαμβάνει μεγάλο εύρος πληροφοριών. Ο χρήστης εξοικειώνεται με τον περιοδικό πίνακα, τη θέση των στοιχείων σε αυτόν και με τις ομάδες του περιοδικού πίνακα και τα στοιχεία που ανήκουν σε κάθε μία. Ο χρήστης μαθαίνει ακόμη την υποατομική δομή των στοιχείων, τη σταθερότητα, κανόνες αλληλεπίδρασης ενώ παράλληλα καλείται να απαντήσει σε κουίζ που δοκιμάζουν τις γνώσεις που αποκτήθηκαν. Σε περίπτωση λάθους στις ερωτήσεις των κουίζ παρέχεται η σωστή απάντηση και στο τέλος παρουσιάζεται το πλήθος των σωστών απαντήσεων.



### 3.5.5 Outer Space Molecule Chase

Το Outer Space Molecule Chase είναι ένα παιχνίδι που αναπτύχθηκε από την American Chemical Society. Ο κεντρικός ήρωας είναι ο Linus, ένα γενετικά τροποποιημένο ποντίκι εργαστηρίου που προσπαθεί να αποδράσει από τον διαστημικό σταθμό στον οποίο έχει παγιδευτεί. Ο παίκτης έχει μια top-down προοπτική και κινείται χρησιμοποιώντας είτε τα βέλη του πληκτρολογίου είτε με το ποντίκι. Στις πίστες που καλείται να ολοκληρώσει ο παίκτης συγκεντρώνει χημικά στοιχεία που κινούνται διαρκώς στο χώρο ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να αποφύγει τους διάφορους εχθρούς και παγίδες που εμφανίζονται. Ο παίκτης έχει τη δυνατότητα συνδυασμού των συγκεντρωμένων στοιχείων σε χημικές ενώσεις, που ανάλογα την κατάσταση θα τον βοηθήσουν να προχωρήσει στην πίστα.



*Εικόνα 16: Η πρώτη πίστα του παιχνιδιού Outer Space Molecule Chase*

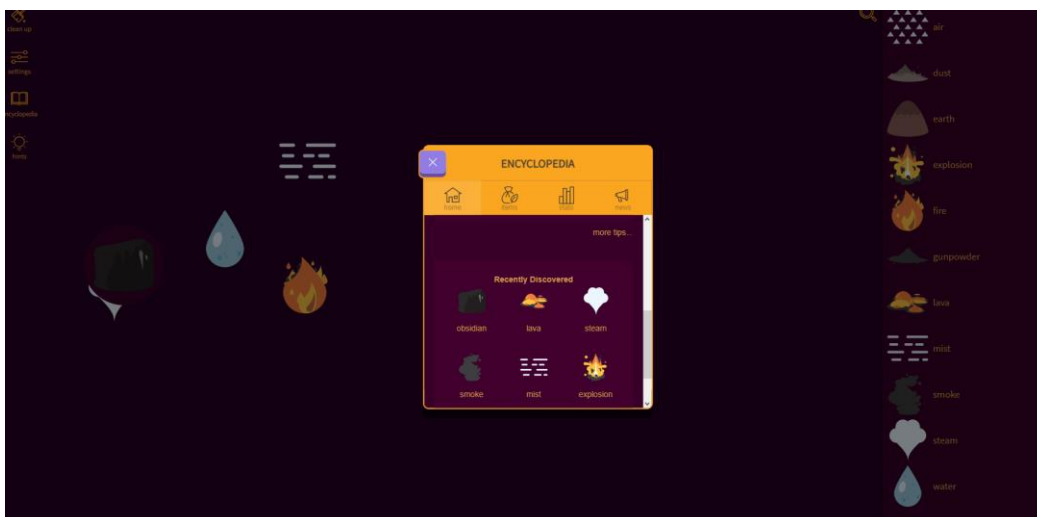
Πρόκειται για ένα παιχνίδι single-player που μπορεί κανείς να παίξει στον ελεύθερο χρόνο του, όμως λόγω της σύντομης διάρκειας και των γρίφων που προσφέρονται για συζήτηση θα μπορούσε να παιχτεί και στα πλαίσια ενός μαθήματος. Παίζεται online μέσω οποιουδήποτε browser. Στην αρχική σελίδα του παιχνιδιού παρέχονται πληροφορίες και αναλυτικές οδηγίες για τον τρόπο παιχνιδιού. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού δεν παρέχονται επιπλέον ρυθμίσεις. Το παιχνίδι απευθύνεται σε παιδιά μικρότερης ηλικίας και δεν απαιτεί κάποια προηγούμενη γνώση Χημείας αφού είναι αρκετά επεξηγηματικό. Το παιχνίδι αποτελείται από αρκετά απλά δισδιάστατα γραφικά χωρίς ιδιαίτερα animations, που ταιριάζουν στο ηλικιακό εύρος του κοινού που απευθύνεται το παιχνίδι. Ο παίκτης

μετακινείται είτε με το ποντίκι είτε με τα βέλη του πληκτρολογίου, αποφεύγει τους εχθρούς και συγκεντρώνει στοιχεία που τα συνδυάζει για την επίλυση γρίφων. Στην Παιδαγωγική διάσταση το παιχνίδι περιλαμβάνει την αναγνώριση χημικών στοιχείων και τον συνδυασμό τους σε κατάλληλες χημικές ενώσεις. Αυτό που είναι ενδιαφέρον και ξεχωρίζει είναι η σύνδεση των ενώσεων με τον πραγματικό κόσμο (η ένωση  $\text{NaCl}$  είναι το αλάτι και χρησιμοποιείται για να διατηρεί το φαγητό ή να μαραζώνει τα φυτά, η ένωση  $\text{NH}_3$  είναι η αμμωνία και χρησιμοποιείται για να εξουδετερώνει βακτήρια ή για να φουσκώνει μπαλόνια). Με αυτόν τον τρόπο ο μαθητευόμενος αποκτά καλύτερη αντίληψη για τις χημικές ενώσεις που δημιουργεί.

### 3.5.6 Little Alchemy 2

Το Little Alchemy 2 που αποτελεί συνέχεια του Little Alchemy, είναι ένα παιχνίδι για browsers και κινητές συσκευές και tablets. Η φιλοσοφία του παιχνιδιού είναι πολύ απλή, ο παίκτης βλέπει μια μπάρα με τέσσερα βασικά στοιχεία αέρα, γη, φωτιά και νερό και ένα χώρο στον οποίο μπορεί να σύρει τα στοιχεία. Αφήνοντας το ένα στοιχείο πάνω σε κάποιο άλλο δημιουργείται ένα νέο στοιχείο. Για παράδειγμα αφήνοντας το νερό πάνω στη φωτιά δημιουργείται ατμός κ.ο.κ. Ο παίκτης καλείται να ανακαλύψει και τα 720 «στοιχεία» ενώ ανά πάσα στιγμή έχει πρόσβαση στην Εγκυκλοπαίδεια που προσφέρει πληροφορίες για τα στοιχεία που έχουν ανακαλυφθεί.

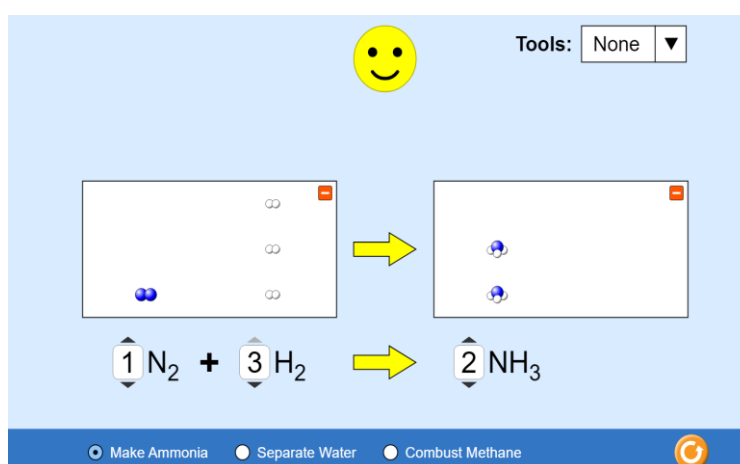
Το παιχνίδι είναι ένα single-player παιχνίδι που προσφέρεται και για προσωπική ενασχόληση αλλά και στα πλαίσια ενός μαθήματος καθώς ο αργός του ρυθμός επιτρέπει συζήτηση και σχολιασμό. Υπάρχουν επαρκείς οδηγίες για τον τρόπο παιχνιδιού και επιπλέον ρυθμίσεις εντός του παιχνιδιού. Ως προς τη διάσταση του μαθητευόμενου δεν απαιτούνται προϋπάρχουσες γνώσεις και απευθύνεται κυρίως σε παιδιά μικρότερης ηλικίας. Το παιχνίδι χρησιμοποιεί απλά δισδιάστατα γραφικά χωρίς κάποιο animation. Ο παίκτης με drag & drop φέρνει στοιχεία από μια κορδέλα στο κεντρικό ταμπλό του παιχνιδιού και συνδυάζοντάς τα δημιουργεί νέα. Στην παιδαγωγική διάσταση το παιχνίδι δεν επικεντρώνεται τόσο σε έννοιες Χημείας όσο στη λογική του συνδυασμού ‘στοιχείων’ για τη δημιουργία κάτι καινούριου. Ο παίκτης έχει τη δυνατότητα μέσω του κουμπιού Εγκυκλοπαίδεια να δει τα στοιχεία που έχει ανακαλύψει και τους συνδυασμούς τους και να πάρει πληροφορίες για αυτά.



*Εικόνα 17: Το περιβάλλον του παιχνιδιού Little Alchemy 2*

### 3.5.7 Balancing Chemical Equations

Δημιουργημένο από την ομάδα PhET του University of Colorado Boulder, το παιχνίδι Balancing Chemical Equation είναι ένα μικρό παιχνίδι που μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά στα πλαίσια ενός μαθήματος Χημείας ώστε να βοηθήσει μαθητές να κατανοήσουν την έννοια του βάρους και της ισορροπίας σε μια χημική εξίσωση. Ο παίκτης έχει τη δυνατότητα να δοκιμαστεί με μια μικρή εισαγωγή-tutorial του παιχνιδιού και στη συνέχεια να επιλέξει ανάμεσα σε τρία επίπεδα δυσκολίας, από πιο απλές έως δύσκολες χημικές εξισώσεις. Το περιβάλλον είναι απλό και αποτελείται από μια χημική εξίσωση και δύο κενούς χώρους όπου πρέπει να προστεθεί ο κατάλληλος αριθμός αντιδρώντων και προϊόντων ώστε να ισορροπήσει η εξίσωση

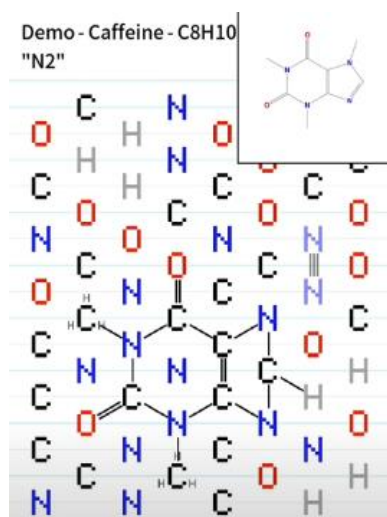


*Εικόνα 18: Η περιοχή της εκμάθησης των μηχανισμών του παιχνιδιού Balancing Chemical Equations*

Πρόκειται για ένα single-player παιχνίδι που μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά στα πλαίσια ενός μαθήματος Χημείας ώστε να βοηθήσει μαθητές να κατανοήσουν την έννοια της ισορροπίας σε μια χημική εξίσωση. Παρέχονται επαρκείς οδηγίες και προσφέρεται και tutorial κατανόησης. Ο Μαθητευόμενος πρέπει να έχει καλές γνώσεις Χημείας καθώς δεν εξηγούνται βασικά σημεία της εισαγωγικής Χημείας όπως ονοματολογία ή τρόπος αλληλεπίδρασης. Απευθύνεται σε έφηβους μαθητές και ενήλικες. Τα γραφικά είναι απλά και το παιχνίδι υπολείπεται σε σχέση με τα άλλα στο κομμάτι της διασκέδασης καθώς προσομοιάζει περισσότερο ένα διαδραστικό πίνακα που οπτικοποιεί αντιδρώντα και προϊόντα. Ο παίκτης βλέπει μια χημική εξίσωση και πρέπει να ορίσει το σωστό αριθμό μορίων για να προκύπτει ισορροπία. Η Παιδαγωγική διάσταση του παιχνιδιού αφορά την ισορροπία χημικών εξισώσεων και την κατανόηση του κατάλληλου αριθμού μορίων σε κάθε πλευρά μιας αντίδρασης.

### 3.5.8 Organic Pop

Το Organic Pop είναι ένα παιχνίδι για κινητά και tablets με απλό τρόπο παιχνιδιού και γραφικά. Στον παίκτη παρουσιάζεται ένα πλέγμα χημικών στοιχείων και μια χημική ένωση-στόχος την οποία πρέπει να δημιουργήσει συγκεκριμένες φορές μέσα στο πλέγμα, χρησιμοποιώντας τον κανόνα της οκτάδας. Οι μικρότερες ενώσεις που μπορεί να δημιουργηθούν εξαφανίζονται και νέα στοιχεία μπαίνουν στις θέσεις των παλιών ώστε να εμφανιστεί τελικά η ένωση-στόχος.



**Εικόνα 19:** Στιγμιότυπο του παιχνιδιού *Organic Pop* όπου ο παίκτης πρέπει να κατασκευάσει ένα μόριο καφεΐνης  $C_8H_{10}N_4O_2$

Το Organic Pop είναι ένα παιχνίδι που έχει αναπτυχθεί για χρήση σε κινητές συσκευές ή tablets. Ο παίκτης ξεκινά κατευθείαν με ένα εκτενές tutorial που εξηγεί τον τρόπο παιχνιδιού καθώς επίσης και βασικά σημεία για τους δεσμούς μεταξύ των ατόμων. Σε όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού καθώς επίσης και του tutorial ο χρήστης έχει πρόσβαση σε επιπλέον ρυθμίσεις και πληροφορίες. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι παρέχεται η δυνατότητα προσθήκης νέων ενώσεων από τον χρήστη, πλέον των ήδη υπαρχόντων καθώς επίσης και η εισαγωγή ή εξαγωγή δεδομένων και η δημιουργία custom πίστας από τον χρήστη. Λόγω της έλλειψης χρονικού ορίου και της δυνατότητας εξατομίκευσης το παιχνίδι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και σαν βοηθητικό εργαλείο στα πλαίσια ενός μαθήματος.

Το παιχνίδι απευθύνεται κυρίως σε έφηβους ή και ενήλικες, αφού παραλείπονται βασικά σημεία εισαγωγικής Χημείας. Ως προς την Αναπαράσταση το παιχνίδι έχει αναπτυχθεί με πολύ απλά γραφικά με αισθητική εικονοστοιχείων (pixels) ενώ στις πληροφορίες εμφανίζονται εικόνες χειρόγραφων σημειώσεων. Η παιδαγωγική διάσταση αφορά τον σχηματισμό μορίων και ενώσεων. Ο παίκτης χρησιμοποιώντας τον κανόνα της οκτάδας και δεσμούς μεταξύ ατόμων κατανοεί τις διαδικασίες δημιουργίας ενώσεων.

### **3.5.9 Happy Atoms**

Το Happy Atoms είναι ένα παιχνίδι σχεδιασμένο να διδάσκει στους παίκτες τα μόρια, τις σχέσεις και τους δεσμούς μεταξύ τους όπως και τις ιδιότητές τους. Το παιχνίδι έχει αναπτυχθεί για iOS συσκευές στο σετ περιλαμβάνονται 50 μοντέλα ατόμων που αντιστοιχούν σε 16 χημικά στοιχεία. Τα παιδιά παίζοντας το παιχνίδι μπορούν να συνδέσουν τα άτομα μεταξύ τους (χρησιμοποιώντας τα μαγνητικά άκρα των δεσμών) και στη συνέχεια με ένα tablet ή κινητό να σκανάρουν το μόριο μέσω της εφαρμογής Happy Atoms. Η εφαρμογή αναγνωρίζει τα μόρια και παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες για το κάθε ένα, όπως ο τρόπος κατασκευής, η θέση στον περιοδικό πίνακα κα.



*Εικόνα 20: Εικόνα από την προωθητική ιστοσελίδα του παιχνιδιού Happy Atoms*

Το Happy Atoms που αναπτύχθηκε για iOS συσκευές και αποτελεί ένα συνδυασμό μιας εφαρμογής/παιχνιδιού και ενός σετ φυσικών αντικειμένων που αναπαριστούν μοντέλα ατόμων. Το παιχνίδι απευθύνεται σε παιδιά και εφήβους και προϋποθέτει τις βασικές γνώσεις Χημείας. Το παιχνίδι βασίζεται στη δημιουργία ενός φυσικού μοντέλου κάποιου μορίου και τη φωτογράφησή του μέσω της εφαρμογής. Στη συνέχεια, η εφαρμογή αναγνωρίζει το μόριο το οποίο αναπαράγει με τρισδιάστατα γραφικά και παρέχει για αυτό κατάλληλες πληροφορίες. Τα γραφικά είναι σε πολύ καλό επίπεδο και το περιβάλλον της εφαρμογής πολύ εύχρηστο. Ο χρήστης εξοικειώνεται με τον τρόπο δημιουργίας των μορίων, τους δεσμούς μεταξύ τους (απλός, διπλός, τριπλός, ιοντικός) και μαθαίνει ενδιαφέρουσες πληροφορίες (σύνδεση με τη φύση, προέλευση ονόματος κλπ).

### **3.6 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύγκρισης**

Στον πίνακα 1 που ακολουθεί συγκεντρώνονται τα βασικά χαρακτηριστικά για κάθε ένα από τα παιχνίδια που εντοπίστηκαν κατά την βιβλιογραφική επισκόπηση, καθώς επίσης και η ανάλυση των παιχνιδιών σύμφωνα με τις διαστάσεις του πλαισίου Four-Dimensional framework. Για τα διαθέσιμα παιχνίδια παρατίθεται σχετικός σύνδεσμος που οδηγεί στην ιστοσελίδα όπου μπορεί κανείς να παίξει ή να κατεβάσει το αντίστοιχο παιχνίδι.

**Πίνακας 1:** Συγκριτικά αποτελέσματα της ανάλυσης των παιχνιδιών της βιβλιογραφίας, σύμφωνα με το πλαίσιο *Four-Dimensional framework* (Πηγή: Ιδία επεξεργασία).

Τίτλος	Γενικά			Four-Dimensional Framework			
	Περιεχόμενο	Είδος παιχνιδιού	Διαθεσιμότητα	Γενικό Πλαίσιο	Μαθητευόμενος	Αναπαράσταση	Παιδαγωγικά
ChemRacer 2713: The Legend of Kid Chem	- Γενική Χημεία - Ονοματολογία Περιοδικός Πίνακας	Παιχνίδι γνώσεων	Δεν διατίθεται πλέον	- single-player - προσωπική ενασχόληση - οδηγίες	Δεν προϋποθέτει προϋπάρχουσες γνώσεις	- Top-down προοπτική - Εμφάνιση καρτών με πληροφορίες	- Κουίζ γνώσεων - Γλωσσάριο
Chemicus: Journey to the Other Side	- Οργανική και Ανόργανη Χημεία - Χημικές αντιδράσεις - Μοριακή δομή - Περιοδικός Πίνακας	Παιχνίδι περιπέτειας με στοιχεία γρίφων	Δεν διατίθεται πλέον	- single-player - προσωπική ενασχόληση - οδηγίες σε PDF	Καλή γνώση Χημείας	Συνδυασμός στατικών σκηνών και κινούμενων cutscenes σε 3D	Επίλυση γρίφων με βάση τη Χημεία
US Army STARS: Elements	- Μοριακή δομή - Δεσμοί ατόμων - Περιοδικός Πίνακας - Ονοματολογία	Παιχνίδι γνώσεων	Δωρεάν μέσω του Google Play και του App Store <a href="https://www.usarmystars.com">https://www.usarmystars.com</a>	- single-player - βοήθημα μαθήματος - οδηγίες	Καλή γνώση Χημείας	- Διαδραστικός περιοδικός πίνακας - Κινούμενα γραφικά	- Κατασκευή στοιχείων - Κάρτες με πληροφορίες - Κουίζ γνώσεων
Outer Space Molecule Chase	- Ονοματολογία - Χημικές Ενώσεις	Παιχνίδι περιπέτειας με στοιχεία γρίφων	Διαθέσιμο δωρεάν στο διαδίκτυο <a href="https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/adventures-in-chemistry/games/outer-space-molecule-chase.html">https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/adventures-in-chemistry/games/outer-space-molecule-chase.html</a>	- single-player - προσωπική ενασχόληση - οδηγίες	Δεν προϋποθέτει προϋπάρχουσες γνώσεις	- Top-down - 2D	- Δημιουργία ενώσεων - Κάρτες με πληροφορίες
Little Alchemy 2	- Δημιουργία στοιχείων	Παιχνίδι sandbox	Δωρεάν μέσω του Google Play και του App Store και στο διαδίκτυο <a href="https://littlealchemy2.com">https://littlealchemy2.com</a>	- single-player - προσωπική ενασχόληση - οδηγίες	Δεν προϋποθέτει προϋπάρχουσες γνώσεις	- 2D - Πολύ απλά γραφικά	Δημιουργία «στοιχείων»
Balancing Chemical Equations	- Ισορροπία χημικών εξισώσεων	Παιχνίδι προσομοίωσης	Διαθέσιμο δωρεάν στο διαδίκτυο <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_en.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_en.html</a>	- single-player - βοήθημα μαθήματος - οδηγίες	Καλή γνώση Χημείας	- 2D - Πολύ απλά γραφικά	Ισορροπία χημικών εξισώσεων
Organic Pop	- Δεσμοί ατόμων - Δημιουργία ενώσεων	Παιχνίδι παζλ	Δωρεάν μέσω του Google Play και του App Store <a href="https://www.sciencegamecenter.org/games/organic-pop">https://www.sciencegamecenter.org/games/organic-pop</a>	- single-player - βοήθημα μαθήματος - οδηγίες	Καλή γνώση Χημείας	- 2D - Πολύ απλά γραφικά	- Δημιουργία ενώσεων
Happy Atoms	- Ονοματολογία - Δημιουργία στοιχείων	Παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας	Δωρεάν εφαρμογή – επί πληρωμή μοντέλα ατόμων <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.schellgames.happyatoms&amp;hl=en&amp;gl=US">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.schellgames.happyatoms&amp;hl=en&amp;gl=US</a>	- single-player - βοήθημα μαθήματος - οδηγίες	Βασικές γνώσεις Χημείας	- Augmented Reality - 2D και 3D γραφικά	- Δημιουργία μορίων - Κάρτες με πληροφορίες

### 3.7 Συμπεράσματα σύγκρισης

Τα παιχνίδια που εντοπίστηκαν κατά τη βιβλιογραφική έρευνα μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν σύμφωνα με το πλαίσιο σχεδίασης Four-Dimensional Framework. Ως προς τη διάσταση του Γενικού Πλαισίου διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχουν παιχνίδια που να υποστηρίζουν πολλαπλούς παίκτες ή κάποια μορφή συνεργασίας, παρά μόνο single-player παιχνίδια. Μελετήθηκαν τόσο παιχνίδια που προορίζονται για χρήση στον ελεύθερο χρόνο του χρήστη όσο και παιχνίδια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βοηθητικό εργαλείο στα πλαίσια ενός μαθήματος ή κάποιου εργαστηρίου. Σε όλα τα παιχνίδια παρέχεται στην αρχή κάποιου είδους tutorial ή βοήθεια σχετική με τον τρόπο παιχνιδιού ή τις βασικές έννοιες που πραγματεύεται το παιχνίδι.

Ως προς τη διάσταση της Αναπαράστασης το μεγαλύτερο ποσοστό των παιχνιδιών που μελετήθηκαν δεν χρησιμοποιούν εντυπωσιακά γραφικά για να τραβήξουν το ενδιαφέρον του χρήστη. Υπάρχουν σε ορισμένες περιπτώσεις ενδιαφέρουσες τρισδιάστατες αναπαραστάσεις ατόμων ή μορίων όμως εν γένει τα παιχνίδια αρκούνται σε δισδιάστατα γραφικά και απλούς μηχανισμούς παιχνιδιού.

Ως προς τις διαστάσεις του Μαθητευόμενου και της Παιδαγωγικής κάθε παιχνίδι ακολουθεί τη δική του λογική. Τα παιχνίδια που απευθύνονται σε μικρότερες ηλικίες εμπεριέχουν συνήθως πιο απλές έννοιες και εμφανίζουν περισσότερο τα χαρακτηριστικά ενός παιχνιδιού. Αντιθέτως τα παιχνίδια που το κοινό τους είναι έφηβοι ή ενήλικες, άρα προϋποθέτουν και προηγούμενες γνώσεις Χημείας, δεν θυμίζουν τόσο παιχνίδι και δεν επικεντρώνονται στο κομμάτι των γραφικών.

Μέσα από την έρευνα και συγκριτική ανάλυση προέκυψε ότι ενώ υπάρχουν πολλά εκπαιδευτικά παιχνίδια που πραγματεύονται την εκμάθηση Χημείας, τα περισσότερα υπολείπονται στον τομέα της διασκέδασης και θυμίζουν περισσότερο εφαρμογές εκμάθησης. Ως εκ τούτου, ο στόχος του παιχνιδιού που θα αναπτυχθεί θα είναι η όσο το δυνατόν ομαλότερη προσαρμογή του εκπαιδευτικού περιεχομένου σε περιβάλλον παιχνιδιού ως αξιόλογα βοηθήματα διδασκαλίας για παιδιά.



## 4. Μεθοδολογία

### 4.1 Εισαγωγή

Ο στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι, όπως ήδη αναφέρθηκε, η ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού που θα βοηθήσει μαθητές Γυμνασίου στην κατανόηση του συνδυασμού χημικών στοιχείων σε βασικές χημικές ενώσεις και τη σύνδεση αυτών με την καθημερινή ζωή. Το παιχνίδι αναπτύχθηκε με τη μηχανή παιχνιδιών Unity και τη γλώσσα προγραμματισμού C#, ενώ το εκπαιδευτικό περιεχόμενο βασίστηκε στα σχολικά βιβλία της Χημείας.

Στις επόμενες ενότητες θα αναλυθεί η διαδικασία η οποία ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου. Στην ενότητα 4.2 περιγράφεται η διαδικασία της βιβλιογραφικής αναζήτησης και στην ενότητα 4.3 η επιλογή των τεχνολογιών ανάπτυξης που χρησιμοποιήθηκαν. Η ενότητα 4.4 και οι υποενότητες της περιγράφουν αναλυτικά όλη τη διαδικασία δημιουργίας του παιχνιδιού και η ενότητα 4.5 αφορά τη δημιουργία του ερωτηματολογίου για την αξιολόγηση του παιχνιδιού.

### 4.2 Βιβλιογραφική αναζήτηση

Η βιβλιογραφική αναζήτηση κρίθηκε απαραίτητο βήμα στην αρχή της έρευνας, για τη μελέτη ήδη εκπονημένων εργασιών και άρθρων αλλά και για την εύρεση εργαλείων που θα βοηθήσουν στις κατάλληλες επιλογές για την ανάπτυξη του παιχνιδιού.

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια με θέμα την εκμάθηση Χημείας. Η αναζήτηση έγινε αρχικά στην ιστοσελίδα κατηγοριοποίησης παιχνιδιών σοβαρού σκοπού <http://serious.gameclassification.com>, με χρήση της λέξης-κλειδί 'Chemistry'. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τις λέξεις-κλειδιά 'serious', 'games' και 'Chemistry' πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στη μηχανή αναζήτησης Google. Από τα παιχνίδια που εντοπίστηκαν κατά τις δυο αναζητήσεις, μερικά προστέθηκαν στην αξιολόγηση ενώ κάποια αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης για διάφορα σημεία του παιχνιδιού που αναπτύχθηκε. Μετά από εκτενή μελέτη των διαφόρων πλαισίων σχεδίασης που υπάρχουν στη βιβλιογραφία επιλέχθηκε το Four-Dimensional Framework για την αξιολόγησή τους. Τα αποτελέσματα της συγκριτικής αυτής μελέτης παρατέθηκαν σε συγκεντρωτικό πίνακα και έγινε σχολιασμός.

Ακόμη, δόθηκε μεγάλη σημασία στις έννοιες και το περιεχόμενο των σχολικών βιβλίων του Γυμνασίου, καθώς σε αυτή την ύλη θα βασιστεί και το περιεχόμενο του παιχνιδιού. Απομονώθηκαν τμήματα θεωρίας τα οποία εντάχθηκαν στο υλικό του παιχνιδιού, ενώ χρησιμοποιήθηκαν μερικές από τις ερωτήσεις κατανόησης ως ερωτήσεις στο τέλος κάθε περιοχής του παιχνιδιού. Το υλικό που μελετήθηκε προέρχεται από το αποθετήριο διαδραστικών σχολικών βιβλίων ‘Φωτόδεντρο’, χρησιμοποιώντας την επιλογή ‘Υλικό ανά μάθημα’ και εντοπίζοντας τα βιβλία που αφορούν τη Χημεία της Β’ και Γ’ Γυμνασίου (Φωτόδεντρο).

### **4.3 Επιλογή τεχνολογιών ανάπτυξης**

Για την ανάπτυξη του παιχνιδιού Elementium επιλέχθηκε η μηχανή παιχνιδιών Unity και η γλώσσα προγραμματισμού C#. Η πλατφόρμα Unity είναι πολύ δημοφιλής στο χώρο της ανάπτυξης βιντεοπαιχνιδιών αλλά και στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας καθώς αποτελεί ένα ολοκληρωμένο εργαλείο για τη δημιουργία 2D και 3D παιχνιδιών και διαδραστικού περιεχομένου. Σαν πλατφόρμα προσφέρει ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον ως το κύριο μέσο ανάπτυξης και μπορεί κανείς να ελαχιστοποιήσει την ανάγκη για χρήση κώδικα και να αναπτύξει εφαρμογές ή παιχνίδια για PC, Mac ή Linux, για Playstation ή Xbox, για Android ή iOS, ακόμη και για περιβάλλον WebGL. Η Unity επιτρέπει τη δημιουργία κώδικα σε scripts με τη γλώσσα προγραμματισμού C# ώστε να προγραμματίζεται η συμπεριφορά των αντικειμένων του κόσμου του παιχνιδιού. Η C#, μια από τις δημοφιλέστερες γλώσσες προγραμματισμού, αναπτύχθηκε από τη Microsoft και είναι αρκετά κοντά στη λογική των Java και C++, δηλαδή στη δημιουργία κλάσεων και μεθόδων με βάση τις αρχές της αντικειμενοστρέφειας (Skeet 2019). Το γεγονός που καθιστά τη C# ιδιαίτερα ελκυστική είναι το ότι προσφέρει μια μεγάλη ποικιλία βιβλιοθηκών, οι οποίες με μια απλή εισαγωγή μπορούν να καλύψουν τις περισσότερες ανάγκες της ανάπτυξης ενός παιχνιδιού.

### **4.4 Δημιουργία του παιχνιδιού**

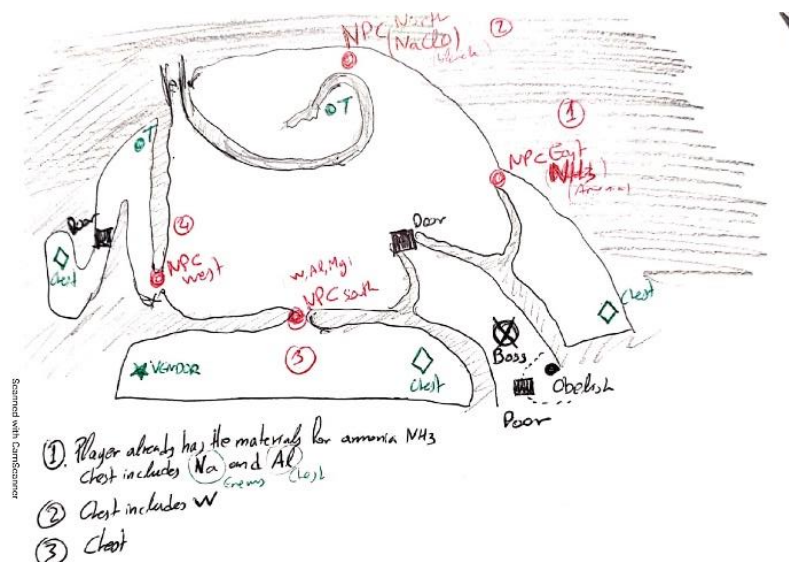
Η δημιουργία ενός βιντεοπαιχνιδιού είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, η οποία χάρin ευκολίας και χρονοπρογραμματισμού χωρίστηκε στα βήματα που περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

#### 4.4.1 Εξοικείωση με τις τεχνολογίες

Το πρώτο από τα βήματα ανάπτυξης του παιχνιδιού σοβαρού σκοπού Elementium ήταν η μελέτη της γλώσσας προγραμματισμού C#. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα βιβλία Programming C# for beginners (Chand 2014) και Learning C# by Developing Games with Unity (Ferrone 2019) καθώς και οι σελίδες w3schools.com (<https://www.w3schools.com/cs/index.php>, n.d.)(w3schools - C# Tutorial) και javatpoint.com (javatpoint - C# Tutorial). Στη συνέχεια με βάση τη σελίδα (tutorialspoint - Unity Tutorial) και tutorials του YouTube (ενδεικτικά στο Κεφάλαιο 10: Αναφορές) δημιουργήθηκαν μικρής έκτασης παιχνίδια και projects για εξοικείωση με το περιβάλλον και τη λειτουργικότητα της Unity. Αφού αποκτήθηκε οικειότητα με το λογισμικό και τις λειτουργίες του, δημιουργήθηκε το κύριο project και έγιναν οι απαραίτητες ρυθμίσεις και εισαγωγή πακέτων ώστε να αρχίσει η ανάπτυξη του 2D παιχνιδιού για Windows.

#### 4.4.2 Σχεδίαση της ιστορίας

Σε αυτό το βήμα έγινε το προσχέδιο της ιστορίας του παιχνιδιού σε χαρτί (Εικόνα 21). Αρχικά δημιουργήθηκε η βασική μορφή της ιστορίας και το σενάριο και καθορίστηκε ο αριθμός των σκηνών που θα χρειαστούν. Έπειτα, στην κύρια σκηνή σχεδιάστηκε η αρχική μορφή του χάρτη, με τις επιμέρους περιοχές που απαρτίζουν τον κόσμο του παιχνιδιού καθώς και τα σημεία στα οποία ο παίκτης περνά από την μια περιοχή στην επόμενη.



Εικόνα 21: Προσχέδιο της τελικής περιοχής του παιχνιδιού

Μετά και τις αναπροσαρμογές που έγιναν αργότερα, η τελική μορφή του χάρτη του παιχνιδιού ήταν αυτή που φαίνεται στην Εικόνα 22. Ακόμη προβλέφθηκε ο σχεδιασμός μιας αρχικής και μιας τελικής σκηνής, που προσφέρουν τόσο στην ομαλή συνέχεια του σεναρίου όσο και στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο του παιχνιδιού. Σχεδιάστηκαν ακόμη δύο σκηνές που θα αποτελούν το αρχικό μενού και τους τίτλους τέλους (Credits). Επίσης, ορίστηκε το εκπαιδευτικό πλαίσιο που θα ενσωματωθεί στο παιχνίδι και καταγράφηκαν ερωτήσεις από τα σχολικά βιβλία που θα χρησιμοποιηθούν.



*Εικόνα 22: Η μορφή του χάρτη μετά τις αναπροσαρμογές*

#### **4.4.3 Εύρεση γραφικών/ήχων**

Κατά το επόμενο βήμα, τα γραφικά που χρησιμοποιήθηκαν στο παιχνίδι εντοπίστηκαν στη σελίδα Unity Asset store (<https://assetstore.unity.com>) και Itch.io (<https://itch.io/game-assets/free>), χρησιμοποιώντας λέξεις κλειδιά όπως “top-down”, “RPG”, “tileset” κλπ. και επιλέγοντας την επιλογή αναζήτησης ‘2D’. Σε μερικές περιπτώσεις κρίθηκε αναγκαία η επεξεργασία κάποιων γραφικών για να συμβαδίζουν καλύτερα με το σενάριο του παιχνιδιού ενώ αρκετά στοιχεία του παιχνιδιού, όπως τα στοιχεία και οι ενώσεις, δημιουργήθηκαν από το μηδέν. Τόσο η δημιουργία όσο και η

επεξεργασία των έτοιμων γραφικών πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων Adobe Photoshop. Οι ήχοι και τα εφέ του παιχνιδιού επιλέχθηκαν από την ιστοσελίδα <https://freesound.org>.

#### **4.4.4 Δημιουργία παιχνιδιού**

Μετά το πέρας των προηγούμενων βημάτων, άρχισε ο προγραμματισμός του παιχνιδιού. Δημιουργήθηκε ο κώδικας για τον χειρισμό του παίκτη, οι εχθροί και η συμπεριφορά τους, το γραφικό περιβάλλον, οι αποστολές και όλη η λειτουργικότητα που αναλύεται στα κεφάλαια 7 και 8. Σταδιακά δημιουργήθηκαν οι επιμέρους περιοχές της κύριας σκηνής και εν συνεχεία προστέθηκαν και οι συμπληρωματικές σκηνές.

#### **4.4.5 Ενσωμάτωση ερωτήσεων γνώσης**

Σε αυτό το βήμα ενσωματώθηκαν οι ερωτήσεις των σχολικών βιβλίων που εντοπίστηκαν σε προηγούμενο βήμα. Οι ερωτήσεις αυτές λειτουργούν ως αξιολόγηση των γνώσεων που έχει αποκομίσει ο μαθητής και αποτυπώνονται στο παιχνίδι με τη μορφή ενός χαρακτήρα NPC που τις παραθέτει στον παίκτη. Αν ο παίκτης απαντήσει σωστά σε όλες τις ερωτήσεις αποκτά πρόσβαση στην επόμενη περιοχή, ενώ σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να προσπαθήσει ξανά. Σε κάθε ερώτηση ο παίκτης ανατροφοδοτείται σχετικά με τις απαντήσεις του και στο τέλος ενημερώνεται για τον αριθμό των σωστών ή με μήνυμα επιτυχίας.

#### **4.4.6 Δοκιμή και αναπροσαρμογές**

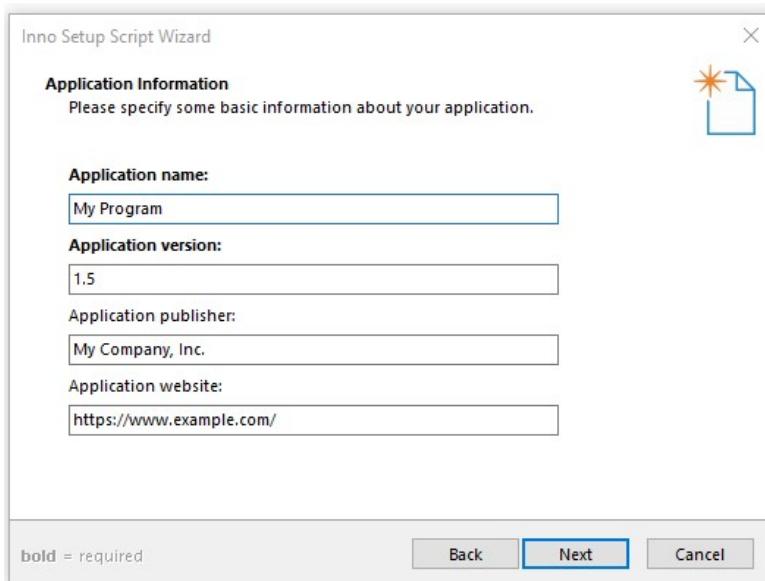
Αφού το παιχνίδι απέκτησε ολοκληρωμένη μορφή άρχισε το στάδιο των δοκιμών. Αρχικά, εντοπίστηκαν και διορθώθηκαν λάθη στον κώδικα που προκαλούσαν προβλήματα στην ομαλή εκτέλεση του παιχνιδιού και αστοχίες στα γραφικά που προκαλούσαν οπτικά μη αποδεκτό αποτέλεσμα. Ακόμη, βελτιώθηκαν ορισμένες ιδέες από τον αρχικό σχεδιασμό και έγιναν προσθήκες νέων στοιχείων. Σε αυτό το βήμα οριστικοποιήθηκε η μορφή που θα έχει η κεντρική και οι δυο συμπληρωματικές σκηνές και ολοκληρώθηκε η δημιουργία του αρχικού μενού και των τίτλων τέλους. Επίσης, δημιουργήθηκε παράθυρο στο οποίο ο παίκτης μπορεί να ανατρέξει κατά την εκτέλεση του παιχνιδιού για να λάβει οδηγίες σχετικά με τον τρόπο παιχνιδιού αλλά και συμβουλές.

#### 4.4.7 Γλώσσα

Μετά την επιτυχημένη ολοκλήρωση και δοκιμή του παιχνιδιού στα Αγγλικά, αποφασίστηκε η προσθήκη της δυνατότητας εκτέλεσης και στην Ελληνική γλώσσα, καθώς κρίθηκε ότι οι μαθητές δεν θα είναι εξοικειωμένοι με την ονοματολογία των χημικών στοιχείων και ενώσεων στα Αγγλικά. Για το λόγο αυτό έγινε αντιγραφή των σκηνών του παιχνιδιού και μετάφραση του σεναρίου στα Ελληνικά. Επίσης, στο αρχικό μενού προστέθηκε η επιλογή εκτέλεσης σε Αγγλικά ή Ελληνικά.

#### 4.4.8 Δημιουργία installer

Αφού επιβεβαιώθηκε από τις δοκιμές ότι δεν προκύπτουν λάθη και η ροή του παιχνιδιού είναι ομαλή και στις δύο γλώσσες, το επόμενο βήμα ήταν η δημιουργία του installer. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα InnoSetup, ένα ελεύθερο λογισμικό που απλοποιεί κατά πολύ τη διαδικασία. Δημιουργήθηκαν δύο installers ένας για συστήματα 64bit και ένας για συστήματα 32bit.



*Εικόνα 23: Στιγμιότυπο της εκτέλεσης του προγράμματος InnoSetup.*

#### 4.4.9 Testing

Το παιχνίδι σε αυτό το στάδιο παραδόθηκε σε συγκεκριμένους ανθρώπους για δοκιμή. Από την ανατροφοδότησή τους βρέθηκαν κάποια bugs σε ορισμένες λειτουργίες του παιχνιδιού, τα οποία διορθώθηκαν ενώ έγιναν και προσθήκες σύμφωνα με τις προτάσεις

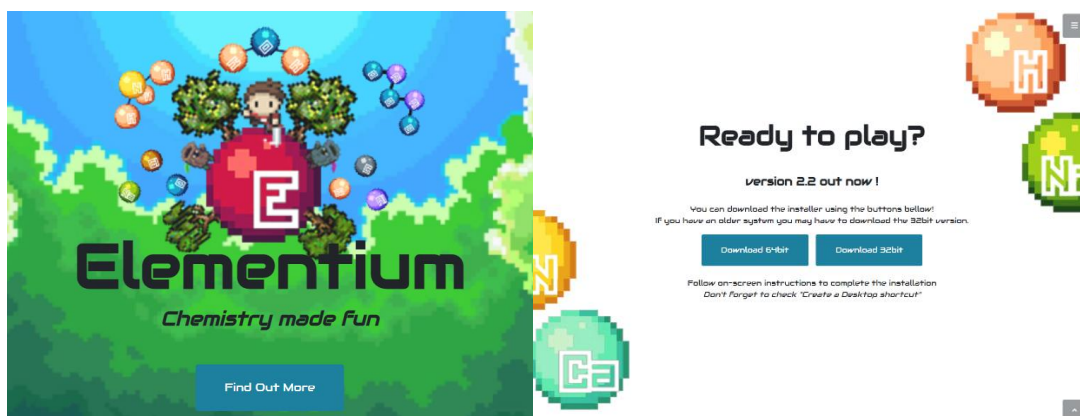
τους. Η πιο σημαντική από τις προσθήκες που πραγματοποιήθηκαν μετά από την πρόταση των ανθρώπων που έπαιξαν πρώτοι το παιχνίδι, ήταν ένα σύστημα αποθήκευσης της προόδου του χρήστη, ώστε να μην χρειάζεται να ξεκινά από την αρχή με κάθε επανεκκίνηση της εφαρμογής.

#### 4.4.10 Δημιουργία οδηγιών/χάρτη

Επόμενο βήμα ήταν η καταγραφή στιγμιότυπων οθόνης κατά την εκτέλεση του παιχνιδιού και η δημιουργία μιας συγκεντρωτικής εικόνας που θα έχει ρόλο οδηγιών προς τους νέους παίκτες. Επίσης, δημιουργήθηκε και ένας χάρτης του παιχνιδιού με σχετικά υψηλή ευκρίνεια. Για το βήμα αυτό ήταν απαραίτητη και πάλι η χρήση του λογισμικού Photoshop. Η εικόνα με τις οδηγίες προστέθηκε επίσης ως σύνδεσμος μέσα στο παράθυρο βοήθειας του παιχνιδιού (Παράρτημα Α).

#### 4.4.11 Κατασκευή ιστοσελίδας

Το τελικό βήμα ήταν η δημιουργία μιας ιστοσελίδας (landing page) για το παιχνίδι. Ο επισκέπτης της σελίδας μπορεί να λάβει πληροφορίες για το παιχνίδι, να δει το χάρτη ή τις οδηγίες που δημιουργήθηκαν προηγουμένως, να έχει πρόσβαση στα ερωτηματολόγια αξιολόγησης και να κατεβάσει την τελευταία έκδοση του παιχνιδιού. Για τη δημιουργία των εικόνων χρησιμοποιήθηκε το Photoshop και μερικά από τα γραφικά του παιχνιδιού, όπως ο κύριος χαρακτήρας, τα χημικά στοιχεία και μερικές από τις χημικές ενώσεις.



**Εικόνα 24:** Στιγμιότυπα από την ιστοσελίδα του παιχνιδιού Elementium.  
<https://alexphee.github.io/elementium/Elementium.html>

## 4.5 Αξιολόγηση

Για την ολοκλήρωση της έρευνας κρίθηκε απαραίτητη η αξιολόγηση του παιχνιδιού από εκπαιδευτικούς. Δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με κατάλληλες ερωτήσεις που απευθύνεται σε ανθρώπους που έχουν διδάξει το μάθημα της χημείας και θα αποτελέσει το κύριο εργαλείο αξιολόγησης του παιχνιδιού. Οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για το ερωτηματολόγιο είναι προσαρμογή των αντίστοιχων ερωτήσεων που προτάθηκαν από τον E. Sanchez (Sanchez, 2011) και σχετίζονται με τις βασικές διαστάσεις που εξασφαλίζουν την αποτελεσματική χρήση τεχνολογιών για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Αυτές οι τέσσερις διαστάσεις είναι η Αποδοχή του παιχνιδιού, η Χρησιμότητα, η Διδακτική χρήση και το Περιβάλλον του παιχνιδιού. Το ερωτηματολόγιο έμεινε ανοιχτό για περίπου ένα μήνα και τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν επεξεργάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου υπάρχουν στο Παράρτημα Γ.



## **5. Ανάλυση και σχεδίαση του παιχνιδιού Elementium**

### **5.1 Εισαγωγή**

Μετά τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, λήφθηκαν υπόψιν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη συγκριτική μελέτη των σχετικών παιχνιδιών (Κεφάλαιο 3) και άρχισε η διαδικασία της ανάπτυξης του Elementium. Στις ενότητες που ακολουθούν περιγράφεται αρχικά ο σκοπός και το σενάριο του παιχνιδιού (5.2 και 5.3 αντίστοιχα) και έπειτα η πλαισίωση και το εκπαιδευτικό του περιεχόμενο (5.4 και 5.5 αντίστοιχα). Η ενότητα 5.6 αφορά τη μετάδοση του γνωστικού αντικειμένου. Έπειτα, πραγματοποιείται μια ανάλυση με βάση το πλαίσιο σχεδίασης Four-Dimensional Framework (5.7) όπως αυτό περιγράφηκε στην ενότητα 3.5.1 και τέλος παρουσιάζεται το design document του παιχνιδιού (5.8).

### **5.2 Σκοπός του παιχνιδιού**

Το παιχνίδι Elementium έχει ως βασικό στόχο την εκμάθηση των βασικών εννοιών Χημείας και ιδιαίτερα τη δημιουργία και χρήση βασικών χημικών ενώσεων. Το Elementium πραγματεύεται βασική ονοματολογία χημικών στοιχείων και ενώσεων, τον τρόπο με τον οποίο τα στοιχεία συνδυάζονται και δημιουργούν ενώσεις, καθώς επίσης και την κοινή ονοματολογία των χημικών ενώσεων και τη χρήση τους στην καθημερινή ζωή.

### **5.3 Σενάριο – κανόνες παιχνιδιού**

Το Elementium είναι ένα παιχνίδι δύο διαστάσεων που δανείζεται στοιχεία και υιοθετεί την αισθητική από παλαιότερα παιχνίδια RPG, με ενσωμάτωση ερωτήσεων γνώσης. Σύμφωνα με το σενάριο του παιχνιδιού ο κύριος χαρακτήρας, ένας μαθητής Γυμνασίου, προετοιμάζεται για ένα διαγώνισμα Χημείας και ενώ διαβάζει, βρίσκεται ξαφνικά σε έναν παράξενο πλανήτη. Για να επιστρέψει πίσω στο σπίτι του πρέπει να διασχίσει το χάρτη του παιχνιδιού, ολοκληρώνοντας τις αποστολές που του ανατίθενται και νικώντας τους εχθρούς που συναντά. Παράλληλα θα πρέπει να απαντά σωστά στις ερωτήσεις γνώσεων Χημείας που συναντά, ώστε να μετακινείται στις περιοχές του παιχνιδιού.

Ο κύριος χάρτης του παιχνιδιού είναι ενιαίος και χωρίζεται σε 6 επιμέρους περιοχές. Ο παίκτης σε κάθε περιοχή συναντά είδη εχθρών που θα πρέπει να κερδίσει αλλά και

χαρακτήρες NPC που του αναθέτουν αποστολές ή του προσφέρουν αντικείμενα κρίσιμα για την πρόοδό του στο παιχνίδι. Όταν ολοκληρωθούν όλες οι αποστολές μιας περιοχής ο παίκτης μπορεί να προχωρήσει στην επόμενη, αφού πρώτα απαντήσει σωστά στις ερωτήσεις γνώσεων του NPC χαρακτήρα που συναντά. Οι ερωτήσεις αφορούν γνώσεις Χημείας που αποκτήθηκαν στην περιοχή που ο παίκτης ολοκλήρωσε προηγουμένως ή γενικές ερωτήσεις Χημείας με βάση την ύλη των σχολικών βιβλίων του Γυμνασίου. Οι ερωτήσεις είναι 10 για κάθε περιοχή και έχουν τη μορφή πολλαπλής επιλογής. Εφόσον απαντηθούν σωστά ο παίκτης προμηθεύεται με ένα κλειδί και μπορεί να προχωρήσει παρακάτω. Στην τελευταία περιοχή ο παίκτης καλείται να αντιμετωπίσει τον τελικό εχθρό που τον χωρίζει από την πύλη επιστροφής. Στην τελική σκηνή ο χαρακτήρας του παιχνιδιού βρίσκεται στην τάξη όπου λαμβάνει χώρα το διαγώνισμα Χημείας και ο παίκτης πρέπει να απαντήσει σε 15 τελικές ερωτήσεις πριν ολοκληρωθεί το παιχνίδι.

#### **5.4 Πλαισίωση – που απευθύνεται το παιχνίδι**

Το Elementium απευθύνεται κατά κύριο λόγο σε μαθητές Γυμνασίου και έχει δημιουργηθεί για χρήση κυρίως στον ελεύθερο χρόνο του μαθητή. Λειτουργεί ως υποστηρικτικό εργαλείο στη διδασκαλία της Χημείας Γυμνασίου. Δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις Χημείας, αλλά μόνο μια βασική επαφή με το αντικείμενο. Απαραίτητη προϋπόθεση για να παίζει κανείς το παιχνίδι είναι η εξοικείωση με την ταυτόχρονη χρήση πληκτρολογίου και ποντικιού του υπολογιστή για το χειρισμό του βασικού χαρακτήρα. Πέραν των μαθητών Γυμνασίου, οποιοσδήποτε πληροί τα παραπάνω μπορεί να ασχοληθεί και να επωφεληθεί από το συγκεκριμένο παιχνίδι.

#### **5.5 Εκπαιδευτικό περιεχόμενο**

Ο παίκτης μέσα από το παιχνίδι αναμένεται να εξοικειωθεί με τα βασικά χημικά στοιχεία και με τον τρόπο με τον οποίο αυτά συνδυάζονται για να δημιουργήσουν χημικές ενώσεις. Ακόμη ο παίκτης μαθαίνει την ονοματολογία και την κοινή ονομασία των στοιχείων και των ενώσεων που συναντά και τα χρησιμοποιεί για να λύσει τους γρίφους που συναντά, συνδυάζοντάς τα έτσι με την καθημερινότητα. Επίσης, μέσα από τις ερωτήσεις στο τέλος κάθε περιοχής αλλά και στην τελική σκηνή, καλύπτεται αρκετή από την ύλη των σχολικών βιβλίων της Χημείας Γυμνασίου. Μερικά από τα κεφάλαια της ύλης αυτής αφορούν:

- Καταστάσεις των υλικών (Στερεό-Υγρό-Αέριο) και μετατροπές καταστάσεων
- Εξουδετέρωση
- Περιοδικός πίνακας (Ατομικός αριθμός, ομάδες)
- Διαλύματα
- Οξέα-Βάσεις-Άλατα, pH
- Χημικές αντιδράσεις
- Ατμοσφαιρικός αέρας

## 5.6 Μετάδοση γνωστικού αντικειμένου

Η επίτευξη των στόχων του παιχνιδιού, δηλαδή η εξοικείωση με τις έννοιες της Χημείας που προαναφέρθηκαν, επιτυγχάνεται:

- Με την κατανόηση και δημιουργία των κατάλληλων χημικών ενώσεων, ανάλογα τον γρίφο ή την αποστολή που καλείται να περάσει ο παίκτης.
- Με την λύση των κουίζ ερωτήσεων στο τέλος κάθε περιοχής και στην τελική σκηνή, κουίζ που βασίζονται στην ύλη της Χημείας Γυμνασίου και σε έννοιες που ο παίκτης έχει συναντήσει κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού.

## 5.7 Θεωρητική ανάλυση με το πλαίσιο σχεδίασης Four-Dimensional Framework

Η σχεδίαση του παιχνιδιού Elementium έγινε με βάση τις διαστάσεις που περιγράφονται στο πλαίσιο σχεδίασης Four-Dimensional Framework (de Freitas, 2009). Για την αρχική σχεδίαση λήφθηκαν υπόψη και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη συγκριτική αξιολόγηση των παιχνιδιών που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία.

Ως προς τη διάσταση του *Γενικού Πλαισίου*, το Elementium σχεδιάστηκε για να παίζεται σαν παιχνίδι ενός παίκτη (single-player). Ο χρόνος gameplay μέχρι τον τερματισμό του παιχνιδιού υπολογίστηκε σε περίπου μιάμιση ώρα για τον μέσο παίκτη, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται ο όποιος χρόνος απαιτείται για εκμάθηση και εξοικείωση με τον χειρισμό. Συνεπώς, ο στόχος του παιχνιδιού δεν είναι η ενσωμάτωσή του ως εκπαιδευτικό εργαλείο στα πλαίσια της ώρας του σχολικού μαθήματος, αλλά ως υποστηρικτικό συμπληρωματικό υλικό με το οποίο ο μαθητής θα ασχοληθεί στον ελεύθερο του χρόνο. Το παιχνίδι αναπτύχθηκε για υπολογιστή ώστε η εγκατάσταση να γίνεται εύκολα με τον απλό installer που βρίσκει κανείς στην ενημερωτική ιστοσελίδα

που δημιουργήθηκε, ενώ υπάρχουν δύο εκδόσεις του παιχνιδιού, για συστήματα 32bit και συστήματα 64bit. Το παιχνίδι δεν αποτελεί ολοκληρωμένη εμπορική εφαρμογή, ως εκ τούτου η τεχνική υποστήριξη που παρέχεται περιορίζεται σε οδηγίες εγκατάστασης στην ιστοσελίδα του παιχνιδιού και τη δυνατότητα επικοινωνίας με e-mail, για βοήθεια.

Ως προς τη διάσταση του *Μαθητευόμενου*, το παιχνίδι περιέχει εισαγωγικού επιπέδου έννοιες και απαιτεί από τον χρήστη μόνο βασικές γνώσεις εννοιών γενικής Χημείας. Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο άπτεται της ύλης των βιβλίων Χημείας της Β' και Γ' Γυμνασίου και συνεπώς απευθύνεται κυρίως σε μαθητές που έχουν ολοκληρώσει την Γ' Γυμνασίου, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι από τη χρήση του παιχνιδιού δεν μπορούν να επωφεληθούν και άτομα μεγαλύτερης ηλικίας.

Σχετικά με τη διάσταση της *Αναπαράστασης*, το παιχνίδι σχεδιάστηκε με retro γραφικά, που συνδυάζονται με κατάλληλο μουσικό υπόβαθρο που επαναλαμβάνεται ανεπαίσθητα, χωρίς να το καταλαβαίνει ο χρήστης, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της εμπύθισης και την παρακίνηση των παικτών για συμμετοχή και ενασχόληση με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Το σενάριο του παιχνιδιού και ο τρόπος παιχνιδιού θα πρέπει να είναι λογικά και ο χειρισμός του ήρωα ακριβής. Ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας του παιχνιδιού πρέπει να φαίνεται στην αναπαράσταση αλλά και στον τρόπο με τον οποίο ο παίκτης αλληλεπιδρά με το παιχνίδι. Για τον λόγο αυτό στον παίκτη παρέχονται συνεχώς συμβουλές που τον βοηθούν να αποφύγει τυχόν λάθη, ενώ στις δοκιμασίες γνώσεων, μετά από κάθε περιοχή του κύριου χάρτη, δίνεται κατάλληλη ανατροφοδότηση ώστε να αναγνωρίζει τα λάθη του και να τα διορθώνει άμεσα. Τέλος, η εκπαιδευτική διάσταση του παιχνιδιού θα πρέπει να δένει αρμονικά με το κομμάτι της ψυχαγωγίας, έτσι ώστε ο παίκτης να μην μπορεί εύκολα να τα διαχωρίσει και να μαθαίνει ευχάριστα παίζοντας.

Στην *Παιδαγωγική* διάσταση ορίζεται το εκπαιδευτικό περιεχόμενο και ο τρόπος με τον οποίο αυτό παρουσιάζεται. Αφού το παιχνίδι απευθύνεται σε κοινό περιορισμένων γνώσεων είναι απαραίτητο οι οδηγίες που δίνονται να είναι σαφείς και το περιεχόμενο του παιχνιδιού να γίνεται κατανοητό από τον παίκτη. Παίζοντας ο παίκτης θα πρέπει να αποκομίζει γνώσεις που θα μπορεί να χρησιμοποιήσει τόσο στα πλαίσια ενός σχολικού μαθήματος όσο και στην καθημερινή του ζωή. Έτσι παρέχονται στον παίκτη κατάλληλες πληροφορίες που αφορούν όχι μόνο την ονοματολογία χημικών στοιχείων και ενώσεων ή το συνδυασμό στοιχείων για τη δημιουργία των ενώσεων, αλλά και πληροφορίες σχετικά με την κοινή ονομασία ενώσεων και τη χρήση που έχουν ως εμπορικά προϊόντα στην ανθρώπινη καθημερινότητα. Ο παίκτης που φτάνει έως την τελευταία σκηνή του

παιχνιδιού θα πρέπει να είναι σε θέση να απαντήσει σωστά στην τελική δοκιμασία γνώσεων, δηλαδή να έχει κατανοήσει καλά την ύλη προηγούμενων επιπέδων και να μπορεί να συνδυάσει τις γνώσεις του για την απάντηση νέων ερωτήσεων.

## 5.8 Game design document

Ο πίνακας που ακολουθεί είναι το Design Document του παιχνιδιού Elementium, σύμφωνα με το πρότυπο του διαγωνισμού Australian STEM video game challenge ([https://www.stemgames.org.au/files/STEM\\_GDD.pdf](https://www.stemgames.org.au/files/STEM_GDD.pdf)).

**Πίνακας 2:** Game Design Document του παιχνιδιού Elementium

Επισκόπηση	
Τίτλος	Το παιχνίδι ονομάζεται Elementium. Ο τίτλος επιλέχθηκε ώστε να προϋδεάζει τον πιθανό παίκτη για τη φύση του παιχνιδιού, δηλαδή τα στοιχεία (Elements).
Περιγραφή	Το παιχνίδι περιλαμβάνει τη συγκέντρωση χημικών στοιχείων και τη δημιουργία χημικών ενώσεων με αυτά. Στοχεύει σε χρήστες με πολύ βασικές γνώσεις Γενικής Χημείας. Ανήκει στο είδος Adventure – RPG.
Κοινό	Απευθύνεται σε μαθητές Γυμνασίου – μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιονδήποτε, ανεξαρτήτου ηλικίας.
Χαρακτήρες	Ο κύριος χαρακτήρας του παιχνιδιού είναι ένας μαθητής Γυμνασίου που ενώ προετοιμάζεται για ένα διαγώνισμα Χημείας, βρίσκεται ξαφνικά σε έναν αφιλόξενο πλανήτη που ονομάζεται Elementium. Ο σκοπός του πλέον είναι να επιστρέψει στο σπίτι του, αντιμετωπίζοντας τις προκλήσεις που θα συναντήσει.
Περιβάλλον	Το παιχνίδι διαδραματίζεται κατά κύριο λόγο στον πλανήτη Elementium. Στον πλανήτη αυτό υπάρχει πληθώρα εχθρών που ο παίκτης καλείται να αντιμετωπίσει και εμπόδια τα οποία πρέπει να ξεπεράσει με τη χρήση των γνώσεων Χημείας που αποκτά. Εκτός των εχθρών, στον Elementium υπάρχουν και φιλικόι χαρακτήρες που αναθέτουν αποστολές ή προσφέρουν χρήσιμα αντικείμενα στον παίκτη.
Gameplay	
Στόχοι	Στόχος του παιχνιδιού είναι η εξοικείωση του παίκτη με τις βασικές έννοιες και την ονοματολογία της Χημείας. Ο παίκτης ολοκληρώνοντας τις αποστολές που του ανατίθενται και ξεπερνώντας τα εμπόδια που του παρουσιάζονται, μαθαίνει τον τρόπο που τα χημικά στοιχεία συνδυάζονται για τη δημιουργία χημικών ενώσεων. Ταυτόχρονα μέσα από τις πληροφορίες που προσφέρονται ο παίκτης συνδυάζει τις χημικές ενώσεις με χρήσεις της καθημερινότητας.
Προοπτική	Η προοπτική του παιχνιδιού είναι Top-Down και είναι κατά βάση εμπνευσμένη από παιχνίδια όπως το Legend of Zelda ή τα Pokemon. Τα sprites που χρησιμοποιήθηκαν είναι 2D με retro αισθητική.
Χειρισμός	Για το χειρισμό του κύριου χαρακτήρα του παιχνιδιού απαιτείται ταυτόχρονη χρήση του ποντικιού και του πληκτρολογίου. Ο χαρακτήρας

	κινείται με τα πλήκτρα W, A, S, D ή τα βέλη του πληκτρολογίου και η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον γίνεται με το δεξί και αριστερό κουμπί του ποντικιού.
Ιδέα	Υπάρχουν αρκετά παιχνίδια ή εφαρμογές που μπορούν να ενταχθούν στην κατηγορία Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού με θέμα τη Χημεία. Παρόλα αυτά δεν εντοπίζονται ενδιαφέροντα παιχνίδια RPG – Adventure με αυτή τη θεματολογία. Η έμπνευση για το Elementium προέκυψε από το παιχνίδι <i>Outer Space Molecule Chase</i> (ενότητα 3.5.5), το οποίο όμως υπολείπεται πολύπλοκου σεναρίου, ποικιλίας gameplay ή ευπαρουσίαστων γραφικών. Κύριο μέλημα κατά την ανάπτυξη του Elementium είναι η διατήρηση της βασικής ιδέας του <i>Outer Space Molecule Chase</i> , δηλαδή η συλλογή χημικών στοιχείων, αλλά η παρουσίασή της στον παίκτη με τρόπο δελεαστικό, μέσα από ένα προσεγμένο σενάριο. Βασική επιδίωξη είναι ακόμη η ομαλή ενσωμάτωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου στο gameplay, με τρόπο που τα χαρακτηριστικά παιχνιδιού θα είναι σαφή και ευδιάκριτα στον παίκτη, ενώ οι γνώσεις και οι πληροφορίες θα προσλαμβάνονται ακούσια σαν υποπροϊόν του gameplay.
<b>Τεχνικές απαιτήσεις</b>	
Πλατφόρμα	Το παιχνίδι εκτελείται σε περιβάλλον Windows.
Περιβάλλον ανάπτυξης	Το παιχνίδι θα αναπτυχθεί με χρήση της μηχανής παιχνιδιών Unity και της γλώσσας προγραμματισμού C#. Ο συντάκτης κώδικα που χρησιμοποιείται είναι το Microsoft Visual Studio 2019. Η επεξεργασία των γραφικών θα γίνει με το Adobe Photoshop.
Απαιτήσεις συστήματος	Οι απαιτήσεις του παιχνιδιού είναι ελάχιστες. Οποιοδήποτε PC θα πρέπει να είναι ικανό να εκτελέσει την εφαρμογή. Εκτός του installer για συστήματα 64bit, θα δημιουργηθεί επίσης και installer 32bit για παλαιότερα PC. Ο χώρος που θα καταλαμβάνει το παιχνίδι στο σκληρό δίσκο μετά την εγκατάσταση θα είναι ελάχιστος.
<b>Παρουσίαση</b>	
Στυλ	Το παιχνίδι έχει Top-Down προοπτική. Η αισθητική είναι επηρεασμένη από παλαιότερης γενιάς παιχνίδια όπως το Legend of Zelda και η σειρά Pokemon για Nintendo Gameboy. Τα γραφικά είναι κατά συνέπεια 2D με ευδιάκριτα πίκσελ ενώ θα υπάρχουν και animations ανάλογα τις ενέργειες του χρήστη.
Διαδικασία	Θα χρησιμοποιηθούν έτοιμα sprites για τον κόσμο του παιχνιδιού και θα δημιουργηθούν τα γραφικά που αφορούν το εκπαιδευτικό περιεχόμενο (χημικά στοιχεία, χημικές ενώσεις κλπ).

## 6. Παρουσίαση του παιχνιδιού Elementium

### 6.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το παιχνίδι Elementium. Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται μια ενδεικτική αναφορά στις σκηνές του παιχνιδιού και τα χαρακτηριστικά του gameplay, με στιγμιότυπα εκτέλεσης.

### 6.2 Αρχικό μενού

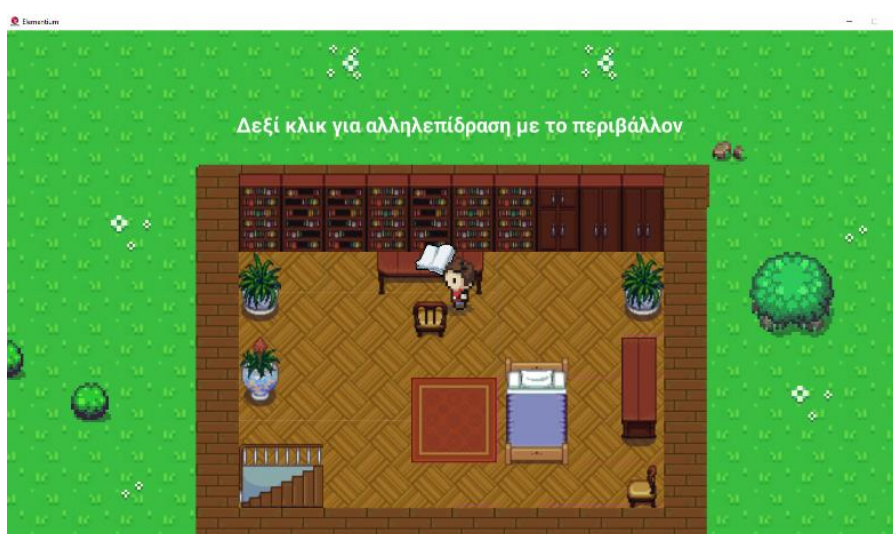
Με την εκτέλεση της εφαρμογής εμφανίζεται το αρχικό μενού του παιχνιδιού. Από το μενού ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να παίξει το παιχνίδι στα Αγγλικά ή στα Ελληνικά ενώ παρέχεται και η επιλογή 'INFO' όπου εμφανίζονται μερικές πληροφορίες για την ανάπτυξη και τους σκοπούς του παιχνιδιού (Εικόνα 25). Με το κουμπί 'QUIT' η εφαρμογή τερματίζει.



Εικόνα 25: Το αρχικό μενού του παιχνιδιού και το παράθυρο πληροφοριών

### 6.3 Πρώτη σκηνή

Στην αρχική σκηνή του παιχνιδιού ο παίκτης, που, όπως αναφέρθηκε, χειρίζεται έναν μαθητή Γυμνασίου, βρίσκεται στο δωμάτιό του και μελετάει για το αυριανό διαγώνισμα Χημείας. Ο παίκτης μπορεί να περιηγηθεί ελεύθερα μέσα στο χώρο του δωματίου και να αλληλεπιδράσει με κάποια από τα αντικείμενα του περιβάλλοντος, όπως τον προτρέπει να κάνει και το μήνυμα που εμφανίζεται στο πάνω μέρος της οθόνης. Όταν ο παίκτης αλληλεπιδράσει με το ανοιχτό βιβλίο πάνω στο γραφείο του, αρχίζει το σενάριο του παιχνιδιού και μετά το σύντομο παράθυρο διαλόγου ο παίκτης μεταφέρεται στην κύρια σκηνή.



*Εικόνα 26: Η πρώτη σκηνή του παιχνιδιού*

### 6.4 Δεύτερη σκηνή (κύρια)

Η κύρια σκηνή αποτελεί το κεντρικό μέρος του παιχνιδιού. Οι περιοχές της κύριας σκηνής ορίζονται όπως φαίνεται στην Εικόνα 27.





*Εικόνα 27: Περιοχές της κύριας σκηνής. Σημειώνονται με ροζ χρώμα οι χαρακτήρες NPC που κάνουν ερωτήσεις στον παίκτη και οι αντίστοιχες πόρτες που αντιπροσωπεύουν και με καφέ χρώμα τα εμπόδια που σχετίζονται με την δημιουργία κάποιας χημικής ένωσης.*

### 6.4.1 Περιοχή 0

Η πρώτη περιοχή του χάρτη, η Περιοχή 0, ορίζεται μέσα στα τείχη της πόλης Μεντελέγιεβ (Mendeleev). Σκοπός της πρώτης περιοχής είναι η εξοικείωση του παίκτη με την κίνηση του χαρακτήρα και τους μηχανισμούς του παιχνιδιού. Ο παίκτης συναντά έναν χαρακτήρα NPC που του εξηγεί που βρίσκεται και τι πρέπει να κάνει για να επιστρέψει στο σπίτι του (Εικόνα 28 πάνω). Στα πλαίσια του διαλόγου ο παίκτης ενημερώνεται ότι πρέπει να φτάσει μέχρι την πύλη για τη Γη για να επιστρέψει στο σπίτι του και παράλληλα μαθαίνει τα βασικά πλήκτρα που θα χρησιμοποιεί στο παιχνίδι, όπως για παράδειγμα το πλήκτρο B που ανοίγει και κλείνει το σακίδιο (Inventory) ή το πλήκτρο C που ανοίγει το παράθυρο με τις συνταγές (Crafting) (Εικόνα 28 κάτω).



**Εικόνα 28:** Πάνω: Διάλογος με τον πρώτο χαρακτήρα NPC Κάτω: Το παράθυρο συνταγών.

Στη συνέχεια ο παίκτης είναι ελεύθερος να περιηγηθεί στην πόλη και να ανακαλύψει τις τρεις αποστολές που δίνονται στον παίκτη από τους τρεις χαρακτήρες NPC. Συγκεκριμένα, η πρώτη αποστολή αφορά την κατασκευή της χημικής ένωσης ‘Χλωριούχο Νάτριο’ από το παράθυρο των συνταγών, η δεύτερη αποστολή αφορά τη συγκέντρωση των χημικών στοιχείων Σίδηρος και Μόλυβδος και η τρίτη αποστολή αφορά την εύρεση ενός αντικειμένου (Quest item).



*Εικόνα 29: Στιγμιότυπα των αποστολών της πρώτης περιοχής*

Οι αποστολές έχουν επιλεγθεί ως αντιπροσωπευτικές των τριών ειδών αποστολών συλλογής που ο παίκτης θα συναντήσει παρακάτω στο παιχνίδι. Ακόμη ο παίκτης διαπιστώνει ότι για την ολοκλήρωση κάποιων εκ των αποστολών, είναι αναγκαία η απόκτηση κάποιου αντικειμένου ή χημικού στοιχείου που προέρχεται σαν ανταμοιβή από άλλη αποστολή. Να σημειωθεί ότι, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 29 κάτω δεξιά, για κάθε χημικό στοιχείο ή ένωση εμφανίζονται επιπλέον πληροφορίες που μπορεί να διαβάσει ο χρήστης, όπως το χημικό σύμβολο, η κοινή ονομασία, το χρώμα και η φάση (στερεό - υγρό - αέριο).

Στο τέλος της περιοχής και αφού ολοκληρωθούν και οι τρεις αποστολές ο παίκτης συναντά μια κλειδωμένη πόρτα. Για να την περάσει θα χρειαστεί το κλειδί που του δίνεται αν απαντήσει σωστά στις ερωτήσεις του χαρακτήρα NPC. Οι ερωτήσεις στην πρώτη αυτή περιοχή είναι μόνο 5 και σχετίζονται με τη Χημεία που ο παίκτης συνάντησε κατά την ολοκλήρωση των αποστολών προηγουμένως. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση και αυτής της δοκιμασίας ο παίκτης βρίσκει στο σακιδίό του το 'Κλειδί ανταμοιβής' και μπορεί να το χρησιμοποιήσει για να ανοίξει την πόρτα.

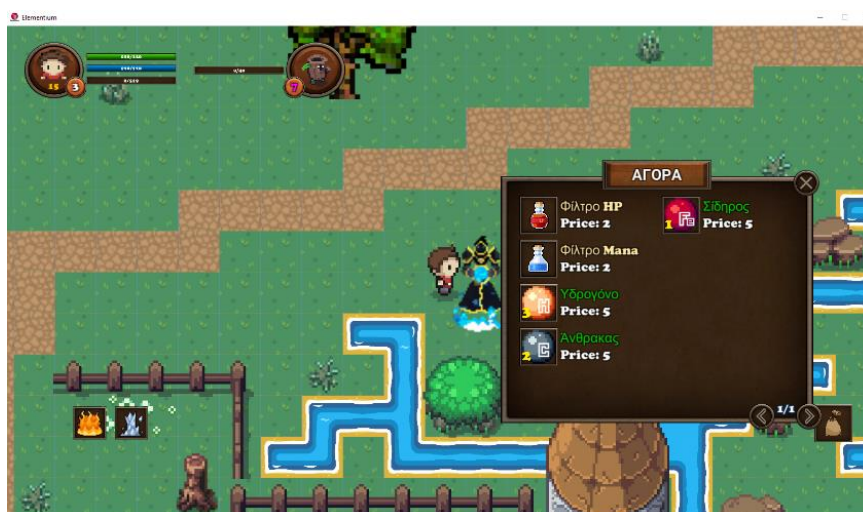


*Εικόνα 30: Οι ερωτήσεις γνώσεων της Περιοχής 0*

## 6.4.2 Περιοχή 1

Στη δεύτερη περιοχή της κύριας σκηνής ο παίκτης συναντά τέσσερις χαρακτήρες NPC που του αναθέτουν αποστολές. Σε αυτή την περιοχή ο παίκτης συναντά επίσης τους πρώτους εχθρούς που θα πρέπει να νικήσει, καθώς τα λάφυρα που θα κερδίσει αποτελούν απαραίτητα συστατικά για την ολοκλήρωση των αποστολών. Μία εκ των αποστολών που ανατίθενται στον παίκτη αφορά την εξόντωση ενός ισχυρότερου εχθρού-αρχηγού (Boss) και την ανάκτηση ενός αντικειμένου από τα λάφυρά του.

Στην περιοχή αυτή ο παίκτης συναντά επίσης για πρώτη φορά τον χαρακτήρα NPC που έχει το ρόλο της Αγοράς. Από τον συγκεκριμένο χαρακτήρα ο παίκτης έχει τη δυνατότητα να αγοράσει τα χημικά στοιχεία που χρειάζεται ή φίλτρα HP και MP, με αντίτιμο τον χρυσό που διαθέτει.



*Εικόνα 31: Αλληλεπίδραση με την Αγορά*

Στο τέλος της περιοχής αυτής υπάρχουν δύο εμπόδια τα οποία για να ξεπεράσει ο παίκτης θα πρέπει να κατασκευάσει συγκεκριμένες χημικές ενώσεις χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που έχει στην τσάντα του. Ενδεικτικά αναφέρεται το εμπόδιο της φωτιάς της Εικόνας 32 όπου αλληλεπιδρώντας ο παίκτης παίρνει την αποστολή ‘Φωτιά!’. Για να ολοκληρώσει την αποστολή και να συνεχίσει θα πρέπει να κατασκευάσει ένα μόριο νερού χρησιμοποιώντας ένα άτομο Οξυγόνου και δύο άτομα Υδρογόνου. Με την επιτυχή κατασκευή του μορίου, ολοκληρώνεται η αποστολή, κάτι που υποδεικνύεται στο παράθυρο ‘Αποστολές’ με το κόκκινο ‘OK’ δίπλα στο όνομα της αποστολής.



Εικόνα 32: Ολοκλήρωση της αποστολής ‘Φωτιά’ της Περιοχής 1

### 6.4.3 Περιοχή 2

Αμέσως μετά την είσοδο στην Περιοχή 2, τον παίκτη υποδέχεται χαρακτήρας NPC ο οποίος εξηγεί ότι για την επιτυχή επιστροφή στη Γη μέσω της πύλης, θα πρέπει να συγκεντρωθούν κάποια αντικείμενα. Συγκεκριμένα χρειάζονται:

- Έξι σελίδες βιβλίου
- Τρεις άγνωστες ουσίες σε φιαλίδια (πράσινη, μπλε, κίτρινη)
- Τρεις κρύσταλλοι (μπλε, κόκκινος, λευκός)

Με αυτά θα πρέπει να κατασκευαστούν τρία αντικείμενα που με τη σειρά τους θα συνδυαστούν για να κατασκευάσουν το κλειδί της τελικής πύλης. Τα 9 αρχικά αντικείμενα βρίσκονται διασκορπισμένα στις περιοχές του παιχνιδιού και ο παίκτης τα συναντά είτε ως ανταμοιβή σε αποστολές είτε ως λάφυρα.

Στη συνέχεια ο παίκτης συναντά δυο χαρακτήρες NPC που του αναθέτουν αποστολές. Σε αυτή την περίπτωση ο παίκτης έρχεται αντιμέτωπος με την πρώτη αποστολή εξόντωσης

εχθρών καθώς και με μια ακόμη αποστολή που αφορά εχθρό-αρχηγό. Ακόμη, εμφανίζονται οι εχθροί που μπορούν να χτυπήσουν τον παίκτη από απόσταση.

Επίσης, σε αυτή την περιοχή υπάρχει και ένας χαρακτήρας NPC που για την ολοκλήρωση της αποστολής του απαιτείται η επίσκεψη στην Αγορά της επόμενης περιοχής (αυτή είναι και η μεγαλύτερη σε διάρκεια αποστολή του παιχνιδιού). Τέλος, μετά την κατασκευή μιας χημικής ένωσης για την καταστροφή ενός εμποδίου ο παίκτης συναντά τον χαρακτήρα με τις ερωτήσεις και περνά στην επόμενη περιοχή.

### 6.4.4 Περιοχή 3

Στην τρίτη περιοχή υπάρχουν χαρακτήρες NPC που δίνουν αποστολές στον παίκτη και εμπόδια που πρέπει να προσπεραστούν. Ιδιαιτερότητα στην περιοχή αυτή είναι ο χαρακτήρας NPC που για την ολοκλήρωση της αποστολής του απαιτείται επίσκεψη στην επόμενη περιοχή καθώς και ο περικλειστος χώρος που ο παίκτης δεν έχει πρόσβαση. Για να εξουδετερώσει το εμπόδιο – οξύ και να αποκτήσει πρόσβαση, θα πρέπει να συγκεντρώσει αντικείμενα και από την επόμενη περιοχή, όπως ενημερώνει και η σχετική πινακίδα. Σημειώνεται ότι στον περικλειστο χώρο βρίσκεται η Αγορά, η επίσκεψη στην οποία είναι απαραίτητη για την ολοκλήρωση της αποστολής από την προηγούμενη περιοχή.

Για την είσοδο στην επόμενη περιοχή ο παίκτης πρέπει να απαντήσει σωστά στις 10 ερωτήσεις.



*Εικόνα 33: Ο περικλειστος χώρος της Περιοχής 3*

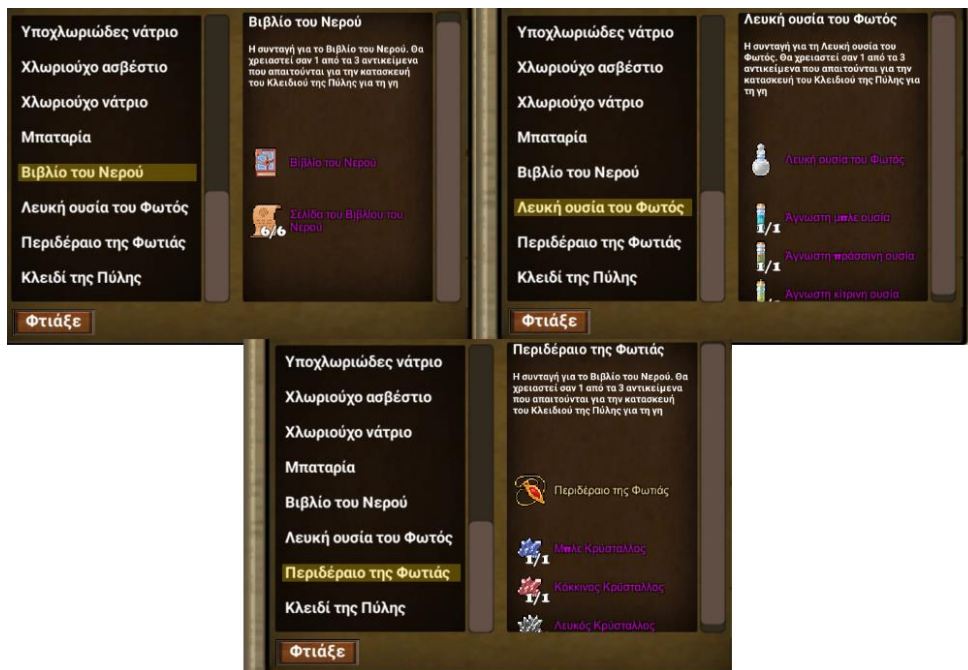
#### 6.4.5 Περιοχή 4

Η τέταρτη περιοχή είναι ιδιαίτερη, και διαφορετική από τις προηγούμενες. Εδώ το έδαφος εμφανίζεται άγονο και τα δέντρα ξερά. Οι εχθροί αποτελούν και εδώ παράλλαξη του αρχικού είδους καθώς είναι διαφορετικού χρώματος και έχουν πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα. Ο παίκτης αναλαμβάνει αποστολές από 6 χαρακτήρες NPC, με αρκετές να είναι αλληλεξαρτώμενες. Ένας από τους χαρακτήρες NPC παρέχει στον παίκτη ως ανταμοιβή ένα άτομο Νατρίου (Na) που είναι το βασικό συστατικό για τη δημιουργία μαγειρικής σόδας (Οξινο ανθρακικό νάτριο –  $\text{NaHCO}_3$ ) που θα χρησιμοποιηθεί για την εξουδετέρωση του οξέος της προηγούμενης περιοχής. Με την εξουδετέρωση του εμποδίου ο παίκτης έχει τη δυνατότητα να επισκεφθεί το περικλειστο τμήμα της περιοχής 3.

Ακόμη υπάρχουν 2 εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν με τη χρήση χημικών ενώσεων για την είσοδο σε τμήματα της περιοχής. Επίσης, για να φτάσει ο παίκτης στον χαρακτήρα NPC με τις ερωτήσεις και συνεπώς στην επόμενη περιοχή, θα πρέπει να ξεπεράσει ένα εμπόδιο που απαιτεί την κατασκευή μιας μπαταρίας. Για την μπαταρία απαιτείται η εύρεση Μολύβδου (Pb) και η δημιουργία Διοξειδίου του Μολύβδου ( $\text{PbO}_2$ ) και Θεικού οξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Έπειτα, ο παίκτης συναντά τον χαρακτήρα NPC με τις ερωτήσεις και συνεχίζει στην τελευταία περιοχή της κύριας σκηνής.

#### 6.4.6 Περιοχή 5

Η τελική περιοχή είναι η πιο απαιτητική και χωρίζεται σε επιμέρους τμήματα. Ένα κεντρικό τμήμα, το τελικό τμήμα που βρίσκεται ο οβελίσκος - πύλη και τέσσερα τμήματα που αποκóπτονται από χαρακτήρες NPC. Ο παίκτης πρέπει να αποκτήσει σταδιακά πρόσβαση στα τέσσερα τμήματα της περιοχής ολοκληρώνοντας τις αποστολές των χαρακτήρων NPC. Στο τελικό τμήμα ο παίκτης συναντά τον χαρακτήρα NPC με τις ερωτήσεις και αποκτά το κλειδί που επιτρέπει την είσοδο στο τελικό τμήμα που βρίσκεται η πύλη. Στο τελικό τμήμα της περιοχής 5 ο παίκτης έρχεται αντιμέτωπος με τον φύλακα της πύλης, τον μινώταυρο. Αφού τον εξοντώσει, παίρνει σαν λάφυρο τον τελευταίο κρύσταλλο και πλέον μπορεί να κατασκευάσει και τα 3 απαραίτητα αντικείμενα που ξεκλειδώνουν την πόρτα για τον οβελίσκο.



*Εικόνα 34: Τα τρία ειδικά αντικείμενα και τα επιμέρους συστατικά τους*

Ανοίγοντας την πόρτα με το κλειδί ο παίκτης έρχεται αντιμέτωπος με τον τελικό εχθρό, τον φύλακα της πύλης. Αφού τον νικήσει μπορεί να αποσπάσει από τα λάφυρα τον τελικό κρύσταλλο που απαιτείται για την κατασκευή του κλειδιού της πύλης και στη συνέχεια να ενεργοποιήσει τον οβελίσκο.



*Εικόνα 35: Αριστερά: Το τελικό συστατικό των ειδικών αντικειμένων Δεξιά: Η τελική πύλη*

## 6.5 Τρίτη σκηνή

Μετά την ενεργοποίηση του οβελίσκου ο χαρακτήρας του παιχνιδιού βρίσκεται ξανά στη Γη και συγκεκριμένα στο δωμάτιό του. Έχοντας φτάσει η ώρα για το διαγώνισμα Χημείας ο παίκτης πρέπει να μεταβεί στο σχολείο, αλληλεπιδρώντας με τις σκάλες του δωματίου.



## 6.6 Τελική σκηνή

Στην τελική σκηνή ο χαρακτήρας βρίσκεται στην τάξη του και πάνω στο θρανίο του υπάρχει το διαγώνισμα Χημείας για το οποίο προετοιμαζόταν. Αλληλεπιδρώντας με το τετράδιο ενεργοποιείται παράθυρο διαλόγου με 15 ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν. Με την ορθή ολοκλήρωση των ερωτήσεων στο σακίδιο του χαρακτήρα εμφανίζεται ένα κομμάτι τούρτας ως ανταμοιβή. Ο παίκτης με δεξί κλικ ενεργοποιεί το αντικείμενο και το παιχνίδι τελειώνει.



Εικόνα 36: Η τάξη που λαμβάνει χώρα το διαγώνισμα Χημείας κατά την τελική σκηνή.

## 6.7 Τίτλοι τέλους

Μετά την τελευταία σκηνή, εμφανίζονται οι τίτλοι τέλους με κυλιόμενη μορφή, με μερικές πληροφορίες που αφορούν την ανάπτυξη του παιχνιδιού. Στη συνέχεια φορτώνει ξανά το αρχικό μενού.



Εικόνα 37: Τίτλοι τέλους

## **7. Υλοποίηση του παιχνιδιού Elementium**

### **7.1 Εισαγωγή**

Το παιχνίδι υλοποιείται με περισσότερα από 70 scripts που αθροιστικά περιέχουν 265 κλάσεις και περίπου 5000 γραμμές κώδικα. Στις ενότητες που ακολουθούν γίνεται περιγραφή των κύριων μηχανισμών του παιχνιδιού και οι σημαντικότερες λειτουργίες των κλάσεων που περιέχονται στον κώδικα. Οι ενότητες 7.2.1 και 7.2.2 αφορούν την υλοποίηση του Σακιδίου (Inventory), των Αντικειμένων και της λειτουργικότητας του κύριου χαρακτήρα του παιχνιδιού. Η ενότητα 7.2.3 περιγράφει την υλοποίηση των εχθρών και του συστήματος μάχης. Στην ενότητα 7.2.4 περιγράφεται το σύστημα επιπέδων (Leveling) και στην ενότητα 7.2.5 το σύστημα λαφύρων (Looting). Στις ενότητες 7.2.6 και 7.2.7 αναφέρεται η δημιουργία των συστημάτων Αποστολών (Quests) και Συνταγών (Crafting) ενώ στην ενότητα 7.2.8 παρουσιάζεται η ανάπτυξη και λειτουργία της μπάρας προόδου. Οι δύο τελευταίες ενότητες (7.2.9 και 7.2.10) αφορούν το σύστημα Διαλόγων και Ερωτήσεων και το σύστημα Αποθήκευσης της προόδου του παίκτη.

### **7.2 Scripts και μηχανισμοί παιχνιδιού**

#### **7.2.1 Σακίδιο και Αντικείμενα**

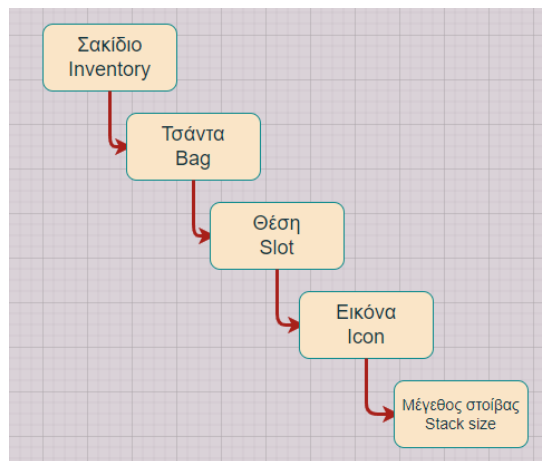
Το σακίδιο (Inventory) του χαρακτήρα είναι το παράθυρο που αποθηκεύονται όλα τα χημικά στοιχεία, οι χημικές ενώσεις και τα λοιπά αντικείμενα που ο παίκτης συγκεντρώνει κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Στην πλειοψηφία τους τα χημικά στοιχεία του παιχνιδιού ομαδοποιούνται σε στοίβες των 10 και τα φίλτρα HP και Mana σε στοίβες των 15, όπως υποδηλώνεται με τον λευκό αριθμό στο κάτω δεξί μέρος του αντίστοιχου εικονιδίου στην Εικόνα 38. Οι χημικές ενώσεις και τα ειδικά αντικείμενα δεν ομαδοποιούνται.



**Εικόνα 38:** Το Σακίδιο (Inventory)

Μέσα στο παράθυρο υπάρχουν 28 διαθέσιμες θέσεις για αντικείμενα τα οποία ο παίκτης μπορεί να τα μετακινεί σε οποιαδήποτε κενή θέση. Επίσης, μετακινώντας κάποια στοίβα χημικών στοιχείων πάνω σε άλλη στοίβα του ίδιου στοιχείου, αυτά ομαδοποιούνται μέχρι τον μέγιστο επιτρεπόμενο αριθμό, ενώ μετακινώντας οποιοδήποτε αντικείμενο πάνω σε κάποιο αντικείμενο διαφορετικού είδους, τότε αυτά αλλάζουν θέση μεταξύ τους.

Η υλοποίηση του Σακιδίου ακολουθεί την ιεραρχία που φαίνεται στην Εικόνα 39.



**Εικόνα 39:** Ιεραρχία υλοποίησης σακιδίου (Inventory)

Το σακίδιο περιέχει την τσάντα η οποία αρχικοποιείται με τις 28 θέσεις (slots) στις οποίες μπορούν να μπουν αντικείμενα. Για κάθε αντικείμενο που μπαίνει στο Σακίδιο, εμφανίζεται το κατάλληλο εικονίδιο στην αντίστοιχη θέση και πάνω από αυτό, στην κάτω δεξιά γωνία της θέσης, παρατίθεται το μέγεθος της στοίβας του αντικειμένου, εφόσον είναι μεγαλύτερο της μονάδας.

```

public bool AddItem(Item item)
{
    if (item.MyStackSize > 0)
    {
        if (PlaceInStack(item))
        {
            return true;
        }
    }
    return PlaceInEmpty(item);
}

private bool PlaceInEmpty(Item item)
{
    foreach (Bag bag in MyBags)
    {
        if (bag.MyBagScr.AddItem(item))
        {
            OnItemCountChanged(item);
            return true;
        }
    }
    return false;
}

private bool PlaceInStack(Item item)
{
    foreach (Bag bag in MyBags)
    {
        foreach (SlotScr slotScr in bag.MyBagScr.MySlots)
        {
            if (slotScr.StackItem(item))
            {
                OnItemCountChanged(item);
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

```

**Κώδικας 1:** Τμήμα του script που υλοποιεί το Inventory. Τοποθέτηση αντικειμένων σε θέσεις.

Μέσα στο script του Σακιδίου υπάρχει η κλάση AddItem υπεύθυνη για την σωστή τοποθέτηση κάθε νέου αντικειμένου σε κάποια καινούρια θέση, καλώντας την κλάση PlaceInEmpty ή σε θέση που υπάρχει αντικείμενο του ίδιου είδους, καλώντας την κλάση PlaceInStack.

Το script που υλοποιεί την Θέση του αντικειμένου περιέχει επίσης σημαντική λειτουργικότητα. Παρακάτω φαίνεται η κλάση OnPointerClick. Η κλάση αυτή καθορίζει τι γίνεται με τα αντικείμενα όταν ο παίκτης κάνει κλικ με το ποντίκι σε κάποια Θέση του Σακιδίου. Μετά από κατάλληλο έλεγχο καθορίζεται κατά πόσο ο παίκτης μπορεί να 'σηκώσει' ένα αντικείμενο από κάποια Θέση, αν δηλαδή η Θέση περιέχει κάποιο

αντικείμενο και αν δεν υπάρχει ήδη κάποιο άλλο αντικείμενο επιλεγμένο. Έπειτα, γίνεται έλεγχος που ορίζει τι θα γίνει σε περίπτωση που ο παίκτης έχει επιλέξει κάποιο αντικείμενο και κάνει κλικ πάλι σε κάποια Θέση. Με τη σειρά καλούνται οι κλάσεις PutItemBack, MergeItems, SwapItems και AddItems και ελέγχονται οι συνθήκες που περιέχουν. Ανάλογα με τη συνθήκη που θα ικανοποιηθεί πρώτη, το αντικείμενο αντίστοιχα μπορεί να επιστραφεί στην ίδια Θέση από την οποία επιλέχθηκε, μπορεί να ενωθεί με κάποια διαθέσιμη στοίβα ίδιου τύπου ή μπορεί να αλλάξει θέση με κάποιο αντικείμενο διαφορετικού τύπου.

```
public void OnPointerClick(PointerEventData eventData)
{
    if (eventData.button == PointerEventData.InputButton.Left)
    {
        if (InventoryScr.MyInstance.FromSlot == null && !IsEmpty)
        {
            HandScr.MyInstance.TakeMoveable(MyItem as IMoveable);
            InventoryScr.MyInstance.FromSlot = this;
        }
        else if (InventoryScr.MyInstance.FromSlot != null)
        {
            if (PutItemBack() || MergeItems(InventoryScr.MyInstance.FromSlot)
            || SwapItems(InventoryScr.MyInstance.FromSlot) ||
            AddItems(InventoryScr.MyInstance.FromSlot.MyItems))
            {
                HandScr.MyInstance.Drop();
                InventoryScr.MyInstance.FromSlot = null;
            }
        }
    }
    if (eventData.button == PointerEventData.InputButton.Right)
    {
        UseItem();
    }
}
```

**Κώδικας 2:** Τμήμα του script που υλοποιεί το Inventory. Η κλάση OnPointerClick.

Ακόμη από αυτό το script καλούνται και ενεργοποιούνται και τα tooltips που εμφανίζονται όταν ο παίκτης κάνει hover με το ποντίκι του πάνω από οποιοδήποτε αντικείμενο. Αυτό γίνεται καλώντας από την built-in κλάση OnPointerEnter, την κλάση ShowTooltip του script UIManager. Αντίστοιχα, από την built-in κλάση OnPointerExit καλείται η κλάση HideTooltip.

Το script Item.cs αποτελεί την υπερκλάση που υλοποιεί τη βασική λειτουργικότητα των αντικειμένων. Περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου όπως, το εικονίδιο του, την τιμή του, την περιγραφή κλπ καθώς επίσης και αναφορά στην Θέση του Σακιδίου

στην οποία βρίσκεται. Όλα τα αντικείμενα χρησιμοποιούν την υπερκλάση Item όμως διαφοροποιούνται ανάλογα το είδος τους. Τα χημικά στοιχεία περιέχουν σχετικά πεδία με πληροφορίες και αντίστοιχη περιγραφή στο tooltip. Τα φίλτρα HP και MP περιέχουν την επιπλέον λειτουργία Use, η οποία επιτρέπει τη χρήση τους από τον παίκτη για την αναπλήρωση πόντων ζωής ή mana, αντίστοιχα.

Το script Item περιέχει επίσης τη γραμμή κώδικα:

```
public enum Type {Element, Common, Legendary}
```

Η γραμμή αυτή δημιουργεί ένα enumeration για τον τύπο του αντικειμένου. Τα enumerations είναι ένα είδος ‘κλάσης’ που αντιπροσωπεύει μια ομάδα σταθερών read-only τιμών. Από τη στιγμή που ορίζεται ένα enumeration μπορεί να χρησιμοποιείται όπως οποιοσδήποτε άλλος τύπος δεδομένου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το enumeration περιέχει τις τιμές ‘Element’, ‘Common’ και ‘Legendary’. Οι τιμές αυτές προστίθενται σε κάθε Item μέσα από τον Inspector της Unity, με αποτέλεσμα ο τίτλος του Item στο tooltip να εμφανίζεται πράσινος, λευκός και μωβ αντίστοιχα. Αυτό γίνεται με τη χρήση του RichText της Unity.

## 7.2.2 Κύριος χαρακτήρας

Το script Player.cs είναι υπεύθυνο για όλη τη λειτουργικότητα του κεντρικού χαρακτήρα του παιχνιδιού. Σε αυτό το script γίνεται η αρχικοποίηση των τιμών του χαρακτήρα (ζωή, mana, πόντοι εμπειρίας, επίπεδο, χρυσός) και καθορίζονται τα κουμπιά που κινούν τον παίκτη (W, A, S, D ή τα βέλη του πληκτρολογίου). Επίσης εδώ καθορίζεται και ο τρόπος με τον οποίο γίνονται οι επιθέσεις του χαρακτήρα, όπως φαίνεται στον Κώδικα 3. Στον κώδικα παρουσιάζεται η υπο-ρουτίνα Attack η οποία αρχικοποιεί μια επίθεση στη σκηνή και ενεργοποιεί τα αντίστοιχα animations. Επίσης, όπως αναλύεται στην επόμενη ενότητα (7.2.3), οι δύο διαθέσιμες επιθέσεις διαρκούν κάποιο χρονικό διάστημα μέχρι να εκτελεστούν, κάτι που ρυθμίζεται με τη μέθοδο WaitForSeconds. Οι επιθέσεις εκτοξεύονται από συγκεκριμένα σημεία (exit points), ανάλογα την κατεύθυνση που κοιτάζει ο παίκτης και καταναλώνουν πόντους mana.

```

private IEnumerator Attack(int spellIndex)
{
    Spell newSpell = SpellBook.MyInstance.CastSpell(spellIndex);
    if (newSpell.MyManaCost <= mana.MyCurrentValue)
    {
        Transform currentTarget = MyTarget.MyHitBox;
        IsAttacking = true;
        MyAnimator.SetBool("attack", IsAttacking);

        yield return new WaitForSeconds(newSpell.MyCastTime);
        if (currentTarget != null && InLineOfSight())
        {
            SpellScript spell = Instantiate(newSpell.MySpellPrefab,
            exitPoints[exitIndex].position, Quaternion.identity).GetComponent<SpellScript>();
            if (spellIndex == 0)
            {
                spellDamage = newSpell.MyDamage;
                mana.MyCurrentValue -= newSpell.MyManaCost;
                spell.Initialize(currentTarget, spellDamage, this);
            }
            else if (spellIndex == 1)
            {
                spellDamage = newSpell.MyDamage;
                mana.MyCurrentValue -= newSpell.MyManaCost;
                spell.Initialize(currentTarget, spellDamage, this);
            }
        }
    }
    StopAction();
}

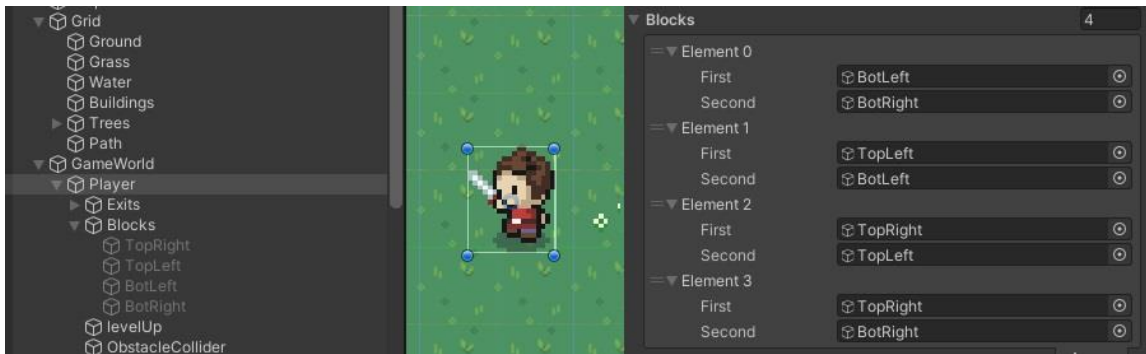
public void CastSpell(int spellIndex)
{
    Block();

    if (MyTarget != null)
    {
        if (!IsAttacking && !isMoving && InLineOfSight())
        {
            if (MyTarget.GetComponentInParent<Character>().IsAlive)
            {
                actionRoutine = StartCoroutine(Attack(spellIndex));
            }
        }
    }
}
}

```

**Κώδικας 3:** Τμήμα του script που υλοποιεί τον κύριο χαρακτήρα. Η κλάση που αφορά την επίθεση.

Ο παίκτης μπορεί να επιτεθεί μόνο αν έχει επιλεγμένο κάποιον από τους εχθρούς του παιχνιδιού και μόνο αν κοιτάζει προς αυτόν τον εχθρό. Αυτό επιτυγχάνεται με το RayCasting, μια λεπτή αόρατη γραμμή μεταξύ δύο σημείων του παιχνιδιού και colliders που διακόπτουν τη γραμμή ορατότητας. Οι colliders είναι απλά ορθογώνια δισδιάστατα sprites τοποθετημένα γύρω από τον παίκτη υπό γωνία 45°, έτσι ώστε να τον περικλείουν σε ένα τετράγωνο.



*Εικόνα 40: Οι colliders που περιορίζουν την ορατότητα του παίκτη.*

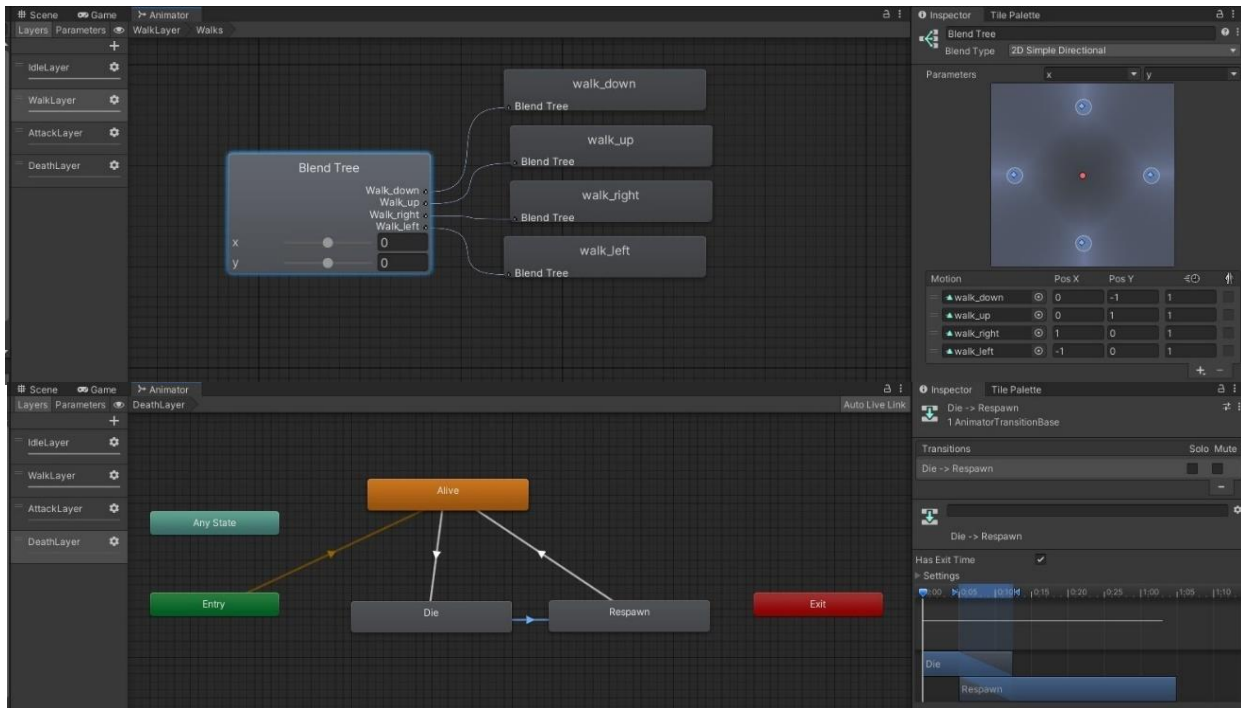
Οι colliders ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται σε ζευγάρια, ανάλογα με το που κοιτάει ο χαρακτήρας. Για παράδειγμα, αν ο χαρακτήρας μετακινείται προς τα πάνω πρέπει να ενεργοποιούνται οι κάτω δεξιά και κάτω αριστερά colliders, ώστε να μην μπορεί να ‘δει’ και να επιτεθεί προς τα πίσω. Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των colliders γίνεται με ξεχωριστό script, το οποίο δεν χρειάζεται να συνδεθεί με κάποιο αντικείμενο άρα δεν κληρονομεί από το MonoBehaviour.

Ακόμη, το script Player είναι μεταξύ άλλων υπεύθυνο για την επανεμφάνιση του χαρακτήρα στην αρχική θέση του, σε περίπτωση που χάσει από κάποιον εχθρό και επίσης για την ανανέωση των πόντων ζωής και mana όταν ο χαρακτήρας βγαίνει από την κατάσταση μάχης.

Το script Player.cs κληρονομεί από το script Character.cs όπου υπάρχει η κοινή λειτουργικότητα του κεντρικού χαρακτήρα και των εχθρών. Τόσο ο παίκτης όσο και οι εχθροί έχουν επίπεδα (layers) καταστάσεων. Υπάρχουν τέσσερα διακριτά επίπεδα που αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές καταστάσεις των κινούμενων χαρακτήρων του παιχνιδιού. Το IdleLayer είναι ενεργοποιημένο όταν ο χαρακτήρας στέκεται στάσιμος χωρίς να κινείται ενώ παίζει το αντίστοιχο idle animation. Το WalkLayer ενεργοποιείται τη στιγμή που ο χαρακτήρας αρχίζει να κινείται και παραμένει ενεργό μέχρι να σταματήσει, οπότε ενεργοποιείται ξανά το IdleLayer. Στο WalkLayer εναλλάσσονται τα walk animations του εκάστοτε χαρακτήρα, ανάλογα με την κατεύθυνση που ακολουθεί (Εικόνα 41 πάνω). Αντίστοιχη περίπτωση είναι και το επίπεδο AttackLayer που αφορά τις επιθέσεις του κάθε χαρακτήρα, ανάλογα την κατεύθυνση που κοιτάει. Τέλος, υπάρχει το DeathLayer που αφορά την κατάσταση του χαρακτήρα όταν αυτός χάνει στη μάχη. Ο κάθε χαρακτήρας βρίσκεται στην φάση Alive όσο οι πόντοι ζωής του είναι μεγαλύτεροι από μηδέν. Αν οι πόντοι ζωής μηδενιστούν, η σχετική Boolean μεταβλητή (‘die’) γίνεται Αληθής και ο χαρακτήρας μεταβαίνει στη φάση Die. Στη συνέχεια, μετά από μικρό



χρονικό διάστημα, διαφορετικό για τον κύριο χαρακτήρα και για τους εχθρούς, μεταβαίνει στην φάση Respawn και έπειτα πάλι στην αρχική φάση Alive, με τη μεταβλητή ‘die’ να γίνεται Ψευδής.



**Εικόνα 41:** Πάνω: Η υλοποίηση του επιπέδου WalkLayer που αφορά την κίνηση του παίκτη. Κάτω: Η αντίστοιχη υλοποίηση του DeathLayer

### 7.2.3 Εχθροί και σύστημα μάχης

Για να επιτεθεί στους εχθρούς ο παίκτης πρέπει αρχικά με το δεξί κλικ του ποντικιού να επιλέξει τον εχθρό. Επιλέγοντας εμφανίζεται στο πάνω μέρος της οθόνης το κατάλληλο γραφικό που ενημερώνει τον παίκτη για τους πόντους ζωής του εχθρού. Στη συνέχεια ο παίκτης μπορεί να επιτεθεί πατώντας τα κουμπιά 1 ή 2 στο πληκτρολόγιο ή πατώντας με το ποντίκι πάνω στα εικονίδια των ικανοτήτων κάτω αριστερά στην οθόνη του. Με την επιλογή κάποιας από τις δύο διαθέσιμες ικανότητες, εμφανίζεται μπάρα που πληροφορεί τον παίκτη για την εξέλιξη της επίθεσης. Η πρώτη επίθεση (Fireball) πραγματοποιείται μετά από 1,5 δευτερόλεπτα, κοστίζει 10 πόντους mana και κάνει ζημιά 10 πόντων HP στον εχθρό ενώ η δεύτερη επίθεση (Iceball) πραγματοποιείται μετά από 3 δευτερόλεπτα, κοστίζει 30 πόντους mana και κάνει ζημιά 25 πόντων HP στον εχθρό. Ο παίκτης πρέπει να επιλέξει τις ικανότητες που θα χρησιμοποιήσει προσεκτικά καθώς οι πόντοι mana που διαθέτει είναι περιορισμένοι, ιδιαίτερα στην αρχή του παιχνιδιού. Κατά την εκτέλεση και

των δυο επιθέσεων, ενεργοποιείται η μπάρα προόδου που ενημερώνει τον παίκτη για την επίθεση που έχει επιλέξει και για τον υπολειπόμενο χρόνο μέχρι την ολοκλήρωσή της (ενότητα 7.2.8). Αφού ο εχθρός νικηθεί, μπαίνει στην κατάσταση ύπνου, δίνοντας στον παίκτη τη δυνατότητα να αποσπάσει τα λάφυρα. Ο εχθρός μετά από 2.5 λεπτά ξυπνάει και επανέρχεται στην αρχική του θέση, σύμφωνα και με το σύστημα που προαναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Ο παίκτης μπορεί να επιλέξει να τον αντιμετωπίσει ξανά, αν χρειαστεί, όμως τη δεύτερη φορά δεν υπάρχουν λάφυρα.



*Εικόνα 42: Στιγμιότυπα πραγματοποίησης μιας επίθεσης.*

Οι βασικοί εχθροί του παιχνιδιού είναι τρεις. Τα απλά Δέντρα, Τα Δέντρα που εκτοξεύουν φύλλα και τα γρήγορα Δέντρα. Υπάρχουν ακόμη τέσσερις εχθροί – αρχηγοί και ο τελικός εχθρός, ο Μινώταυρος, που βρίσκεται πριν την τελική πύλη.



*Εικόνα 43: Οι βασικοί εχθροί του παιχνιδιού*

Οι βασικοί εχθροί συναντώνται σε διαφορετικές περιοχές, όμως στην τελική περιοχή της κύριας σκηνής ο χαρακτήρας τους αντιμετωπίζει όλους.

Οι εχθροί διαθέτουν εμβέλεια, με τη μορφή ενός CircleCollider2D. Αν ο παίκτης πλησιάσει αρκετά, ο εχθρός τον ακολουθεί και προσπαθεί να του επιτεθεί. Αν ο παίκτης επιλέξει να αποφύγει τη μάχη και να τρέξει, μετά από λίγο ο εχθρός εγκαταλείπει και επιστρέφει στην αρχική του θέση. Κατά τη διάρκεια επιστροφής στη θέση του, ο παίκτης δεν μπορεί να προξενήσει ζημιά στον εχθρό.

Όταν ο κύριος χαρακτήρας του παιχνιδιού επιτεθεί στον εχθρό ή πλησιάσει αρκετά και ξεπεράσει την εμβέλεια του εχθρού, ο παίκτης εισέρχεται σε κατάσταση μάχης και

ενημερώνεται με σχετικό μήνυμα που αιωρείται πάνω από τον χαρακτήρα. Στην κατάσταση αυτή ο χαρακτήρας δεν αναπληρώνει πόντους ζωής και mana με την πάροδο του χρόνου. Για να ενεργοποιηθεί ξανά αυτή η λειτουργικότητα ο παίκτης θα πρέπει είτε να ξεφύγει από τον εχθρό είτε να τον νικήσει. Εκτός μάχης, ο χαρακτήρας αναπληρώνει το 5% των μέγιστων πόντων ζωής και mana, κάθε 1.5 δευτερόλεπτο, όπως φαίνεται και στην υπο-ρουτίνα του Κώδικα 4.

```

public override void AddAttacker(Character attacker)
{
    int count = Attackers.Count;
    base.AddAttacker(attacker);
    if (count == 0)
    {
        InCombat = true;
        CombatTextManager.MyInstance.CreateText(transform.position, "ENTER
COMBAT", cType.TEXT);
    } }
public override void RemoveAttacker(Character attacker)
{
    base.RemoveAttacker(attacker);
    if (Attackers.Count == 0)
    {
        InCombat = false;
        CombatTextManager.MyInstance.CreateText(transform.position, "EXIT
COMBAT", cType.TEXT);
    }
}
private IEnumerator Regen()
{
    while (true)
    {
        if (!InCombat)
        {
            if (health.MyCurrentValue < health.MyMaxValue)
            {
                int value = Mathf.FloorToInt(health.MyMaxValue * 0.05f);
                health.MyCurrentValue += value;

                CombatTextManager.MyInstance.CreateText(transform.position,
value.ToString(), cType.HEAL);
            }
            yield return new WaitForSeconds(0.5f);
            if (mana.MyCurrentValue < mana.MyMaxValue)
            {
                int value = Mathf.FloorToInt(mana.MyMaxValue * 0.05f);
                mana.MyCurrentValue += value;
                CombatTextManager.MyInstance.CreateText(transform.position,
value.ToString(), cType.MANA);
            }
            yield return new WaitForSeconds(1.5f);
        }
    }
}

```

**Κώδικας 4:** Στιγμιότυπο κώδικα που αφορά την αναπλήρωση πόντων ζωής και mana.

## 7.2.4 Σύστημα επιπέδων

Εκτός της μπάρας ζωής του εχθρού, με την επιλογή του με το ποντίκι, εμφανίζεται και η πληροφορία για το επίπεδο του. Ο αριθμός που αντιπροσωπεύει το επίπεδο του εχθρού εμφανίζεται με διαφορετικό χρώμα, με βάση τη διαφορά επιπέδων παίκτη – εχθρού. Οι τύποι που υπολογίζουν το χρώμα φαίνονται στον Πίνακα 3.

**Πίνακας 3:** Δημιουργία διαφορετικού χρώματος για την ένδειξη επιπέδου του εχθρού

Χρώμα	Τύπος υπολογισμού χρώματος
Μωβ	$\text{Επίπεδο εχθρού} \geq \text{Επίπεδο παίκτη} + 5$
Κόκκινο	$\text{Επίπεδο εχθρού} = \text{Επίπεδο παίκτη} + 3$ ή $\text{Επίπεδο εχθρού} = \text{Επίπεδο παίκτη} + 4$
Κίτρινο	$\text{Επίπεδο εχθρού} \geq \text{Επίπεδο παίκτη} - 2$ και $\text{Επίπεδο εχθρού} \leq \text{Επίπεδο παίκτη} + 2$
Πράσινο	$\text{Επίπεδο εχθρού} \leq \text{Επίπεδο παίκτη} - 3$ και $\text{Επίπεδο εχθρού} > \text{Gray Level}$
Γκρί	Οποιαδήποτε άλλη περίπτωση

Οι εχθροί σταματούν να δίνουν πόντους εμπειρίας αν το επίπεδό τους είναι πολύ μικρότερο από αυτό του παίκτη. Το επίπεδο του εχθρού στο οποίο συμβαίνει αυτό ονομάζεται Gray level και εξαρτάται καθαρά από το επίπεδο του κύριου χαρακτήρα (Πίνακας 4).

**Πίνακας 4:** Τύπος υπολογισμού Gray level

Επίπεδο κύριου χαρακτήρα	Τύπος υπολογισμού Gray Level
1 - 5	0
6 - 49	$(\text{Επίπεδο παίκτη} / 10) - 5$
50	$\text{Επίπεδο παίκτη} - 10$
51 - 59	$(\text{Επίπεδο παίκτη} / 5) - 1$
>59	$\text{Επίπεδο παίκτη} - 9$

Για κάθε επίπεδο του κύριου χαρακτήρα, ο αριθμός των πόντων εμπειρίας που κερδίζεται από τους εχθρούς χαμηλού επιπέδου, είναι μια γραμμική συνάρτηση με το επίπεδο του εχθρού. Ο αριθμός των πόντων εμπειρίας φτάνει στο μηδέν όταν η διαφορά μεταξύ των επιπέδων του κύριου χαρακτήρα και του εχθρού φτάνει ένα συγκεκριμένο αριθμό. Αυτός ο αριθμός λέγεται Zero Difference και φαίνεται στον Πίνακα 5 σε αντιστοιχία με το επίπεδο του κύριου χαρακτήρα.

**Πίνακας 5:** Υπολογισμός Zero Difference

Επίπεδο κύριου χαρακτήρα	Zero Difference
1-7	5
8-9	6
10-11	7
12-15	8
16-19	9
20-29	11
30-39	12
40-44	13
45-49	14
50-54	15
55-59	16
60+	17

Ο γενικός τύπος που καθορίζει την τιμή των πόντων εμπειρίας που ο παίκτης χρειάζεται για να κερδίσει ένα επίπεδο προκύπτει από την εξίσωση:

$$XP = 100 * PlayerLevel * (PlayerLevel^{0.5})$$

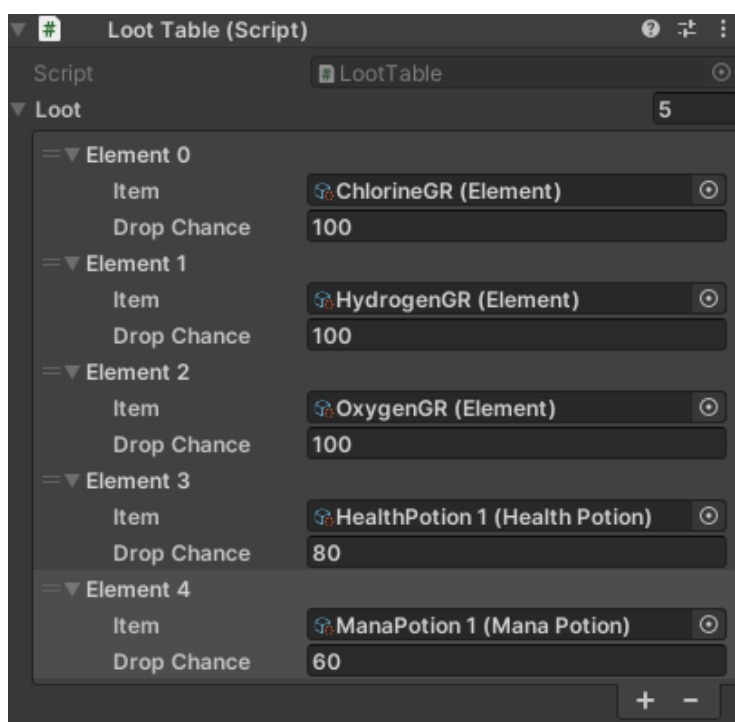
```
public IEnumerator LevelUP()
{
    while (!MyXP.IsXPFull)
    {
        yield return null;
    }
    GetComponent<AudioSource>().Play();
    MyLevel++;
    levelUp.SetTrigger("levelUp");
    levelText.text = MyLevel.ToString();
    MyXP.MyMaxValue = 100 * MyLevel * Mathf.Pow(MyLevel, 0.5f);
    MyXP.MyMaxValue = Mathf.Floor(MyXP.MyMaxValue);
    MyXP.MyCurrentValue = MyXP.MyOverflow;
    MyXP.Reset();
    MyMana.MyMaxValue += 10;
    MyMana.MyCurrentValue = MyMana.MyMaxValue;
    MyHealth.MyMaxValue += 10;
    MyHealth.MyMaxValue = MyHealth.MyMaxValue;
    if (MyXP.MyCurrentValue >= MyXP.MyMaxValue)
    {
        StartCoroutine(LevelUP());
    }
}
```

**Κώδικας 5:** Τμήμα κώδικα που αφορά την αύξηση του επιπέδου του κύριου χαρακτήρα

Οι τύποι που υπολογίζουν τα παραπάνω έχουν τη βάση τους στο αντίστοιχο σύστημα του παιχνιδιού WoW (WoWwiki).

## 7.2.5 Λάφυρα

Όταν ο παίκτης νικήσει κάποιον εχθρό ή εντοπίσει κάποιο σεντούκι, μπορεί να πλησιάσει και με το δεξί κλικ του ποντικιού να ανοίξει το παράθυρο που εμφανίζονται τα λάφυρα. Τα λάφυρα εμπεριέχουν μια μεταβλητή dropChance που υποδηλώνει την πιθανότητα να βρει ο παίκτης τα συγκεκριμένα αντικείμενα. Όπως φαίνεται και στο παράδειγμα ενός εχθρού της Εικόνας 44, ο παίκτης μπορεί να παίρνει ως λάφυρα με 100% πιθανότητα τα χημικά στοιχεία Cl, H και O, όμως τα φίλτρα ζωής και mana μπορούν να βρεθούν με πιθανότητες 80% και 60% αντίστοιχα. Το ίδιο script χρησιμοποιείται και στην υλοποίηση των σεντουκιών που βρίσκονται διάσπαρτα στο παιχνίδι.



Εικόνα 44: Η υλοποίηση του συστήματος λαφύρων

## 7.2.6 Σύστημα αποστολών

Στη διάρκεια του παιχνιδιού ο παίκτης συναντά χαρακτήρες NPC που του αναθέτουν αποστολές. Οι αποστολές πρέπει να ολοκληρωθούν στο σύνολό τους, σε όλη την έκταση του παιχνιδιού, για να τερματίσει το παιχνίδι. Οι αποστολές χωρίζονται σε δυο κύριες κατηγορίες:

Αποστολές συλλογής αντικειμένων, με υποκατηγορίες

- Αποστολές όπου πρέπει να δημιουργηθεί μια χημική ένωση
- Αποστολές όπου πρέπει να συλλεχθούν χημικά στοιχεία

- ο Αποστολές όπου πρέπει να βρεθούν ειδικά αντικείμενα αποστολών ή κλειδιά

#### Αποστολές εξόντωσης εχθρών

- ο Σε αυτές τις αποστολές ο παίκτης πρέπει να εντοπίσει και να νικήσει το είδος και τον αριθμό των εχθρών που αναγράφεται στην αποστολή.

```
[System.Serializable]
public class CollectObjective : Objective
{
    public void UpdateItemCount(Item item)
    {
        if (MyType.ToLower() == item.MyTitle.ToLower())
        {
            MyCurrentAmount = InventoryScr.MyInstance.GetItemCount(item.MyTitle);
            if (MyCurrentAmount <= MyAmount)
            {
                MessageFeedManager.MyInstance.WriteMessage(string.Format("{0}:
{1}/{2}", item.MyTitle, MyCurrentAmount, MyAmount));
            }
            QuestLog.MyInstance.CheckCompletion();
            QuestLog.MyInstance.UpdateSelected();
        }
    }
    public void UpdateItemCount()
    {
        MyCurrentAmount = InventoryScr.MyInstance.GetItemCount(MyType);
        QuestLog.MyInstance.CheckCompletion();
        QuestLog.MyInstance.UpdateSelected();
    }
    public void Complete()
    {
        Stack<Item> items = InventoryScr.MyInstance.GetItems(MyType, MyAmount);
        foreach (Item item in items)
        {
            item.Remove();
        }
    }
}
[System.Serializable]
public class KillObjective : Objective
{
    public void UpdateKillCount(Character character)
    {
        if (MyType == character.type)
        {
            if (MyCurrentAmount < MyAmount)
            {
                MyCurrentAmount++;
                MessageFeedManager.MyInstance.WriteMessage(string.Format("{0}:
{1}/{2}", character.MyType, MyCurrentAmount, MyAmount));
                QuestLog.MyInstance.CheckCompletion();
                QuestLog.MyInstance.UpdateSelected();
            }
        }
    }
}
}}}
```

**Κώδικας 6:** Τμήμα κώδικα που υλοποιεί το σύστημα αποστολών του παιχνιδιού

Όταν ο παίκτης αποδεχθεί κάποια αποστολή, αυτή μεταφέρεται στο παράθυρο ‘Αποστολές’ και δίπλα στο όνομά της προστίθεται αυτόματα ένας αριθμός που σημειώνει

την περιοχή όπου βρίσκεται ο χαρακτήρας NPC στον οποίο ανήκει η αποστολή. Ο παίκτης πατώντας το πλήκτρο Q μπορεί ανά πάσα στιγμή, ενώ παίζει το παιχνίδι, να ανατρέξει στις αποστολές του. Επιλέγοντας κάποια από τις αποστολές της λίστας, εμφανίζονται πληροφορίες όπως το ζητούμενο της αποστολής, η ανταμοιβή σε πόντους εμπειρίας και χρυσό, καθώς επίσης και το αντικείμενο – ανταμοιβή, στις περιπτώσεις που υπάρχει. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα απόρριψης της επιλεγμένης αποστολής. Όταν τα ζητούμενα της αποστολής ολοκληρωθούν, δίπλα στο όνομα εμφανίζεται η λέξη ‘OK’ με κόκκινο χρώμα. Αυτό σημαίνει ότι ο παίκτης πρέπει να επιστρέψει στον χαρακτήρα NPC από τον οποίο αποδέχθηκε την αποστολή για να λάβει την ανταμοιβή.

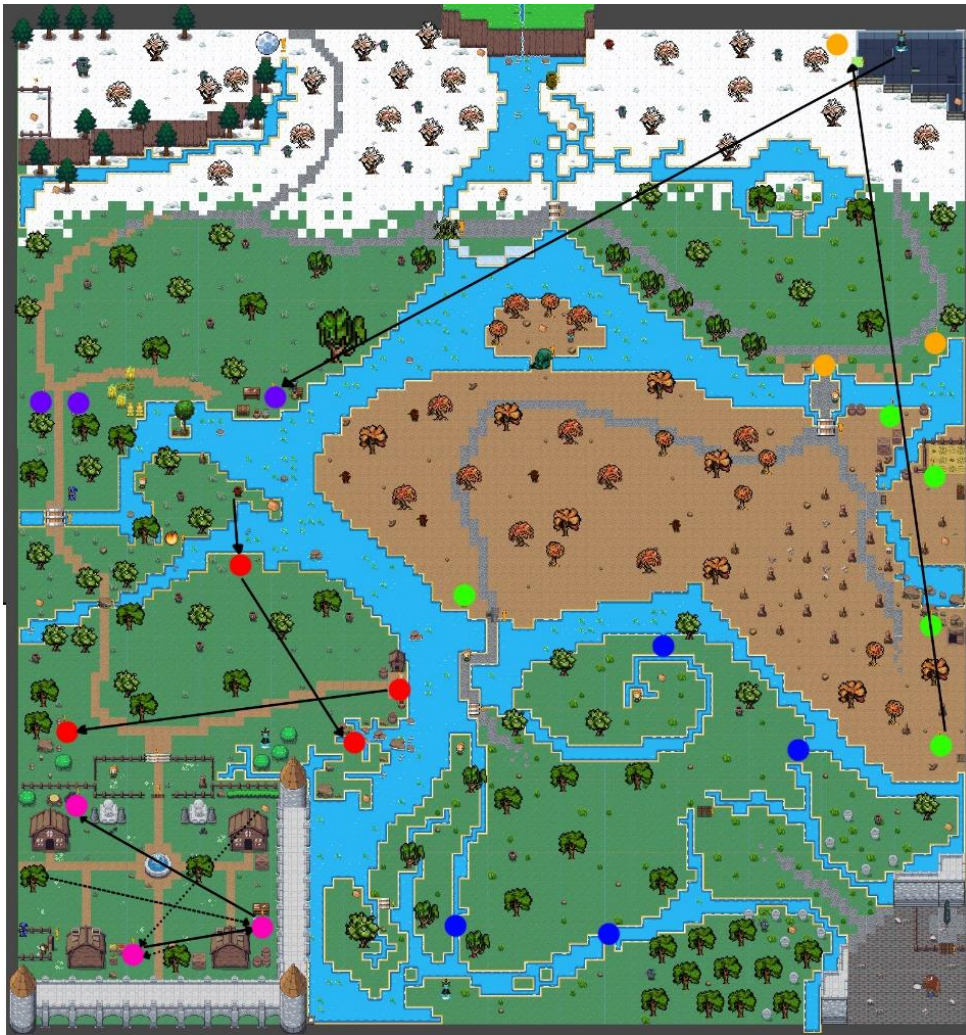
Οι χαρακτήρες που έχουν διαθέσιμες αποστολές σημειώνονται με ένα κίτρινο θαυμαστικό. Αν ο παίκτης αποδεχθεί την αποστολή και μέχρι την ολοκλήρωσή της, το θαυμαστικό αλλάζει σε γκρι ερωτηματικό. Με την ολοκλήρωση της αποστολής το ερωτηματικό γίνεται κίτρινο, μέχρι τη στιγμή που ο παίκτης επιστρέφει για τη διεκδίκηση της ανταμοιβής.



*Εικόνα 45: Τα τρία διαφορετικά σύμβολα που ενημερώνουν τον παίκτη για την εξέλιξη των αποστολών*

Μερικές από τις αποστολές περιέχουν ζητούμενα που βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 46, οι αποστολές της Περιοχής 0, όπου οι χαρακτήρες NPC σημειώνονται με ροζ χρώμα, είναι αλληλοεξαρτώμενες και ολοκληρώνονται στα μέσα στα όρια της Περιοχής. Ομοίως και οι αποστολές της Περιοχής 1. Αντίθετα, στην Περιοχή 2 υπάρχει μια αποστολή για την οποία ο παίκτης πρέπει να αποκτήσει πρόσβαση στο περικλειστο τμήμα της Περιοχής 3, που αυτό με τη σειρά του απαιτεί την ολοκλήρωση μιας αποστολής από την Περιοχή 4.





*Εικόνα 46: Χάρτης του παιχνιδιού με σημειωμένες μερικές αλληλεξαρτώμενες αποστολές.*

### **7.2.7 Σύστημα συνταγών**

Ο παίκτης από την αρχή του παιχνιδιού έχει πρόσβαση στο παράθυρο των συνταγών. Από αυτό μπορεί να βρει την κατάλληλη χημική ένωση που χρειάζεται για κάποια αποστολή ή εμπόδιο και να επιλέξει την κατασκευή της με το κουμπί ‘Φτιάξε’. Στο δεξί τμήμα του παραθύρου φαίνεται το πλήθος των απαιτούμενων συστατικών για την κατασκευή. Ακόμη, παρέχονται επιπλέον πληροφορίες όπως για παράδειγμα η κοινή χρήση της εκάστοτε ένωσης ή αντικειμένου. Συνολικά στο παιχνίδι υπάρχουν 18 χημικά στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία 22 διαφορετικών χημικών ενώσεων.



*Εικόνα 47: Τα παράθυρα Αποστολών και Συνταγών*

Όταν εκτελεστεί μια συνταγή και το αντικείμενο που παράχθηκε προστεθεί με επιτυχία στο Σακίδιο, ενημερώνεται και το πλήθος των αντικειμένων που χρειάστηκαν για τη συνταγή. Όσο η συνταγή εκτελείται, ενεργοποιείται η μπάρα προόδου, όπως και με την περίπτωση της επίθεσης του παίκτη.

```
public void AddItemsToInventory()
{
    if (InventoryScr.MyInstance.AddItem(craftItemInfo.MyItem))
    {
        foreach (CraftingMaterial material in selectedRecipe.MyMaterials)
        {
            for (int i = 0; i < material.MyCount; i++)
            {
                InventoryScr.MyInstance.RemoveItem(material.MyItem);
            }
        }
    }
}
```

*Κώδικας 7: Τμήμα κώδικα που αφορά την ενημέρωση του Inventory κατά την ολοκλήρωση μιας συνταγής*

## 7.2.8 Μπάρα προόδου

Η μπάρα προόδου εμφανίζεται στο κάτω αριστερά μέρος της οθόνης όταν ο παίκτης επιλέξει να δημιουργήσει κάποια συνταγή ή όταν επιτεθεί σε κάποιον εχθρό με μια από τις δύο διαθέσιμες επιθέσεις. Η μπάρα προόδου, που φαίνεται στην Εικόνα 45 κάτω από το παράθυρο των αποστολών, ενημερώνει τον παίκτη για την κατάσταση της επίθεσης ή της δημιουργίας της συνταγής. Συγκεκριμένα, εμφανίζει το όνομα της συνταγής ή της

επίθεσης και τον υπολειπόμενο χρόνο για την ολοκλήρωση. Ακόμη, οπτικοποιεί τον υπολειπόμενο χρόνο με διαφορετικό χρώμα για τις δυο επιθέσεις (πορτοκαλί και μπλε) και διαφορετικό για τις συνταγές (πράσινο).

```
private IEnumerator Progress()
{
    float timePassed = Time.deltaTime;
    float rate = 1.0f / selectedRecipe.MyCastTime;
    float progress = 0.0f;
    Color tmp = castingBar.color;
    tmp = selectedRecipe.MyBarColor;
    cgFill.alpha = 1;
    castingBar.color = tmp;
    castingBar.fillAmount = 0;
    name2.text = selectedRecipe.MyTitle;
    icon.sprite = selectedRecipe.MyIcon;
    this.GetComponent<CanvasGroup>().blocksRaycasts = false;
    while (progress <= 1.0)
    {
        castingBar.fillAmount = Mathf.Lerp(0, 1, progress);
        progress += rate * Time.deltaTime;
        timePassed += Time.deltaTime;
        castTime.text = (selectedRecipe.MyCastTime -
timePassed).ToString("f2");
        if (selectedRecipe.MyCastTime - timePassed < 0)
        {
            castTime.text = "0.0";
            this.GetComponent<CanvasGroup>().alpha = 1;
            this.GetComponent<CanvasGroup>().blocksRaycasts = true;
        }
        yield return null;
    }
    cgFill.alpha = 0;
}
```

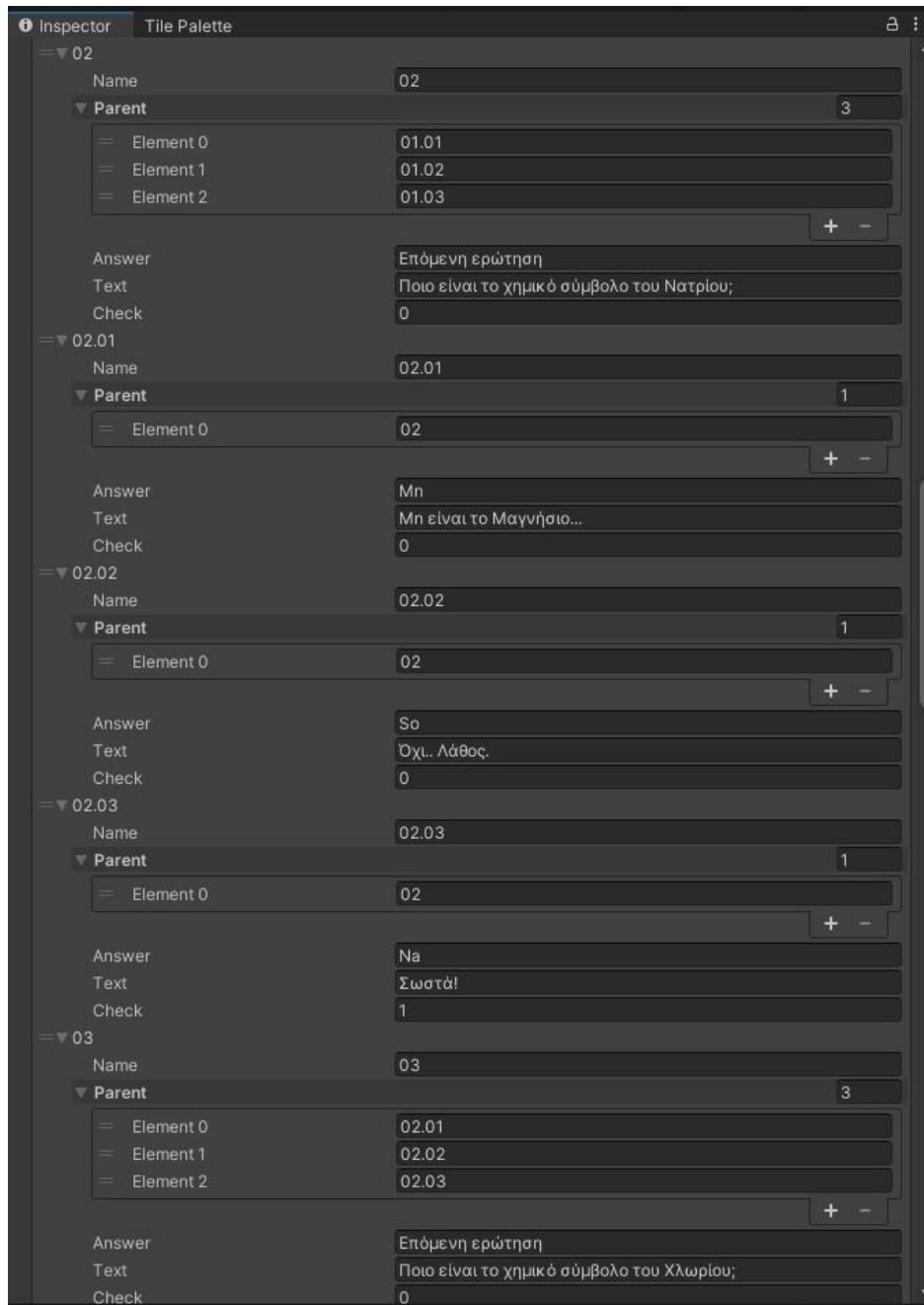
*Κώδικας 8: Τμήμα κώδικα που υλοποιεί την μπάρα προόδου*

## 7.2.9 Σύστημα διαλόγων και ερωτήσεων

Το σύστημα διαλόγων αποτελεί πολύ σημαντικό τμήμα του παιχνιδιού, όχι μόνο γιατί δημιουργεί τους διαλόγους που είναι απαραίτητοι για την ομαλή αναπαραγωγή του σεναρίου αλλά και επειδή σε αυτό το σύστημα βασίζεται η αλληλουχία ερωτήσεων γνώσης που ο παίκτης συναντά κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού.

Στο τέλος κάθε περιοχής του παιχνιδιού ο χρήστης συναντά μια κλειδωμένη πόρτα. Ο μόνος τρόπος να ανοίξει η πόρτα αυτή είναι το ειδικό κλειδί που αποτελεί την ανταμοιβή στη σωστή απάντηση όλων των ερωτήσεων του χαρακτήρα NPC. Οι ερωτήσεις είναι σε μορφή πολλαπλής επιλογής, με 2 ή 3 απαντήσεις. Συνολικά υπάρχουν 70 διαφορετικές

ερωτήσεις που ο παίκτης καλείται να απαντήσει σωστά. Το σύστημα ερωτήσεων ακολουθεί σε γενικές γραμμές το σύστημα διαλόγων.

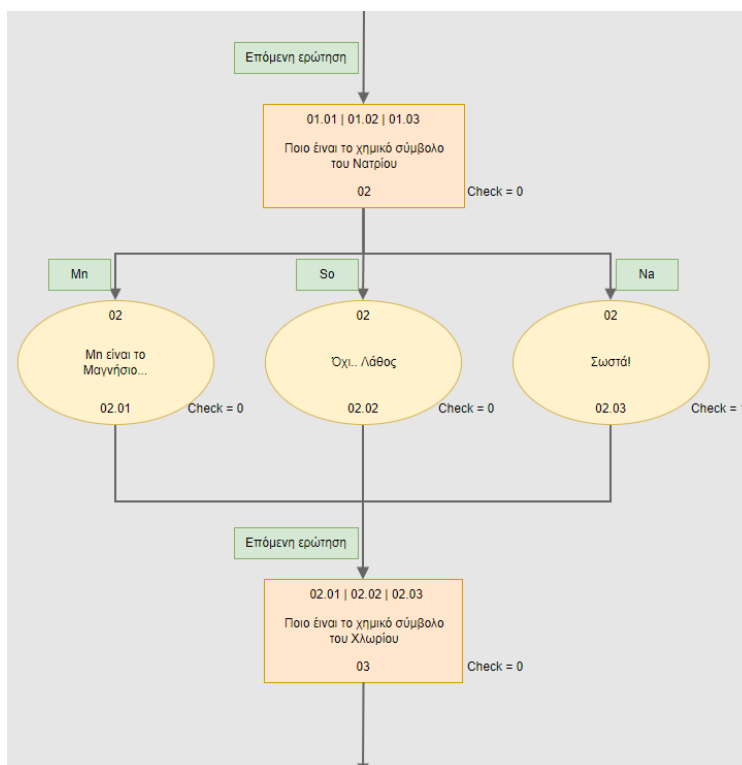


**Εικόνα 48:** Τμήμα του περιβάλλοντος της Unity που φαίνεται μια ακολουθία των ερωτήσεων γνώσης με τρεις πιθανές απαντήσεις

Το σύστημα διαλόγων βασίζεται σε κόμβους που δημιουργούνται μέσα στο περιβάλλον της Unity, στην περιοχή του Inspector. Κάθε κόμβος αποτελείται από το κείμενο, την απάντηση, μια αναφορά στον κόμβο-γονέα και ένα boolean πεδίο 'Check'.

Στον παίκτη εμφανίζεται η ερώτηση και οι πιθανές απαντήσεις. Επιλέγοντας κάποια από τις απαντήσεις, μεταφέρεται στον αντίστοιχο κόμβο και λαμβάνει κατάλληλη

απάντηση σχετικά με την ορθότητα ή μη, της επιλογής. Στο δεξί μέρος, σαν μοναδική επιλογή σε αυτό το σημείο, εμφανίζεται το κείμενο ‘Επόμενη ερώτηση’ που μεταφέρει το διάλογο στον επόμενο κόμβο-ερώτηση. Κάθε κόμβος-απάντηση έχει ως γονέα τον προηγούμενο κόμβο ερώτηση και κάθε κόμβος-ερώτηση έχει ως γονέα τους κόμβους-απαντήσεις της προηγούμενης ερώτησης. Αυτό γίνεται καλύτερα κατανοητό με το διάγραμμα ροής που ακολουθεί (Γράφημα 6).



**Εικόνα 49:** Σχηματική αναπαράσταση της Εικόνας 48. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία)

Η boolean μεταβλητή ‘Check’ χρησιμοποιείται ως έλεγχος του αριθμού των σωστών απαντήσεων. Μόνο οι κόμβοι-απαντήσεις που αντιστοιχούν σε σωστές επιλογές έχουν τιμή Check = 1, ενώ σε όλους τους υπόλοιπους κόμβους η τιμή είναι Check = 0. Κάθε φορά που ο παίκτης επιλέγει μια από τις πιθανές απαντήσεις, η τιμή της μεταβλητής προστίθεται σε ένα άθροισμα. Το άθροισμα αυτό, στο τέλος των ερωτήσεων, συγκρίνεται με μια σταθερή τιμή η οποία είναι ανάλογη του πλήθους των ερωτήσεων (10 για δέκα ερωτήσεις, 15 για δεκαπέντε κ.ο.κ.). Σε περίπτωση που το άθροισμα ταυτίζεται με την σταθερή τιμή, ο παίκτης έχει απαντήσει σωστά σε όλες τις ερωτήσεις και ανταμείβεται με ένα κλειδί. Σε διαφορετική εμφανίζεται πλαίσιο διαλόγου με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων και την προτροπή να δοκιμάσει ξανά.

## 7.2.10 Σύστημα αποθήκευσης

Το σύστημα αποθήκευσης του παιχνιδιού υλοποιείται με τη χρήση δυο scripts. Το ένα είναι υπεύθυνο για τη συγκέντρωση όλων των δεδομένων που θα αποθηκευτούν και το δεύτερο διαχειρίζεται την αποθήκευση και φόρτωση όλων των δεδομένων Ένα τρίτο script είναι υπεύθυνο για το γραφικό περιβάλλον που εμφανίζει τα αποθηκευμένα παιχνίδια στον χρήστη.

Το πρώτο script που αναφέρθηκε (με όνομα SaveData.cs) δεν κληρονομεί από τη βασική κλάση MonoBehaviour καθώς έχει ως μοναδικό σκοπό την σωστή δόμηση των δεδομένων που θα αποθηκευτούν. Περιέχει σε ξεχωριστές κλάσεις δεδομένα που αφορούν:

- τον κύριο χαρακτήρα: μέγιστοι και τρέχοντες πόντοι ζωής, mana και χρ, χρυσός, επίπεδο χαρακτήρα και συντεταγμένες του χαρακτήρα στο χάρτη του παιχνιδιού.
- το Σακίδιο: πόσα αντικείμενα περιέχει, σε τι ποσότητες και σε ποιες θέσεις.
- τις Αποστολές: τίτλος, περιγραφή, τρέχουσα κατάσταση ξεχωριστά για τις αποστολές συλλογής αντικειμένων και για τις αποστολές εξόντωσης εχθρών και τους μοναδικούς αριθμούς των NPC χαρακτήρων που έχουν δώσει στον παίκτη τις αποστολές που έχει.
- τους χαρακτήρες NPC που δίνουν αποστολές στον παίκτη: τους μοναδικούς αριθμούς τους και τις αποστολές που έχουν αλλά έχει ολοκληρώσει ο παίκτης, ώστε να μην εμφανίζονται ξανά μετά τη φόρτωση του αποθηκευμένου παιχνιδιού.

Το δεύτερο script (με όνομα SaveManager.cs) είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και φόρτωση των δεδομένων που καθορίζονται στο SaveData.cs. Αυτό γίνεται με τη διαδικασία που ονομάζεται Serialization, δηλαδή τη μετατροπή αντικειμένων της Unity σε ροή δυαδικών δεδομένων και την αποθήκευσή τους σε αρχείο. Για να λειτουργήσει σωστά πρέπει όλες οι κλάσεις του αρχείου SaveData.cs να έχουν σημειωθεί με την ένδειξη '[Serializable]'. Αρχικά, δημιουργείται το αρχείο .dat στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή και εν συνεχεία καλούνται οι serializable κλάσεις από το πρώτο script και με τη γραμμή

```
bf.Serialize(file, data);
```

πραγματοποιείται η εισαγωγή των δυαδικών δεδομένων στο αρχείο. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται όταν ο παίκτης επιλέξει το κουμπί ‘Αποθήκευση’ από το παράθυρο αποθήκευσης του παιχνιδιού.

```
public void Save(SavedGame savedGame)
{
    try
    {
        BinaryFormatter bf = new BinaryFormatter();
        FileStream file = File.Open(Application.persistentDataPath + "/" +
savedGame.gameObject.name + ".dat", FileMode.Create);
        SaveData data = new SaveData();
        data.MyScene = SceneManager.GetActiveScene().name;
        SaveBags(data);
        SaveInventory(data);
        SavePlayer(data);
        SaveQuests(data);
        SaveQuestGivers(data);
        bf.Serialize(file, data);
        file.Close();
        ShowSavedFiles(savedGame);
    }
    catch (System.Exception)
    {
        Delete(savedGame);
        PlayerPrefs.DeleteKey("Load");
    }
}
```

**Κώδικας 9:** Τμήμα κώδικα που υλοποιεί το σύστημα αποθήκευσης

Μετά την επιτυχή αποθήκευση των δεδομένων στο αρχείο, εμφανίζεται το αποθηκευμένο αρχείο στο παράθυρο αποθήκευσης μαζί με πληροφορίες όπως κάποια στατιστικά του παίκτη και η ημερομηνία και ώρα αποθήκευσης.

Με την επιλογή του κουμπιού ‘Φόρτωση’, ξεκινά η αντίστροφη διαδικασία που ονομάζεται ‘Deserialization’ που μετατρέπει τη δυαδική ροή δεδομένων σε αντικείμενα της Unity, επιτρέποντας στον παίκτη να φορτώσει το αποθηκευμένο παιχνίδι και να συνεχίσει από εκεί που σταμάτησε την τελευταία φορά.



*Εικόνα 50: Το παράθυρο διαχείρισης των αποθηκευμένων παιχνιδιών. Διακρίνεται ένα αποθηκευμένο παιχνίδι στην πρώτη διαθέσιμη θέση*



## 8. Αξιολόγηση

### 8.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται η αξιολόγηση του παιχνιδιού Elementium. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο που βασίζεται στα βασικά κριτήρια αξιολόγησης κατά τον Sanchez (Sanchez, 2011). Το ερωτηματολόγιο περιέχει 21 ερωτήσεις που ακολουθούν την κλίμακα Likert

1. Διαφωνώ απόλυτα
2. Διαφωνώ
3. Είμαι ουδέτερος/η
4. Συμφωνώ
5. Συμφωνώ απόλυτα

Το ερωτηματολόγιο που απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς Χημικούς ή Φυσικούς που έχουν διδάξει Χημεία, έμεινε ανοιχτό σε υποβολές για 1 περίπου μήνα και συγκεντρώθηκαν συνολικά 26 απαντήσεις. Τα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν και υπολογίστηκε ο μέσος όρος, η διάμεσος και η τυπική απόκλιση για κάθε ερώτηση. Ο μέσος όρος των τιμών των δεδομένων υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)$$

Η διάμεσος σε ένα σετ διατεταγμένων δεδομένων άρτιου πλήθους, είναι το στοιχείο στη θέση:

$$\tilde{x} = \frac{n + 1}{2}$$

Η τυπική απόκλιση χρησιμοποιήθηκε για να υπολογιστεί η διασπορά των δεδομένων σε κάθε απάντηση. Ο τύπος της τυπικής απόκλισης είναι:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

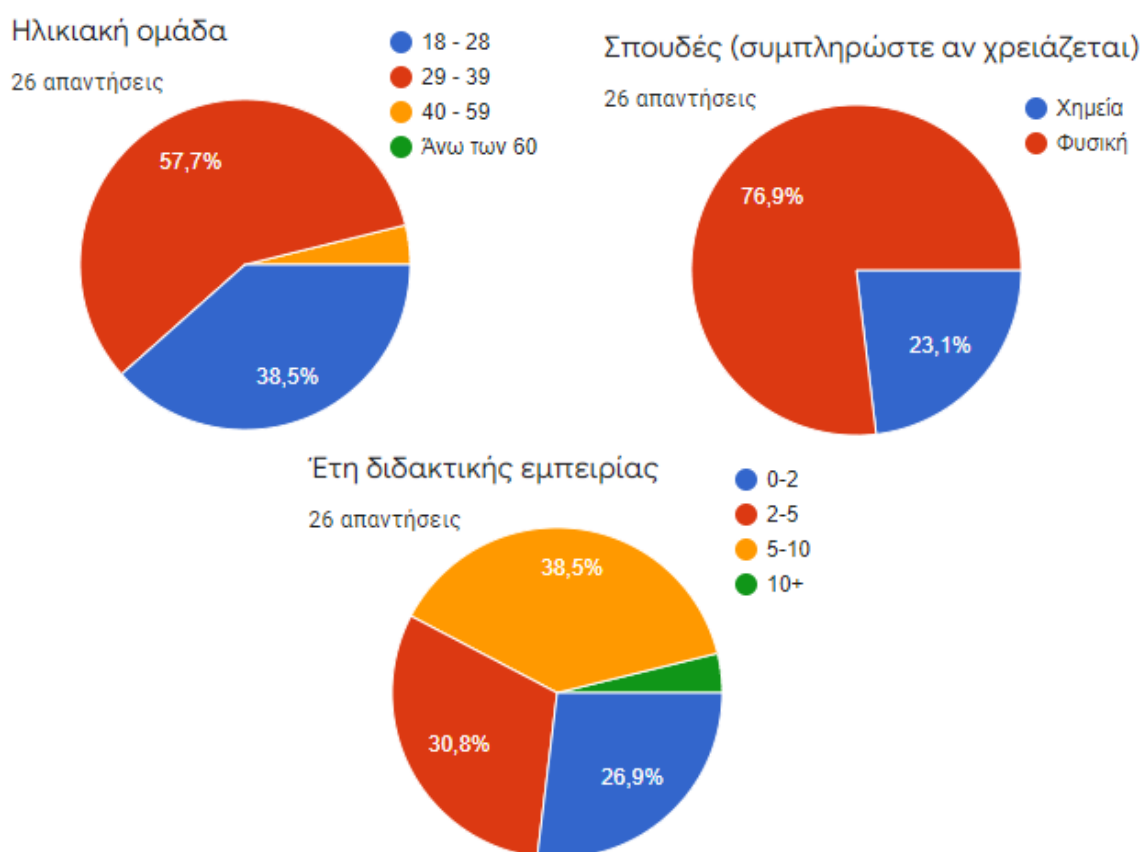
όπου n το πλήθος των δεδομένων.

Στην ενότητα 8.2 παρουσιάζονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και οι γενικές ερωτήσεις που αφορούν την εκτέλεση του παιχνιδιού και στην ενότητα 8.3 οι πίνακες με τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων και ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση για κάθε ερώτηση. Για κάθε ενότητα του ερωτηματολογίου πραγματοποιείται ένας σύντομος

σχολιασμός των απαντήσεων και παρουσιάζονται σχετικά γραφήματα. Τέλος, στην ενότητα 8.4 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου.

## 8.2 Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Στο ερωτηματολόγιο απάντησαν 26 άτομα, 15 εκ των οποίων ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα 29-39 (57,7%), 10 στην ηλικιακή ομάδα 18-28 (38,5%) και ένα άτομο στην ηλικιακή ομάδα 40-59 (3,8%). Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν Φυσικοί (76,9%) και Χημικοί (23,1%). Το 26,9% των συμμετεχόντων έχει διδακτική εμπειρία 0-2 ετών, το 30,8% διδακτική εμπειρία 3-5 ετών, το 38,5% διδακτική εμπειρία 6-10 ετών και το 3,8% διδακτική εμπειρία περισσότερη από 10 έτη.



**Εικόνα 51:** Δημογραφικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

Όσον αφορά την εκτέλεση του παιχνιδιού, όλοι οι συμμετέχοντες του ερωτηματολογίου κατάφεραν να ολοκληρώσουν το Elementium χωρίς προβλήματα, όπως υπερθέρμανση υπολογιστή ή lag. Το 7,7% των συμμετεχόντων ολοκλήρωσε το παιχνίδι

σε περίπου μία ώρα, το 53,8% σε περίπου δύο ώρες ενώ το 38,5% χρειάστηκε περισσότερες από δύο ώρες.



*Εικόνα 52: Χρόνος ενασχόλησης με το παιχνίδι*

### 8.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

Όσον αφορά τον παράγοντα 'Αποδοχή του παιχνιδιού', η αξιολόγηση των δεδομένων (Πίνακας 6) έδειξε ότι το 92,31% των συμμετεχόντων συμφωνεί απόλυτα ότι το περιεχόμενο του παιχνιδιού είναι σχετικό και χωρίς λάθη. Ένα μεγάλο ποσοστό των συμμετεχόντων (80,77%) συμφωνεί ακόμη ότι το περιεχόμενο του παιχνιδιού ταιριάζει με τα χαρακτηριστικά των μαθητών Γυμνασίου, στους οποίους απευθύνεται. Η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων (96,15%) πιστεύει ότι το περιεχόμενο του Elementium ταιριάζει με τη σχολική ύλη της Χημείας Γυμνασίου. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απαντήσεις στην ερώτηση 'Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του παιχνιδιού επιτρέπει την αξιοποίησή του στα πλαίσια του μαθήματος'. Εδώ παρατηρείται μεγάλη διασπορά στις απαντήσεις (1,02), με το μεγαλύτερο ποσοστό ερωτηθέντων να κλίνουν προς τις αρνητικές επιλογές. Η διάμεσος στη συγκεκριμένη ερώτηση είναι 2, αντίθετα με τις υπόλοιπες τρεις ερωτήσεις της κατηγορίας όπου η διάμεσος είναι 5. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το 42,31% των ερωτηθέντων διαφωνεί και το 34,62% διαφωνεί κάθεται. Αυτές ήταν και οι αναμενόμενες απαντήσεις, κυρίως λόγω του χρόνου που απαιτείται για την ολοκλήρωση του παιχνιδιού, ο οποίος υπερβαίνει κατά πολύ το χρόνο μιας διδακτικής ώρας. Παρόλα αυτά ένα μικρό ποσοστό 15,38% παρέμεινε ουδέτερο ενώ υπήρξαν και συμμετέχοντες που συμφώνησαν. Ο μέσος όρος για τις τέσσερις ερωτήσεις που αφορούν τον παράγοντα 'Αποδοχή του παιχνιδιού' είναι 4,17.

**Πίνακας 6: Αποτελέσματα για την αποδοχή του παιχνιδιού**

Αποδοχή του παιχνιδιού								
Ερώτηση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάμεσος	Διαφωνώ κάθετα	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Το περιεχόμενο του παιχνιδιού είναι σχετικό (δεν περιέχει λάθη).	4,92	0,27	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (7,69%)	24 (92,31%)
Το περιεχόμενο ταιριάζει με τα χαρακτηριστικά των μαθητών που θα το παίξουν (Μαθητές Γυμνασίου)	4,81	0,40	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (19,23%)	21 (80,77%)
Το περιεχόμενο ταιριάζει με την σχολική ύλη της Χημείας Γυμνασίου.	4,96	0,20	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,85%)	25 (96,15%)
Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του παιχνιδιού επιτρέπει την αξιοποίησή του στα πλαίσια του μαθήματος.	2,00	1,02	2	9 (34,62%)	11 (42,31%)	4 (15,38%)	1 (3,85%)	1 (3,85%)

Σχετικά με τον παράγοντα ‘Χρηστικότητα’, τα δεδομένα (Πίνακας 7) έδειξαν ότι οι ερωτηθέντες πιστεύουν κατά 96,15% ότι το παιχνίδι δεν θα έχει κανένα πρόβλημα κατά την εκτέλεσή του σε υπολογιστές σχολείου ή προσωπικούς υπολογιστές μαθητών. Στην ερώτηση αν ο χρόνος που απαιτείται για την εκμάθηση του παιχνιδιού είναι λογικός, οι απαντήσεις ήταν θετικές, με το 42,31% των ερωτηθέντων να συμφωνεί και το 57,69% να συμφωνεί απόλυτα. Θετικά είναι τα αποτελέσματα και στις ερωτήσεις σχετικά με την παροχή κατάλληλης καθοδήγησης και σαφούς ανατροφοδότησης. Πιο αναλυτικά, το 76,92% των ερωτηθέντων συμφωνεί ότι η βοήθεια και καθοδήγηση από το παιχνίδι είναι επαρκής (το 19,23% συμφωνεί απόλυτα) ενώ το 53,85% των ερωτηθέντων συμφωνεί ότι η ανατροφοδότηση του παιχνιδιού είναι σαφής και σχετική (το 46,15% συμφωνεί απόλυτα). Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ερώτηση σχετικά με τη χρήση του παιχνιδιού στο σχολείο. Οι απαντήσεις φαίνεται να είναι μοιρασμένες, με το μεγαλύτερο ποσοστό να

διαφωνεί (38,46%). Επίσης, ένα ποσοστό 30,77% των ερωτηθέντων διατηρεί ουδέτερη άποψη, ενώ το 19,23% διαφωνεί κάθετα και το 7,69% συμφωνεί απόλυτα. Η ερώτηση, όπως και προηγούμενη που σχετίζεται με τη χρήση του παιχνιδιού στο σχολικό περιβάλλον, παρουσιάζει μεγάλη διασπορά, ενώ η διάμεσος είναι 2. Αντιθέτως, οι ερωτηθέντες φαίνεται να συμφωνούν κατά 34.62% ότι το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συμπληρωματική μελέτη στο σπίτι, με το 65,38% να συμφωνεί απόλυτα. Ο μέσος όρος για τις έξι ερωτήσεις που αφορούν τον παράγοντα 'Χρησιμότητα' είναι 4,21.

**Πίνακας 7: Αποτελέσματα για την χρησιμότητα.**

Ερώτηση	Χρησιμότητα							
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάμεσος	Διαφωνώ κάθετα	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Το παιχνίδι μπορεί να "τρέξει" σε συσκευές σχολείου ή στις προσωπικές συσκευές των μαθητών.	4,96	0,20	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,85%)	25 (96,15%)
Ο χρόνος που απαιτείται για την εκμάθηση του παιχνιδιού είναι λογικός.	4,58	0,50	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	11 (42,31%)	15 (57,69%)
Το παιχνίδι παρέχει κατάλληλη καθοδήγηση και επαρκή βοήθεια.	4,15	0,46	4	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,85%)	20 (76,92%)	5 (19,23%)
Το παιχνίδι παρέχει σαφή και σχετική ανατροφοδότηση (feedback) στο μαθητή.	4,46	0,51	4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	14 (53,85%)	12 (46,15%)
Το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχολείο.	2,42	1,10	2	5 (19,23%)	10 (38,46%)	8 (30,77%)	1 (3,85%)	2 (7,69%)
Το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά κατά τη μελέτη των μαθητών στο σπίτι.	4,65	0,49	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (34,62%)	17 (65,38%)

Αναφορικά με τον παράγοντα Διδακτική χρήση (Πίνακας 8), το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (80,77%) πιστεύει ότι το παιχνίδι Elementium βοηθά την επίτευξη των

εκπαιδευτικών στόχων του καθηγητή, ενώ το 15,38% συμφωνεί απόλυτα με την πρόταση αυτή. Το 92,31% πιστεύει ότι οι δραστηριότητες των μαθητών στο παιχνίδι σχετίζονται με το διδακτικό κομμάτι ενώ το 96,15% θεωρεί πως το παιχνίδι βοηθά τους μαθητές, βελτιώνοντας τις γνώσεις τους. Ο μέσος όρος για τις δύο αυτές απαντήσεις είναι 4,92 και 4,96 αντίστοιχα. Τέλος, ένα ποσοστό 69,23% των ερωτηθέντων συμφωνεί ότι οι μαθητές αναπτύσσουν σχετικές ικανότητες μέσα από το παιχνίδι, με το 23,08% να συμφωνεί απόλυτα. Ο μέσος όρος για τις τέσσερις ερωτήσεις που αφορούν τον παράγοντα 'Διδακτική χρήση' είναι 4,54.

**Πίνακας 8: Αποτελέσματα για την διδακτική χρήση**

Ερώτηση	Διδακτική χρήση							
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάμεσος	Διαφωνώ κάθετα	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Το παιχνίδι βοηθά στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων του καθηγητή.	4,12	0,43	4	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,85%)	21 (80,77%)	4 (15,38%)
Οι δραστηριότητες των μαθητών μέσα στο παιχνίδι είναι σχετικές με το διδακτικό κομμάτι.	4,92	0,27	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (7,69%)	24 (92,31%)
Μέσα από το παιχνίδι οι μαθητές βελτιώνουν τις γνώσεις τους.	4,96	0,20	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,85%)	25 (96,15%)
Μέσα από το παιχνίδι οι μαθητές αναπτύσσουν σχετικές ικανότητες.	4,15	0,54	4	0 (0%)	0 (0%)	2 (7,69%)	18 (69,23%)	6 (23,08%)

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερωτήσεων που αφορούν τον παράγοντα 'Περιβάλλον παιχνιδιού'. Πολύ μεγάλο ποσοστό των συμμετεχόντων στην έρευνα (76,92%), συμφωνεί απόλυτα ότι το περιβάλλον του παιχνιδιού ελκύει τους μαθητές ενώ το υπόλοιπο 23,08% έχει απαντήσει ότι συμφωνεί. Ποσοστό 92,31% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι το περιβάλλον του παιχνιδιού είναι φιλικό προς το χρήστη και το 80,77% συμφωνεί απόλυτα ότι το σενάριο του παιχνιδιού κεντρίζει το ενδιαφέρον του μαθητή. Σημαντική είναι η συμφωνία των αποτελεσμάτων στην ερώτηση σχετικά με το αν τα στοιχεία του παιχνιδιού διατηρούν αμείωτο το ενδιαφέρον ενός μαθητή.

Συγκεκριμένα, το 88,46% συμφωνεί απόλυτα και το υπόλοιπο 11,54% συμφωνεί. Από το σύνολο των ερωτηθέντων, το 69,23% συμφωνεί ότι το παιχνίδι παρέχει κίνητρο για αυτοαξιολόγηση των μαθητών, ενώ το 30,77% συμφωνεί απόλυτα στην ίδια ερώτηση. Τέλος, σε μια από τις πιο σημαντικές ερωτήσεις, το 96,15% απάντησε ότι υπάρχει ισορροπία μεταξύ των στοιχείων του παιχνιδιού και της επίτευξης του εκπαιδευτικού στόχου. Στην τελευταία ερώτηση, η μέση τιμή των απαντήσεων είναι 4,96 με διασπορά μόλις 0,2. Ο μέσος όρος για τις έξι ερωτήσεις που αφορούν τον παράγοντα 'Αποδοχή του παιχνιδιού' είναι 4,78.

**Πίνακας 9:** Αποτελέσματα για το περιβάλλον του παιχνιδιού

Περιβάλλον παιχνιδιού								
Ερώτηση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάμεσος	Διαφωνώ κάθεται	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Το περιβάλλον του παιχνιδιού είναι ελκυστικό για τους μαθητές	4,77	0,43	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (23,08%)	20 (76,92%)
Το περιβάλλον του παιχνιδιού είναι φιλικό προς το χρήστη/μαθητή.	4,92	0,27	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (7,69%)	24 (92,31%)
Το σενάριο του παιχνιδιού κεντρίζει το ενδιαφέρον του μαθητή.	4,81	0,40	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (19,23%)	21 (80,77%)
Τα στοιχεία του παιχνιδιού (συγκέντρωση χημικών στοιχείων, κατασκευή ενώσεων κλπ) διατηρούν το ενδιαφέρον του μαθητή αμείωτο.	4,88	0,33	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (11,54%)	23 (88,46%)
Το περιβάλλον του παιχνιδιού παρέχει κίνητρο στους μαθητές για μελέτη και αυτοαξιολόγηση.	4,31	0,47	4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	18 (69,23%)	8 (30,77%)
Υπάρχει ισορροπία μεταξύ των στοιχείων του παιχνιδιού και της επίτευξης του εκπαιδευτικού στόχου.	4,96	0,20	5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,85%)	25 (96,15%)

Στην ερώτηση γενικής φύσεως σχετικά με το αν εκπαιδευτικά παιχνίδια θα μπορούσαν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία των μαθημάτων σε τάξεις Γυμνασίου, το 61,54% των ερωτηθέντων συμφώνησε, με το 34,62% να συμφωνεί απόλυτα.

**Πίνακας 10:** Αποτελέσματα γενικά για το παιχνίδι

Ερώτηση	Γενικά							
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Διάμεσος	Διαφωνώ κάθετα	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Εκπαιδευτικά παιχνίδια όπως το Elementium θα μπορούσαν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία των μαθημάτων σε τάξεις Γυμνασίου.	4,31	0,55	4	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,85%)	16 (61,54%)	9 (34,62%)

Στο τέλος του ερωτηματολογίου υπήρξαν και δύο προαιρετικές ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Η πρώτη αφορούσε τα στοιχεία του παιχνιδιού που οι ερωτηθέντες βρήκαν ενδιαφέροντα και η δεύτερη τις προτάσεις για μελλοντική βελτίωση του παιχνιδιού. Τα σχόλια που συγκεντρώθηκαν ήταν θετικά, και υποδεικνύουν την γενικότερη αποδοχή του παιχνιδιού από τους ανθρώπους που έπαιζαν, τόσο εκπαιδευτικά όσο και αισθητικά. Ακόμη, σημειώθηκαν και κάποιες προτάσεις βελτίωσης που θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν στο μέλλον. Οι προτάσεις αφορούν προβλήματα κατά την εκτέλεση του παιχνιδιού αλλά και προσθήκες στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Στον Πίνακα 11 καταγράφονται οι απαντήσεις.

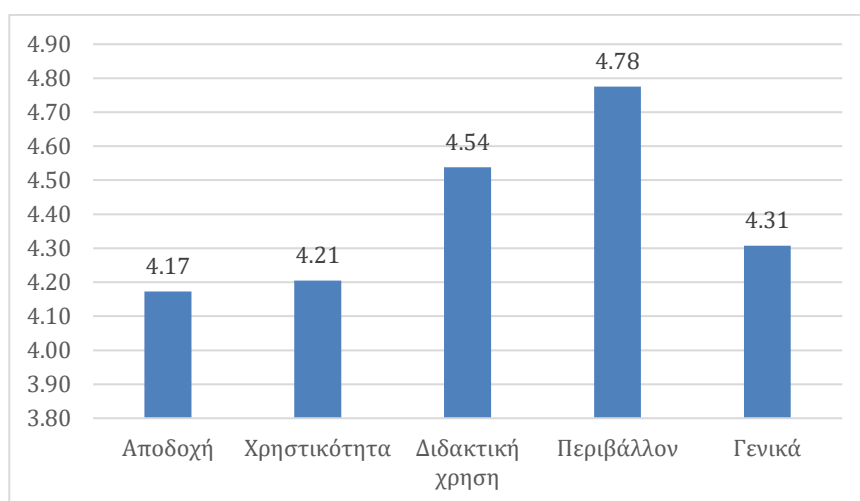
**Πίνακας 11:** Απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου

Σημειώστε 2-3 χαρακτηριστικά του παιχνιδιού που βρήκατε ενδιαφέροντα.	Σημειώστε τις προτάσεις σας για μελλοντική βελτίωση του παιχνιδιού.
Ενδιαφέρουσα ιδέα και ωραία μουσική	1. Μερικές φορές ο χαρακτήρας κολλούσε σε κάποια εμπόδια 2. Θα μπορούσαν να προστεθούν πιο αναλυτικές οδηγίες 3. Μελλοντικά θα μπορούσε να καλυφθεί μεγαλύτερο κομμάτι της ύλης ή να προστεθούν και πιο πολύπλοκες έννοιες
Το παιχνίδι έχει ωραία αισθητική και μουσική υπόκρουση. Ενδιαφέρουσα ιδέα και πολύ καλή προσπάθεια!	Μελλοντικά θα μπορούσαν να διορθωθούν τα μικροπροβλήματα του παιχνιδιού και να διευρυνθεί το περιεχόμενο. Ενδεικτικά: περισσότερα στοιχεία, υποατομικά σώματα, δεσμοί ατόμων κλπ.
Το παιχνίδι έχει πολύ ωραία αισθητική, θυμίζει παλιά παιχνίδια για Gameboy. Επίσης έχει ευχάριστη μουσική και ενδιαφέρον σενάριο	Η διάρκεια του παιχνιδιού είναι μεγάλη για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην τάξη. Ίσως αν η ύλη που καλύπτεται χωριστεί σε κεφάλαια θα μπορούσε να αξιοποιηθεί συμπληρωματικά με το μάθημα.



## 8.4 Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, προκύπτει ότι το παιχνίδι χαίρει αποδοχής από τους εκπαιδευτικούς που το δοκίμασαν. Οι μέσοι όροι των απαντήσεων στις ερωτήσεις κυμάνθηκαν από 4,15 μέχρι 4,96 στα 5. Ο μέσος όρος ανά κατηγορία ερωτήσεων φαίνεται στην Εικόνα 53. Παρατηρείται ότι το περιβάλλον του παιχνιδιού είναι αυτό που απέσπασε τις περισσότερες θετικές απαντήσεις, κάτι που υποστηρίζεται και από τα σχόλια στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.



*Εικόνα 53: Γραφική αναπαράσταση του μέσου όρου ανά κατηγορία ερωτήσεων*

Πολύ σημαντικά είναι τα δεδομένα στην ερώτηση ‘Υπάρχει ισορροπία μεταξύ των στοιχείων του παιχνιδιού και της επίτευξης του εκπαιδευτικού στόχου.’, η οποία ήταν και ο κύριος στόχος κατά την ανάπτυξη του παιχνιδιού. Το 96,15% των ερωτηθέντων δήλωσαν πλήρη συμφωνία στην ερώτηση, κάτι που υποδηλώνει ότι το παιχνίδι πετυχαίνει το στόχο που τέθηκε κατά την σχεδίαση, δηλαδή την ομαλή προσαρμογή του εκπαιδευτικού περιεχομένου και του περιβάλλοντος παιχνιδιού.

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι περισσότερες αρνητικές απαντήσεις σημειώθηκαν στα ερωτήματα που αφορούν τη χρήση του παιχνιδιού Elemenium στα πλαίσια ενός σχολικού μαθήματος. Αν και η διασπορά των απαντήσεων είναι μεγάλη (1.10 και 1.02), η μέση τιμή και για τις δύο ερωτήσεις είναι κάτω από 2.5 ενώ η διάμεσος είναι 2, κάτι που υποδηλώνει καθαρά την αρνητική άποψη. Στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων σε αυτές τις δύο ερωτήσεις, έπαιξε ρόλο η μεγάλη διάρκεια του παιχνιδιού και η απουσία οργάνωσης της ύλης σε κεφάλαια, τα οποία θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν τμηματικά στα πλαίσια ενός μαθήματος.

## 9. Επίλογος

### 9.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Το παιχνίδι Elementium είναι ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι με στοιχεία RPG που δημιουργήθηκε με σκοπό την εξοικείωση μαθητών Γυμνασίου με τις βασικές έννοιες Χημείας. Τα περισσότερα από τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού στον τομέα της Χημείας, δανείζονται στοιχεία παιχνιδιού για να παρουσιάσουν τη θεματολογία τους και δεν εμβαθύνουν στον άξονα της διασκέδασης. Αυτό το κενό προσπάθησε να καλύψει το Elementium, εντάσσοντας με ομαλό τρόπο το εκπαιδευτικό περιεχόμενο με τα στοιχεία παιχνιδιού. Το παιχνίδι επιδέχεται βελτίωσης σε αρκετά σημεία, κυρίως ως προς τη λειτουργικότητα. Παρόλα αυτά, από την πιλοτική αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε και το ερωτηματολόγιο που απάντησαν εκπαιδευτικοί, προέκυψε ότι το Elementium μπορεί να αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον μάθησης και να λειτουργήσει υποστηρικτικά στους εκπαιδευτικούς στόχους του καθηγητή.

### 9.2 Όρια και περιορισμοί της έρευνας

Κατά τη διάρκεια υλοποίησης του Elementium απορρίφθηκαν ορισμένες λειτουργίες του παιχνιδιού ενώ άλλες αναπροσαρμόστηκαν ή ανήχθησαν σε απλούστερη υλοποίηση, κυρίως λόγω του περιορισμένου χρόνου. Αυτός ο περιορισμός επηρέασε αρκετούς μηχανισμούς του παιχνιδιού, όπως το σύστημα νοημοσύνης των εχθρών και το σύστημα συνταγών, καθώς και το γραφικό περιβάλλον του παιχνιδιού, που στο μεγαλύτερο μέρος υλοποιήθηκε με χρήση έτοιμων γραφικών.

Ένας ακόμη προβληματισμός που αναδείχθηκε κατά την ανάπτυξη του παιχνιδιού και ιδιαίτερα κατά τη μεταφορά της λειτουργικότητας από την Αγγλική στην Ελληνική γλώσσα, ήταν η υλοποίηση του συστήματος ερωτήσεων. Το σύστημα ερωτήσεων βασίζεται στη δημιουργία κόμβων ερωτήσεων και πιθανών απαντήσεων μέσα από το περιβάλλον της Unity. Κάτι τέτοιο είναι αποδεκτό για τη δημιουργία ενός συστήματος με λίγες ερωτήσεις, όμως γίνεται ιδιαίτερα πολύπλοκο και δυσνόητο όταν αυξάνεται ο αριθμός τους.

Σχετικά με τους συμμετέχοντες στην έρευνα, οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο ήταν 26, αριθμός που είναι αρκετά μικρός για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Τέλος,

κρίνεται απαραίτητη η δοκιμή και αξιολόγηση του παιχνιδιού από μαθητές Γυμνασίου, οι οποίοι αποτελούν και το βασικό κοινό στο οποίο απευθύνεται.

### 9.3 Μελλοντικές προεκτάσεις

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο αλλά και από τις προτάσεις των testers που δοκίμασαν το παιχνίδι σε πρώιμο στάδιο, εξάγονται μερικοί προβληματισμοί και επεκτάσεις για το μέλλον.

Ως προς τη λειτουργικότητα του παιχνιδιού και τους περιορισμούς που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, σε επόμενη έκδοση θα πρέπει να υλοποιηθεί η εισαγωγή των ερωτήσεων και απαντήσεων από εξωτερικό αρχείο κειμένου (.txt ή .csv) και η χρήση επαναλαμβανόμενου κώδικα για την αναπαραγωγή των ερωτήσεων στη σωστή σειρά. Ιδανικά, τα γραφικά θα πρέπει να υποστούν επεξεργασία, ώστε το οπτικό αποτέλεσμα να παρουσιάζει ακόμη μεγαλύτερη συνοχή. Τέλος, η υλοποίηση των εχθρών θα πρέπει να αναβαθμιστεί, εισάγοντας κάποια μορφή νοημοσύνης που θα επιτρέπει την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής προς τον κύριο χαρακτήρα και θα αποτρέπει τους εχθρούς από το να εγκλωβίζονται στα σταθερά εμπόδια του χάρτη.

Μια ακόμη πρόταση για βελτίωση αφορά το εκπαιδευτικό περιεχόμενο του παιχνιδιού. Όπως προτάθηκε και στα ερωτηματολόγια, η ύλη που καλύπτεται μπορεί αρχικά να επεκταθεί περαιτέρω. Μπορούν να εισαχθούν περισσότερα χημικά στοιχεία και ενώσεις, με επιπλέον πληροφορίες που θα μπορεί να διαβάσει ο χρήστης. Θα μπορούσαν ακόμη να ενταχθούν στο παιχνίδι και πιο πολύπλοκες έννοιες, όπως τα είδη των δεσμών μεταξύ των ατόμων ή τα υποατομικά σωματίδια. Επίσης, η ύλη που καλύπτεται μπορεί να χωριστεί σε κεφάλαια, τα οποία ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει από κάποιο σχετικό μενού. Με αυτό τον τρόπο, το παιχνίδι θα μπορούσε να αξιοποιηθεί και στα πλαίσια ενός σχολικού μαθήματος, ανάλογα τη διδακτική ενότητα.

## 10. Βιβλιογραφία

Abt, C. C. (1965), *Counter-insurgency game design feasibility and evaluation study*.

Abt, C.C. (1970), *Serious Games*, New York, Viking press, 1970

Baltezarevic, R. B. (2018), *The video game industry (from play to revenue)*, International Review, doi:10.5937/IntRev1804071B

Bateman, C. (2014), *Meet Bertie the Brain, the world's first arcade game, built in Toronto*, Ανάκτηση από spacing.ca: <http://spacing.ca/toronto/2014/08/13/meet-bertie-brain-worlds-first-arcade-game-built-toronto>

Calderón, A., & Ruiz, M. (2015), *A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management*, Computers & Education, 87, 396–422, doi:10.1016/j.compedu.2015.07.011

Chand, M. (2014), *Programming C# for Beginners*.

Cohen, D. (2019), *Cathode-Ray Tube Amusement Device: The First Electronic Game*, Ανάκτηση από lifewire.com: <https://www.lifewire.com/cathode-ray-tube-amusement-device-729579>

Cohen, D. (2019), *OXO aka Noughts and Crosses - The First Video Game*, Ανάκτηση από lifewire.com: <https://www.lifewire.com/oxo-aka-noughts-and-crosses-729624>

Curry, J. (2019), *The Pentagon's Rural AGILE/COIN Wargame (1966): A Wargaming Counter Insurgency Megagame*

De Freitas, S. (2009), *Developing an Evaluation Methodology for Immersive Learning Experiences in a Virtual World*, IEEE Xplore

de Prato, G. F. (2014), *Innovations in the Video Game Industry: Changing Global Markets*, *Digiworld Economic Journal*

Deterding S., D. D. (2011), *From game design elements to gamefulness: defining gamification*, Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments

Donovan, T. (2010), *Replay: The History of Video Games*, Yellow Ant Media Ltd

Edwards, B. (2019), *How Atari took on Apple in the 1980s home PC wars*, Ανάκτηση από fastcompany.com: <https://www.fastcompany.com/90432140/how-atari-took-on-apple-in-the-1980s-home-pc-wars>

Ernkvist, M. (2008), *Down Many Times, but Still Playing the Game Creative Destruction and Industry Crashes in the Early Video Game Industry 1971-19861*, XIV International Economic History Congress, Helsinki 2006

Ferrone, H. (2019), *Learning C# by Developing Games with Unity: Code in C# and build 3D games with Unity, 4th Edition*.

Fulton, S. (2007), *The History of Atari: 1971-1977*, Ανάκτηση από [gamedeveloper.com](https://www.gamedeveloper.com/business/the-history-of-atari-1971-1977): <https://www.gamedeveloper.com/business/the-history-of-atari-1971-1977>

Garge, S. (2018), *Cathode ray tube amusement device*, Ανάκτηση από [alchetron.com](https://alchetron.com/Cathode-ray-tube-amusement-device#Cathode-ray-tube-amusement-device-db198ea8-7759-4d76-ad12-f17062651ca-resize-750.jpg): <https://alchetron.com/Cathode-ray-tube-amusement-device#Cathode-ray-tube-amusement-device-db198ea8-7759-4d76-ad12-f17062651ca-resize-750.jpg>

Graetz, J. (1981), *The origin of Spacewar*, Creative Computing

Hamari, J. a. (2017), *What is eSports and why do people watch it?*, doi:10.1108/IntR-04-2016-0085

Harrison, J. J. (1964), *Computer-aided information systems for gaming*

Hey, T. a. (2014), *The Computing Universe: A Journey Through a Revolution*, Cambridge University Press

Jin, D. (2020), *Historiography of Korean Esports: Perspectives on Spectatorship*, International Journal of Communication

June, L. (2013), *theverge.com*, Ανάκτηση από For Amusement Only: the life and death of the American arcade: <https://www.theverge.com/2013/1/16/3740422/the-life-and-death-of-the-american-arcade-for-amusement-only>

King, T. (2003), *Review for Chemicus*, <https://adventuregamers.com/articles/view/17597>

Kiryakova G., A. N. (2014), *Gamification in education*, Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference.

Lambert, B. (2008), *Brookhaven Honors a Pioneer Video Game*, Ανάκτηση από [nytimes.com](https://www.nytimes.com/2008/11/09/nyregion/long-island/09videoli.html?_r=2): [https://www.nytimes.com/2008/11/09/nyregion/long-island/09videoli.html?\\_r=2](https://www.nytimes.com/2008/11/09/nyregion/long-island/09videoli.html?_r=2)

McShane, B. (2021), *Game on!*, Ανάκτηση από [www.canadashistory.ca](https://www.canadashistory.ca/explore/science-technology/game-on!): <https://www.canadashistory.ca/explore/science-technology/game-on!>

Michael, D. (2006), *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*

Nakamura, Y. (2019), *Peak video game? Top analyst sees industry slumping in 2019*, Ανάκτηση από [bloomberg.com](https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-01-23/peak-video-game-top-analyst-sees-industry-slumping-in-2019): <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-01-23/peak-video-game-top-analyst-sees-industry-slumping-in-2019>

NMöAH, *The Brown Box, 1967–68*, Ανάκτηση από [https://americanhistory.si.edu](https://americanhistory.si.edu/https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1301997): [https://americanhistory.si.edu/https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah\\_1301997](https://americanhistory.si.edu/https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1301997)

Parker, L. a. (2008), *Why Pong scored so highly for Atari*, Ανάκτηση από [theguardian.com](https://www.theguardian.com/technology/2008/apr/17/games.atari): <https://www.theguardian.com/technology/2008/apr/17/games.atari>

- Popper, B. (2013), *Field of streams: how Twitch made video games a spectator sport*, Ανάκτηση από theverge.com: <https://www.theverge.com/2013/9/30/4719766/twitch-raises-20-million-esports-market-booming>
- Robinson, D. (2013), Preliminary taxonomy of gamification elements for varying anticipated commitment, *CHI 2013 Workshop on Designing Gamification: Creating Gameful and Playful Experiences*
- Rogers, S. (2010), *Level Up!: The Guide to Great Video Game Design*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Sanchez, E. (2011), *Key criteria for Game Design: A Framework, The Business Game*
- SeriousGameClassification – America’s Army, Ανάκτηση από <http://serious.gameclassification.com/EN/games/758-Americas-Army/index.html> .
- SeriousGameClassification Hutspiel ,Ανάκτηση από <https://serious.gameclassification.com/EN/games/14999-Hutspiel-/index.html> .
- SeriousGameClassification T.E.M.P.E.R, Ανάκτηση από <https://serious.gameclassification.com/EN/games/45040-T.E.M.P.E.R./index.html>.
- Skeet, J. (2019), *C# in Depth 4th edition*
- Smithsonian *Video Game History*, Ανάκτηση από si.edu: <https://www.si.edu/spotlight/the-father-of-the-video-game-the-ralph-baer-prototypes-and-electronic-games/video-game-history>
- Torrence, C. (2015), *Oregon Trail Mainframe*, <https://archive.org/details/OregonTrailMainframe>.
- Twitch Tracker, *Twitch Statistics & Charts*, Ανάκτηση από twitchtracker.com: <https://twitchtracker.com/statistics>
- Weiss, B. (2012), *Classic Home Video Games, 1972-1984: A Complete Reference Guide*, McFarland & Company.
- Wikipedia *Magnavox Odyssey*, Ανάκτηση από wikipedia.org: [https://en.wikipedia.org/wiki/Magnavox\\_Odyssey](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnavox_Odyssey)
- Wikipedia *Nimrod (computer)*, Ανάκτηση από wikipedia.org: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nimrod\\_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Nimrod_(computer))
- Wilkes, M. (1997), *Arithmetic on the EDSAC*, IEEE Annals of the History of Computing, 19(1). doi:10.1109/85.560726
- WoWwiki , [https://wowwiki-archive.fandom.com/wiki/Formulas:Mob\\_XP](https://wowwiki-archive.fandom.com/wiki/Formulas:Mob_XP)
- Zyda, M. (2005), *From visual simulation to virtual reality to games*, IEEE, 38, 25-32, doi:10.1109/MC.2005.297

Φωτόδεντρο Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία – Φωτόδεντρο, Ανάκτηση από  
<http://ebooks.edu.gr/ebooks>

## Tutorials

freeCodeCamp.org - Learn Unity - Beginner's Game Development Tutorial  
<https://www.youtube.com/watch?v=gB1F9G0JXOo>

Epitome - Learn Unity Engine and C# by creating a real top-down RPG  
[https://www.youtube.com/watch?v=b8YUfee\\_pzc](https://www.youtube.com/watch?v=b8YUfee_pzc)

Imphenzia – Learn Unity <https://www.youtube.com/watch?v=pwZpJzpE2lQ>

javatpoint - C# Tutorial <https://www.javatpoint.com/c-sharp-tutorial>.

tutorialspoint - Unity Tutorial <https://www.tutorialspoint.com/unity/index.htm>.

w3schools - C# Tutorial <https://www.w3schools.com/cs/index.php>.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Οδηγίες και χάρτης



**You are free to play this game the way you want. The images below depict tips to make gameplay easier**  
Μπορείτε να παίξετε το παιχνίδι με όποιο τρόπο θέλετε. Οι εικόνες εδώ παρέχουν συμβουλές για ευκολία στον τρόπο παιχνιδιού.



**In order to finish the game you'll have to complete the quests provided by the NPCs. Although not every quest is mandatory, it is best practice to complete them all, as leveling up will help you towards the endgame.**

Για να τελειώσετε το παιχνίδι θα πρέπει να ολοκληρώσετε τις αποστολές που παρέχονται από τους χαρακτήρες NPC του παιχνιδιού. Αν και δεν είναι όλες οι αποστολές υποχρεωτικές είναι καλό να τις ολοκληρώσετε όλες, καθώς θα σας βοηθήσει στο τέλος του παιχνιδιού.



**Accepted quests can be seen in the Questlog (Q). Red OK next to the quest title indicates that the quest is completed and you'll have to return to the original NPC. Note that some quests reward items that may be useful for other quests, so it is good practice to gather every quest of an area and then proceed completing them.**

Οι αποστολές που έχετε αποδεχθεί φαίνονται πατώντας το Q. Το κόκκινο OK δίπλα στον τίτλο της αποστολής σημαίνει ότι η αποστολή έχει ολοκληρωθεί και πρέπει να επιστρέψετε στον αρχικό χαρακτήρα NPC. Σημειώστε ότι κάποιες αποστολές σας ανταμοιβούν με αντικείμενα που μπορεί να είναι χρήσιμα για άλλες αποστολές, για αυτό καλή τακτική είναι πρώτα να συγκεντρώσετε όλες τις αποστολές μιας περιοχής και μετά να προχωρήσετε στην ολοκλήρωσή τους.



**You can always find items at the 3 Markets of the game but it is better not to spend your limited gold unless you are 100% sure you can find the item needed.**

Μπορείτε πάντα να βρείτε αντικείμενα στις 3 Αγορές του παιχνιδιού, όμως είναι καλύτερα να μην ξοδεύετε τον περιορισμένο σας χρυσό παρά μόνο αν είστε 100% σίγουροι ότι δεν μπορείτε να βρείτε τα αντικείμενα που χρειάζεστε.



**Some quests or obstacles require the crafting of a recipe. An easy way to stay organized is to have the Questlog (Q) and the Recipes list (C) open at the same time. That way you can easily check what the quest objectives and the requirements for the recipe are.**

Κάποιες αποστολές ή εμπόδια απαιτούν την κατασκευή κάποιων συνταγών. Ένας καλός τρόπος να μείνετε οργανωμένοι είναι να έχετε το παράθυρο των αποστολών (Q) και το παράθυρο των συνταγών (C) ταυτόχρονα ανοιχτά. Έτσι μπορείτε να δείτε τους στόχους της αποστολής και τα απαιτούμενα υλικά μιας συνταγής εύκολα.



**To attack a Treeing first target it with left click and then press 1 or 2**

Για να επιτεθείτε σε ένα Δέντρο πρώτα το επιλέγετε με Αριστερό κλικ και μετά πατάτε 1 ή 2



**To loot approach the Treeing from below or from above and press Right click**

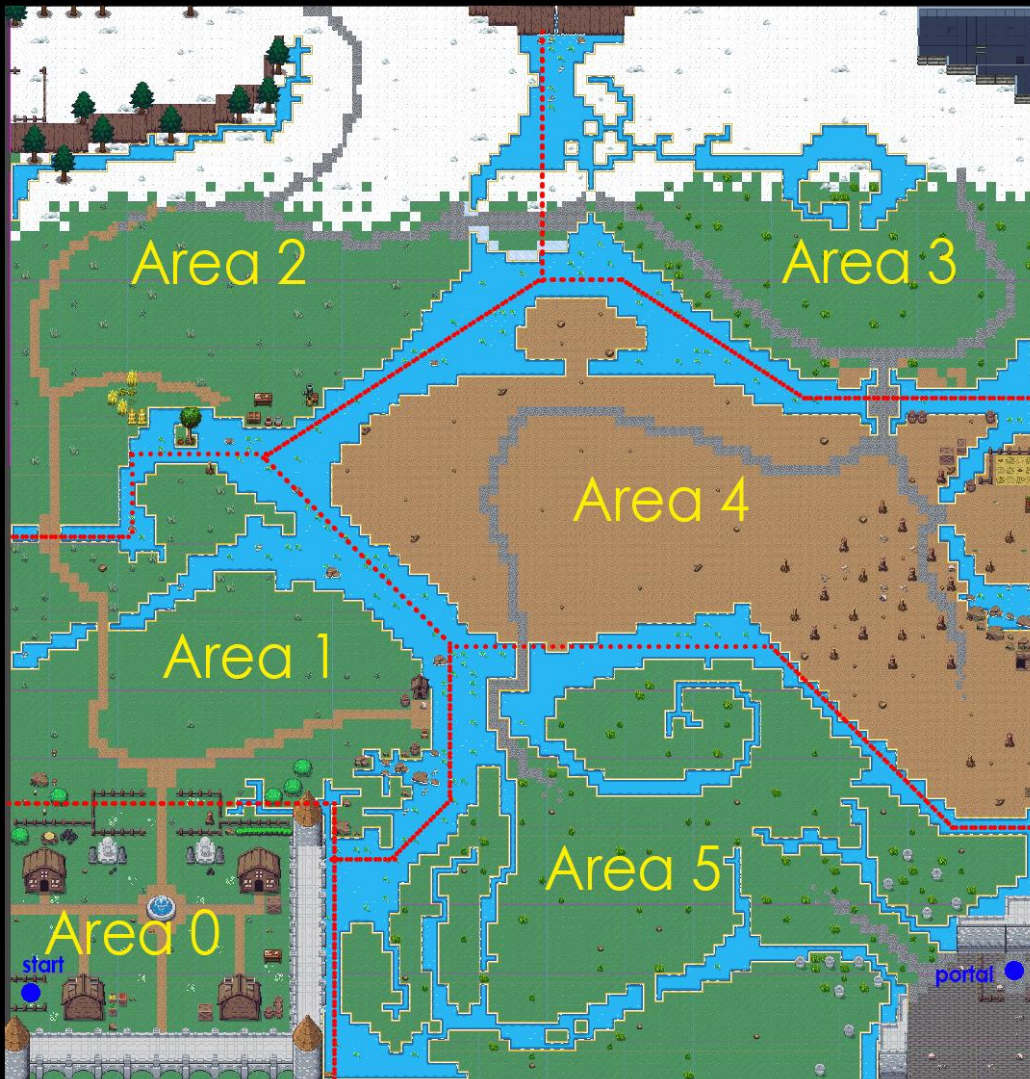
Για να πάρετε τα λάφυρα πλησιάστε ένα Δέντρο από πάνω ή από κάτω και πατήστε Δεξί κλικ



**You can also rearrange the items in your inventory**

Μπορείτε να μετακινήσετε τα αντικείμενα στην τσάντα





copyright: Alex Filippas - 2022

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Ερωτήσεις και απαντήσεις του παιχνιδιού

### Περιοχή 0

1	Ποιο είναι το χημικό σύμβολο του Σιδήρου;	C	Fe	Ir
2	Ποιο είναι το χημικό σύμβολο του Νατρίου;	Mn	So	Na
3	Ποιο είναι το χημικό σύμβολο του Χλωρίου;	Ch	Cl	C
4	Ποιος είναι ο χημικός τύπος για το Χλωριούχο Νάτριο;	So-Cl	Cl-Na	Na-Cl
5	Ποια είναι η κοινή ονομασία του Χλωριούχου Νατρίου;	Σόδα	Πιπέρι	Αλάτι

### Περιοχή 1

1	Ποιο είναι το χημικό σύμβολο του Μολύβδου;	Le	Pb	Xd
2	Ποιο είναι το χημικό σύμβολο του Υδρογόνου;	Ha	He	H
3	Ποιος είναι ο χημικός τύπος για το Μεθάνιο;	CH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>
4	Ποιος είναι ο χημικός τύπος για το Νερό;	HO	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
5	Ποια είναι η φάση του Οξυγόνου σε Κανονικές Συνθήκες (Κ.Σ.) θερμοκρασίας και πίεσης	Στερεό	Υγρό	Αέριο
6	Ποια είναι η φάση του Σιδήρου σε Κανονικές Συνθήκες (Κ.Σ.) θερμοκρασίας και πίεσης	Στερεό	Υγρό	Αέριο
7	Η μετατροπή από την υγρή στη στερεά κατάσταση λέγεται:	Συμπύκνωση	Τήξη	Πήξη
8	Η μετατροπή από την υγρή στην αέρια κατάσταση λέγεται:	Τήξη	Εξάτμιση	Αεριοποίηση
9	Η μετατροπή από την αέρια στη στερεά κατάσταση λέγεται:	Εναπόθεση	Πήξη	Εξάτμιση
10	Η μετατροπή από τη στερεά στην αέρια κατάσταση λέγεται:	Εξάτμιση	Εξάχνωση	Τήξη

### Περιοχή 2

1	Ποιο είναι το χημικό σύμβολο του Θείου;	S	Su	Sf
2	Ποιο είναι το χημικό σύμβολο του Βολφραμίου;	T	W	R
3	Ποιο είναι το χημικό σύμβολο του Μαγνησίου;	Mn	Ms	Mg
4	Το μαγνήσιο και το ασβέστιο ανοίκουν στην ομάδα του περιοδικού πίνακα με το όνομα:	Αλκαλικές Γαίες	Σπάνιες γαίες	Ομάδα του Μαγνησίου

5	Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από:	25% H <sub>2</sub> O	50% H <sub>2</sub> O	70% H <sub>2</sub> O
6	Ποιος είναι ο χημικός τύπος για το Χλωριούχο ασβέστιο;	Cl <sub>3</sub> Ca	CaCl	CaCl <sub>2</sub>
7	Ποιος είναι ο χημικός τύπος για το Υδροχλωρικό οξύ;	HCl	HCl <sub>2</sub>	HCl <sub>3</sub>
8	Το Υδροχλωρικό οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:	Σκοτώνει τα αγριόχορτα	Αφαίρεση σκουριάς	Λίπασμα
9	Το διάλυμα Νερό + Λάδι είναι:	Ομογενές	Ετερογενές	
10	Ποια η ονομασία των στοιχείων K και Si;	Κάλιο/Σιλικόνη	Κάλτσιο/Σικέλιο	Κάλιο/Πυρίτιο

### Περιοχή 3

1	Το CO <sub>2</sub> ονομάζεται:	Οξείδιο του Άνθρακα	Διοξείδιο του Άνθρακα	Άνθρακας Οξυγόνο
2	Ποια είναι τα χημικά σύμβολα των στοιχείων Φθόριο και Κοβάλτιο	Fl / Co	Fu / Cb	F / Co
3	Το Οξείδιο του Αργιλίου ονομάζεται και:	Αλουμίνα	Αλουμίνιοξ	Αλουμινίτης
4	Ποιο από αυτά είναι χημική αντίδραση;	Το νερό που βράζει	Το παγάκι που λιώνει	Το γάλα που γίνεται γιαούρτι
5	Ένα χημικό στοιχείο αποτελείται από:	τον ίδιο τύπο ατόμων	διαφορετικό τύπο ατόμων	τουλάχιστον ένα άτομο H
6	Μια χημική ένωση αποτελείται από _____ που συνδυάζονται μεταξύ τους σε συγκεκριμένες αναλογίες.	ίδιο τύπο ατόμων	διαφορετικό τύπο ατόμων	Άνθρακα και Οξυγόνο
7	Επέλεξε την χημική ένωση	H <sub>2</sub> O	O <sub>3</sub>	O
8	Το Οξικό οξύ είναι το κύριο συστατικό:	στον καφέ	στη μαγειρική σόδα	στο ξύδι
9	Ο αέρας αποτελείται από 78% Άζωτο και 21% Οξυγόνο.	Σωστό	Λάθος	
10	Ποιο από αυτά είναι βασικό συστατικό στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης;	HCl	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>

### Περιοχή 4

1	Ποια είναι η κοινή ονομασία του Θεϊκού οξέως;	Βιτριόλι	Υδροχλώριο	Νερό
2	Η Αμμωνία αποτελείται από:	2-N και 2-H	1-N και 3-H	3-C και 1-N
3	Ποιο από αυτά είναι ραδιενεργό;	U	N	Zn
4	Η τυπική σύσταση του Ορείχαλκου είναι:	66% Al - 34% Fe	66% Cu - 34% Zn	66% W - 34% Zn
5	Το H <sub>2</sub> S είναι γνωστό για:	τα όμορφα χρώματά του	την υψηλή ευφλεκτότητα	την κακή οσμή
6	Τα διαλύματα οξέων περιέχουν κατιόντα Υδρογόνου (H <sup>+</sup> ) και τα	Σωστό	Λά]	

	διαλύματα βάσεων περιέχουν ανιόντα υδροξειδίου (OH <sup>-</sup> ).			
7	Όταν ένα οξύ αντιδρά με μια βάση παράγεται:	νερό	άλας	άλας και νερό
8	Τα όξινα διαλύματα έχουν pH:	κοντά στο 0	κοντά στο 7	κοντά στο 14
9	Τα βασικά διαλύματα έχουν pH:	κοντά στο 0	κοντά στο 7	κοντά στο 14
10	Το καθαρό νερό έχει pH:	περίπου 0	περίπου 7	περίπου 14

#### Περιοχή 5

1	Τα χημικά σύμβολα για το Χαλκό και το Χρυσό είναι:	Co / Go	Cu / Gu	Cu / Au
2	Το Φθόριο ανήκει στην ομάδα:	Αλκαλικές Γαίες	Ευγενή Αέρια	Αλογόνα
3	Το Όξινο ανθρακικό νάτριο ονομάζεται κοινώς:	Ξύδι	Μαγειρική σόδα	Αμμωνία
4	Ποια είναι η χημική ονομασία της χλωρίνης (NaClO)	Υποχλωριώδες νάτριο	Χλωριώδες νάτριο	Χλωρινώδες νάτριο
5	Ο Πυρίτης ονομάζεται και _____ λόγω της μεταλλικής κίτρινης απόχρωσής του.	Ψευδόχρυσος	Ψευτομέταλλο	Ελαφρύς Χρυσός
6	Το μόριο της καφεΐνης περιέχει:	Υδροξυλοομάδα	Μεθυλοομάδα	
7	Ένα ομογενές μίγμα είναι γνωστό και ως	Μίγμα	Διαλύτης	Διάλυμα
8	Υψηλή συγκέντρωση γαστρικού οξέως προκαλεί στομαχόπονο (περιέχει HCl). Μπορούμε να ανακουφίσουμε τον πόνο πίνοντας μια λεμονάδα.	Σωστό	Λάθος	
9	Ένας αγρότης θέλει να καλλιεργήσει πορτοκάλια. Το χώμα στο χωράφι του έχει pH = 5. Το χώμα είναι:	όξινο	βασικό	ουδέτερο
10	Για να καλλιεργήσει τα πορτοκάλια του ο αγρότης πρέπει να κάνει ουδέτερο το pH του εδάφους (pH=5). Χρησιμοποιεί:	Υδροχλωρικό οξύ (HCl)	Νιτρικό οξύ (HNO <sub>3</sub> )	Υδροξείδιο του ασβεστίου (Ca(OH) <sub>2</sub> )

#### Τελική σκηνή

1	Ερ1. Οι μπαταρίες αυτοκινήτων περιέχουν H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> το οποίο ονομάζεται	Ανθρακικό οξύ	Θεικό οξύ	Νιτρικό οξύ
2	Ερ2. Τα υδατικά διαλύματα οξέων γενικά έχουν ξινή γεύση	Σωστό	Λάθος	
3	Ερ3. Ποια από τις παρακάτω χημικές ουσίες ΔΕΝ ανήκει στα οξέα;	HCl	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
4	Ερ4. Ποια από τις παρακάτω χημικές ουσίες ΔΕΝ ανήκει στις βάσεις;	HNO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>

5	Ερ5. Για να αντιμετωπίσουμε ενοχλήσεις στο στομάχι λόγω υπερέκκρισης γαστρικού υγρού χρησιμοποιούμε:	ασπιρίνη	ξύδι	Al(OH) <sub>3</sub>
6	Ερ6. Τι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την αντιμετώπιση τσιμπήματος μέλισσας;	Ξύδι	Διάλυμα αμμωνίας	Χυμό λεμονιού
7	Ερ7. Τα στοιχεία Φθόριο (F) και Χλώριο (Cl) ανήκουν στην 17η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα που ονομάζεται:	Αλογόνα	Ευγενή αέρια	Αλκάλια
8	Ερ8. Η κατάταξη των χημικών στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα γίνεται με βάση:	τον μαζικό αριθμό	την πυκνότητα	τον ατομικό αριθμό
9	Ερ9. Τα περισσότερα στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα είναι:	Μέταλλα	Αμέταλλα	Διατομικά
10	Ερ10. Εξάχνωση είναι η μετατροπή από φάση:	αέρια σε υγρή	στερεή σε αέρια	υγρή σε στερεή
11	Ερ11. Να διατάξετε τα υλικά κατά σειρά αυξανόμενης πυκνότητας: σίδηρος, λάδι, νερό	σίδηρος < λάδι < νερό	λάδι < νερό < σίδηρος	νερό < λάδι < σίδηρος
12	Ερ12. Να διατάξετε τα υλικά κατά σειρά αυξανόμενης σκληρότητας: αλουμίνιο, διαμάντι, κερί	κερί < αλουμίνιο < διαμάντι	διαμάντι < κερί < αλουμίνιο	αλουμίνιο < διαμάντι < κερί
13	Ερ13 Το διάλυμα "Αλατόνερο" αποτελείται από αλάτι και νερό. Ποιοι είναι οι ρόλοι τους;	Διαλύτης:νερό, διαλυμένη ουσία:αλάτι	Διαλύτης:αλάτι, διαλυμένη ουσία:νερό	
14	Ερ14. Όταν ένα άτομο κάτω από ορισμένες συνθήκες πάρει ηλεκτρόνια μετατρέπεται σε θετικό ιόν που ονομάζεται κατιόν.	Σωστό	Λάθος	
15	Ερ15. Κορεσμένο είναι το διάλυμα που περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα:	νερού	Διαλύτη	διαλυμένης ουσίας

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

Αποδοχή του παιχνιδιού							
	Διάμεσος	Τυπική απόκλιση	Διαφωνώ κάθεται	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Το περιεχόμενο του παιχνιδιού είναι σχετικό (δεν περιέχει λάθη).							
Το περιεχόμενο ταιριάζει με τα χαρακτηριστικά των μαθητών που θα το παίξουν (Μαθητές Γυμνασίου)							
Το περιεχόμενο ταιριάζει με την σχολική ύλη της Χημείας Γυμνασίου.							
Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του παιχνιδιού επιτρέπει την αξιοποίησή του στα πλαίσια του μαθήματος.							
Χρηστικότητα							
	Διάμεσος	Τυπική απόκλιση	Διαφωνώ κάθεται	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Το παιχνίδι μπορεί να "τρέξει" σε συσκευές σχολείου ή στις προσωπικές συσκευές των μαθητών.							
Ο χρόνος που απαιτείται για την εκμάθηση του παιχνιδιού είναι λογικός.							
Το παιχνίδι παρέχει κατάλληλη καθοδήγηση και επαρκή βοήθεια.							
Το παιχνίδι παρέχει σαφή και σχετική ανατροφοδότηση (feedback) στο μαθητή.							
Το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχολείο.							
Το παιχνίδι μπορεί να συμπληρωματικά κατά τη μελέτη των μαθητές στο σπίτι.							
Διδακτική χρήση							
	Διάμεσος	Τυπική απόκλιση	Διαφωνώ κάθεται	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Το παιχνίδι βοηθά στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων του καθηγητή.							
Οι δραστηριότητες των μαθητών μέσα στο παιχνίδι είναι σχετικές με το διδακτικό κομμάτι.							
Μέσα από το παιχνίδι οι μαθητές βελτιώνουν τις γνώσεις τους.							

Μέσα από το παιχνίδι οι μαθητές αναπτύσσουν σχετικές ικανότητες.							
Περιβάλλον παιχνιδιού							
	Διάμεσος	Τυπική απόκλιση	Διαφωνώ κάθεται	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Το περιβάλλον του παιχνιδιού είναι ελκυστικό για τους μαθητές							
Το περιβάλλον του παιχνιδιού είναι φιλικό προς το χρήστη/μαθητή.							
Το σενάριο του παιχνιδιού κεντρίζει το ενδιαφέρον του μαθητή.							
Τα στοιχεία του παιχνιδιού (συγκέντρωση χημικών στοιχείων, κατασκευή ενώσεων κλπ) διατηρούν το ενδιαφέρον του μαθητή αμείωτο.							
Το περιβάλλον του παιχνιδιού παρέχει κίνητρο στους μαθητές για μελέτη και αυτοαξιολόγηση.							
Υπάρχει ισορροπία μεταξύ των στοιχείων του παιχνιδιού και της επίτευξης του εκπαιδευτικού στόχου.							
Γενικά							
	Διάμεσος	Τυπική απόκλιση	Διαφωνώ κάθεται	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Εκπαιδευτικά παιχνίδια όπως το Elementium θα μπορούσαν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία των μαθημάτων σε τάξεις Γυμνασίου.							

Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

1. Σημειώστε 2-3 χαρακτηριστικά του παιχνιδιού που βρήκατε ενδιαφέροντα.
2. Σημειώστε τις προτάσεις σας για μελλοντική βελτίωση του παιχνιδιού.