



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΔΠΜΣ: « ΤΕΧΝΟ- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ »

# Metrics to Escape: Εκπαιδευτικό παιχνίδι για την ακρίβεια και την αξιολόγηση των προβλέψεων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΖΙΦΑ ΣΩΤΗΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ

Επιβλέπων: Βασίλειος Ασημακόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Υπεύθυνη: Νικολέττα Ζαμπέτα Λεγάκη  
Υποψήφια διδάκτωρ Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΔΠΜΣ: « ΤΕΧΝΟ- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ »

# Metrics to Escape: Εκπαιδευτικό παιχνίδι για την ακρίβεια και την αξιολόγηση των προβλέψεων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΖΙΦΑ ΣΩΤΗΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ

Επιβλέπων: Βασίλειος Ασημακόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Υπεύθυνη: Νικολέττα Ζαμπέτα Λεγάκη  
Υποψήφια διδάκτωρ Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την Παρασκευή, 30 Σεπτεμβρίου 2016

.....  
Βασίλειος Ασημακόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Δημήτριος Ασκούνης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

.....  
Τζίφα Σωτηρία- Ελένη

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Copyright © Τζίφα Σωτηρία- Ελένη, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της Μονάδας Προβλέψεων και Στρατηγικής που υπάγεται στον Τομέα Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού προγράμματος «Τεχνο - οικονομικά Συστήματα».

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Βασίλειο Ασημακόπουλο για την ευκαιρία που μου έδωσε αναθέτοντάς μου τη συγκεκριμένη εργασία, καθώς και τους καθηγητές για τη συμμετοχή τους στην τριμελή εξεταστική επιτροπή της εργασίας.

Ιδιαιτέρως, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την υποψήφια διδάκτορα κ. Νικολέττα Ζαμπέτα Λεγάκη για την ιδέα που πλαισίωσε την παρούσα διπλωματική, καθώς και για τη διαρκή παρακολούθηση της πορείας της διπλωματικής μου εργασίας, την καθοδήγηση και τις εποικοδομητικές συμβουλές και τις χρήσιμες παρατηρήσεις που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Καταλήγοντας, θα ήθελα να αφιερώσω τη διπλωματική μου εργασία στην οικογένειά μου, τους γονείς μου και τα αδέρφια μου που με στηρίζουν όλα αυτά τα χρόνια στην επίτευξη των στόχων μου. Η ολοκλήρωση των σπουδών μου θα ήταν δύσκολη χωρίς την υποστήριξη και την υπομονή που επέδειξαν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου για τη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια της φοιτητικής μου πορείας.

Τζίφα Σωτηρία-Ελένη

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στους τομείς της εκπαίδευσης και των επιχειρήσεων, η συνεχής εκπαίδευση των ατόμων αποτελεί κύριο συστατικό για την ανάπτυξη των γνώσεων και τη διεύρυνση των οριζόντων τους, συμβάλλοντας, ταυτόχρονα, στην πρόοδο των αντίστοιχων τομέων. Η εισαγωγή του gamification στη διαδικασία εκπαίδευσης στοχεύει στην ανανέωση του ενδιαφέροντος αναφορικά με την εκπαίδευση, εισάγοντας στοιχεία gaming και εξελιγμένα γραφικά περιβάλλοντα σε τομείς όπου δεν υπάρχει περιεχόμενο παιχνιδιού.

Η παρούσα διπλωματική στοχεύει στη διερεύνηση της επίδρασης του gamification στην εκπαιδευτική διαδικασία. Συγκεκριμένα, επιτεύχθηκε η υλοποίηση του διαδικτυακού παιχνιδιού “Metrics to escape”, το οποίο εφαρμόστηκε στα πλαίσια της διδασκαλίας του μαθήματος.

Η ανάπτυξη του “Metrics to escape” βασίστηκε στη δημοσίευση των Rob J. Hyndman και Anne B. Koehler “Another look at measures of forecast accuracy”, στο οποίο παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των σφαλμάτων μέτρησης των τεχνικών προβλέψεων. Η δημοσίευση καταλήγει σε συγκεκριμένο τύπο σφάλματος που εφαρμόζεται ευρέως στις τεχνικές προβλέψεων και συγκεντρώνει την πλειονότητα των θετικών στοιχείων.

Ο σχεδιασμός του παιχνιδιού βασίστηκε στην εξελικτική πορεία που ακολουθεί το προαναφερθέν paper. Μέσα από τις ερωτήσεις και τους γρίφους, πρωταρχικός στόχος καθίσταται η κατανόηση του περιεχομένου μέσω της διαδικασίας του παιχνιδιού.

Χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία control group- experiential learning για τον έλεγχο της εφαρμογής, εξήχθησαν συμπεράσματα αναφορικά με την απόδοση του gamification σε συγκεκριμένη εκπαιδευτική ομάδα.

Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται γραφικά με τον αντίστοιχο σχολιασμό. Επί πρόσθετα παρουσιάζονται τα εξαγόμενα συμπεράσματα και προεκτάσεις της παρούσας μελέτης.

Λέξεις- Κλειδιά:

Gamification, σφάλματα, τεχνικές προβλέψεων, gaming, control group, experiential learning

## ABSTRACT

In the fields of education and business, continuous training of people is a key component for the development of knowledge and broaden their horizons, contributing at the same time, the progress of the respective sectors. The introduction of gamification in education process, aims to renew interest regarding education, entering gaming elements and sophisticated graphical environments in areas where there is no game content.

This thesis aims to investigate the effect of gamification in the educational process. Specifically, we achieved the implementation of the online game "Metrics to escape", which was implemented as part of the course of instruction.

The development of "Metrics to escape" was based on the publication of Rob J. Hyndman and Anne B. Koehler "Another look at measures of forecast accuracy", which presents the advantages and disadvantages of measurement errors of technical provisions. The paper concludes to a specific error type that is widely applied in forecasting techniques and concentrates the majority of the positive elements.

The design of the game was based on the evolutionary path followed by the aforementioned paper. Through questions and puzzles, the primary objective is making the understanding of the content through the process of the game.

Using the control group- experiential learning methodology for monitoring the application, conclusions were reached with regard to the performance of gamification in this educational group.

The results are depicted graphically with the appropriate comments. In addition, conclusions drawn and implications of this study are presented.

### Key Words:

Gamification, metrics, technical provisions, gaming, control group, experiential learning



## Contents

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	11
Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή στο gamification.....	13
1.1. Εισαγωγή.....	13
1.2 Ιστορία και πρόδρομοι του gamification.....	13
1.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα .....	14
1.3.1 Πλεονεκτήματα.....	14
1.3.2 Μειονεκτήματα.....	15
1.4 Παραδοσιακός τρόπος vs game-based learning.....	17
1.5 Αρχές του gamification .....	19
1.6 Courses and Platforms .....	22
1.6.1 Gamification Design in courses.....	22
1.6.2 Gamification από πλευράς φοιτητών .....	24
Κεφάλαιο 2- Τεχνικές Προβλέψεων .....	25
2.1 Γενικά για τις προβλέψεις .....	25
2.2 Κατηγορίες Τεχνικών Προβλέψεων .....	25
2.2.1 Στατιστικές Προβλέψεις.....	25
2.2.2 Κριτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης.....	25
2.2.3 Πρόβλεψη Στόχου .....	25
2.2.4 Τελική Πρόβλεψη.....	26
2.2.5 Χρονικός Ορίζοντας Πρόβλεψης.....	26
2.3 Χρονοσειρές.....	26
2.3.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών .....	26
2.4 Μέθοδοι πρόβλεψης .....	28
2.4.1 Απλοϊκή Μέθοδος (Naive) .....	28
2.4.2 Μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης.....	28
2.4.3 Μοντέλα Παλινδρόμησης.....	30
2.4.4 Μοντέλο Theta.....	32
2.4.5 Αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου (μέθοδος ARIMA).....	33
2.5 Σφάλματα.....	33
Κεφάλαιο 3- Δημιουργία metrics to escape .....	39
3.1 Επιλογή του paper .....	39

3.2 Σχεδιασμός του παιχνιδιού .....	42
3.2.1 Ιδέα σχεδιασμού.....	42
3.2.2 Στοιχεία gaming .....	43
3.2.3 Συνδυασμός των εκπαιδευτικών στοιχείων και των στοιχείων gaming .....	44
3.3 Υλοποίηση του παιχνιδιού.....	47
3.3.1 Access στο παιχνίδι.....	47
3.3.2 Τεχνικά Δεδομένα του παιχνιδιού.....	47
3.4 Περιγραφή του παιχνιδιού .....	49
3.4.1 Ανάλυση περιεχομένου του παιχνιδιού .....	50
Κεφάλαιο 4- Πείραμα και Συνθήκες Πειράματος.....	59
4.1 Experiential Learning- Control Group .....	59
4.1.1 Experiential Learning .....	59
4.1.1.1 Μοντέλο Experiential Learning .....	60
4.1.1.2 Control Group .....	62
4.2 Αξιολόγηση φοιτητών.....	63
4.3 Χωρισμός ομάδων .....	63
4.4 Αποτελέσματα .....	64
Κεφάλαιο 5- Συμπεράσματα και Προεκτάσεις.....	71
5.1 Συμπεράσματα.....	71
5.2 Προεκτάσεις.....	73

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σημερινό ακαδημαϊκό εκπαιδευτικό σύστημα και η εκπαίδευση στα πλαίσια των επιχειρήσεων καλούνται να αντιμετωπίσουν την αυξανόμενη απομάκρυνση των εκπαιδευτικών μελών τους από τη δια βίου μάθηση. Οι επιπτώσεις της τάσης προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση συνοψίζονται στην επιτυχή διεκπεραίωση των εκπαιδευτικών υποχρεώσεων και στην απομάκρυνση από την ουσία της μόρφωσης.

Η έννοια του gamification και η εισαγωγή του στην εκπαιδευτική διαδικασία συμβάλλει στην αντιστροφή του υφιστάμενου διαμορφωμένου κλίματος. Ο εντοπισμός των στοιχείων των παιχνιδιών που προκαλούν το ενδιαφέρον των ατόμων και η χρησιμοποίησή τους σε περιβάλλον όπου δεν υπάρχει περιεχόμενο παιχνιδιού στοχεύει στην ενίσχυση της εκπαιδευτικής δραστηριότητας των ατόμων σε ένα διασκεδαστικό περιβάλλον. Μέσω των δοκιμασιών και των γρίφων, η μάθηση τοποθετείται σε πλαίσιο διερεύνησης και προσομοίωσης ενώ η ροή της γνώσης και η σύνδεση των πληροφοριών διατηρούν την αφοσίωση των ατόμων.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, εφαρμόστηκε η διαδικασία του gamification, από την αρχική φάση της δημιουργίας παιχνιδιού μέχρι την εφαρμογή και την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Το εκπαιδευτικό αντικείμενο βασίστηκε στη δημοσίευση των Rob J. Hyndman και Anne B. Koehler “Another look at measures of forecast accuracy”, στην οποία παρουσιάζονται μια σειρά σφαλμάτων που χρησιμοποιούνται στις τεχνικές προβλέψεων. Τα σφάλματα συμβάλλουν στην αξιολόγηση των μεθόδων πρόβλεψης μέσω της μέτρησης της ακρίβειας. Για το λόγο αυτό και αποτελούν σημαντικό αντικείμενο της μελέτης των τεχνικών προβλέψεων.

Η δημιουργία του παιχνιδιού metrics to escape αποτέλεσε το πρώτο σκέλος της διπλωματικής εργασίας. Με τη χρήση ελεύθερης πλατφόρμας gaming, υλοποιήθηκε ένα διαδικτυακό escape room, η τελική λύση του οποίου επιτυγχάνεται μέσω της επιτυχούς επίλυσης γρίφων και απάντησης ερωτήσεων σχετικών με τα σφάλματα των τεχνικών προβλέψεων.

Το παιχνίδι εφαρμόστηκε στα πλαίσια της διδασκαλίας των τεχνικών προβλέψεων ακολουθώντας το μοντέλο control group- experiential learning, κατά το οποίο η διδασκαλία του αντικειμένου των σφαλμάτων παρουσιάστηκε με 4 διαφορετικούς τρόπους στην εκπαιδευτική ομάδα, ώστε να εξαχθούν τα ανάλογα συμπεράσματα και να αξιολογηθεί το gamification και τα οφέλη του στην εκπαιδευτική διαδικασία συγκριτικά με άλλες μεθόδους.

Η παρούσα διπλωματική χωρίζεται σε δυο μέρη. Στο πρώτο μέρος, το οποίο αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας και περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες για την κατανόηση των εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν, και στο δεύτερο μέρος, το οποίο περιέχει την ανάλυση της δημιουργίας του παιχνιδιού, από την επιλογή της δημοσίευσης που αποτέλεσε το σημείο αναφοράς, έως την διαδικασία της δημιουργίας του παιχνιδιού και την εφαρμογή του στην ομάδα ενώ, τέλος, παρατίθενται τα αποτελέσματα της ανωτέρω διαδικασίας και τα εξαγόμενα συμπεράσματα και προεκτάσεις.

Πιο συγκεκριμένα, στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται η έννοια του gamification, περιλαμβάνοντας την εξέλιξή του μέχρι τις μέρες μας, την παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων, καθώς και η σύγκρισή του με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας.

Τέλος, γίνεται αναφορά στη δομή και τη διαθεσιμότητα μαθημάτων και σεμιναρίων με σχετικό περιεχόμενο.

Το 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο αποτυπώνει τις τεχνικές προβλέψεων που χρησιμοποιούνται σε ακαδημαϊκό και επιχειρησιακό τομέα. Γίνεται αναφορά στις ευρείες κατηγορίες των τεχνικών προβλέψεων, στα χαρακτηριστικά των χρονοσειρών πάνω στις οποίες εφαρμόζονται και στις κυριότερες μεθόδους πρόβλεψης. Σημαντικό μέρος του κεφαλαίου περιγράφει τα σφάλματα των τεχνικών προβλέψεων και τους παράγοντες που επιδρούν στο αποτέλεσμα που υπολογίζουν, δίνοντας τα στοιχεία που οδηγούν στην επιλογή ή την αποφυγή τους στην τελική μελέτη.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδρομή δημιουργίας του παιχνιδιού metrics to escape, από τη διαδικασία διαλογής του καταλληλότερου paper έως την επιλογή των εργαλείων και των τεχνολογιών για τη δημιουργία του escape room. Περιγράφονται τα στοιχεία gaming που συμπεριλήφθηκαν, ο τελικός συνδυασμός τους με τα εκπαιδευτικά στοιχεία, η αλληλουχία των ερωτήσεων και η αποτύπωση της ροής του paper στο παιχνίδι και παρουσιάζεται ολοκληρωμένη η τελική δομή του παιχνιδιού, τεχνικά και εκπαιδευτικά.

Το 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο αποτελεί το πειραματικό μέρος της μελέτης. Παρουσιάζεται ο τρόπος διαχωρισμού των ομάδων, η λογική στην οποία βασίστηκε και τα στοιχεία που είχαν στη διάθεσή. Παρουσιάζονται διαγραμματικά τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του πειράματος τόσο ανά ομάδα όσο και συγκεντρωτικά και συγκριτικά, βασιζόμενοι σε στατιστικές αναλύσεις.

Το 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο αποτελεί τη σύνοψη των αποτελεσμάτων του gamification στην ακαδημαϊκή ομάδα, ενώ αποτυπώνονται και οι πιθανές προεκτάσεις της ανωτέρω διαδικασίας.

## Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή στο gamification

### 1.1. Εισαγωγή

Η εισαγωγή του gaming στην εκπαίδευση αποτελεί μια εκπαιδευτική προσέγγιση που αποσκοπεί, μέσω της εισαγωγής γραφικού περιβάλλοντος καθώς και στοιχείων gaming, στην κινητοποίηση και δραστηριοποίηση των μελών των εκάστοτε εκπαιδευόμενων ομάδων. Μέσω της ανωτέρω διαδικασίας, στοχεύεται η ενίσχυση του ενδιαφέροντος των εκπαιδευόμενων, το οποίο και επιτυγχάνεται μέσω της αύξησης της διασκέδασης. Με την ευρεία έννοια, ο όρος του gamification είναι η διαδικασία εντοπισμού των στοιχείων των παιχνιδιών που τα καθιστούν διασκεδαστικά και δελεαστικά στους παίκτες ώστε να συνεχίζουν την ενασχόληση μαζί τους και η «μετάγγισή» τους σε περιβάλλον όπου δεν υπάρχει περιεχόμενο παιχνιδιού, ώστε να ανιχνευτεί η επίδρασή του.

Στις μέρες μας παρατηρείται μια τάση διάχυτης απεμπλοκής των φοιτητών από την εκπαίδευση. Η αντιμετώπιση του εκπαιδευτικού συστήματος από πλευράς φοιτητών περιορίζεται στην επιτυχή έκβαση των εξετάσεων χωρίς να εστιάζουν στην ουσία της μόρφωσης. Το Gamification και η χρήση των παιχνιδιών προτείνεται ως μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την αύξηση της δέσμευσης από πλευράς φοιτητών με ουσιαστικό τρόπο.

Σε ένα ιδανικό εκπαιδευτικό περιβάλλον παιχνιδιού, οι μαθητές μαθαίνουν πώς να επιλύουν σύνθετα προβλήματα. Οι γρίφοι μέσα σε ένα παιχνίδι συνήθως ξεκινούν από εύκολο επίπεδο και σταδιακά μεταβαίνουν σε δυσκολότερο επίπεδο, καθώς, αυξάνεται και η ανάπτυξη των δεξιοτήτων των παικτών. Οι παίκτες έχουν κίνητρο για να μάθουν, εν μέρει, επειδή η εκμάθηση βρίσκεται και παρουσιάζεται μέσα από μια διαδικασία υπόθεσης, διερεύνησης μέσα σε ένα πλαίσιο προσομοίωσης εντός του παιχνιδιού. Επιπλέον, οι στόχοι είναι σαφείς, και οι πληροφορίες καθίστανται διαθέσιμες στους παίκτες ακριβώς τη στιγμή που αυτό είναι αναγκαίες για την επίτευξη κάθε στόχου. Η ροή και ο τρόπος διασύνδεσης των πληροφοριών αποτελούν τον πιο δελεαστικό στόχο του παιχνιδιού. Η αφοσίωση του παίκτη, η ροή και οι δύσκολες προκλήσεις θεωρούνται τα κλειδιά για την επιτυχία του gamification.

Προκειμένου να διερευνηθεί το συγκεκριμένο φαινόμενο, έχουν διεξαχθεί έρευνες με σκοπό τον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο οι προκλήσεις από πλευράς παιχνιδιού, οι δεξιότητες των παικτών, η αφοσίωση, εξασφαλίζουν την μάθηση μέσω του gaming. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όσο πιο ελκυστικό είναι το παιχνίδι, τόσο πιο αφοσιωμένοι είναι οι παίκτες και μεγαλύτερη ήταν η αίσθηση ότι μαθαίνουν. Παραδόξως, το αίσθημα του να είναι απόλυτα απορροφημένος στο παιχνίδι δεν επηρέασε σημαντικά τη μάθηση.

### 1.2 Ιστορία και πρόδρομοι του gamification

Η ιδέα πίσω από το Gamification ήταν ήδη γνωστή σχεδόν εκατό χρόνια πριν. Ο Nelson (2012) υποστηρίζει ότι η προέλευση του Gamification τοποθετείται στις αρχές έως τα μέσα του 20ου αιώνα στη Σοβιετική Ένωση, ως "έναν τρόπο για να παρακινήσει τους εργαζομένους, χωρίς να στηρίζονται σε καπιταλιστικού στυλ χρηματικά κίνητρα". Οι εργαζόμενοι και τα εργοστάσια θα μπορούσαν να ανταγωνίζονται μεταξύ τους για να αυξήσουν την παραγωγή, με τη χρήση πόντων και άλλων στοιχείων του παιχνιδιού.

Αργότερα, στην αμερικανική διοίκηση, κατά τη μετάβαση από τον 20ο στον 21ο αιώνα, εμφανίστηκε η στρατηγική της μετατροπής του χώρου εργασίας σε ένα πιο περιβάλλον με περισσότερο παιχνίδι. Το 1984, ο Coonradt δημοσίευσε την πρώτη έκδοση του βιβλίου του «Gamification of work». Ο Coonradt, γνωστός ως "ο παππούς του Gamification», εφάρμοσε αρχές του gaming στο επιχειρηματικό περιβάλλον, αποσκοπώντας στη δραστηριοποίηση των εργαζομένων. Ανάμεσα στις αρχές που εφάρμοσε για να παρακινήσει τους εργαζομένους περιλαμβάνονται η συχνή ανατροφοδότηση επί της διαδικασίας, οι σαφείς στόχοι και η προσωπική επιλογή, χαρακτηριστικά που μπορούν να ανιχνευθούν και στα παιχνίδια.

Αυτού του είδους οι αμερικανικές και σοβιετικές προσεγγίσεις αποτέλεσαν ένα είδος πρόδρομου του όρου gamification. Ακόμη και πριν από την εργασία του Coonradt, τα προγράμματα επιβράβευσης, όπως τα προγράμματα τακτικών επιβατών σε αεροπορικές εταιρείες, όπου οι ταξιδιώτες κερδίζουν μίλια (δηλαδή μονάδες) που μπορεί να ανταλλαχθούν για κάποιο όφελος, και άλλες εκστρατείες μάρκετινγκ έχουν ήδη ενσωματώσει ορισμένα χαρακτηριστικά του παιχνιδιού.

Σε άλλες περιπτώσεις, οι ομοιότητες με στοιχεία του παιχνιδιού μπορεί να εντοπιστούν στη χρήση εικονιδίων ή συμβόλων για να εκφράσουν τα επιτεύγματα των ατόμων της ομάδας, όπως τα διακριτικά στις στρατιωτικές στολές ή τα διακριτικά που χρησιμοποιούνται για τις οργανώσεις νεολαίας, όπως το Σώμα Ελλήνων Προσκόπων. Αυτές οι εικόνες και τα σύμβολα βρίσκουν τα ψηφιακά τους ανάλογα στα badges των video games. Όπως ο κάθε νεοσύλλεκτος μπορεί να συλλέξει εμβλήματα και αυτά να εμφανίζονται στην στολή τους, τα ψηφιακά badges μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιβράβευση των ατομικών δεξιοτήτων, των ικανοτήτων και των επιτευγμάτων, από τη στιγμή που ένα σύστημα λογισμικού παρέχει την κατάλληλη υποδομή.

Στο πλαίσιο των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, σημειώνεται ότι, στη δεκαετία του 1980, στην Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (HCI), ο σχεδιασμός των διεπαφών χρήστη ήδη είχε επωφεληθεί από τη γνώση διαφορετικών πρακτικών σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού των παιχνιδιών. Η αίσθηση του παιχνιδιού, ως επιθυμητή εμπειρία του χρήστη ή ως πρακτική αλληλεπίδρασης, κέρδισε την προσοχή πολλών ερευνητών. Όπως αναφέρουν οι Deterding et al., σήμερα, στοιχεία χρησιμοποιούνταν κατά κόρον στα παιχνίδια, μηχανές γραφικών και εργαλεία συγγραφής των video games χρησιμοποιούνται σε μη-φιλοπαίγμονα περιβάλλοντα.

Το Game-Based Learning (GBL) και το κίνημα Serious Games συμβάλλουν στην εξάπλωση της ιδέας, αποκαλύπτοντας ότι τα παιχνίδια θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα σε μη-φιλοπαίγμονα περιβάλλοντα αντί απλώς να χρησιμοποιούνται για διασκέδαση και ψυχαγωγία.

## 1.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

### 1.3.1 Πλεονεκτήματα

#### A) Το gamification συμβάλλει στην ανάπτυξη της γνώσης

Η εισαγωγή του Gamification στις διαλέξεις, ενισχύει τη γνωστική λειτουργία και ενθαρρύνει τη γνωστική ανάπτυξη των ατόμων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των πραγματικών παιχνιδιών που διεγείρουν τη δραστηριότητα του εγκεφάλου. Υπάρχουν προϊόντα διαθέσιμα που προορίζονται για την ενίσχυση της γνωστικής λειτουργίας, παρουσιάζοντας στον παίκτη μια σειρά από ερωτήσεις

ή προβλήματα που καλούνται να επιλύσουν. Ακόμη και αν το παιχνίδι δεν επικεντρώνεται στην "γνωστική ανάπτυξη" η επιτυχής επίλυση του εκάστοτε γρίφου συμβάλλει σε αυτήν.

#### Β) Διεγείρει τον ενθουσιασμό

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες γενιές, τα σημερινά παιδιά περιβάλλονται από παιχνίδια και, ενδεχομένως, να τα έχουν διαθέσιμα σε κάθε συσκευή που κατέχουν, παιχνίδια τα οποία είναι πιο εθιστικά σε σύγκριση με τα αντίστοιχα των παλαιότερων γενιών. Με την προσθήκη του gaming στην αίθουσα, διεγείρεται η περιέργεια και ο ενθουσιασμός μέσω της διαδικασίας να μάθουν, να παίξουν και να κυριαρχήσουν στο παιχνίδι. Το σύστημα της επιβράβευσης συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικότητας καθώς οι μαθητές αναγνωρίζουν τη σωστή σειρά με την οποία πρέπει να κατακτήσουν ένα γνωστικό αντικείμενο και να ολοκληρώσουν τις εργασίες τους.

#### Γ) Απλοποιεί τη δέσμευση και μειώνει τις χρονοβόρες εργασίες

Τις παλιότερες εποχές, στις οποίες η τεχνολογία δεν ήταν προηγμένη, το εκπαιδευτικό σύστημα έπρεπε να παράγει διάφορες τεχνικές ώστε να διατηρήσει το ενδιαφέρον των ατόμων. Οι εκπαιδευτικές εκδρομές, οι εκδηλώσεις και οι ομαδικές δραστηριότητες αποτελούν μέρος αυτής της κατηγορίας εκπαίδευσης. Μέσω της τεχνολογίας μειώνεται ο χρόνος και ο όγκος των εργασιών ενώ διατηρείται το ενδιαφέρον. Επίσης, καθίσταται δυνατή η παρακολούθηση της προόδου των ατόμων καθώς τα αποτελέσματα είναι εμφανή σε πραγματικό χρόνο .

#### Δ) Επιτρέπει στους μαθητές να παρακολουθούν την πρόοδό τους

Με τη βοήθεια των badges, των κερδισμένων πόντων, των επιτυχών επιπέδων, και των ευκαιριών μέχρι να φτάσουν στην επιτυχία του κάθε επιπέδου, κάθε άτομο μεμονωμένα διατηρεί την προσοχή του στη διαδικασία. Το Gamification επιτρέπει επίσης την παρακολούθηση της προόδου τους κατά τρόπο που να μπορούν εύκολα να την κατανοήσουν. Τα εμπλεκόμενα μέλη μπορούν άμεσα να έχουν επίγνωση τόσο της ατομικής προόδου όσο και της επίδοσής τους συγκριτικά με την υπόλοιπη ομάδα.

#### Ε) Παρέχει αυτονομία

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα με τους αδύναμους μαθητές στην τάξη είναι ότι αποτυγχάνουν να συνειδητοποιήσουν το γεγονός ότι πρέπει να ενεργοποιηθούν οι ίδιοι όσον αφορά την εκπαίδευσή τους. Εξαρτώνται από το εκπαιδευτικό προσωπικό και από τον περίγυρό τους στη διαδικασία της μάθησης. Μέσω του gaming, θα οδηγηθεί στη συνειδητοποίηση ότι η εκπαίδευση αποτελεί πρωτίστως δική του ευθύνη παρέχοντάς του, ταυτόχρονα, την απαραίτητη αυτονομία.

#### ΣΤ) Διασκέδαση

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του gamification είναι η διασκέδαση. Ο μη παραδοσιακός τρόπος εκμάθησης συμπεριλαμβανομένου των badges, των πόντων και των επάθλων, αποτελεί την μεγαλύτερη πρόκληση στη πλευρά των φοιτητών και προκαλεί τη διάθεσή τους για μάθηση.

### 1.3.2 Μειονεκτήματα

Η διαδικασία του gamification πρέπει να πληροί ορισμένα κριτήρια. Σε αντίθετη περίπτωση τα αποτελέσματα δεν είναι τα επιθυμητά και αναμενόμενα. Αυτό εντοπίζεται πρωτίστως στον τρόπο σχεδιασμού του gaming.

#### 1. Έλλειψη σχεδιασμού και στρατηγικής

Το gamification είναι αποτελεσματικό μόνο όταν ενθαρρύνει συγκεκριμένες συμπεριφορές για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Πολλές εφαρμογές είτε εκπαιδευτικές είτε των επιχειρήσεων έχουν δημιουργηθεί χωρίς πρότερη ανάλυση των απαιτήσεων και των επιδιώξεων και κατ' επέκταση δεν είναι σαφείς και οι επιθυμητές συμπεριφορές των gamers. Επιπρόσθετο αρνητικό προς αυτήν την κατεύθυνση κρίνεται και η μη αξιολόγηση των διαφορετικών προσωπικοτήτων που λαμβάνουν μέρος στο παιχνίδι. Επομένως, η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων δεν αποδίδει τα αναμενόμενα στοιχεία.

## 2. Κακή διαδικασία παιχνιδιού

Οι μηχανισμοί του παιχνιδιού έχουν τη δυνατότητα να παρακινούν τους ανθρώπους να λειτουργούν σύμφωνα με συγκεκριμένους στόχους αρκεί αυτοί οι στόχοι να είναι σαφώς καθορισμένοι. Η λανθασμένη στοχοθεσία ή η απουσία στόχων μπορεί να είναι εξίσου καταστροφική. Ο τρόπος στησίματος του παιχνιδιού οφείλει να είναι προσαρμοσμένος στο κοινό που απευθύνεται και να προσαρμόζεται στις ετερόκλητες προσωπικότητες των παικτών.

## 3. Η κακή σχεδίαση

Ο κακός σχεδιασμός του παιχνιδιού ήταν ένας από τους βασικούς λόγους για τον οποίο ο Gartner προέβλεψε την κατάρρευση πολλών εφαρμογών Gamification πριν από το 2014. Οι προσδοκίες για τα παιχνίδια δεν ήταν ποτέ μεγαλύτερη. Περίπου το ήμισυ των Αμερικανών ενηλίκων κατέχουν smartphones και έχουν ταινίες, μουσική και παιχνίδια διαθέσιμες οπουδήποτε, ενώ είναι τόσο πολλοί οι άνθρωποι που εξασφαλίζουν συνδρομή σε υψηλής ποιότητας περιεχόμενο. Οι πόντοι και τα badges από μόνα τους δεν θα διατηρήσουν την προσοχή των χρηστών, αν το αντικείμενο του σχεδιασμού του παιχνιδιού δεν παρακινήσει τους ανθρώπους για να ασχοληθούν.

## 4. Μη ρεαλιστικές προσδοκίες

Η διαδικασία του Gamification μπορεί να είναι αποτελεσματική όταν απευθύνεται σε ένα συγκεκριμένο κοινό, υποστηρίζεται με συγκεκριμένους και αποτελεσματικούς στόχους, και είναι χτισμένο επαγγελματικά για να εξασφαλίσει την δέσμευση στην εκπαίδευση. Αλλά φυσικά αυτό έχει περιορισμούς. Η μηχανισμοί των παιχνιδιών αποτελούν εφελθτήριο για τη γνώση αλλά δεν τη διατηρεί. Ο αντίκτυπος του παιχνιδιού κάποτε θα ξεθωριάσει. Όταν γίνει σωστά, όμως, από τη στιγμή που το εξωγενές κίνητρο έχει φθαρεί, οι χρήστες θα έχουν αναγνωρίσει την αξία της προωθούμενης γνώσης και θα συνεχίζουν βασιζόμενοι στα δικά τους εσωτερικά κίνητρα.

Η ορθή εφαρμογή των πρακτικών των παιχνιδιών παιχνίδι μπορεί να δώσει το κίνητρο και τη δέσμευση για τη διασκέδαση σε μια διαδικασία που διαφορετικά θα μπορούσε να είναι βαρετή. Ωστόσο λίγοι εκπαιδευτικοί οργανισμοί και εταιρίες δαπανούν χρόνο για το σχεδιασμό της υλοποίησης με αποτέλεσμα η δυναμική του gamification να ελαττώνεται.

Πολλές εφαρμογές παρέχουν τα βασικά στοιχεία της επιβράβευσης αλλά αγνοούν να λάβουν υπόψιν το πιο σημαντικό συστατικό της δομής των games στη διαδικασία της εκπαίδευσης, την εξισορρόπηση του ανταγωνισμού με τη συνεργασία. Παράλληλα, εφόσον τα παιχνίδια έχουν αντίκτυπο στην ψυχολογία των παικτών, οφείλουν να στοχεύουν στην ανάπτυξη συγκεκριμένων συμπεριφορών των παικτών που να έχουν πλήρη συνάφεια με το είδος της εκπαίδευσης ή του επιχειρηματικού οργανισμού και να ευθυγραμμίζονται με τις εκάστοτε επιδιώξεις.



## 1.4 Παραδοσιακός τρόπος vs game-based learning

Η εκπαίδευση, τον 21<sup>ο</sup> αιώνα, επικεντρώνεται στον αποδέκτη της γνώσης, βασίζεται στα θετικά χαρακτηριστικά και, ειδικά, στην αμεσότητα της τεχνολογίας και αποκτά στοιχεία on demand, δίνοντας τη δυνατότητα του e-learning. Η τελική επίδρασή τους στο χαρακτήρα της εκπαίδευσης εξαρτάται από τον αποτελεσματικό και αποδοτικό συνδυασμό τους. Το gamification καθιερώνεται ως ένα σύγχρονο μοντέλο εκπαίδευσης, στηριζόμενο στην ευρεία αποδοχή των παιχνιδιών και συγκεντρώνει ιδιότητες που το διαχωρίζουν από τον παραδοσιακό τρόπο εκπαίδευσης.

Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά στα οποία διαφοροποιούνται αποτελούν:

### Αυθεντικότητα

Χαρακτηρίζεται ως μια από τις πιο ενδιαφέρουσες και αμφιλεγόμενες περιοχές, όπου η GBL μπορεί να ξεχωρίσει από ό, τι παρατηρείται στον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Στην πραγματικότητα, η GBL έχει δύο διακριτά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη μάθηση που βασίζεται στις εργασίες, στοιχείο που θεωρείται ότι είναι από τα πρωταρχικά χαρακτηριστικά της μάθησης στην τάξη κατά τους Stepien & Gallagher. Στην παραδοσιακή εκπαίδευση, οι φοιτητές μέσω των εργασιών ασχολούνται με μια πιθανή κατάσταση πάνω στο αντικείμενο του μαθήματος. Στα στενά πλαίσια μιας γραπτής εργασίας είναι αδύνατη η εισαγωγή του συνόλου των παραγόντων που επιδρούν στο αντικείμενο, επομένως η τριβή και η τελική γνώση του αντικειμένου δεν είναι ολοκληρωμένη.

Αντιθέτως, το παιχνίδι παρέχει τις ανωτέρω δυνατότητες στους φοιτητές. Το συνολικό σκεπτικό πίσω από τα παιχνίδια είναι ότι επιτρέπουν στους χρήστες να βιώσουν προσομοιώσεις της πραγματικότητας καθώς αναπαράγουν καταστάσεις πραγματικού χρόνου, και θεωρητικά μπορεί να προκαλέσει τις ίδιες συναισθηματικές και μαθησιακές αντιδράσεις στον εγκέφαλο όπως ακριβώς συμβαίνει στην πραγματικότητα.

Το δεύτερο σημείο είναι ότι, ενώ γίνεται όλο και πιο εφικτό για τους μαθητές, ιδίως στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, να χρησιμοποιούν αυθεντικά επαγγελματικά εργαλεία, εξακολουθεί να μην αποτελούν τον κανόνα στην εκπαίδευση αλλά την εξαίρεση. Παρόλο που τα άτομα που ασχολούνται με τα παιχνίδια και έρχονται σε επαφή με τις προσομοιωμένες δραστηριότητες δεν χρησιμοποιούν τα πραγματικά εργαλεία του αντικειμένου τους για τις εργασίες που τους έχουν ανατεθεί, είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν τα πραγματικά ανάλογά τους μέσα στο παιχνίδι και να αποκτήσουν οικειότητα πιο γρήγορα με τα αυθεντικά εργαλεία μέσω του παιχνιδιού. Υπάρχει μια εγγενής αξία σε κάθε χρήση υπολογιστή που προσομοιώνει τις καθημερινές και επαγγελματικές δραστηριότητες που κάνουν οι άνθρωποι. Από τη φυσική δραστηριότητα της χρήσης Mouse και πληκτρολογίου μέχρι την ανάπτυξη της εξοικείωσης με τα λειτουργικά συστήματα, και της χρήσης ευρύ φάσματος εφαρμογών, οι φοιτητές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία περισσότερο και συμμετέχουν πιο ενεργά έχουν ένα πλεονέκτημα όταν πρόκειται για την ανάπτυξη της τεχνολογικής παιδείας.

Ενώ είναι αλήθεια ότι τα εκπαιδευτικά παιχνίδια στερούνται συχνά ένα μεγάλο μέρος της δέσμευσης και πιστότητας σε σύγκριση με τα εμπορικά παιχνίδια, και τα εμπορικά παιχνίδια γενικά υπολείπονται σε πνευματικό περιεχόμενο, υπάρχει μια μέση λύση, όπου τα δύο στρατόπεδα μπορούν να συναντηθούν και να συνεργαστούν για να αναπτύξουν ισχυρά και ελκυστικά εκπαιδευτικά παιχνίδια ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της εκπαίδευσης όπως αυτοί έχουν τεθεί.

### Δέσμευση από πλευράς φοιτητών

Η κρυφή επιδίωξη των παιχνιδιών είναι να διδάξουν. Αυτός είναι ο λόγος που τα νεαρά άτομα ωθούνται από τα πρώτα χρόνια με το παιχνίδι, ώστε να αναπτύξουν μια κατανόηση του κόσμου γύρω τους και να σχηματίσουν τις κοινωνικές σχέσεις που θα πρέπει, ώστε να αποτελούν ενεργά μέλη της ομάδας τους. Τα παιχνίδια είναι επίσης πηγή ψυχαγωγίας, ιδιότητα που δικαιολογεί την αποδοχή τους. Τα επίσημα παιχνίδια, ωστόσο, διατηρούν κανόνες εξυπηρετώντας, παράλληλα, ώστε να δημιουργηθεί η αίσθηση του ανταγωνισμού στα άτομα, φυσική αντίδραση ανάμεσα στα μέλη μια ομάδας. Τα ανωτέρω χαρακτηριστικά καθιστούν τη μέθοδο διδασκαλίας που χρησιμοποιεί τα παιχνίδια να τυγχάνει ευρείας αποδοχής και προτίμησης από την πλευρά των φοιτητών σε σύγκριση με την παραδοσιακή μέθοδο, η δομή της οποίας δημιουργεί εμπόδια στην αποδοχή της.

Ορισμένοι εκπαιδευτικοί κάνουν εξαιρετική δουλειά ώστε να ενισχύσουν την ενασχόληση των φοιτητών τους με το αντικείμενο του μαθήματος επιστρατεύοντας μεθόδους έξω από τα πλαίσια της παραδοσιακής εκπαίδευσης. Ωστόσο, σπάνια είναι η εικόνα που αποτυπώνει μια αίθουσα να βιώνει την εμπειρία της ιδιότητας που ο σχεδιαστής παιχνιδιών αποκαλεί «μακάρια πραγματικότητα»- η απόλαυση των κόπων της σκληρής δουλειάς για την υπέρβαση των εμποδίων κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού όπου το άτομο βελτιστοποιεί την παραγωγικότητάς του και το απολαμβάνει. Οι άνθρωποι που παίζουν παιχνίδια αναφέρουν την απώλεια της αίσθησης του χρόνου στον πραγματικό κόσμο. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στο ακραίο επίπεδο της δέσμευσης που κάποια παιχνίδια μπορεί να απαιτήσουν στους παίκτες. Αυτή είναι μια έντονη αντίθεση με τη συνήθη κατάσταση στο σχολείο όπου ο καθένας αναμένει την περάτωση των μαθημάτων.

#### Δημιουργικότητα και καινοτόμος σκέψη

Η περιοχή στην οποία η GBL μπορεί να είναι ανώτερη από την παραδοσιακή μάθηση στην τάξη είναι η τόνωση της δημιουργικότητας και η μετάδοση της διάθεσης στους μαθητές να αναπτύξουν καινοτόμες ιδέες. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή μάθηση που έχει αποδείξει ανίκανη να εμπνεύσει τους φοιτητές τη διάθεση για δημιουργικότητα, η προσέγγιση αυτή ακολουθείται στα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Ένα τυποποιημένο πρόγραμμα σπουδών, με αποτελέσματα που εξάγονται από εξετάσεις και με τυποποιημένη δομή, δεν μπορεί να υποστηρίξει την ατομικότητα και αποθαρρύνει ενεργά τους μαθητές από την απόκτηση εξωστρεφούς σκέψης.

Ακόμη και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, όπου ένας από τους κύριους στόχους του πανεπιστημιακού συστήματος είναι η καινοτομία, η πραγματική διδασκαλία στην τάξη σε προπτυχιακό επίπεδο περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό στη δημιουργία ενός προφίλ σπουδαστών με γνώσεις και προσόντα, τα οποία να ταιριάζουν στη βιομηχανία και όχι στη διάπλαση ατόμων που να ορίζουν με τις ιδέες τους οι ίδιοι την καινοτομία και την εξέλιξη. Τα άτομα που ξεφεύγουν από τα στενά πλαίσια της ανωτέρω λογικής και στοχεύουν στην ανάπτυξη νέων προϊόντων, υπηρεσιών και στη διαμόρφωση νέων κανόνων στην αγορά αποτελούν εξαίρεση στον κανόνα.

Το επιχείρημα ενάντια της GBL, που υποστηρίζει την καινοτομία είναι προφανές – η ενασχόληση με τα παιχνίδια προσομοιώνει την εργασία σε στενό πλαίσιο κανόνων και οδηγεί σε γραμμική μόνο εξέλιξη των γνώσεων. Αυτό επιβεβαιώνεται από τα περισσότερα εκπαιδευτικά παιχνίδια και τα λιγότερο καινοτόμα εμπορικά παιχνίδια. Ωστόσο, τα καλύτερα παιχνίδια όχι μόνο επιτρέπουν τη δημιουργικότητα, αλλά το προϋποθέτουν. Ένα εμπορικό παιχνίδι, το οποίο αποδεδειγμένα έχει εκπαιδευτική επιτυχία είναι το «Civilization».

Αποτελεί ένα από τα καλύτερα παραδείγματα τρόπων με τους οποίους ένα εξαιρετικά δημοφιλές εμπορικό παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το παιχνίδι επιτρέπει στους παίκτες να διαχειριστούν την άνοδο συγκεκριμένων πολιτισμών. Λαμβάνουν υπόψιν πολλές από τις μεταβλητές που εξασφαλίζουν την επιτυχία ή την αποτυχία των ομάδων που ελέγχουν. Το

συγκεκριμένο παιχνίδι ωθεί το χρήστη να διευρύνει τις βασικές υποδομές που του προσφέρει το παιχνίδι. Ομάδες παικτών συνεργάζονται στην ανάπτυξη των δομών του παιχνιδιού ώστε να αντιπροσωπεύουν πραγματικούς πολιτισμούς. Μέσω αυτών των εργασιών, οι χρήστες επιχειρούν να αναπαράγουν την άνοδο της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας ή οποιουδήποτε άλλου ιστορικού πολιτισμού. Εργάζονται από κοινού στο χώρο του Πανεπιστημίου Arolyton όπου μοιράζονται νέες ιδέες και συνεργάζονται για την υλοποίησή τους.

### Κόστος

Ένας τομέας στον οποίο η GBL υστερεί από την παραδοσιακή μάθηση στην τάξη είναι το κόστος. Η GBL προϋποθέτει ότι κάθε μαθητής έχει πρόσβαση σε υπολογιστές για ένα πολύ μεγαλύτερο ποσοστό του εκπαιδευτικού χρόνου τους από ό, τι είναι γενικά δυνατή στα σχολεία. Ακόμη και σε πανεπιστημιακό επίπεδο, η συντριπτική πλειοψηφία των αιθουσών διδασκαλίας δεν διαθέτουν επαρκή αριθμό υπολογιστών για να επιτρέψει στους μαθητές να συμμετάσχουν σε GBL. Επίσης, απαιτούνται προγράμματα και εφαρμογές που δεν είναι διαθέσιμες σε κάθε εργαστήριο. Η παροχή αυτού του είδους της πρόσβασης είναι ένα χρηματικά δύσκολο έργο. Εκτός από το κόστος του εξοπλισμού, τα παιχνίδια και οι εφαρμογές έχουν επιπλέον επιβάρυνση στον αρχικό προϋπολογισμό. Αρκετά εμπορικά παιχνίδια και η πλειοψηφία των εφαρμογών δεν διαθέτουν δωρεάν άδεια εγκατάστασης και η χρήση opensource εφαρμογών προσαρμοσμένα στις εκπαιδευτικές ανάγκες αποτελεί πρόκληση.

Η GBL είναι, αποδεδειγμένα η καλύτερη περίπτωση εκπαίδευσης και δεν υπάρχει λόγος το δυνητικά μεγάλο κόστος για την ανάπτυξή της να αποτελέσει εμπόδιο. Κάθε νέα καινοτομία και η τεχνολογική πρόοδος απαιτεί μια επένδυση χρόνου, σκέψης και χρημάτων. Στην πραγματικότητα, μια συντονισμένη στροφή προς τη GBL με ταυτόχρονη αύξηση των επενδύσεων προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση θα ωφελήσει τους σπουδαστές σε κάθε πτυχή της εκπαίδευσής τους.

### Η συνεχής συζήτηση

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα με την GBL είναι η ανετοιμότητα του εκπαιδευτικού συστήματος. Οι φοιτητές είναι έτοιμοι – καθώς ξοδεύουν τεράστια ποσά του χρόνου παίζοντας παιχνίδια και αλληλοεπιδρώντας σε εικονικούς κόσμους - αλλά το εκπαιδευτικό προσωπικό και η βιομηχανία των παιχνιδιών δεν είναι έτοιμοι. Τα σχολεία δεν έχουν την υποδομή να υποστηρίξουν μεγάλης κλίμακας Gamification, οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν την κατάρτιση στην παιδαγωγική της GBL, ενώ οι γονείς δεν βλέπουν την αξία των παιχνιδιών και η βιομηχανία gaming επικεντρώνεται σχεδόν αποκλειστικά σε μη εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Υπάρχουν αρκετές προσπάθειες που πρέπει να γίνουν ώστε η GBL να μπορεί να γίνει πραγματικότητα για τους περισσότερους φοιτητές.

## 1.5 Αρχές του gamification

Οι αρχές του gamification βασίζονται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

### 1. Χρησιμοποίηση leaderboard για τη συγκριτική αξιολόγηση

Η μάθηση δίνει κινητήρια ώθηση όταν είναι κοινωνική και διασκεδαστική. Θα πρέπει να προκαλέσει ανταγωνιστικά ένστικτά τους φοιτητές και να δημιουργήσει ευκαιρίες για να τους αμφισβητήσει ενάντια σε κάποιον άλλο και όχι ενάντια σε έναν υπολογιστή. Τα leaderboards δηλώνουν τις δυνάμεις των ανθρώπων και καταδεικνύουν τα σημεία στα οποία οφείλουν να βελτιωθούν.

## 2. Εξατομίκευση της μαθησιακής εμπειρίας

Η προσαρμογή της μαθησιακής εμπειρίας περιλαμβάνει τη δημιουργία μοναδικών διαδρομών για κάθε μαθητή, έτσι ώστε η εκπαίδευση να μπορεί να ικανοποιήσει τις ιδιαίτερες ανάγκες του. Για τον σχεδιασμό της διαδικασίας, αυτό σημαίνει την εγκατάλειψη της γραμμικής προσέγγισης όλων των φοιτητών κατά μήκος της διαδρομής μάθησης, και την εύρεση τρόπων για να προσαρμόσει το μάθημα σε κάθε άτομο, με βάση τις αποφάσεις που παίρνουν, όταν έρχονται αντιμέτωποι με τις προκλήσεις. Έτσι, αντί να δίνει στον φοιτητή ένα σώμα της γνώσης για να αφομοιώσει και, στη συνέχεια, να μεταβαίνει σε ένα ερωτηματολόγιο, ορθότερη κρίνεται η προσπάθεια ενεργοποίησης του ατόμου με μια σειρά από προκλήσεις και παρουσίαση της γνώσης ως απαντήσεις στην επιλογή που κάνουν.

Επόμενο βήμα αποτελεί η διακλάδωση επιλογών γνώσης ανάλογα με το ποσοστό επιτυχίας του προηγούμενου βήματος, ώστε οι μαθητές να ακολουθήσουν διαφορετική διαδρομή της γνώσης. Επομένως, οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι οι αποφάσεις κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού έχουν συνέπειες.

## 3. Χρήση πολλαπλών μεταβλητών ως πρόκληση

Επόμενο βήμα στον εμπλουτισμό της διαδικασίας μάθησης, περιλαμβάνει τη χρήση πολλαπλών μεταβλητών και επιλογών σε κάθε διαφορετική δραστηριότητα της διαδικασίας, με σκοπό κατά την αξιολόγηση να δίνεται διαφορετικό βάρος σε κάθε επιλογή και να επέρχεται συμβιβασμός στις απαντήσεις. Ενεργοποιεί την κρίση των μαθητών στο να αμφιταλαντεύονται για την απάντηση, να προβαίνουν σε κινήσεις ανάλογα με το αποτέλεσμα των προηγούμενων και να δίνουν προτεραιότητα στις προσπάθειές τους.

Παράδειγμα αποτελεί το οικονομικό παιχνίδι του BBC. Οι χρήστες μπαίνουν σε διαδικασία να αξιολογούνται και να κερδίζουν πόντους λαμβάνοντας υπόψιν τέσσερις παράγοντες, τον προϋπολογισμό, την ικανοποίηση του προσωπικού, την ποιότητα και την ποσότητα της παραγωγής. Η δυναμική βαθμολόγηση επιτρέπει να κερδίζονται και να χάνονται πόντοι αξιολογώντας ένα ευρύ πλαίσιο δεξιοτήτων.

Ανάλογο παράδειγμα επιδεικνύει η Eludicat με το Fraud Prevention, στο οποίο οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να ανιχνεύσουν τα λάθος σενάρια. Οι εκπαιδευόμενοι κερδίζουν badges, εάν προσδιορίσουν σωστά τα λαθεμένα σενάρια. Πολλαπλές μεταβλητές συνιστούν το παιχνίδι ενώ συμμετέχουν και φίλοι, και οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να προσδιορίσουν ποιες θα είναι οι επόμενες κινήσεις τους.

## 4. Χρήση λογικών μεταβλητών για την επιβράβευση

Σημαντική κρίνεται εκτός από τη χρήση των πόντων, η απόδοση επιπλέον βραβείων κατά τη διάρκεια του gaming. Ο εκπαιδευόμενος ενδέχεται να χρηστεί ως ο πρώτος ανάμεσα στα υπόλοιπα μέλη και να του δοθεί προσωρινός τίτλος. Με επόμενη λανθασμένη κίνηση εκτός της αφαίρεσης του τίτλου υπάρχει ζημία και στα βραβεία που έχει συγκεντρώσει και στην τελική του κατάταξη. Η χρήση γραφημάτων προόδου μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση του αποτελέσματος.

## 5. Άνοιγμα νέων επιπέδων μετά την ολοκλήρωση των προηγούμενων

Με τον τρόπο αυτό διατηρείται το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων, ιδιαίτερα στην περίπτωση που νέες πιο δελεαστικές τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στη συνέχεια του

παιχνιδιού. Αυτό συμβάλλει και στη συνέχιση του παιχνιδιού και στη συνεχή ενασχόληση με το αντικείμενο.

#### 6. Αφήγημα

Ένα βασικό μέρος πολλών παιχνιδιών είναι η πλοκή, η διαδικασία του παιχνιδιού θα πρέπει να αποτυπώνονται ως μια ροή γεγονότων, στην οποία υπάρχει ένας πρωταγωνιστής, ανταγωνιστές και μια σειρά δοκιμασιών.

#### 7. Κανόνες

Οι κανόνες είναι ένα κρίσιμο μέρος του κάθε παιχνιδιού, καθώς ρυθμίζουν τις προσδοκίες και τις παραμέτρους. Επιτρέπουν στους παίκτες να γνωρίζουν τι μπορούν και τι δεν μπορούν να κάνουν. Οι οδηγίες θα πρέπει να είναι σαφείς και, κατά τη διάρκεια, να υπάρχει συνεχής επικοινωνία, ώστε ο εκπαιδευόμενος να επικεντρωθεί στο περιεχόμενο χωρίς να αναζητά οδηγίες για ασήμαντα επί της διαδικασίας ζητήματα.

#### 8. Έλεγχος διαδρομής μάθησης

Ο έλεγχος της διαδρομής και του αποτελέσματος είναι ένα κοινό στοιχείο πολλών παιχνιδιών. Οι παίκτες επιθυμούν να ελέγχουν τη δυναμική τους για την επιτυχία.

Ένας τρόπος παροχής της συγκεκριμένης δυνατότητας στους εκπαιδευόμενους μπορεί να είναι η δυνατότητα επιλογής χαρακτήρα/ avatar. Ένας άλλος τρόπος είναι η δυνατότητα των εκπαιδευόμενων της επιλογής του τρόπου που θα προχωρήσουν μέσω του περιεχομένου. Προτιμότερη είναι η επιλογή του μονοπατιού γνώσης από πλευράς εκπαιδευόμενων παρά ο περιορισμός τους σε ένα γραμμικό μονοπάτι γνώσης.

#### 9. Ανακάλυψη

Παιχνίδια που σχετίζονται με την ανακάλυψη προσελκύουν το ενδιαφέρον των ατόμων καθώς μπαίνουν σε διαδικασία εύρεσης αντικειμένων. Ωστόσο, απαραίτητη κρίνεται η σωστή καθοδήγηση επί των αντικειμένων που πρέπει να βρεθούν και να καταδεικνύεται η συσχέτισή τους με την τελική λύση.

#### 10. Διαδραστικότητα

Η ποικιλία των κινήσεων του παίκτη, αποτελεί δομικό στοιχείο της επιτυχίας του παιχνιδιού. Η διαφορετικότητα των επιλογών και των δοκιμασιών, η δυνατότητα ανάπτυξης στρατηγικής, η διάθεση επιλογών, καθώς και το ξεκλείδωμα των επιπέδων αποτελούν στοιχεία διάδρασης επιθυμητά για την εξέλιξη του παιχνιδιού.

#### 11. Χρονικοί περιορισμοί

Ο χρονικός περιορισμός ενεργοποιεί το χρήστη να σκεφτεί γρήγορα και έξυπνα την επιλογή του αλλά, ενδεχομένως, μπορεί να αποτελεί και στοιχείο αφαίρεσης πόντων, εάν η περάτωση του επιπέδου δεν έχει γίνει σε ορισμένο διακριτό χρονικό διάστημα.

## 1.6 Courses and Platforms

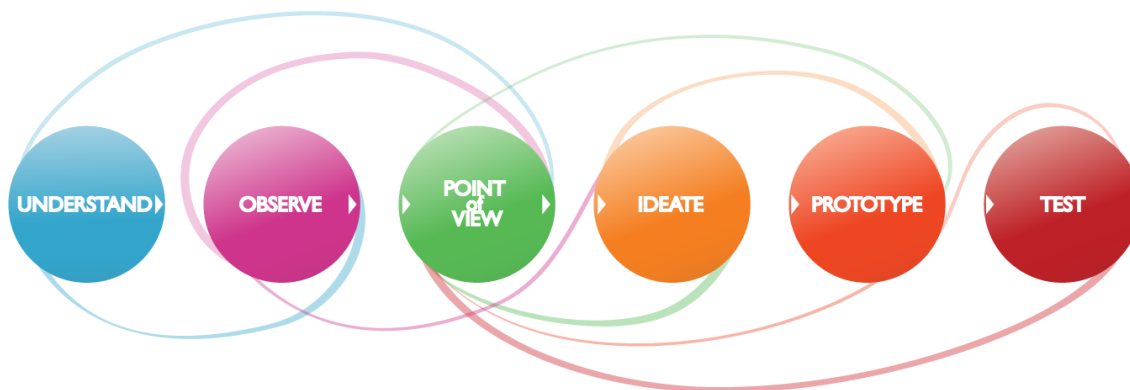
Η τριτοβάθμια εκπαίδευση, στην Ευρώπη και σε πολλά άλλα μέρη του κόσμου, βρίσκεται σε κομβικό σημείο. Ο ρυθμός και η πολυπλοκότητα της τεχνολογικής προόδου, η οικονομική πίεση, και οι πολιτιστικές αλλαγές που συμβαίνουν τον τελευταίο αιώνα έχουν αυξήσει την ανάγκη για ένα καλά εκπαιδευμένο σώμα αποφοίτων. Ωστόσο, από τη δεκαετία του 2000 και μετά, ο αριθμός των φοιτητών που εγγράφονται έχει αρχίσει να μειώνεται και το ποσοστό των μαθητών που ολοκληρώνουν τις σπουδές τους στο προβλεπόμενο χρόνο έχει μειωθεί. Τα μεγάλα πανεπιστημιακά ιδρύματα προκειμένου να αντιστρέψουν το στείρο εκπαιδευτικό κλίμα, στηριζόμενοι στα οφέλη του gamification, αρχίζουν να περιλαμβάνουν στοιχεία gaming στην εκπαίδευση.

### 1.6.1 Gamification Design in courses

Ωστόσο η τεχνική της εισαγωγής στοιχείων gaming και η προσαρμογή τους σε κάθε μάθημα δεν είναι εύκολη. Ειδικές μέθοδοι πρέπει να εφαρμοστούν ώστε να υπάρχει εξισορρόπηση του παιχνιδιού και της γνώσης σε κάθε εφαρμογή. Τα άτομα που καλούνται να εντάξουν στη διδασκαλία τους το gaming θα πρέπει να ενημερωθούν για τις πρακτικές τους καθώς είναι νέα μέθοδος, όχι ευρέως διαδομένη. Η πρόσβαση στη συγκεκριμένη γνώση γίνεται με πολλούς τρόπους. Διαλέξεις διοργανώνονται από πλευράς πανεπιστημίων, εκπαιδευτικών και επιχειρηματικών οργανισμών, με σκοπό κάθε άτομο να ενημερωθεί για τις αρχές και τις πρακτικές του gamification και στον τρόπο χρήσης ανάλογα με τις περιστάσεις. Online courses βρίσκονται στη διάθεση κάθε ενδιαφερόμενου, ενώ αντίστοιχα σεμινάρια λαμβάνουν χώρα παγκοσμίως καλύπτοντας κάθε πτυχή της εξέλιξης του gamification.

Μια ενδεικτική και πλήρης δομή ενός αντίστοιχου μαθήματος στοχεύει στη σωστή κατανόηση των πρακτικών, στην οργάνωση της σκέψης γύρω από το gamification, στους τρόπους εφαρμογής σε κάθε πιθανό τομέα, όπως πωλήσεις, εκπαίδευση, επιχειρήσεις.

Το ακόλουθο διάγραμμα αποτυπώνει την ανωτέρω λογική:



**Εικόνα 1:** Διαδικασία gamification στα courses

**Κατανόηση:** Η πρώτη φάση σχεδιασμού περιλαμβάνει την κατανόηση του θέματος, ορίζουν το κοινό και την αναμενόμενη επιτυχία των μετρήσεων.

Όπως σε κάθε έργο, έτσι και τα έργα του Gamification πρέπει να είναι μια λύση σε ένα βασικό πρόβλημα ή μιας κατάστασης των επιχειρήσεων, συμπεριλαμβανομένων των περιφερειακών

στοιχείων, για παράδειγμα συνεργασία των εργαζομένων, την αφοσίωση των πελατών, που αναμένονται να βελτιωθούν. Ως εκ τούτου, εκτός από το επιχειρηματικό δαιμόνιο, απαιτείται και η τεχνογνωσία πάνω στις πρακτικές του Gamification καθόλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

Παρατήρηση: Το δεύτερο βήμα καθίσταται ιδιαίτερα σημαντικό και διακρίνει τη διαδικασία του σχεδιασμού της σκέψης από διάφορες άλλες μεθοδολογίες: Παρατήρηση των χρηστών και αναλύσεις, συνεντεύξεις και προβληματισμός.

Η λεπτομερής παρατήρηση των τελικών χρηστών αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημα του Gamification. Μιλώντας για τα έργα των επιχειρήσεων, η εναλλαγή επιχειρησιακών περιβαλλόντων εργασίας από πλευράς εργαζομένων και οι εξωγενείς επιβραβεύσεις αποτελούν ευαίσθητο ψυχολογικό θέμα. Σε βαθύτερη ανάλυση, οι συνεντεύξεις και τα ερωτηματολόγια επιτρέπουν την ανάπτυξη ενσυναίσθησης και κατανόησης, το οποίο είναι το κλειδί για την αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα του Gamification. Είναι η βάση ώστε να μην είναι καταχρηστική η χρήση των πρακτικών του παιχνιδιού στα επόμενα στάδια. Η κατανόηση του παίκτη και του τύπου των χρηστών είναι ευεργετική σε αυτό το στάδιο.

Σκοπιά προσέγγισης: Αυτό το στάδιο στο Design Thinking συμβάλλει στην πραγματική συνειδητοποίηση του προβλήματος και πώς συσχετίζεται με την παρατήρηση. Συνδυάζει τα δύο πρώτα στάδια και οδηγεί σε γνώση και ιδέες για το πώς θα λυθεί η πραγματική πρόκληση, πως θα οδηγηθεί στην επίτευξη των στόχων και πως θα επηρεάσουν τους τελικούς χρήστες.

Είναι σημαντικό να γνωρίζουν τα θέματα σε βάθος και πώς επηρεάζουν τα μέλη της ομάδας. Χρησιμοποιώντας το παράδειγμα των εργαλείων συνεργασίας των επιχειρήσεων αυτό θα μπορούσε να είναι το status quo για το πώς το σύστημα χρησιμοποιείται και γιατί. Σε αυτό το στάδιο, οι συμμετέχοντες στη διαδικασία θα πρέπει να έχουν εντοπίσει πιθανούς τομείς βελτίωσης και να καταλάβουν τι αναζητούν οι τελικοί χρήστες και πώς μπορεί να επηρεαστούν θετικά. Επίσης, θα πρέπει να γνωρίζουν και το επίπεδο των επιχειρηματικών μετρήσεων και πώς συνδέονται με τη μηχανική του παιχνιδιού και με τη δραστηριότητα του χρήστη.

Ideate: Η πρόσληψη της ιδέας περιγράφει το στάδιο στο οποίο ενθαρρύνονται οι σχεδιαστές να χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές brainstorming για να καταλήξουν στην τελική απόφαση.

Από τη διαδικασία του brainstorming μπορεί να παραχθούν ιδέες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε μη τυποποιημένες αλλά πιθανές λύσεις. Η ενσωμάτωση του νοήματος της διασκέδασης σε μια διαδικασία ή στην επίλυση ενός θέματος, σπάνια επιτυγχάνεται με πρότυπες τεχνικές, αλλά από τη δημιουργικότητα και την πρωτότυπη σκέψη.

Πρωτοτυποποίηση: Η συγχώνευση και η βελτίωση των ιδεών. Σε πρώτη φάση δημιουργούνται πολλαπλά προσχέδια, πρωτότυπα και γίνεται η παρουσίασή τους στους τελικούς χρήστες ώστε να δώσουν ανατροφοδότηση.

Η τεχνογνωσία και η θεωρία είναι καλή, αλλά τα πραγματικά σχόλια των χρηστών ή τα δεδομένα σχετικά με την πραγματικά πρωτότυπα είναι τα καλύτερα. Στο Gamification, μπορεί να δημιουργηθούν σκίτσα, μακέτες ή ακόμη και ιστοσελίδες για δοκιμή. Το αποτέλεσμα της ψηφοφορίας της ομάδας ή ιδανικά των τελικών χρηστών, μπορεί να συμβάλλουν στην επιλογή των καλύτερων σχεδίων, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να υλοποιηθούν ως ένα προηγμένο πρωτότυπο.

Δοκιμή: Το Design Thinking επιστρέφει στους τελικούς χρήστες και δοκιμάζει τα πρωτότυπα για την ανατροφοδότηση σε επαναλαμβανόμενη διαδικασία. Ο σκοπός εδώ είναι να μάθουν από την ανατροφοδότηση και, αν είναι απαραίτητο, να επαναληφθούν τα προηγούμενα στάδια για να βελτιωθεί το πρωτότυπο.

### 1.6.2 Gamification από πλευράς φοιτητών

Στο περιεχόμενο της διδασκαλίας ορισμένων μαθημάτων, ορισμένες διαλέξεις γίνονται διαδραστικές και αποκτούν στοιχεία παιχνιδιού. Ανάλογα με το περιεχόμενο, συγκροτούνται οι κανόνες των παιχνιδιών, ενισχύεται η συνεργασία αλλά καλλιεργείται και ο ανταγωνισμός μεταξύ των φοιτητών. Σκοπός είναι η διέγερση του ενδιαφέροντος από πλευράς φοιτητών και η απαγκίστρωση της εκπαίδευσης από τον παραδοσιακό τρόπο. Το gaming δεν περιορίζεται μόνο στα όρια της αίθουσας. Το περιεχόμενο των μαθημάτων μετατρέπεται σε web ή android εφαρμογές κερδίζοντας την απήχηση από πλευράς φοιτητών.



## Κεφάλαιο 2- Τεχνικές Προβλέψεων

### 2.1 Γενικά για τις προβλέψεις

Αναμφίβολα τις τελευταίες δεκαετίες το ενδιαφέρον γύρω από τις προβλέψεις έχει ενισχυθεί ιδιαίτερα. Ο κλάδος των προβλέψεων υπάγεται στο ευρύτερο πεδίο της επιχειρησιακής έρευνας. Έτσι, τόσο ο ακαδημαϊκός όσο και ο επιχειρηματικός κόσμος καταβάλλουν προσπάθειες να αντιμετωπίσουν την αβεβαιότητα του μέλλοντος. Η αντίληψη της σημασίας της αβεβαιότητας γίνεται ολοένα και εντονότερη και έχει επιβάλει μια πιο συστηματική και προσεκτική έρευνα του μέλλοντος. Αξίζει από την άλλη να αναφερθεί ότι ο τομέας της πρόβλεψης έχει δεχτεί δυσμενείς κριτικές και είχε αντιμετωπίσει μεγάλη δυσαρέσκεια σχετικά με την ανικανότητα των μεθόδων να προειδοποιήσουν έγκαιρα για επερχόμενες αλλαγές καθώς και για μεγάλα σφάλματα στις προβλέψεις. Μέχρι σήμερα έχουν διατυπωθεί πολλές διαφορετικές μέθοδοι προβλέψεων από ακαδημαϊκούς και μη, μερικές από αυτές μπορεί να βασίζονται μόνο σε θεωρητικό υπόβαθρο, ενώ άλλες, μπορεί να απαιτούν και την συμβολή της τεχνολογίας και μάλιστα με μεγάλη υπολογιστική ισχύ.

### 2.2 Κατηγορίες Τεχνικών Προβλέψεων

Οι μέθοδοι πρόβλεψης χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τις ποσοτικές, τις κριτικές και τις τεχνολογικές μεθόδους.

#### 2.2.1 Στατιστικές Προβλέψεις

Οι στατιστικές προβλέψεις αφορούν την εφαρμογή στατιστικών μοντέλων χρονοσειρών επί μιας σειράς δεδομένων με στόχο την αυτοματοποιημένη παραγωγή προβλέψεων. Οι στατιστικές προβλέψεις μπορούν να εφαρμοσθούν μαζικά σε μεγάλο πλήθος χρονοσειρών, απαιτώντας πολύ λίγο χρόνο και υπολογιστικούς πόρους. Ένα από τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν στην εφαρμογή τους αφορά στην προϋπόθεση ότι η συμπεριφορά της εκάστοτε χρονοσειράς που μελετάται θα συνεχιστεί στο μέλλον, κάτι που δεν είναι βέβαιο. Ακόμη οι στατιστικές μέθοδοι δε λαμβάνουν υπόψη ειδικά γεγονότα που πιθανόν να πραγματοποιηθούν στο άμεσο μέλλον, τα λεγόμενα special events. Οι κυριότερες στατιστικές μέθοδοι πρόβλεψης αναπτύσσονται αναλυτικά σε επόμενη παράγραφο.

#### 2.2.2 Κριτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Οι κριτικές μέθοδοι πρόβλεψης βασίζονται στην εμπειρία, τη διαίσθηση και τις γνώσεις των ατόμων που την εκτελούν. Οι μέθοδοι αυτές είναι ευρέως διαδεδομένες σε οργανισμούς και επιχειρήσεις και δεν απαιτούν μεγάλο όγκο δεδομένων. Η πρόβλεψη μπορεί να βασίζεται είτε στις γνώσεις και την κρίση ενός ατόμου (ατομικές μέθοδοι) είτε στο συνδυασμό απόψεων των μελών κάποιας επιτροπής. Ένα βασικό πλεονέκτημα των κριτικών μεθόδων πρόβλεψης είναι πως ειδικά γεγονότα και ενέργειες μπορούν να ληφθούν υπόψη σε αντίθεση με τις μεθόδους χρονοσειρών. Το μεγάλο, όμως, πρόβλημα αυτής της μεθόδου είναι η τυχόν προκατάληψη που μπορεί να υπάρχει κατά την παραγωγή μιας πρόβλεψης.

#### 2.2.3 Πρόβλεψη Στόχου

Η πρόβλεψη στόχου ή προϋπολογισμού αναφέρεται σε μία επιθυμητή μελλοντική αναπτυξιακή κατάσταση της επιχείρησης. Τα ιστορικά δεδομένα πωλήσεων αναλύονται και υπολογίζεται ο ρυθμός ανάπτυξης για κάθε έτος του παρελθόντος. Η στατιστική πρόβλεψη, μέσω της προέκτασης του παρατηρούμενου προτύπου, δίνει μία εκτίμηση του ρυθμού ανάπτυξης για το ζητούμενο ορίζοντα πρόβλεψης. Η πρόβλεψη στόχου συνήθως περιέχει αρκετή αισιοδοξία και μεροληψία και ως εκ τούτου μεγάλα σφάλματα. Ο ρόλος της είναι ο καθορισμός των στόχων της επιχείρησης και η ώθησή της προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

#### 2.2.4 Τελική Πρόβλεψη

Είναι η τελική ή επιχειρησιακή πρόβλεψη που θα επιλεγεί ώστε να πραγματοποιηθεί στην συνέχεια ο στρατηγικός σχεδιασμός της επιχείρησης και ο σχεδιασμός της παραγωγής και των αποθεμάτων σε πρώτες ύλες για το ζητούμενο ορίζοντα πρόβλεψης. Η τελική πρόβλεψη καθορίζεται από τη διοίκηση της κάθε μονάδας της επιχείρησης ως συνάρτηση των υπόλοιπων κατηγοριών πρόβλεψης (στατιστική, κριτική, στόχου). Η τελική πρόβλεψη έχει χαρακτηριστικά κριτικής πρόβλεψης, αφού επί της τελικής επιλογής μπορούν να πραγματοποιηθούν παρεμβάσεις συναρτήσει πληροφοριών που τυχόν κατέχει η επιχείρηση και οι οποίες θα οδηγήσουν σε ασφαλέστερες προβλέψεις.

#### 2.2.5 Χρονικός Ορίζοντας Πρόβλεψης

Ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης, οι μέθοδοι πρόβλεψης διακρίνονται σε:

- Βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, με μικρό ορίζοντα πρόβλεψης, ο οποίος δεν ξεπερνά συνήθως τις τρεις περιόδους.
- Μεσοπρόθεσμες προβλέψεις, την συνηθέστερη κατηγορία πρόβλεψης, η οποία συνήθως έχει ορίζοντα πρόβλεψης ένα οικονομικό έτος.
- Μακροπρόθεσμες προβλέψεις, οι οποίες αφορούν συνήθως στο μακροχρόνιο σχεδιασμό επενδύσεων ή στρατηγικής των επιχειρήσεων, με χρονικό ορίζοντα μεγαλύτερο των τριών ετών.

### 2.3 Χρονοσειρές

#### 2.3.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών

Με τον όρο χρονοσειρά, εννοούμε μια σειρά από παρατηρήσεις που λαμβάνονται σε ορισμένες χρονικές στιγμές ή περιόδους που ισαπέχουν μεταξύ τους. Η συστηματική μελέτη μιας χρονοσειράς ξεκινάει με την επισκόπηση του γραφήματός της στο πεδίο του χρόνου. Οι παραδοσιακές μέθοδοι ανάλυσης των χρονοσειρών ασχολούνται με την ανάλυση της διακύμανσης της χρονοσειράς σε τέσσερα βασικά συστατικά: την τάση, την κυκλικότητα, την εποχιακότητα και τις μη κανονικές διακυμάνσεις:

##### 2.3.1.1 Τάση

Η τάση αντικατοπτρίζει τη μακροπρόθεσμη μεταβολή του μέσου επιπέδου τιμών της χρονοσειράς και αντιπροσωπεύει την γενική εικόνα της χρονοσειράς που μπορεί να είναι ανοδική, πτωτική ή στατική. Η τάση εκτιμάται κυρίως με μια ευθεία γραμμή ή μια εκθετική καμπύλη και είναι απαραίτητο μεγάλο εύρος δεδομένων έτσι ώστε να εκτιμηθεί ένα κατάλληλο μήκος περιόδων στο οποίο θα αναζητηθεί η ύπαρξη τάσης. Αυτό συμβαίνει ώστε να εξαιρεθεί η πιθανότητα να λάβουμε λανθασμένα την υπάρχουσα κυκλικότητα της σειράς ως τάση. Είναι αρκετά συχνό φαινόμενο η σύγχυση της τάσης με την κυκλικότητα.

### 2.3.1.2 Κυκλικότητα

Η κυκλικότητα ορίζεται ως μια «κυματοειδή» μεταβολή που οφείλεται σε ειδικές εξωγενείς συνθήκες και εμφανίζεται κατά περιόδους. Αντιπροσωπεύει τις ανόδους ή τις πτώσεις λόγω ειδικών οικονομικών συνθηκών και παρουσιάζεται κατά περιόδους. Οι περίοδοι αυτοί, συνήθως, δεν είναι σταθερές και το μήκος τους είναι μεγαλύτερο του έτους. Οι γραφικές παραστάσεις της κυκλικότητας είναι μια κυματοειδής γραμμή κινούμενη μεταξύ χαμηλότερης και μεγαλύτερης τιμής. Συχνά χαρακτηρίζεται ως «επιχειρηματικός κύκλος» (business cycle) καθώς είναι αποτέλεσμα των διαδοχικών ανόδων - καθόδων των οικονομικών συνθηκών γενικότερα.

### 2.3.1.3 Εποχιακότητα

Η εποχιακότητα ορίζεται σαν μια περιοδική διακύμανση που έχει σταθερό και μικρότερο του έτος μήκος. Η εποχιακότητα είναι εύκολα αντιληπτή και μπορεί με διάφορες μεθόδους να απομονωθεί. Εμφανίζεται σε χρονοσειρές μεγεθών άμεσα συνυφασμένες με την εποχή, όπως λόγου χάρη η χρήση αντηλιακών και η κατανάλωση παγωτών το καλοκαίρι ή καύση καυσόξυλων και πετρελαίου θέρμανσης το χειμώνα. Η διαφορά της με την κυκλικότητα έγκειται στη σταθερή και μικρότερη του έτους διάρκειά της.

### 2.3.1.4 Ασυνέχεια

Ασυνεχείς ονομάζονται οι απομονωμένες παρατηρήσεις που εμφανίζονται στη γραφική παράσταση μιας χρονοσειράς ως απότομες αλλαγές στο πρότυπο συμπεριφοράς της και δε θα μπορούσαν να έχουν προβλεφθεί από την ιστορία της. Ανάλογα με τη χρονική διάρκεια των μεταβολών αυτών, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις ασυνήθιστες τιμές (outliers) και τις αλλαγές επιπέδου (levelshifts). Η πρώτη είναι αυτή των ασυνήθιστων τιμών, της οποίας το χαρακτηριστικό είναι η μικρή διάρκεια και η δεύτερη είναι αυτή των αλλαγών επιπέδου, η οποία σε μεγάλο χρονικό διάστημα και σε μεγάλο βαθμό είναι η υπαίτιος για την αλλαγή επιπέδου της χρονοσειράς.

### 2.3.1.5 Μη κανονικές Διακυμάνσεις ή Τυχαιότητα

Οι μη κανονικές διακυμάνσεις είναι οι απρόβλεπτοι παράγοντες κάθε χρονοσειράς αποτελώντας το στοιχείο σφάλματος και είναι η εναπομένουσα συνιστώσα μετά την διαδικασία της αφαίρεσης των συνιστωσών της τάσης, της κυκλικότητας και της εποχικότητας. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να αντιπροσωπεύουν μια εντελώς τυχαία μεταβλητή που εκφράζει τον τυχαίο παράγοντα μιας στοχαστικής διαδικασίας ή ακόμα κάποια ασυνέχεια που συνδέεται με κάποιο γεγονός.

### 2.3.1.6 Διαχείριση κενών και μηδενικών τιμών

Αρκετές φορές, κατά τη συλλογή και διαχείριση των δεδομένων που αποτελούν τις χρονοσειρές, υπάρχει το ενδεχόμενο ελλειψουσών ή μηδενικών τιμών, οι οποίες όπως αντιλαμβάνεται κανείς δημιουργούν προβλήματα στην εφαρμογή των περισσότερων στατιστικών μεθόδων πρόβλεψης. Οι κενές τιμές αφορούν περιπτώσεις όπου η τιμή κάποιων περιόδων δεν είχε καταγραφεί και αποθηκευτεί στη βάση δεδομένων. Ο λόγος μπορεί να οφείλεται σε στοιχεία του πληροφοριακού συστήματος ή σε λάθος χειρισμό του υπεύθυνου χρήστη. Ανεξαρτήτως αιτίας, ακολουθείται μία από τις παρακάτω διαδικασίες εκτίμησης της ελλείπουσας τιμής, ανάλογα, με την περίπτωση:

- Εύρεσης της κενής τιμής από άλλες πηγές ή απευθείας ορισμός αυτής, αν υπάρχει ασφαλής κριτική εκτίμηση για το ύψος στο οποίο κυμάνθηκε.

- Η κενή τιμή ορίζεται ως το ημίαθροισμα της προηγούμενης και της επόμενης παρατήρησης, όταν η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται από στασιμότητα και δεν παρατηρείται εποχιακή συμπεριφορά.

## 2.4 Μέθοδοι πρόβλεψης

### 2.4.1 Απλοϊκή Μέθοδος (Naive)

Η απλοϊκή μέθοδος (Naive) αποτελεί την πιο απλή στατιστική μέθοδο πρόβλεψης. Η Naive δεν παράγει ακριβείς προβλέψεις, αλλά πολλές φορές χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για πολυπλοκότερες μεθόδους. Η πρόβλεψή της για κάθε χρονική περίοδο  $t$  είναι απλά η παρατηρούμενη τιμή της προηγούμενης περιόδου  $t-1$ , δηλαδή:

$$F_t = Y_{t-1}$$

Λόγω της απλοποιημένης φύσης της μεθόδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη έως και μιας περιόδου στο μέλλον και επομένως δεν συνίσταται για μακροπρόθεσμες προβλέψεις.

Να σημειωθεί πως όταν πραγματοποιούνται προβλέψεις σε αποεποχικοποιημένες χρονοσειρές η μέθοδος αυτή ονομάζεται «Naive 2» καθώς δεν πραγματοποιείται στα αρχικά δεδομένα.

### 2.4.2 Μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης

Οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης αναπτύχθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1950. Από τότε έγιναν από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους προβλέψεων μεταξύ των επιχειρηματιών, κυρίως λόγω της ευκολίας τους, της μικρής απαίτησης σε υπολογιστικό χρόνο και της απαίτησης λίγων παρατηρήσεων για την παραγωγή προβλέψεων.

Η εκθετική εξομάλυνση είναι μια μέθοδος πρόβλεψης η οποία προεκτείνει στοιχεία του προτύπου των ιστορικών δεδομένων, όπως τάσεις και εποχιακούς κύκλους, στο μέλλον. Οι προβλέψεις υπολογίζονται μετά από εξομάλυνση των δεδομένων, προκειμένου να απομονωθούν τα πραγματικά πρότυπα από τις τυχαίες διακυμάνσεις. Η δημοτικότητα των μεθόδων αυτών οφείλεται στην απλότητα των μοντέλων που υιοθετούν, τις περιορισμένες απαιτήσεις τους σε αποθήκευση δεδομένων και τον μειωμένο υπολογιστικό φόρτο. Εμπειρικές μελέτες αποδεικνύουν ότι οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης παρουσιάζουν ικανοποιητικά ποσοστά ακρίβειας σε σχέση με πιο πολύπλοκες μεθόδους πρόβλεψης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης δεν επηρεάζονται από τις ιδιομορφίες των προτύπων των δεδομένων ή από περιστασιακά εμφανιζόμενες ακραίες τιμές, οι οποίες παρατηρούνται σε επιχειρησιακά δεδομένα.

#### 2.4.2.1 Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Simple Exponential Smoothing)

Το μοντέλο σταθερού επιπέδου, που αναφέρεται και ως απλή εκθετική εξομάλυνση (SES) περιγράφεται μαθηματικά από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$\begin{aligned} e_t &= Y_t - F_t \\ S_t &= S_{t-1} + \alpha \cdot e_t \\ F_{t+1} &= S_t \end{aligned}$$

Όπου,  $t$  η χρονική περίοδος,  $Y_t$  η πραγματική τιμή των δεδομένων,  $F_t$  η πρόβλεψη τη χρονική στιγμή  $t$ ,  $e_t$  το σφάλμα (απόκλιση πραγματικής τιμής από πρόβλεψη),  $S_t$  το επίπεδο της χρονοσειρές και  $\alpha$  ο συντελεστής εξομάλυνσης, που λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $[0, 1]$ .

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία υπολογισμού του μοντέλου πρόβλεψης, πρέπει να οριστεί ένα αρχικό επίπεδο ( $S_0$ ). Ως αρχικό επίπεδο, συνήθως, χρησιμοποιείται:

- ο μέσος όρος όλων των παρατηρήσεων
- ο μέσος όρος των  $n$  πρώτων παρατηρήσεων
- η πρώτη παρατήρηση
- το σταθερό επίπεδο από το μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

Η επιλογή του βέλτιστου συντελεστή εξομάλυνσης ( $\alpha$ ) προκύπτει από δύο παράγοντες οι οποίοι αλληλεξαρτώνται. Αφενός όσο περισσότερος είναι ο θόρυβος στα δεδομένα της χρονοσειράς, τόσο μικρότερη θα πρέπει να είναι η τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης προκειμένου να αποφευχθεί η υπερβολική αντίδραση στο θόρυβο, αφετέρου αν ο μέσος όρος μεταβάλλεται, ο συντελεστής εξομάλυνσης ( $\alpha$ ) θα πρέπει να είναι μεγάλος ώστε οι προβλέψεις να παρακολουθούν τις μεταβολές που παρουσιάζουν τα δεδομένα. Η γραμμική αναζήτηση αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο υπολογισμού, η οποία ελαχιστοποιώντας το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) δίνει ως έξοδο την βέλτιστη τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης ( $\alpha$ ).

#### 2.4.2.2 Μοντέλο Γραμμικής Τάσης (Holt Exponential Smoothing)

Το μοντέλο εξομάλυνσης για γραμμική τάση είναι μια επέκταση της απλής εκθετικής εξομάλυνσης η οποία μπορεί επιπρόσθετα να διαχειριστεί τη συνιστώσα της τάσης η οποία συχνά παρατηρείται στα επιχειρησιακά δεδομένα. Το μοντέλο εξομάλυνσης γραμμικής τάσης περιγράφεται από τις εξισώσεις:

$$\begin{aligned} e_t &= Y_t - F_t \\ S_t &= S_{t-1} + T_{t-1} + \alpha \cdot e_t \\ T_t &= T_{t-1} + \beta \cdot e_t \\ F_{t+1} &= S_t + m \cdot T_t \end{aligned}$$

Όπου,  $t$  η χρονική περίοδος,  $Y_t$  η πραγματική τιμή των δεδομένων,  $F_t$  η πρόβλεψη τη χρονική στιγμή  $t$ ,  $e_t$  το σφάλμα (απόκλιση πραγματικής τιμής από πρόβλεψη),  $S_t$  το επίπεδο της χρονοσειράς,  $T_t$  η τάση της χρονοσειράς,  $\alpha$  ο συντελεστής εξομάλυνσης επιπέδου, λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $[0,1]$ ,  $\beta$  ο συντελεστής εξομάλυνσης της τάσης, λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $[0,1]$  και  $m$  χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης.

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία υπολογισμού του μοντέλου πρόβλεψης, πρέπει να οριστεί ένα αρχικό επίπεδο ( $S_0$ ) και μια αρχική τάση ( $T_0$ ). Το αρχικό επίπεδο υπολογίζεται όπως και στην απλή εκθετική εξομάλυνση. Επιπρόσθετα, ως αρχική τάση, συνήθως, χρησιμοποιείται:

- η διαφορά δεύτερης και πρώτης παρατήρησης:  $Y_2 - Y_1$  διαφορά  $n$ -οστής και πρώτης παρατήρησης, διαιρεμένης με  $n-1$
- η σταθερά της κλίσης από το μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

Η επιλογή των βέλτιστων συντελεστών εξομάλυνσης ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) προκύπτει από την εφαρμογή της μεθόδου της γραμμικής αναζήτησης, ελαχιστοποιώντας το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE).

#### 2.4.2.3 Μοντέλο Μη Γραμμικής Τάσης

Το μοντέλο φθίνουσας γραμμικής τάσης είναι μία υποπερίπτωση του μοντέλου μη γραμμικής τάσης. Το μοντέλο μη γραμμικής τάσης έχει τη δυνατότητα μεταβολής της μορφής της χρονοσειράς και της προσαρμογής της σε μη γραμμικές τάσεις. Η προσαρμογή αυτή γίνεται μέσω μιας μεταβλητής που ονομάζεται παράμετρος διόρθωσης της τάσης  $\phi$ . Το μοντέλο μη γραμμικής τάσης περιγράφεται μαθηματικά από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$\begin{aligned}
e_t &= Y_t - F_t \\
S_t &= S_{t-1} + T_{t-1} + \alpha \cdot e_t \\
T_t &= T_{t-1} + \beta \cdot e_t \\
F_{t+m} &= S_t + \sum_{i=1}^m \varphi^i T_t
\end{aligned}$$

Όπου,  $t$  η χρονική περίοδος,  $Y_t$  η πραγματική τιμή των δεδομένων,  $F_t$  η πρόβλεψη τη χρονική στιγμή  $t$ ,  $e_t$  το σφάλμα (απόκλιση πραγματικής τιμής από πρόβλεψη),  $S_t$  το επίπεδο της χρονοσειρές,  $T_t$  η τάση της χρονοσειρές,  $\alpha$  ο συντελεστής εξομάλυνσης επιπέδου, λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $[0,1]$ ,  $\beta$  ο συντελεστής εξομάλυνσης της τάσης, λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $[0,1]$ ,  $\varphi$  ο συντελεστής διόρθωσης της τάσης, λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $(0,1)$ ,  $m$  χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης.

Εύκολα γίνεται αντιληπτό, ότι οι εξισώσεις είναι πανομοιότυπες με αυτές του γραμμικού μοντέλου πλην της τελευταίας, όπου αντί υπολογισμού μιας γραμμικής αύξησης μέσω του συντελεστή  $m$ , πραγματοποιείται ένας μη γραμμικός υπολογισμός αυτής, γεγονός που οφείλεται στην παράμετρο εξομάλυνσης  $\varphi$ . Η παράμετρος  $\varphi$ , σε αντίθεση με τις παραμέτρους  $\alpha$  και  $\beta$ , δύναται να λάβει τιμές μεγαλύτερες του μηδενός, χωρίς κάποιο άνω όριο αλλά είναι πολύ σημαντική η επιβολή άνω και κάτω ορίων ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση. Όπως αναφέρεται και παραπάνω για  $0 < \varphi < 1$  προκύπτει το μοντέλο της φθίνουσας τάσης (Damped Exponential Smoothing). Ανάλογα την τιμή που παίρνει η παράμετρος  $\varphi$ , το μοντέλο της μη γραμμικής τάσης μπορεί να πάρει περταίρω τις μορφές:

- Για  $\varphi=0$  προκύπτει το μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης (Simple Exponential Smoothing), αφού η τάση δεν συμμετέχει στην παραγωγή προβλέψεων.
- Για  $\varphi=1$  προκύπτει το μοντέλο της γραμμικής τάσης (Holt Exponential Smoothing), καθώς στην εξίσωση υπολογισμού της πρόβλεψης, τη θέση του αθροίσματος παίρνει το γινόμενο της μεταβλητής χρονικού ορίζοντα  $m$  και της προηγούμενης τάσης  $T_t$ .
- Για  $\varphi > 1$  προκύπτει το μοντέλο της εκθετικής τάσης, το οποίο χαρακτηρίζεται από μεγάλη προκατάληψη.

Σχετικά με την επιλογή του αρχικού επιπέδου ( $S_0$ ), της αρχικής τάσης ( $T_0$ ) και την βελτιστοποίηση των παραμέτρων εξομάλυνσης, ισχύουν τα ίδια που αναφέρθηκαν παραπάνω για την περίπτωση του μοντέλου γραμμικής τάσης. Συγκεκριμένα για την μη γραμμική τάση προτείνεται ωστόσο η εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης με ανεξάρτητη μεταβλητή το χρόνο  $t$  για τον προσδιορισμό των  $S_0$  και  $T_0$ . Για την εύρεση των βέλτιστων συνδυασμών των παραμέτρων  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\varphi$  εφαρμόζεται και πάλι η διαδικασία της γραμμικής αναζήτησης, ελαχιστοποιώντας το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE).

Λόγω της θετικής προκατάληψης που περιέχει το μοντέλο εκθετικής τάσης χρησιμοποιείται σε ορισμένες μόνο ειδικές περιπτώσεις, όπως η εισαγωγή ενός προϊόντος στην αγορά. Θετική προκατάληψη εντοπίζεται και στα μοντέλα γραμμικής τάσης. Γι' αυτό το λόγο τα μοντέλα φθίνουσας τάσης τυγχάνουν μεγάλης αποδοχής ιδιαίτερα για προβλέψεις μεγάλου χρονικού ορίζοντα.

### 2.4.3 Μοντέλα Παλινδρόμησης

Η παλινδρόμηση περιλαμβάνει διαδικασίες και τεχνικές μοντελοποίησης και ανάλυσης διαφόρων μεταβλητών, όπου το ζητούμενο είναι η εύρεση συσχετίσεων μεταξύ μιας εξαρτημένης και μίας ή και περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι μέθοδοι παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκτίμηση της εξαρτημένης μεταβλητής, δεδομένου ότι γνωρίζουμε τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η εκτίμηση αυτή αποτελεί ουσιαστικά τη μέση τιμή της προσδοκώμενης εξαρτημένης μεταβλητής, εφόσον οι ανεξάρτητες μεταβλητές διατηρηθούν σταθερές. Σημαντικό ρόλο παίζει επίσης η διακύμανση της εξαρτημένης τιμής γύρω από την εξίσωση της παλινδρόμησης, η οποία μπορεί να περιγραφεί από μια πιθανοτική κατανομή.

Τα μοντέλα παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται ευρέως σε θέματα που αφορούν προβλέψεις, αν και ο κύριος ρόλος χρησιμοποίησής τους είναι η εύρεση συσχετίσεων μεταξύ διαφόρων μεγεθών αλλά και η εύρεση ενός είδους συσχέτισης αυτών. Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική αναφορά της απλής γραμμικής και της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας γίνεται χρήση μόνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

#### 2.4.3.1 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Στη μέθοδο της απλής παλινδρόμησης εξετάζεται η σχέση μεταξύ δύο μεγεθών, αυτού της μεταβλητής πρόβλεψης (εξαρτημένη μεταβλητή) και μίας ανεξάρτητης μεταβλητής, που είναι γραμμική. Η χρήση του χρόνου ως ανεξάρτητη μεταβλητή είναι συνηθισμένη στην πρόβλεψη χρονοσειρών και το συγκεκριμένο μοντέλο είναι γνωστό ως Linear Regression Line (LRL). Στόχος της απλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι η εκτίμηση των παραμέτρων  $\alpha$  και  $\beta$  έτσι ώστε η ευθεία:

$$\hat{Y}_i = \alpha + \beta \cdot X_i$$

να αποτελεί τη βέλτιστη, δηλαδή να προσαρμόζεται όσο το δυνατόν καλύτερα στα δεδομένα, όπου:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n [(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\alpha = \bar{Y} - \beta \cdot \bar{X}$$

όπου:

$i$  η χρονική περίοδος

$X_i$  οι τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής

$Y_i$  οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής

$\hat{Y}_i$  οι παραγόμενες από το μοντέλο τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής

$\bar{X}$  η μέση τιμή των  $n$  ανεξάρτητων μεταβλητών

$\bar{Y}$  η μέση τιμή των  $n$  εξαρτημένων μεταβλητών

$\alpha$  η τεταγμένη του σημείου τομής της ευθείας με τον άξονα των εξαρτημένων μεταβλητών

$\beta$  η κλίση της ευθείας

$n$  ο αριθμός των γνωστών παρατηρήσεων

Πρέπει να σημειωθεί ότι το πραγματικό μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης δίνεται από τη μαθηματική σχέση:

$$\hat{Y}_i = \alpha + \beta \cdot X_i + e$$

όπου,  $e$  το σφάλμα, δηλαδή η απόκλιση της παρατήρησης από την ευθεία που παριστάνεται από την παραπάνω σχέση.

#### 2.4.3.2 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Στην περίπτωση που απαιτούνται απαιτούνται περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές, το μοντέλο απλής παλινδρόμησης μπορεί να γενικευτεί μέσω της τεχνικής της πολλαπλής παλινδρόμησης ώστε να συμπεριλάβει όλες τις μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν την τιμή της μεταβλητής πρόβλεψης. Σκοπός είναι να συμπεριλάβει όλες τις μεταβλητές που επηρεάζουν το προς πρόβλεψη μέγεθος. Η μαθηματική εξίσωση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι η παρακάτω:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_k \cdot X_k + e$$

όπου:

η μεταβλητή  $\beta$  εκφράζει την εξαρτημένη μεταβλητή ενώ οι μεταβλητές  $X_1$  έως  $X_k$  εκφράζουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Οι συντελεστές  $b_0$  έως  $b_k$  αποτελούν σταθερές παραμέτρους, ενώ το  $e$  δηλώνει τον τυχαίο παράγοντα, που θεωρείται κανονικά κατανομημένος γύρω από το μηδέν. Προϋπόθεση κατά την παραγωγή ενός μοντέλου πολλαπλής παλινδρόμησης είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές να μην έχουν συσχέτιση μεταξύ τους.

#### 2.4.4 Μοντέλο Theta

Η μέθοδος Theta (Assimakopoulos και Nikolopoulos, 2000; Nikolopoulos, 2002) είναι μία μονοδιάστατη μέθοδος πρόβλεψης. Η μέθοδος βασίζεται στην μεταβολή των τοπικών καμπυλοτήτων μιας χρονοσειράς, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της παραμέτρου  $\theta$ , και εφαρμόζεται άμεσα στις διαφορές δεύτερης τάξης των δεδομένων:

$$Y_t^\theta = \theta * Y_t''$$

όπου:

$$Y_t'' = Y_{t-2} * Y_{t-1} + Y_{t-2}$$

Σύμφωνα με τους Ασημακόπουλο και Νικολόπουλο (2000), εάν οι τοπικές καμπυλότητες υποβαθμιστούν σταδιακά, τότε η χρονοσειρά που προκύπτει είναι «ξεφουσκωμένη». Όσο μικρότερη είναι η τιμή της παραμέτρου  $\theta$ , τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός μείωσης των καμπυλοτήτων. Η παράμετρος  $\theta$  μπορεί επίσης να πάρει αρνητικές τιμές.

Διακρίνουμε έτσι τις εξής περιπτώσεις:

- Η γραμμή Theta με  $\theta = 0$  ισοδυναμεί με την ευθεία της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.
- Η γραμμή Theta με  $\theta = -1$  αντιστοιχεί με τη συμμετρική της αρχικής χρονοσειράς ως προς την ευθεία της γραμμικής παλινδρόμησης.
- Αν  $\theta > 1$  οι τοπικές καμπυλότητες ενισχύονται και η χρονοσειρά προκύπτει διογκωμένη. Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός διόγκωσης, τόσο περισσότερο ενισχύεται η βραχυπρόθεσμη συμπεριφορά της χρονοσειράς.

Το μοντέλο πρόβλεψης Theta υπαγορεύει την αποσύνθεση της αρχικής χρονοσειράς σε δύο ή περισσότερες γραμμές Theta, οι οποίες με τη σειρά τους προεκτείνονται ξεχωριστά. Στο τέλος, γίνεται συνδυασμός των προβλέψεών τους με ανάλογα βάρη. Το μοντέλο πρόβλεψης Theta που αποσυνθέτει την αρχική χρονοσειρά σε δύο γραμμές Theta με παραμέτρους  $\theta = 0$  και  $\theta = 2$  ονομάζεται κλασική μέθοδος Theta (Theta Classic) και έχει δώσει εντυπωσιακά αποτελέσματα στον Διαγωνισμό Προβλέψεων M3. Η μαθηματική έκφραση δίνεται από τη σχέση:

$$Y_t = \frac{1}{2} * (Y_t^{\theta=0} + Y_t^{\theta=2})$$

Όπου

$Y_t^{\theta=0}$  είναι η τιμή για την περίοδο  $t$  της γραμμής Theta με παράμετρο  $\theta=0$  και  $Y_t^{\theta=2}$  η τιμή για την περίοδο της γραμμής Theta με παράμετρο  $\theta=2$ .

Η πρώτη συνήθως προεκτείνεται μέσω της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, ενώ η δεύτερη μέσω της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Ο απλός συνδυασμός των δύο παραγόμενων προβλέψεων μας δίνει την τελική πρόβλεψη της Μεθόδου Theta.

Τα βήματα της διαδικασίας που ακολουθούνται προκειμένου να παραχθούν οι προβλέψεις με τη Μέθοδο Theta είναι συνοπτικά:

#### 1. Έλεγχος Εποχιακότητας

Κάθε χρονοσειρά ελέγχεται για στατιστικά εποχιακή συμπεριφορά.



## 2. Αποεποχικοποίηση

Η χρονοσειρά αποεποχικοποιείται με την κλασσική μέθοδο αποσύνθεσης.

## 3. Αποσύνθεση

Κάθε χρονοσειρά αποσυντίθεται σε δύο γραμμές  $\Theta$ , για τιμές  $\theta=0$  και  $\theta=2$ .

## 4. Πρόβλεψη

Η γραμμή  $\Theta$  με παράμετρο  $\theta=0$  προεκτείνεται με απλή γραμμική παλινδρόμηση ενώ η γραμμή  $\Theta$  με παράμετρο  $\theta=2$  με εκθετική εξομάλυνση σταθερού επιπέδου.

## 5. Συνδυασμός

Οι προηγούμενες προβλέψεις συνδυάζονται με ίσα βάρη.

## 6. Εποχικοποίηση

Οι τελικές προβλέψεις εποχικοποιούνται με τους δείκτες εποχικότητας.

### 2.4.5 Αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου (μέθοδος ARIMA)

Τα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου, ανήκουν στην κατηγορία των στοχαστικών μαθηματικών μοντέλων. Με τη χρήση τους μπορούμε να περιγράψουμε την διαχρονική εξέλιξη φυσικών μεγεθών, που εξαρτώνται από μη ντετερμινιστικούς παράγοντες. Είναι αρκετά διαδεδομένα, και ειδικά σε περιπτώσεις που εμπεριέχονται φυσικά μεγέθη, τα οποία δεν τα γνωρίζουμε απόλυτα, και επιπλέον όταν δεν γνωρίζουμε τους παράγοντες οι οποίοι τα επηρεάζουν. Τα στοχαστικά αυτά μοντέλα περιέχουν τον τυχαίο παράγοντα, τις τιμές του μεγέθους οι οποίες εμφανίστηκαν σε παρελθοντικές χρονικές στιγμές και πιθανόν κάποιους επιπλέον στοχαστικούς παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα, με την χρήση αυτών των μοντέλων, μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα ή την τιμή το μέγεθος που εξετάζουμε να βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο διάστημα. Γίνεται αντιληπτό ότι τα Αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου είναι αρκετά αποτελεσματικά κυρίως σε βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, εφόσον δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στις πιο πρόσφατες παρελθοντικές παρατηρήσεις. Βασική προϋπόθεση για καλύτερα αποτελέσματα στα εξής μοντέλα είναι να εφαρμόζονται σε χρονοσειρές οι οποίες είναι στάσιμες και διακριτές. Διακριτές είναι οι χρονοσειρές που όλες οι παρατηρήσεις τους έχουν ληφθεί σε χρονικές στιγμές που ισαπέχουν μεταξύ τους, ενώ στάσιμες θεωρούνται αυτές που η μέση τιμή, η διακύμανσή τους και η συνάρτηση αυτοσυσχέτισής τους είναι σταθερές σε όλη την διάρκεια του χρόνου.

### 2.5 Σφάλματα

Η αξιολόγηση μιας μεθόδου πρόβλεψης επιτυγχάνεται μέσω της μέτρησης της ακρίβειας των προβλέψεων που παράγει. Επιθυμητό είναι τα σφάλματα να τείνουν στο μηδέν, διότι όσο πιο μικρό το σφάλμα που προκύπτει, τόσο πιο αμερόληπτη η παραγόμενη πρόβλεψη. Τα σφάλματα υπολογίζονται από διάφορες μαθηματικές σχέσεις, καθένα από τα οποία παρέχει διαφορετική πληροφορία. Θεωρώντας ως  $Y_i$  την πραγματική τιμή,  $F_i$  την παραγόμενη πρόβλεψη την χρονική στιγμή  $i$  και  $n$  τον αριθμό των προς πρόβλεψη παρατηρήσεων, έχουμε τα εξής σφάλματα:

#### 1. Μέσο σφάλμα (Mean Error)

Υπολογίζεται από τον απλό προσημασμένο μέσο όρο των σφαλμάτων και εκφράζει ένα μέτρο συστηματικότητας του σφάλματος. Όταν αυτός ο δείκτης παίρνει τιμή κοντά στο μηδέν, τότε τα σφάλματα είναι τυχαία και όχι συστηματικά. Αν ο δείκτης παίρνει θετικές τιμές, δηλώνει απαισιοδοξία στις προβλέψεις, μιας και οι προβλέψεις ήταν κατά μέσο όρο μικρότερες των

πραγματικών τιμών. Από την άλλη αρνητικές τιμές του δείκτη δηλώνουν αισιοδοξία. Ο δείκτης αναφέρεται και ως bias και υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)$$

## 2. Μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error)

Αποτελεί ένα μέτρο της ακρίβειας της πρόβλεψης έναντι των πραγματικών τιμών διατηρώντας τις μονάδες μέτρησης της αρχικής χρονοσειράς. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι δηλώνει ένα μέσο μέτρο της αστοχίας της πρόβλεψης, χωρίς όμως να δίνεται έμφαση στην κατεύθυνση της πρόβλεψης. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του δείκτη, τόσο μικρότερη η ακρίβεια της εφαρμοζόμενης μεθόδου. Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - F_i|$$

## 3. Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (Mean Squared Error)

Αποτελεί μέτρο ακρίβειας της πρόβλεψης, όπως και το μέσο απόλυτο σφάλμα, το οποίο όμως δίνει πολύ μεγαλύτερο βάρος στα μεγάλα σφάλματα και μικρότερο στα μικρά. Η χρήση του είναι εκτενής στον υπολογισμό των βέλτιστων παραμέτρων εξομάλυνσης. Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)^2$$

## 4. Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error)

Ο υπολογισμός του γίνεται από την τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος. Έχει τις ίδιες ιδιότητες, αλλά είναι εκφρασμένο στις μονάδες της αρχικής χρονοσειράς:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)^2}$$

Τα παραπάνω αποτελούν σφάλματα που εξαρτώνται από το μέγεθος των δεδομένων. Αυτοί είναι χρήσιμοι κατά τη σύγκριση διαφορετικών μεθόδων που εφαρμόζονται στο ίδιο σύνολο δεδομένων, αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται, για παράδειγμα, κατά τη σύγκριση σε όλη σύνολα δεδομένων που έχουν διαφορετικές κλίμακες.

## 5. Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα ( Mean Absolute Percentage Error)

Ο υπολογισμός της ακρίβειας της πρόβλεψης είναι πιο χρήσιμος σε πολλές περιπτώσεις όταν ο δείκτης πάρει ποσοστιαία μορφή. Ένα παράδειγμα είναι όταν απαιτείται η εκτίμηση της ακρίβειας μίας μεθόδου, η οποία έχει εφαρμοσθεί σε περισσότερες από μία χρονοσειρές. Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα είναι εκφρασμένο επί τοις εκατό και λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες ή ίσες του μηδενός, με τις μικρότερες τιμές να υποδηλώνουν και καλύτερη απόδοση της εφαρμοσθείσας μεθόδου πρόβλεψης.

Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - F_i}{Y_i} \right| * 100(\%)$$

Μειονέκτημα του συγκεκριμένου δείκτη αποτελεί ότι δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε χρονοσειρές διακοπτόμενης ζήτησης, αφού καταλήγει σε απροσδιοριστία.

Τα σφάλματα αυτά έχουν το μειονέκτημα ότι ισούνται με άπειρο ή καθίστανται απροσδιόριστα αν  $Y_t = 0$  για κάθε  $t$  κατά την περίοδο του ενδιαφέροντος, και έχει μια εξαιρετικά ασύμμετρη κατανομή όταν οποιαδήποτε τιμή του  $Y_t$  είναι κοντά στο μηδέν. Αυτό σημαίνει, για παράδειγμα, ότι η MAPE είναι συχνά αισθητά μεγαλύτερη από το MdAPE. Στην περίπτωση όπου τα δεδομένα λαμβάνουν χαμηλές τιμές (περίπτωση της διακοπτόμενης ζήτησης δεδομένα) είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθούν αυτά μέτρα, καθώς οι μηδενικές τιμές των  $Y_t$  συμβαίνουν συχνά.

Ένα επιπλέον μειονέκτημα των ποσοστιαίων σφαλμάτων είναι ότι υποθέτουν το meaningful zero. Για παράδειγμα, δεν έχουν κανένα νόημα κατά τη μέτρηση πρόγνωση σφάλματος για τις θερμοκρασίες στις κλίμακες Κελσίου or Celsius. Η MAPE και MdAPE έχουν επίσης το μειονέκτημα ότι βάζουν αυστηρότερες κυρώσεις στα θετικά λάθη από ό, τι σε αρνητικά σφάλματα.

#### 6. Συμμετρικό μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Symmetric Mean Absolute Percentage Error)

$$sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{2(Y_i - F_i)}{Y_i + F_i} \right| * 100(\%)$$

Στην περίπτωση αυτή, η διαφορά με τον δείκτη MAPE είναι ότι το σφάλμα δε διαιρείται με την πραγματική τιμή, αλλά με το ημίαθροισμα της πραγματικής τιμής και της πρόβλεψης. Έτσι ο δείκτης sMAPE αποκτά ανώτατο όριο και παίρνει τιμές στο διάστημα [0%, 200%].

Τα προβλήματα που προκύπτουν από μικρές τιμές των  $Y_t$  μπορεί είναι λιγότερο σοβαρή για sMAPE και sMdAPE. Ωστόσο, ακόμη και εκεί αν  $Y_t$  είναι κοντά στο μηδέν, το  $F_t$  είναι επίσης πιθανό να είναι κοντά στο μηδέν. Έτσι, στο σφάλμα προκύπτει ακόμα μια διαίρεση από έναν αριθμό κοντά στο μηδέν. Σε περίπτωση που ο παρονομαστής οριστεί σε απόλυτη τιμή, μπορεί να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα, αλλά αυτό είναι δεν είναι αυτό που γίνεται συνήθως. Επιπλέον, τα σφάλματα αυτά δεν είναι όσο συμμετρικά υποδηλώνει το όνομά τους. Για την ίδια τιμή του  $Y_t$ , η αξία των  $2 |F_t Y_t| / (Y_t + F_t)$  έχει βαρύτερη ποινή, όταν οι προβλέψεις είναι χαμηλές σε σύγκριση με όταν οι προβλέψεις είναι υψηλές.

#### 7. Σχετικά σφάλματα

Ένας εναλλακτικός τρόπος για την μείωση της επίδρασης της κλίμακας είναι η διαίρεση κάθε σφάλματος με ένα άλλο πρότυπο μέθοδο πρόβλεψης. Ας  $r_t = e_t / e_t^*$  δηλώνουν το σχετικό σφάλμα, όπου  $e_t^*$  είναι το σφάλμα πρόβλεψης που λαμβάνεται από τη μέθοδο αναφοράς. Συνήθως, η μέθοδος που χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς είναι μέθοδος είναι η Random walk, όπου το  $F_t$  είναι ίσο με το τελευταία παρατήρηση. Επίσης, συνιστάται η χρήση σχετικών απόλυτων σφαλμάτων, ειδικά η GMRAE και MdRAE. Fildes (1992) προτιμά επίσης το GMRAE παρόλο που ισοδυναμεί αν και πιο περίπλοκο με την τετραγωνική ρίζα της γεωμετρικής μέσης τιμής των τετραγώνων των σχετικών σφαλμάτων. Ένα σοβαρό μειονέκτημα των σχετικών σφαλμάτων είναι ότι  $e_t^*$  μπορεί να είναι μικρό. Στην πραγματικότητα, η  $r_t$  έχει άπειρη διακύμανση γιατί το  $e_t^*$  έχει θετική πυκνότητα πιθανότητας στο 0. Μία ειδική περίπτωση είναι όταν  $e_t$  και  $e_t^*$  είναι κανονικής κατανομής, στην οποία περίπτωση το  $r_t$  έχει κατανομή Cauchy. Από τους Armstrong και Collory συνιστάται η χρήση της winsorizing ώστε να ομαλοποιήσει τις ακραίες τιμές. Αυτό θα αμβλύνει τις δυσκολίες που συνδέονται με μικρές τιμές του  $e_t^*$ , αλλά προσθέτει κάποια πολυπλοκότητα στον υπολογισμό και το επίπεδο της αυθαιρεσίας πρέπει να καθοριστεί.

#### 8. Σχετικές μετρήσεις

Αντί να χρησιμοποιούνται τα σχετικά σφάλματα, μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει τις σχετικές μετρήσεις. Για παράδειγμα, έστω η MAE<sub>b</sub> υποδηλώνει το MAE ως μέθοδο αναφοράς. Στη συνέχεια, μια σχετική MAE είναι δίνεται από

$$\text{RelMAE} = \frac{\text{MAE}_i}{\text{MAE}_{\text{benchmark}}}$$

Η μέθοδος Random Walk ή η μέθοδος Naive (όπου το  $F_t$  ισούται με την τελευταία παρατήρηση) είναι η πιο κοινή μέθοδος αναφοράς για τέτοιους υπολογισμούς, αν και συχνά χρησιμοποιείται και η μέση μέθοδος, όπου  $F_t$  είναι ίση με την μέση τιμή όλων των παρατηρήσεων. Για εποχιακά δεδομένων, η μέθοδος Naive2 χρησιμοποιείται για σύγκριση. Αυτό δίνει τις προβλέψεις με βάση την τελευταία παρατήρηση προσαρμοσμένη με την εποχικότητα χρησιμοποιώντας την μέθοδο της κλασικής αποσύνθεσης.

Ένα πλεονέκτημα αυτών των μεθόδων είναι η επεξηγηματικότητα τους. Για παράδειγμα, οι σχετικές μετρήσεις MAE μετρά την βελτίωση της προτεινόμενης μεθόδου πρόβλεψης σε σχέση με την μέθοδο αναφοράς. Εάν RelMAE > 1, η προτεινόμενη μέθοδος είναι καλύτερη από τη μέθοδο αναφοράς, και όταν RelMAE < 1, η προτεινόμενη μέθοδος είναι χειρότερη από τη μέθοδο αναφοράς. Ωστόσο, απαιτούνται πολλές προβλέψεις για την ίδια σειρά για να καταστεί δυνατή μια MAE (ή MSE) να υπολογιστεί.

Μία συνηθισμένη περίπτωση όπου δεν είναι δυνατή η χρήση τέτοιων μέτρων είναι όταν η μέθοδος μετράει out of sample ακρίβεια πρόβλεψης σε ένα ενιαίο χρονικό ορίζοντα των προβλέψεων σε πολλαπλές σειρές. Δεν έχει κανένα νόημα να υπολογίσουμε το MAE μεταξύ σειρών λόγω των διαφορετικών κλιμάκων τους. Μια σχετική προσέγγιση είναι να χρησιμοποιηθεί το ποσοστό των προβλέψεων για την οποία μια δεδομένη μέθοδος είναι πιο ακριβής από τη Random Walk. Αυτό είναι συχνά γνωστό ως winsorizing. Ωστόσο, δεν παρέχουν καμία ένδειξη για το ποσό της ενδεχόμενης βελτίωσης. Έτσι, είναι δυνατόν να υπάρχει μια μέθοδος που αποδίδει ελαφρώς καλύτερα από τη μέθοδο αναφοράς για την 99η σειρά, αλλά να είναι πολύ χειρότερη από την 1η σειρά, δίνοντας έτσι ένα αποτέλεσμα Percentage Better 99 ακόμη και εάν η μέθοδος αναφοράς είναι προτιμότερη.

## 9. MASE

Οι Hyndman και Koehler (2006), προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις περιπτώσεις απροσδιοριστίας των δεικτών MAPE και Smape αλλά και να δώσουν την ίδια βαρύτητα στα μικρά και τα μεγάλα σφάλματα, σε αντίθεση με τους δείκτες MSE και RMSE, πρότειναν τον ακόλουθο συσχετιστικό στατιστικό δείκτη για τη μέτρηση της ακρίβειας της πρόβλεψης:

$$\text{MASE} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - F_i|}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n |Y_i - Y_{i-1}|}$$

Η παραπάνω εξίσωση θυμίζει αρκετά το μέσο απόλυτο σφάλμα (αριθμητής), η οποία, όμως, είναι κανονικοποιημένη με τη μέση τιμή των διαφορών πρώτου βαθμού της χρονοσειράς. Όμως, ο παρονομαστής ουσιαστικά αποτελεί το μέσο απόλυτο σφάλμα του μοντέλου πρόβλεψης, όταν ως μέθοδος πρόβλεψης έχει εφαρμοσθεί η μέθοδος Naive (αφελής ή απλοϊκή μέθοδος), η οποία δίνει ως πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο την πραγματική τιμή της τρέχουσας περιόδου. Όταν το MASE υπολογισθεί μικρότερο από της μονάδας, συμπεραίνεται πως η μέθοδος πρόβλεψης που εφαρμόστηκε έχει κατά μέσο όρο καλύτερη απόδοση από την πιο απλή μέθοδο πρόβλεψης (Naive), ενώ το αντίθετο συμβαίνει εάν προκύψει τιμή μεγαλύτερη της μονάδας. Οι Hyndman και Koehler προτείνουν πως οι δείκτες που βασίζονται σε κανονικοποιημένα σφάλματα πρέπει να καθιερωθούν ως μόνιμη προσέγγιση στη σύγκριση ακρίβειας προβλέψεων μεταξύ χρονοσειρών διαφορετικών επιπέδων. Και αυτό, επειδή, διαθέτουν μια κανονικοποίηση που είναι εύκολα κατανοητή και είναι

ευρέως εφαρμόσιμη. Η μόνη περίπτωση, κατά την οποία ο δείκτης MASE θα δώσει απροσδιόριστα σφάλματα, είναι όταν όλες οι τιμές των ιστορικών δεδομένων είναι ίσες μεταξύ τους.

Το συγκεκριμένο σφάλμα, εφόσον δεν εξαρτάται από την κλίμακα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση μεθόδων μονής σειράς αλλά και για τον προσδιορισμό της ακρίβειας μεταξύ πολλών χρονοσειρών. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διακριτές χρονοσειρές εφόσον το αποτέλεσμα δεν είναι άπειρο ή μηδενικό εκτός της περίπτωσης της ισοδυναμίας όλων των μετρήσεων. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του MSAE τόσο κρίνεται ως η καταλληλότερη μέθοδος.



## Κεφάλαιο 3- Δημιουργία metrics to escape

Η δημιουργία του forecasting eSchool στοχεύει στη διασύνδεση των οφελών του gamification στην εκπαίδευση. Μέσω της διαδικασίας του παιχνιδιού, οι σπουδαστές καλούνται να αφομοιώσουν τη γνώση με αποδοτικότερο τρόπο επιβεβαιώνοντας τα αναμενόμενα αποτελέσματα του gamification.

Η εφαρμογή metrics to escape αποτελεί την τρίτη κατά σειρά εφαρμογή του forecasting eSchool. Σκοπός της εφαρμογής είναι η εκμάθηση των βασικών αρχών των σφαλμάτων μέτρησης και της ακρίβεια των τεχνικών πρόβλεψης στηριζόμενη στο paper «Another look at measures of forecast accuracy (Hyndman, Koehler, 2006). Πρόκειται για τη δημιουργία ενός escape room μέσω των γρίφων του οποίου οι σπουδαστές καλούνται να αφομοιώσουν γνώση αναφορικά με τα σφάλματα των τεχνικών προβλέψεων.

### 3.1 Επιλογή του paper

Στη θεωρία των τεχνικών προβλέψεων, τα στατιστικά σφάλματα χρησιμοποιούνται ως δείκτες για την ακρίβεια των προβλέψεων και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της χρήσης των τεχνικών μεθόδων πρόβλεψης σε κάθε real case.

Μετά από έρευνα έγινε η επιλογή πέντε σημαντικών papers με αντικείμενο τα σφάλματα και τη μέτρηση της ακριβείας τους.

#### 1. «The Accuracy of Extrapolation (Time Series) Methods: Results of a Forecasting Competition»

Το paper προσανατολίζεται στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων πρόβλεψης σε περιπτώσεις που επιδρούν συγκεκριμένοι παράγοντες, γεγονός που συμβάλλει στην καλύτερη επιλογή μεθόδων για κάθε περίπτωση. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει τα αποτελέσματα από διαγωνισμό προβλέψεων από τον οποίο εξάγονται συμπεράσματα που οδηγούν στην ορθή επιλογή μεθόδων. Επτά ειδικοί αξιολόγησαν κάθε μία από τις 24 μεθόδους που εφαρμόστηκαν στην πρόβλεψη χρονοσειρών για ορίζοντα πρόβλεψης έξι με δεκαοχτώ ορίζοντες χρόνου. Η σωστή επιλογή μιας ή συνδυασμού μεθόδων ενδέχεται να βελτιώσει την πρόβλεψη για αυτό και είναι σημαντική για το τελικό αποτέλεσμα. Σε κάθε ένα από τα τεστ που έγιναν στα πλαίσια του paper, εξετάστηκε η επίδραση πολλών παραγόντων στο τελικό αποτέλεσμα.

Παρά τη σπουδαιότητα της δημοσίευσης, ο όγκος των δεδομένων και της πληροφορίας, καθιστά την αποτύπωσή του σε game δύσκολη υπόθεση, που δεν μπορεί να εξαντληθεί σε ένα παιχνίδι σύντομο στα πλαίσια μίας διάλεξης. Επιπρόσθετα, δόθηκε μεγαλύτερη βαρύτητα σε εξέταση δημοσιεύσεων με περιεχόμενο τα σφάλματα των προβλέψεων.

#### 2. «Error Measures for Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparisons»

Σε αυτή τη μελέτη αξιολογήθηκαν τα μέτρα για την πραγματοποίηση συγκρίσεων των σφαλμάτων μεταξύ χρονοσειρών. Αναλύθηκαν 90 ετήσιες και 101 τριμηνιαίες οικονομικές χρονοσειρές. Κρίθηκαν τα μέτρα των σφαλμάτων με βάση την αξιοπιστία, την εγκυρότητα, την ευαισθησία στις μικρές αλλαγές, την προστασία από ακραίες τιμές και τη σχέση τους με τη λήψη αποφάσεων. Τα αποτελέσματα οδήγησαν στην επιλογή του GMRAE, όταν το έργο περιλαμβάνει τη βαθμονόμηση ενός μοντέλου για ένα σύνολο χρονοσειρών. Το GMRAE συγκρίνει το απόλυτο σφάλμα μιας συγκεκριμένης μεθόδου με εκείνη της Random Walk. Για την επιλογή των ακριβέστερων μεθόδων,

προτείνετε το MdRAE, όταν λίγες σειρές είναι διαθέσιμες, διαφορετικά προτιμάται και το μέσο απόλυτο ποσοστό σφάλματος (MdAPE). Το σφάλμα RMSE δεν κρίνεται αξιόπιστο και είναι ως εκ τούτου ακατάλληλο για τη σύγκριση της ακρίβειας ανάμεσα στις σειρές.

Η μελέτη συμπεριλαμβάνει συγκριτική μελέτη μεταξύ των σφαλμάτων στις τεχνικές προβλέψεων, ωστόσο, υστερεί στην επιλογή ενός μοναδικού σφάλματος, το οποίο θα είναι εφαρμόσιμο και σε περιπτώσεις με μηδενικές τιμές στη χρονοσειρά και σε χρονοσειρές όπου χαρακτηρίζονται από scaling.

### 3. «Evaluation of Extrapolative Forecasting Methods: Results of a Survey of Academicians and Practitioners»

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ποσοτικών extrapolative μεθόδων πρόβλεψης, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν σε ερευνητικές εργασίες ή να εφαρμοστούν σε ένα οργανωτικό περιβάλλον. Η πρόβλεψη των ερευνητών σε διάφορους ακαδημαϊκούς κλάδους, καθώς και επαγγελματιών σε ιδιωτικούς ή δημόσιους οργανισμούς βρίσκεται αντιμέτωπη συχνά με το πρόβλημα της αξιολόγησης των μεθόδων πρόβλεψης και, στην τελική επιλογή μόνο μιας. Οι περισσότεροι γίνονται υποστηρικτές της μεθόδου που έχουν επιλέξει. Στη συγκεκριμένη δημοσίευση παρουσιάζονται τα κριτήρια στα οποία βασίζεται η άποψη ακαδημαϊκών και επαγγελματιών στην επιλογή των μεθόδων.

Τα κριτήρια αποτελούν σημαντικό στοιχείο στη διαδικασία της επιλογής των μεθόδων πρόβλεψης. Ωστόσο, η δημοσίευση δεν εστιάζει στη σύγκριση των σφαλμάτων αλλά στον προσδιορισμό των κριτηρίων στην επιλογή αυτών, γεγονός που είναι υποκειμενικό και δεν μπορεί να στηριχθεί η μελέτη αυτής η δημιουργία ενός παιχνιδιού.

### 4. «On the Selection of Error Measures for Comparisons Among Forecasting Methods»

Οι Clements και Hendry (1993) πρότειναν το σφάλμα GFESM ως βελτίωση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος συγκρίνοντας την απόδοση πρόβλεψης ανάμεσα σε σειρές δεδομένων. Βασίζουν το συμπέρασμά τους στο γεγονός ότι οι κατατάξεις βασισμένες στο GFESM παραμένουν αναλλοίωτες εφόσον οι σειρές είναι γραμμικά διαμορφωμένες. Στη δημοσίευση αυτή, υποστηρίζεται ότι η αξιολόγηση αυτή δεν λαμβάνει υπόψη και άλλα σημαντικά κριτήρια. Επίσης, τα συμπεράσματά τους προκύπτουν από μια μελέτη προσομοίωσης των οποίων η σχέση με τα πραγματικά δεδομένα δεν ήταν προφανής. Τρίτον, πρωτύτερα εμπειρικές μελέτες δείχνουν ότι το μέσο τετραγωνικό σφάλμα είναι ένα ακατάλληλο μέτρο για να χρησιμεύσει ως βάση για την σύγκριση. Αυτό υπονομεύει τους ισχυρισμούς που διατυπώνονται για την GFESM.

Η δημοσίευση δεν προτιμήθηκε λόγω του περιορισμένου περιεχομένου, που δεν οδηγεί στην κατανόηση των σφαλμάτων και στην κατανόηση του αποτελέσματος από τη μεταξύ τους σύγκριση.

### 5. «The evaluation of extrapolative forecasting methods»

Οι extrapolative μέθοδοι πρόβλεψης χρησιμοποιούνται ευρέως στις αποφάσεις για την παραγωγή και την απογραφή. Συνήθως οι πολλές εκατοντάδες σειρές πρόβλεψης και η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των αποφάσεων εξαρτάται από την ακρίβεια της μεθόδου που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη. Η δημοσίευση αυτή εξετάζει πώς μια μέθοδος πρόβλεψης θα πρέπει να έχει επιλεγεί με βάση την ανάλυση των απωλειών εναλλακτικών λειτουργιών. Υποστηρίζεται ότι ένα πλήθος χρονοσειρών πρέπει να αξιολογούνται ανά χρονική περίοδο και ανά σειρά. Από τις εναλλακτικές λειτουργίες, μόνο η γεωμετρική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (GRMSE) είχε θετική συμπεριφορά και έχει μια απλή ερμηνεία. Το paper καταλήγει στο



συμπέρασμα ότι η εκθετική εξομάλυνση και τα μοντέλα Naive, που προηγουμένως θεωρούνταν «ισχυροί» εκτελεστές, προβλέπουν ελάχιστα για το συγκεκριμένο σύνολο των χρονοσειρών, ανεξάρτητα από το σφάλμα που χρησιμοποιείται ως μέτρο προσδιορισμού της ακρίβειας. Κατά συνέπεια, οι ερευνητές θα πρέπει να προβούν σε λεπτομερή αξιολόγηση της σειράς των δεδομένων, αντί να στηρίζονται σε μια εκ των προτέρων ανάλυση που αναπτύχθηκε από προηγούμενες διοργανώσεις πρόβλεψης.

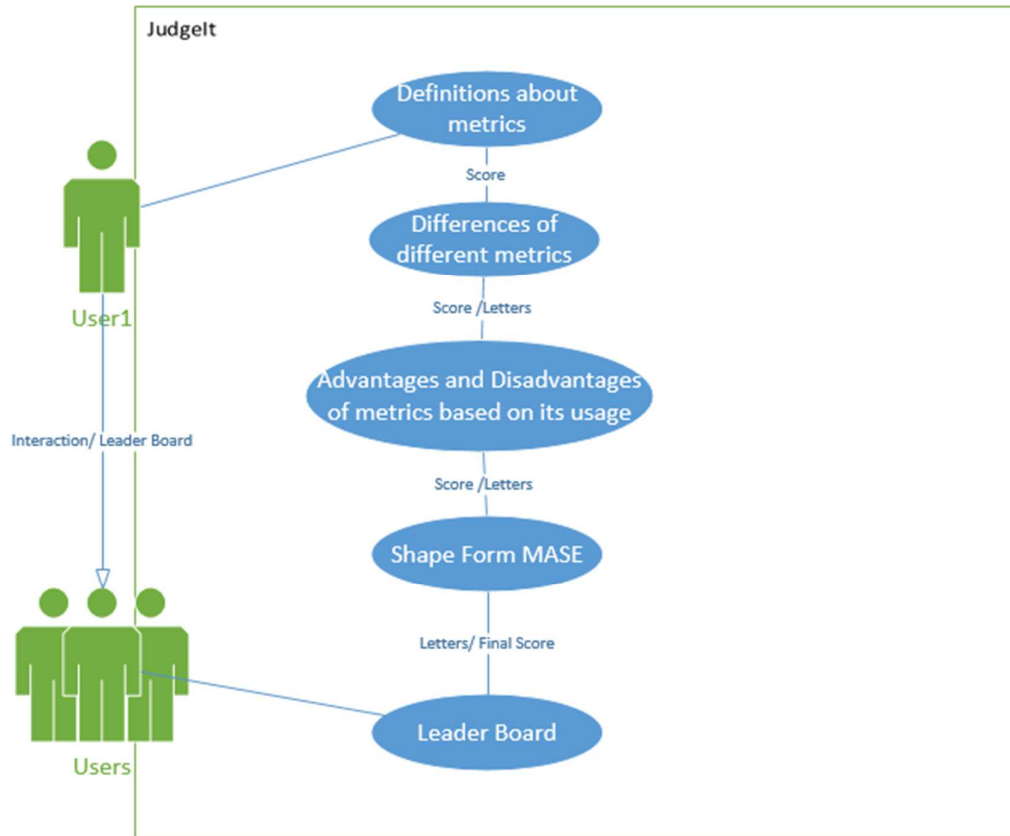
Η δημοσίευση δεν οδηγεί σε μια λύση- συμπέρασμα ως προς την καλύτερη επιλογή σφάλματος και ως εκ τούτου δεν προτιμήθηκε για ανάλυση.

#### 6. «Another look at measures of forecast accuracy (Hyndman, Koehler, 2006)»

Η επιλογή του paper «Another look at measures of forecast accuracy (Hyndman, Koehler, 2006)» βασίστηκε στη σπουδαιότητα των στατιστικών λαθών ως δείκτες της ακρίβειας της πρόβλεψης καταδεικνύοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ευρύ αριθμού σφαλμάτων. Στη δημοσίευση αποτυπώνεται η εξελικτική πορεία με την οποία παρουσιάζεται η αναποτελεσματικότητα των scaled και των ποσοστιαίων σφαλμάτων όσο αυξάνονται οι παράγοντες που επηρεάζουν το αντικείμενο της έρευνας. Επιπρόσθετα, η χρήση των σχετικών σφαλμάτων καθώς και των σχετικών μετρήσεων να μεν ισοσκελίζουν τα μειονεκτήματα λόγω scaling αλλά δεν εξασφαλίζουν την αξιοπιστία των προβλέψεων. Προοδευτικά, παρουσιάζεται η επιλογή συγκεκριμένου σφάλματος μέτρησης του MASE, ως το καταλληλότερο για την εφαρμογή του σε ευρύ πεδίο περιπτώσεων πρόβλεψης.

Αξιολογείται ως κατάλληλο paper, λόγω της περιορισμένης έκτασης, του αναλυτικού και έγκυρου περιεχομένου του, της εξελικτικής σκέψης και της κατάληξης σε ένα τελικό συμπέρασμα- πρόταση.

Η δομή του αποτυπώνεται συνοπτικά στο ακόλουθο διάγραμμα:



**Διάγραμμα 1:** Δομή paper «Another look at measures of forecast accuracy (Hyndman, Koehler, 2006)» στο metrics to escape.

## 3.2 Σχεδιασμός του παιχνιδιού

### 3.2.1 Ιδέα σχεδιασμού

Η προοδευτική πορεία που ακολουθεί η δομή του paper, προσομοιάζει τη διαδρομή ενός escape room. Κάθε βήμα πρέπει να επιλυθεί ώστε να γίνει η μετάβαση στο επόμενο. Υπάρχει αλληλουχία μεταξύ των επιπέδων και σύνδεση αυτών μεταξύ τους. Ωστόσο και το σύνολο των στοιχείων που απαρτίζουν το κάθε επίπεδο, συνθέτουν την επίλυση του τελικού γρίφου.

Οι γρίφοι του παιχνιδιού περιλαμβάνουν ερωτήσεις multiple choice, αντιστοιχίσεις, συμπληρώσεις όρων. Η εμφάνιση της επόμενης ερώτησης προϋποθέτει την απάντηση στην προηγούμενη. Οι ερωτήσεις είναι κρυμμένες στα έπιπλα και σε διάφορα σημεία του δωματίου, λογικά συνδεδεμένα μεταξύ τους, ώστε να μην χάνεται χρόνος στην εύρεση του στοιχείου αλλά στη σωστή απάντηση.

Στόχος της εφαρμογής είναι η μάθηση για το λόγο αυτό ο σχεδιασμός της εφαρμογής περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- Μικρή ποικιλία στη μορφή των γρίφων και των ερωτήσεων
- Απλή διατύπωση των ερωτήσεων
- Περιορισμένος αριθμός αντικειμένων στο escape room ώστε να έχει νόημα η λογική διασύνδεση μεταξύ τους
- Περιορισμένο εύρος γνώσης και εστίαση στα βασικά στοιχεία του paper
- Επιλογή στοιχείων στα οποία μπορούν να εφαρμοστούν τεχνικές gaming

Η πρόσβαση στην εφαρμογή θα πρέπει να είναι δυνατή προς όλους χωρίς τη χρήση συγκεκριμένου προγράμματος. Ωστόσο, όντας παιχνίδι οφείλει να δίνει και την αίσθηση του ανταγωνισμού και της τελικής κατάταξης ως επιβράβευση για την πορεία του.

### 3.2.2 Στοιχεία gaming

Εκτός από το εκπαιδευτικό περιεχόμενο, υπάρχουν στοιχεία gaming στην εφαρμογή. Πρωτίστως δημιουργεί τάση για ξεκούραση από τη διάλεξη συνδυάζοντας, ωστόσο, και τη γνώση και προσελκύει το ενδιαφέρον των σπουδαστών. Παράλληλα, η ανησυχία σχετικά με το χρόνο και την κατάταξη διατηρεί την διάθεση προσήλωσης του παίκτη στο περιεχόμενο του παιχνιδιού. Πιο συγκεκριμένα, τα στοιχεία που περιλαμβάνουν είναι:

#### Περιορισμός χρόνου

Ο περιορισμένος χρόνος στον οποίο καλείται να απαντήσει τους γρίφους και να αποδράσει ο χρήστης είναι το πρώτο στοιχείο gaming που γίνεται αντιληπτό. Κάθε χρήστης έχει 13 λεπτά ώστε να ολοκληρώσει το παιχνίδι.

#### Γραφικά Παιχνιδιού

Η επιλογή των γραφικών προσδίδουν την αίσθηση του χώρου ενός πραγματικού escape room στο παιχνίδι και η επιλογή των αντικειμένων έχει γίνει ώστε ο χρήστης να μην καταναλώνει χρόνο ώστε να προσαρμοστεί στο χώρο, καθώς στόχος είναι πρωτίστως η γνώση. Σε ορισμένα σημεία η αλληλουχία των αντικειμένων συνδέουν το περιεχόμενο της σειράς των ερωτήσεων.

#### Πόντοι

Η βαθμολογία του κάθε χρήστη βασίστηκε στο σύστημα της αρνητικής βαθμολόγησης. Για κάθε σωστή απάντηση υπήρχε η αντίστοιχη επιβράβευση από την πλευρά των χρηστών. Η λανθασμένη απάντηση, ωστόσο, αφαιρούσε ισάριθμους πόντους από τη βαθμολογία. Μέσω του συστήματος αυτού, κάθε παίκτης επικεντρώνεται στο περιεχόμενο των γρίφων ώστε να λάβουν τη σωστή απάντηση. Σε κάθε κατηγορία υπάρχουν bonus ερωτήσεις που στοχεύουν στην επίτευξη υψηλότερης βαθμολογίας.

#### Badges

Το «κλειδί» για την έξοδο βασίζεται είτε στη γνώση αυτή κάθε αυτή του παίκτη είτε στα hints που του αποκαλύπτονται μετά από μια σειρά σωστών απαντήσεων κάθε κατηγορίας σφαλμάτων. Με κάθε σειρά σωστών απαντήσεων αποκαλύπτεται και ένα γράμμα ως badge. Η επιτυχής συλλογή των badges σχηματίζει μια λέξη- κωδικό που χρησιμοποιεί ο χρήστης στην τελευταία ερώτηση ώστε να αποδράσει. Έχοντας κατανοήσει ο παίκτης το περιεχόμενο του paper θα μπορεί να προσδιορίσει ενδεχομένως χωρίς τη βοήθεια των badges τη λύση του τελικού γρίφου.

## LeaderBoard

Στο τέλος του παιχνιδιού, καταχωρείται στη βάση η βαθμολογία των παικτών. Συγκεντρωτικά αποτυπώνεται η κατάταξη των σπουδαστών που έχουν συμμετάσχει στο παιχνίδι.

### 3.2.3 Συνδυασμός των εκπαιδευτικών στοιχείων και των στοιχείων gaming

Στον ακόλουθο πίνακα εμφανίζονται συγκεντρωτικά τα στοιχεία του παιχνιδιού.

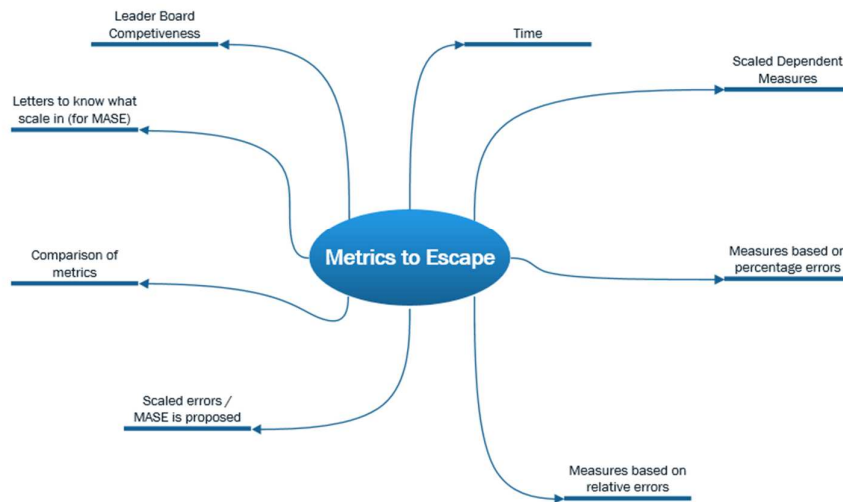
Περιγραφή επιπέδου	Γρίφος	Στοιχείο gaming	Γνωστικό αντικείμενο ερώτησης
1 <sup>η</sup> ερώτηση	Multiple Choice	Εμφάνιση γράμματος S	Βασικό μειονέκτημα των σφαλμάτων
2 <sup>η</sup> ερώτηση	Drag and Drop	Εμφάνιση γράμματος C	Ιδιότητες MSE, MdSE και MAPE, MdAPE
3 <sup>η</sup> ερώτηση	Multiple Choice	Bonus ερώτηση-Αύξηση score	Γιατί το κύριο πλεονέκτημα του MSE (less sensitivity to outliers) καθιστά το MSE προτιμότερο συγκριτικά με το MAE
4 <sup>η</sup> ερώτηση	Drag and Drop	Εμφάνιση γράμματος A	Χαρακτηριστικά του MAPE
5 <sup>η</sup> ερώτηση	Multiple Choice	Bonus ερώτηση-Αύξηση score	Χαρακτηριστικό του MAPE το οποίο δεν εξαλείφεται από το sMAPE
6 <sup>η</sup> ερώτηση	Multiple Choice	Εμφάνιση γράμματος L	Βασικό μειονέκτημα του sMAPE αναφορικά με την αισιοδοξία των προβλέψεων
7 <sup>η</sup> ερώτηση	Multiple Choice	Εμφάνιση γράμματος E	Εναλλακτικές επιλογές για benchmarking
8 <sup>η</sup> ερώτηση	Drag and Drop	Form / shape MASE	Δημιουργία τύπου του MAS και γνώση για τους λόγους όπου είναι γενικώς εφαρμόσιμο
9 <sup>η</sup> ερώτηση	Fill the sentence	Bonus ερώτηση-Αύξηση score	Εμφάνιση τελικού σφάλματος MASE
Leader Board	Έξοδος και εμφάνιση θέσης στο leaderboard	Escape / Entering hall of fame!	Τελική κατάταξη των φοιτητών

**Πίνακας 1:** Σύνδεση γνώσης με στοιχεία gaming

Σε κάθε βήμα αποτυπώνεται το περιεχόμενο της ερώτησης, ο σκοπός ύπαρξής της και τα στοιχεία gaming που περιλαμβάνει.

Ακολούθως εμφανίζονται όλα τα μέρη που συνθέτουν το παιχνίδι. Σύγκριση μεταξύ των σφαλμάτων, κατηγοριοποίηση της καταλληλότητας των σφαλμάτων, λόγοι που οδηγούν στην εισαγωγή νέων τύπων σφαλμάτων συνδυάζονται με την ιδέα των escape rooms και το χρόνο και δημιουργήθηκε το παιχνίδι.

## Metrics to escape Gamification Elements and Educational Concept



**Εικόνα 2:** Στοιχεία που συνθέτουν το *Metrics to escape*

Στην παραπάνω εικόνα αποτυπώνονται τα στοιχεία gaming καθώς και τα εκπαιδευτικά στοιχεία που χρειάζεται να διδαχθούν οι φοιτητές. Σκοπός του παιχνιδιού είναι να διδάξει τα βασικά χαρακτηριστικά των σφαλμάτων μέτρησης και μέσω της κατανόησης των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της χρήσης των, οδηγούνται στη σωστή επιλογή σφάλματος ανάλογα με την κατάσταση για την οποία θα χρησιμοποιηθούν.

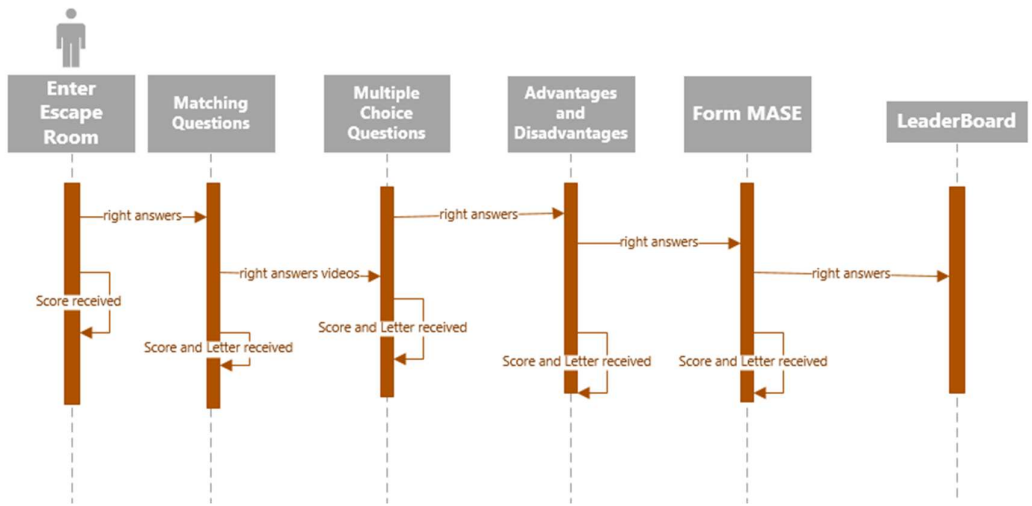
Ο κάθε παίκτης πρέπει να απαντήσει σε όλες τις ερωτήσεις προκειμένου να προχωρήσει στο παιχνίδι και να μαζέψει όσο το δυνατόν περισσότερα credits. Η βαθμολογία είναι διαθέσιμη καθόλη τη διάρκεια του παιχνιδιού και αποτελεί ένδειξη για τη σωστή η λαθεμένη επιλογή απάντησης σε κάθε γρίφο. Κάθε στιγμή, ο χρήστης καθοδηγείται σωστά στα στοιχεία όπου βρίσκονται οι ερωτήσεις.

Σε κάθε επίπεδο, ο χρήστης θα πρέπει να εκτελέσει μια συγκεκριμένη αποστολή. Αρχικά να βρει το μέρος που βρίσκονται τα στοιχεία και οι ερωτήσεις, στη συνέχεια να απαντήσει σωστά στους γρίφους και να ολοκληρώσει την προσπάθειά του στο σωστό χρόνο. Η απόδραση δεν εξασφαλίζει ωστόσο την επιτυχία καθώς θα πρέπει να έχει επικρατήσει στο συναγωνισμό με τους συμπαίκτες του και να έχει ικανοποιητική θέση τον πίνακα των νικητών.

Στα ακόλουθα διαγράμματα αποτυπώνονται συνοπτικά όλες οι δράσεις που οφείλουν να κάνουν οι παίκτες.



**Εικόνα 3:** Αλληλεπίδραση χρήστη με παιχνίδι

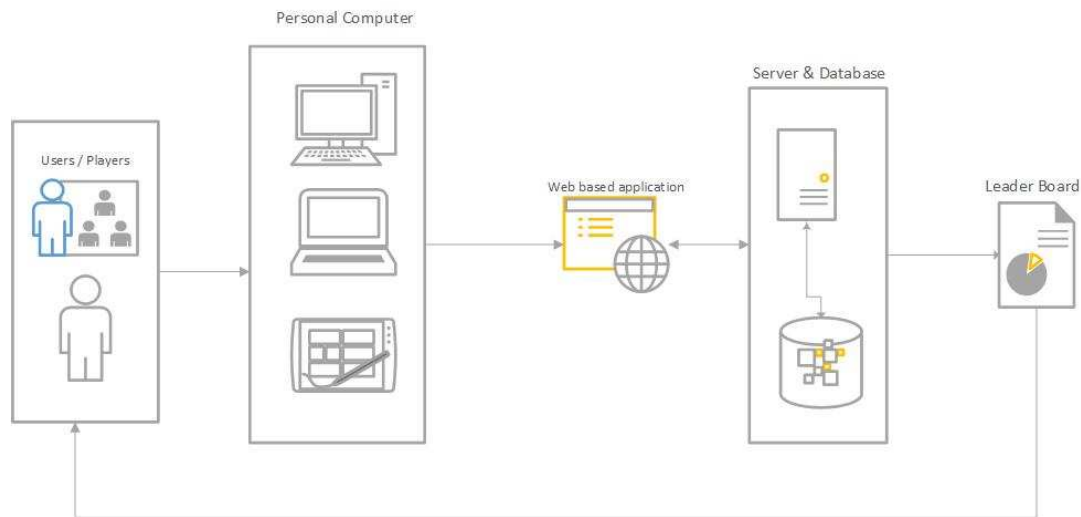


**Εικόνα 4:** Αλληλεπίδραση χρήστη με παιχνίδι

### 3.3 Υλοποίηση του παιχνιδιού

#### 3.3.1 Access στο παιχνίδι

Το metrics to escape βασίστηκε σε web εφαρμογή ώστε να εξασφαλιστεί ο ανταγωνισμός αλλά και η ευρεία προσπέλαση του παιχνιδιού από τους χρήστες. Κάθε χρήστης μπορεί να παίξει όσες φορές επιθυμεί επιτυγχάνοντας βελτίωση στην τελική του απόδοση.



**Εικόνα 5:** Τρόπος διασύνδεσης παιχνιδιού

Ο χρήστης συνδέεται μέσω της Login page με το Mail του ως username και τον κωδικό της σχολής ως password. Τα στοιχεία αποθηκεύονται στη βάση του server ώστε να δημιουργηθεί το leaderboard. Στον server υπάρχει Php script το οποίο εξασφαλίζει την ορθότητα του mail και του κωδικού πρόσβασης και ανανεώνει το score κάθε χρήστη μετά το πέρας του παιχνιδιού.

#### 3.3.2 Τεχνικά Δεδομένα του παιχνιδιού

##### 3.3.2.1 Unity

Το παιχνίδι βασίστηκε στη πλατφόρμα unity. Η πλατφόρμα εξασφαλίζει τον απλούστερο συνδυασμό κώδικα γραφικών με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο του παιχνιδιού.

Το Unity είναι μια πλατφόρμα παιχνιδιού, η οποία διατίθεται δωρεάν, με ενσωματωμένο built-in IDE το οποίο δίνεται από το Unity. Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη video games με web plugin, desktop platform, game consoles ενώ μπορεί να δημιουργήσει εφαρμογές συμβατές με κινητές συσκευές.

Το IDE (Integrated Development Environment) περιλαμβάνει:

A) μηχανή παιχνιδιού, η οποία δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης του παιχνιδιού για οποιοδήποτε περιβάλλον

Β) εφαρμογή στην οποία τα εμφανή κομμάτια του παιχνιδιού τοποθετούνται μαζί με μια γραφική προεπισκόπηση και λειτουργία play-it

Γ) code editor, αν και οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν οποιοδήποτε άλλο της επιλογής τους.

Μέσω του Unity IDE, γύρω από την ιδέα του παιχνιδιού κι την προγραμματιστική ικανότητα, τοποθετούνται γραφικά, ήχοι, animations δημιουργώντας το τελικό αποτέλεσμα. Κάθε ξεχωριστό script λειτουργικότητας ανατίθεται στο αντίστοιχο component των γραφικών, συνθέτοντας την εφαρμογή, η οποία μπορεί να εκτελείται σε διαφορετικά λειτουργικά περιβάλλοντα.

Το unity προσφέρει μία ολοκληρωμένη ροή εργασιών και διαρκώς ανανεωμένες λειτουργικότητες που διευκολύνουν τον σχεδιαστή.

Εκτός των γραφικών και των animations, η πλατφόρμα βοηθάει και στη διαδικασία του κώδικα. Κάθε script μπορεί να γραφτεί με γενικές μεταβλητές και να χρησιμοποιηθεί για να ορίσει τη συμπεριφορά πληθώρας components του παιχνιδιού, καθώς δίνεται η δυνατότητα όταν το script ανατεθεί σε κάθε ένα από τα επιμέρους στοιχεία, μέσω της πλατφόρμας να συγκεκριμενοποιούνται τα στοιχεία με τα οποία αλληλεπιδρά χωρίς αυτά να ορίζονται στον κώδικα, αλλά στο IDE. Μια πολύ καλή ιδέα ενσωματωμένη στο Unity είναι το γεγονός ότι (σε μη τεχνικούς όρους) η επέκταση είναι ως επί τω πλείστων από συσχέτιση και όχι από ιεραρχική κληρονομιά. Η αρχή αυτή επιτρέπει μεγάλη ευελιξία, αλλά ενδεχομένως και το χάος σε μεσοπρόθεσμη βάση. Αυτό ολοκληρώνει την έννοια των Game Objects όπως αυτά ορίζονται στην πλατφόρμα.

Εκτός αυτού, δίνεται η δυνατότητα μέσω του Asset store, της ανταλλαγής components μεταξύ των χρηστών. Δημιουργείται μεγάλη κοινότητα χρηστών όπου βοηθούν μέσω προτάσεων, πρακτικών στη λύση κομβικών σημείων αλλά προσφέρουν και έτοιμες λύσεις ώστε να βοηθήσουν και άλλους σχεδιαστές στο έργο τους. Οι νέοι χρήστες ανατρέχουν στο ιστορικό και διευκολύνονται στην εξοικείωση με την πλατφόρμα ταχύτερα και προς τη σωστή κατεύθυνση. Online tutorials και videos είναι επίσης στη διάθεση των χρηστών.

Χρησιμοποιεί ευρέως διαδεδομένες γλώσσες scripting, παρέχοντας τη δυνατότητα scripting σε JavaScript, C# και Boo. Σε κάθε Asset μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα είδος αλλά και συνδυασμός scripts σε διαφορετικές γλώσσες.

### *3.3.2.2 Γλώσσα Προγραμματισμού*

Το κομμάτι του user interface γράφτηκε σε C# on client side και ενσωματώθηκε στο project του Unity. Η επιλογή της γλώσσας βασίστηκε στο ότι είναι πιο προηγμένη, βελτιστοποιημένη και αλληλεπιδρά καλύτερα με τις υπόλοιπες παιχνιδιομηχανές, οι οποίες και είναι προγραμματισμένες σε C#.

Το μοναδικό μειονέκτημα είναι ότι η πλειονότητα των tutorials που κυκλοφορούν είναι γραμμένα σε JavaScript λόγω της απλότητάς της. Ωστόσο, τα περισσότερα features είναι γραμμένα σε C#. Ανεξάρτητα από την επιλογή, το manual document της unity δίνει παραδείγματα scripting και στις τρεις γλώσσες που υποστηρίζει.

### *3.3.2.3 Επιλογή γλώσσας για server*

Στην πλευρά του server, υπήρχε αντίστοιχο php αρχείο μέσω του οποίου γινόταν η επικοινωνία του server με την MySQL database για την αποθήκευση, προσπέλαση και αλλαγή των στοιχείων Login των χρηστών και της βαθμολογίας τους.

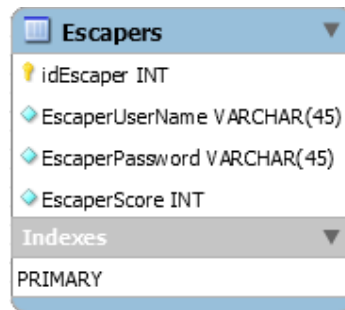


### 3.3.2.4 Βάση Δεδομένων

Στο παιχνίδι καθόσον διαθέτει διαδικασία login για τους παίκτες και κάθε παίκτης πετυχαίνει συγκεκριμένο σκορ, το οποίο αποθηκεύεται, δημιουργήθηκε βάση δεδομένων γραμμένη σε MySQL. Η βάση περιλαμβάνει μονοδιάστατο πίνακα με κλειδί το id του escaper και εγγραφές, τα username, password και η βαθμολογία που συγκέντρωσε.

Το username ανταποκρινόταν σε έγκυρο mail του κάθε φοιτητή, το password αντιστοιχεί στον αριθμό μητρώου, ώστε να είναι καταγεγραμμένα τα έγκυρα στοιχεία κάθε εγγραφής.

Το σχήμα της βάσης δεδομένων φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα:



**Εικόνα 6:** Σχήμα Βάσης Δεδομένων

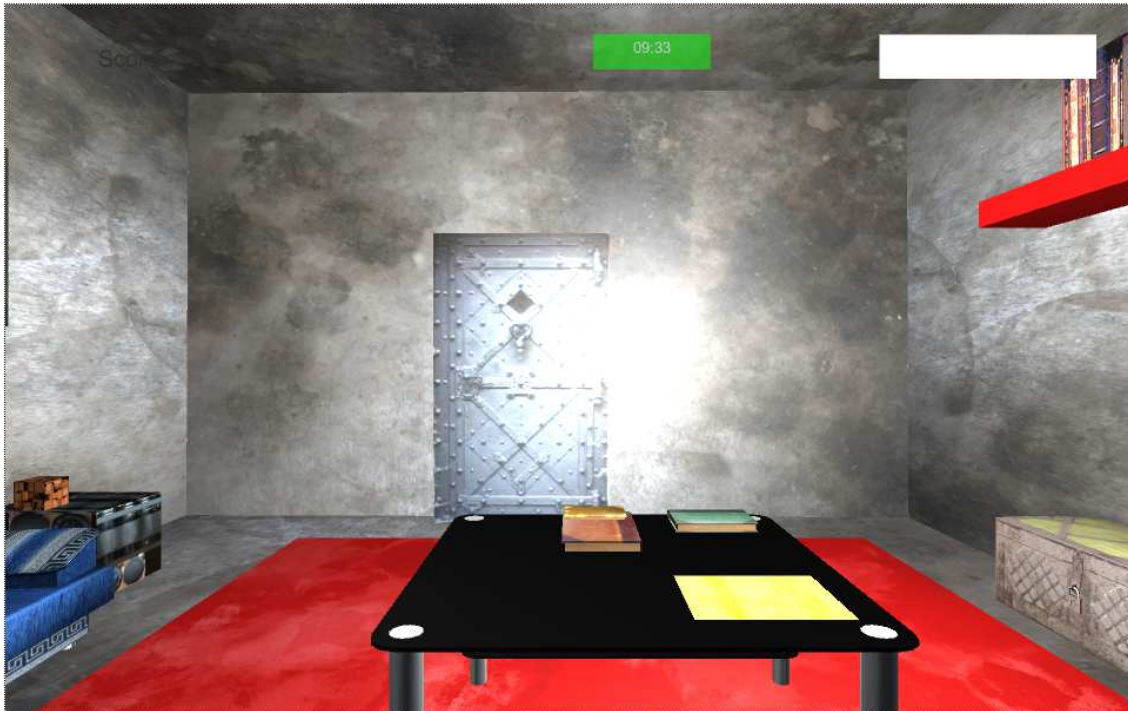
### 3.3.2.5 Δομή

Για την ευρεία προσπέλαση του παιχνιδιού, δημιουργήθηκε virtual machine με λογισμικό linux. Μέσω του open-source προγράμματος BitBucket μέσω GIT ανέβηκε στο virtual server τόσο το Asset.html αρχείο που προέκυψε από το compilation και το built από πλευράς unity όσο και το rhp αρχείο που ελέγχει τα queries από τη βάση ή το παιχνίδι προς το server. Στο server ήταν διαθέσιμο και το αρχείο της βάσης ώστε να γράφονται τα δεδομένα των χρηστών που κάνουν Login.

Μέσω της διαδικασίας αυτής, το παιχνίδι ήταν ευρέως προσπελάσιμο από κάθε χρήστη και γινόταν η αποθήκευση και η ανάσυρση των δεδομένων όπως προέκυψαν από το Login.

## 3.4 Περιγραφή του παιχνιδιού

Η εξελικτική πορεία που αποτυπώνεται στο paper προσομοιώνεται στην ιδέα ενός escape room. Κάθε χρήστης που εισέρχεται στο παιχνίδι, καλείται μέσα σε 13 λεπτά ως κύριος παίκτης του παιχνιδιού να αποδράσει απαντώντας σε ερωτήσεις, συνδέοντας τα στοιχεία που βρίσκει ώστε να ξεκλειδώσει τη σωστή απάντηση σε επόμενο βήμα και σχηματίζοντας μαθηματικές εξισώσεις. Όλα τα βήματα σχετίζονται με τα σφάλματα των τεχνικών προβλέψεων.



**Εικόνα 7:** *Escape Room*

### 3.4.1 Ανάλυση περιεχομένου του παιχνιδιού

Ακολουθως αποτυπώνεται η σειρά με την οποία τίθενται οι ερωτήσεις. Το περιεχόμενό τους ακολουθεί την εξελικτική πορεία του παρεγ ενώ σε κάθε γρίφο υπάρχει bonus ερώτηση ώστε να ολοκληρωθεί η γνώση σε κάθε επίπεδο- περιοχή γνώσης κάθε κατηγορίας σφάλματος.

#### 3.4.1.1 Ανάλυση επιπέδων- ερωτήσεων

Αρχικά, δίνεται μέσω πίνακα η δυνατότητα στον παίκτη να αναγνωρίσουν το κύριο μειονέκτημα λόγω του οποίου η πλειοψηφία των διαφόρων ειδών σφαλμάτων κρίνεται ακατάλληλη κατά την αξιολόγηση της ακρίβειας της πρόβλεψης.



**Εικόνα 8:** Ερώτηση 1- Βασικό μειονέκτημα που παρατηρείται στα σφάλματα μέτρησης

Στη συνέχεια, ο παίκτης καλείται να βρει τις ιδιότητες των MAE και MAPE κατανοώντας ότι το scaling αποτελεί μειονέκτημα και των δυο.



**Εικόνα 9:** Ερώτηση 2- Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα MSE και MAPE

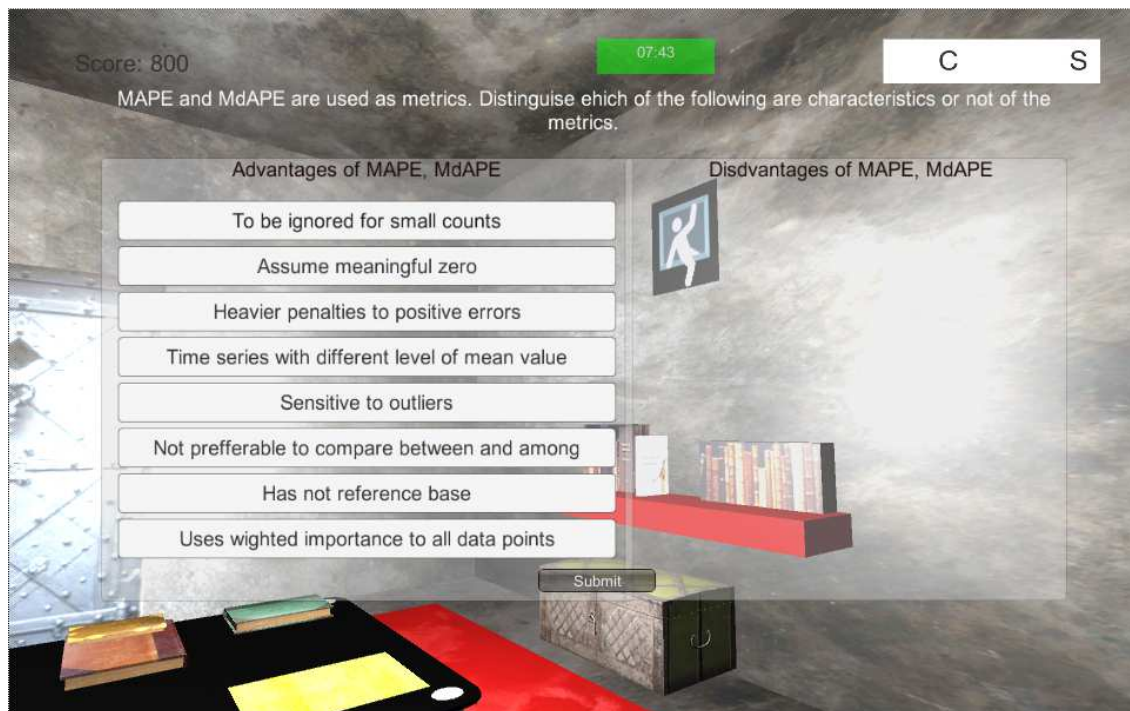
Η βαθμολογία ενισχύεται με επιπλέον ερώτηση με αντικείμενο τη διαφοροποίηση MAE και MSE.



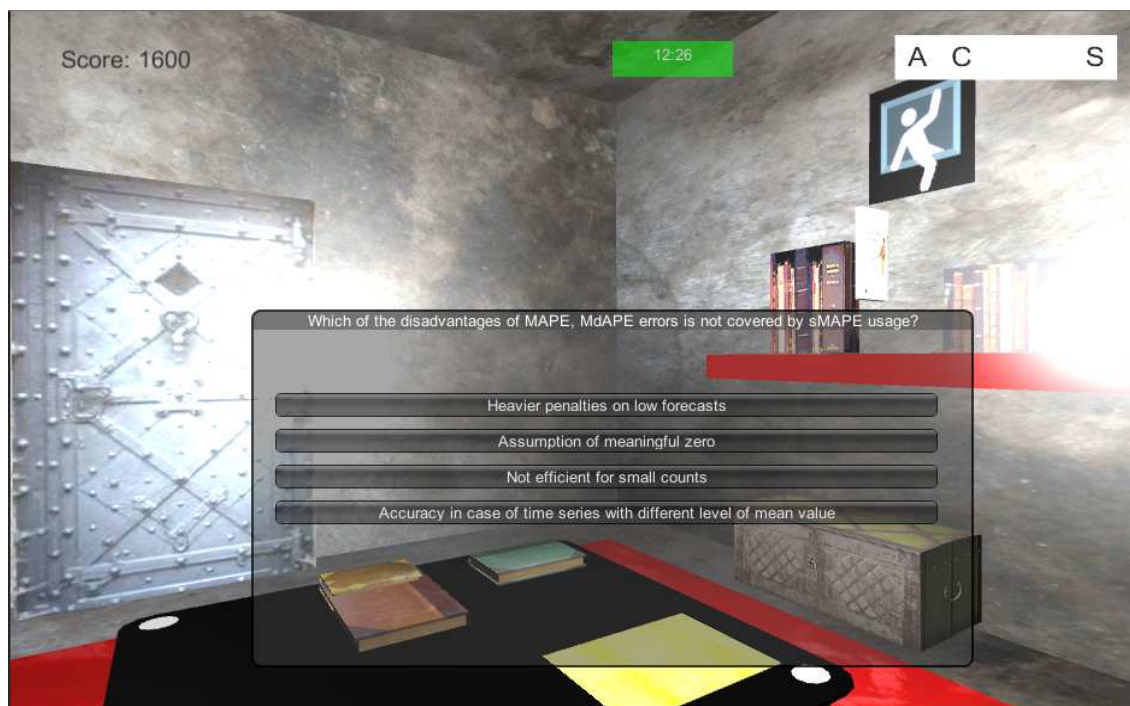
**Εικόνα 10:** Ερώτηση 3- Bonus ερώτηση για MSE και MAE

Τα ποσοστιαία σφάλματα αποτελούν μεγάλη κατηγορία για τις τεχνικές προβλέψεων, επομένως η κατανόηση των μειονεκτημάτων και πλεονεκτημάτων τους κρίνεται αναγκαία για την κατανόηση των σφαλμάτων.

Βελτιωμένος τύπος των ποσοστιαίων σφαλμάτων αποτελεί το  $Smape$  χωρίς ωστόσο να μην καλούνται οι παίκτες να εντοπίσουν που υστερούν και ποιο χαρακτηριστικό του  $MAPE$  δεν καταφέρνουν να βελτιώσουν.



Εικόνα 11: Ερώτηση 4- Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από MAPE και MdAPE



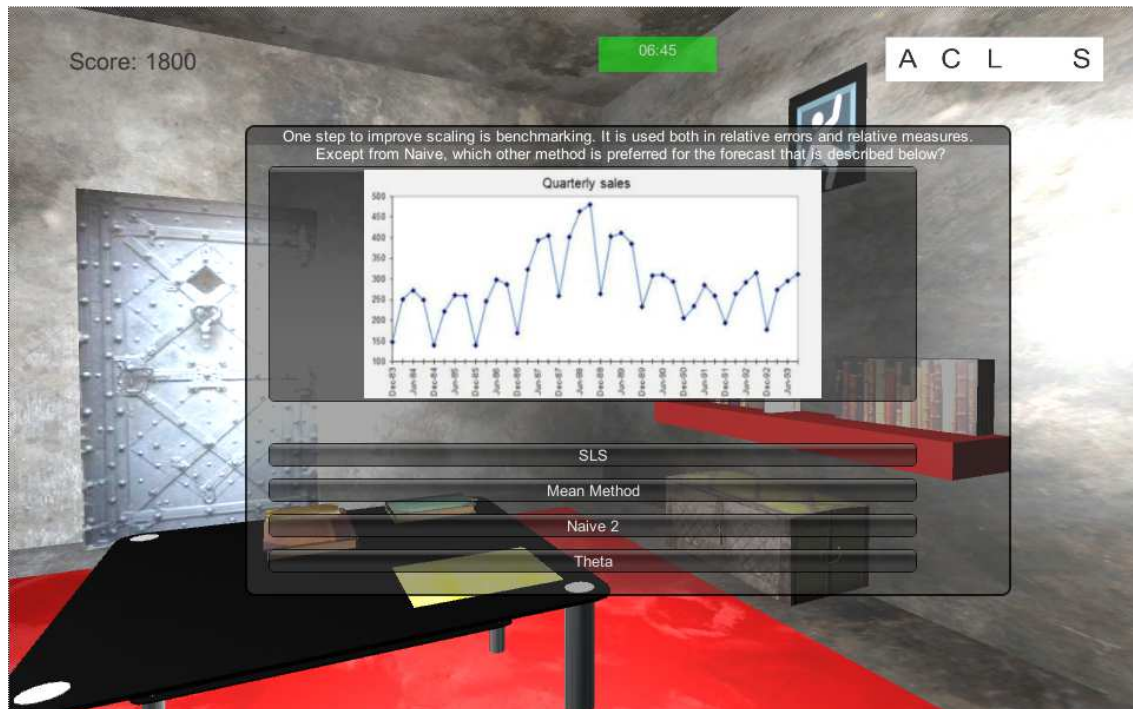
Εικόνα 12: Ερώτηση 5- Bonus ερώτηση σχετικά με το sMAPE



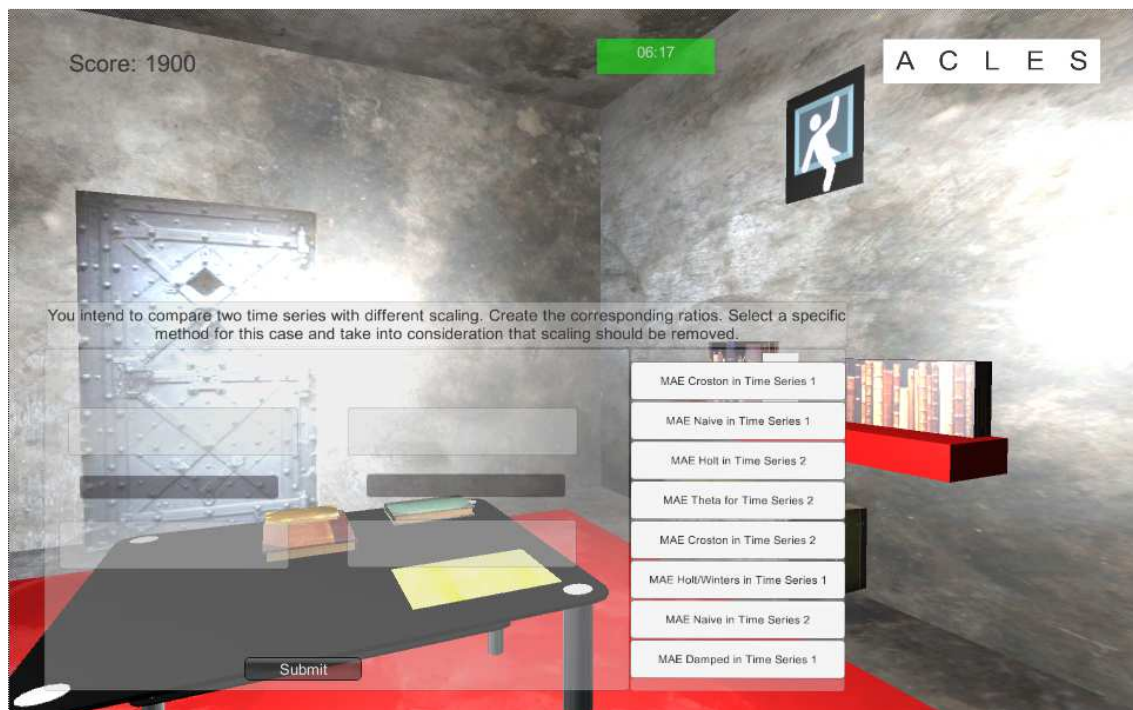
**Εικόνα 13:** Ερώτηση 6- Bonus ερώτηση σχετικά με το sMAPE

Καθ' όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού το score αυξάνεται ανάλογα με τις σωστές απαντήσεις αλλά και ο χρόνος είναι διαθέσιμος στον παίκτη. Πάνω δεξιά είναι το πλαίσιο των credits. Ο αναγραμματισμός των γραμμάτων δίνει τη λέξη κλειδί για την έξοδο από το δωμάτιο.

Στη συνέχεια, ο παίκτης μπαίνει στο χώρο των σχετικών σφαλμάτων και σχετικών μετρήσεων. Μέσω των ερωτήσεων στοχοθετείται η κατανόηση της εισαγωγής του benchmarking. Επιλέγει την καταλληλότερη μέθοδο που χρησιμοποιείται για benchmarking.



Εικόνα 14: Ερώτηση 7- Ερώτηση σχετική με τα relative errors



Εικόνα 15: Ερώτηση 8- Ερώτηση αναφορικά με τα relative measures

Στο σημείο αυτό, ο παίκτης κατανοεί ότι η εισαγωγή των relative errors και ειδικά των relative measures στοχεύει στην εξάλειψη του scaling. Καλείται να δημιουργήσει σχετικούς λόγους, συνδέοντας την αναγκαιότητα του benchmarking του προηγούμενου βήματος.



**Εικόνα 16:** Ερώτηση 9- Σύνδεση γρίφου των *relative measures* με το MASE

Οι μαθηματικοί λόγοι που σχηματίστηκαν, βοήθησαν στο σχηματισμό του λόγου του με benchmarking τη μέθοδο Naive, αποτελώντας στην ουσία την μαθηματική έκφραση του MASE. Επομένως, μέσω μειονεκτημάτων και πλεονεκτημάτων και με την αναγκαιότητα της χρήσης συσχέτισης γίνεται κατανοητή η κατάληξη της μελέτης στην πρόταση του MASE.



**Εικόνα 17:** Ερώτηση 10- Λέξη κλειδί για την έξοδο από το παιχνίδι



Η επιτυχής ολοκλήρωση της διαδικασίας δίνει τη λέξη γρίφο που αποτελεί τη σωστή απάντηση της τελευταίας ερώτησης.



## Κεφάλαιο 4- Πείραμα και Συνθήκες Πειράματος

Το παιχνίδι metrics to escape εφαρμόστηκε στο εργαστήριο στα πλαίσια του μαθήματος των τεχνικών προβλέψεων. Επιλέχθηκε το χρονικό σημείο στο οποίο οι φοιτητές είχαν διδαχθεί προσφάτως το κεφάλαιο των σφαλμάτων και της ακρίβειας των τεχνικών σφαλμάτων.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα βασίστηκε στις αρχές του control group-experiential learning.

Η υλοποίηση του πειράματος αποτελεί συνδυασμό της παραδοσιακής εκπαίδευσης και της experiential εκπαίδευσης. Στόχος είναι η διαπίστωση της επικράτησης ενός εκ των δυο ειδών εκπαίδευσης και η παρατήρηση της επίδρασης του παιχνιδιού στην τελική απόδοση των φοιτητών. Ο χωρισμός των ομάδων στηρίχτηκε στη δημιουργία control groups.

### 4.1 Experiential Learning- Control Group

#### 4.1.1 Experiential Learning

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές καταστάσεις στην αίθουσα όπου οι μαθητές μπορούν να ανταγωνιστούν μεταξύ τους ή να παραμείνουν αμέτοχοι ή χωρίς κίνητρα και όπου η διδασκαλία είναι περίπλοκα δομημένη, οι μαθητές σε experiential learning τεχνικές συνεργάζονται και μαθαίνουν ο ένας από τον άλλον. Η διδασκαλία έχει σχεδιαστεί για να εμπλέξει τα άτομα σε άμεσες εμπειρίες που συνδέονται με προβλήματα του πραγματικού κόσμου και σε καταστάσεις στις οποίες ο εκπαιδευτής διευκολύνει αντί να κατευθύνει την πρόοδο των σπουδαστών.

Οι υποστηρικτές της βιωματικής μάθησης βεβαιώνουν ότι οι φοιτητές θα έχουν περισσότερα κίνητρα για να μάθουν όταν έχουν μια προσωπική συμμετοχή στη διαδικασία και όχι να περιορίζεται στην ανάγνωση του κειμένου.

Σημαντικές αρχές του experiential learning αποτελούν:

- Η βιωματική μάθηση ευδοκμεί όταν προσεκτικά επιλεγμένες εμπειρίες ενισχύονται από τον προβληματισμό, την κριτική ανάλυση και σύνθεση.
- Οι εμπειρίες που παρέχονται είναι δομημένες με τρόπο ώστε να απαιτήσει από το φοιτητή να αναλάβει πρωτοβουλία, να λάβει αποφάσεις και να λογοδοτούν για τα αποτελέσματα.
- Καθ' όλη τη διαδικασία της βιωματικής μάθησης, ο μαθητής εμπλέκεται ενεργά στον τρόπο που τίθενται τα ερωτήματα, στη διερεύνηση, στον πειραματισμό, στην περιέργεια και στην επίλυση προβλημάτων, αναλαμβάνοντας ταυτόχρονα ευθύνες και αναπτύσσοντας τη δημιουργικότητά του.
- Οι μαθητές εμπλέκονται πνευματικά, συναισθηματικά, κοινωνικά, και / ή σωματικά. Η συμμετοχή αυτή καλλιεργεί την αντίληψη ότι η διαδικασία της μάθησης είναι αυθεντική.
- Τα αποτελέσματα της μάθησης είναι προσωπικά και αποτελούν τη βάση για τη μελλοντική μάθηση.

- Ο εκπαιδευτής και ο μαθητής μπορούν να βιώσουν την επιτυχία, την αποτυχία, την περιπέτεια, την ανάληψη κινδύνων και την αβεβαιότητα, διότι τα αποτελέσματα της εμπειρίας δεν δύναται τελείως να προβλεφθούν.
- Καλλιεργείται η διάθεση στους μαθητές και τους εκπαιδευτές να εξερευνήσουν και να εξετάσουν τις δικές τους αξίες.
- Πρωταρχικός ρόλος του εκπαιδευτή κρίνεται η σωστή επιλογή για την ανάθεση των εργασιών ώστε να περιλαμβάνουν τη κατάλληλες εμπειρίες, να θέτει προβλήματα και όρια, να υποστηρίζει τους φοιτητές, ασφάλιση και να διευκολύνει τη διαδικασία της μάθησης.
- Οι εκπαιδευτές προσπαθούν να είναι ενήμεροι για τις προκαταλήψεις, τις αποφάσεις και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν το μαθητή.
- Ο σχεδιασμός της μαθησιακής εμπειρίας περιλαμβάνει τη δυνατότητα να μάθουν από τις φυσικές συνέπειες, τα λάθη και τις επιτυχίες.

Η βιωματική μάθηση μπορεί να υπάρξει χωρίς δάσκαλο και σχετίζεται αποκλειστικά με τη διαδικασία καθορισμού μεμονωμένης άμεσης εμπειρίας απευθείας από τα άτομα. Ωστόσο, αν και η απόκτηση της γνώσης είναι μια εγγενής διαδικασία που συμβαίνει φυσικά, μια πραγματική εμπειρία μάθησης απαιτεί ορισμένα στοιχεία. Σύμφωνα με τον Kolb, η γνώση συνεχώς αποκτάται μέσω των προσωπικών και περιβαλλοντικών εμπειριών. Ο Kolb αναφέρει ότι, προκειμένου να αποκτήσουν πραγματική γνώση από μια εμπειρία, ο μαθητής πρέπει να έχει τέσσερις ικανότητες:

- Να είναι πρόθυμος να συμμετέχει ενεργά στην εμπειρία
- Να είναι σε θέση να προβληματιστεί σχετικά με την εμπειρία
- Να πρέπει να διαθέτει και να χρησιμοποιεί αναλυτικές ικανότητες για να αντιληφθεί την εμπειρία
- Να διαθέτει ικανότητα λήψης των αποφάσεων και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, προκειμένου να χρησιμοποιήσει τις νέες ιδέες που αποκτήθηκε από την εμπειρία.

#### 4.1.1.1 Μοντέλο Experiential Learning

Η θεωρία μάθησης του Kolb καθορίζει τέσσερα διαφορετικά στυλ μάθησης (ή προτιμήσεις), τα οποία βασίζονται σε έναν κύκλο μάθησης τεσσάρων σταδίων, Η οποία μπορεί επίσης να ερμηνευθεί ως «κύκλος κατάρτισης». Από αυτή την άποψη το μοντέλο του Kolb είναι ιδιαίτερα κομψό, δεδομένου ότι προσφέρει τόσο έναν τρόπο για να κατανοήσουμε διαφορετικά στυλ μάθησης ως μεμονωμένα άτομα, καθώς επίσης και μια εξήγηση του κύκλου της βιωματικής μάθησης που ισχύει για όλους μας.

Ο Kolb περιλαμβάνει αυτό το «κύκλο της μάθησης» ως κεντρική αρχή της θεωρίας της βιωματικής μάθησης, αποτελούμενο από κύκλο τεσσάρων σταδίων της μάθησης, στα οποία οι «άμεσες ή συγκεκριμένες εμπειρίες» παρέχουν μια βάση για «παρατηρήσεις και προβληματισμοί». Αυτοί εξομοιώνονται σε «αφηρημένες έννοιες», δημιουργώντας νέα κίνητρα για δράση, η οποία μπορεί να «ενεργά δοκιμαζόμενες» με τη σειρά τους να δημιουργούν νέες εμπειρίες.

Ο Kolb λέει ότι στην ιδανική περίπτωση (και συμπερασματικά όχι πάντα) η διαδικασία αυτή αποτελεί ένα κύκλο εκπαίδευσης ή ένα σπирάλ, όπου ο εκπαιδευόμενος «αγγίζει όλες τις βάσεις», δηλ., Έναν κύκλο που αντιμετωπίζει, προβληματίζεται, υποθέτει και ενεργεί. Άμεση ή συγκεκριμένες εμπειρίες οδηγούν σε παρατηρήσεις και τις αντανακλάσεις. Αυτές οι προεκτάσεις, στη συνέχεια, αφομοιώθηκαν σε αφηρημένες έννοιες που έχουν επιπτώσεις για την ανάληψη δράσης, κατά την οποία το άτομο δοκιμάζει, πειραματίζεται και δημιουργεί νέες εμπειρίες.

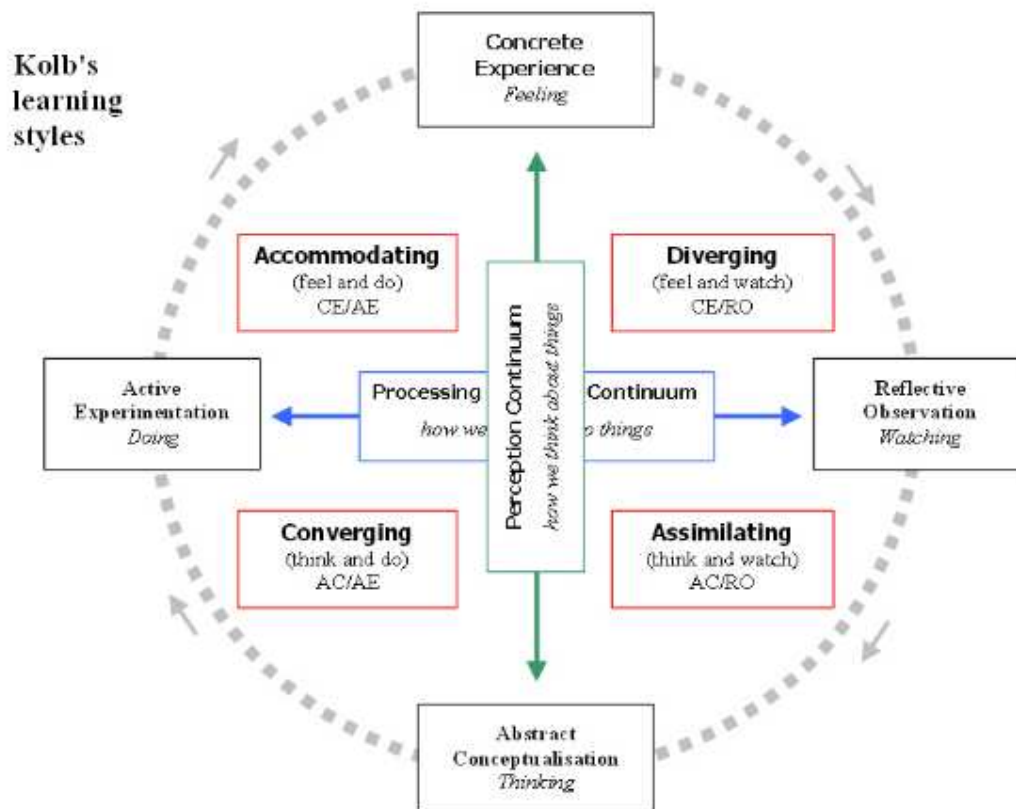
Ως εκ τούτου, το μοντέλο του Kolb λειτουργεί σε δύο επίπεδα - έναν κύκλο τεσσάρων σταδίων:

- ο Συγκέντρωση Εμπειριών (Concrete Experiences) - (CE)
- ο Προεκτάσεις και παρατήρηση (Reflective Observation) - (RO)
- ο Αφηρημένη Διαμόρφωση Ιδέας (Abstract Conceptualization) - (AC)
- ο Ενεργός Πειραματισμός (Active Experimentation)- (AE)

και ορισμός τεσσάρων-τύπων του στυλ μάθησης, (που αντιπροσωπεύει το καθένα το συνδυασμό των δύο προτιμώμενων στυλ), για τον οποίο από τον Kolb χρησιμοποιούνται οι όροι:

- ο Diverging (CE / RO)
- ο Assimilating (AC / RO)
- ο Converging (AC / AE)
- ο Accommodating (CE / AE)

Διαγραμματικά το μοντέλο μάθησης αποτυπώνεται ακολούθως:



Εικόνα 18: Μοντέλο μάθησης κατά Kolb

### Diverging

Τα άτομα είναι σε θέση να δουν τα πράγματα από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Προτιμούν να παρακολουθούν αντί να δρουν και τείνουν να συγκεντρώσουν πληροφορίες και να χρησιμοποιούν τη φαντασία για την επίλυση των προβλημάτων. Έχουν την ικανότητα να διακρίνουν πολλά διαφορετικά σημεία μιας κατάστασης. Ο Kolb ονομάζει αυτό το ύφος «αποκλίνον», επειδή αυτοί οι

άνθρωποι αποδίδουν καλύτερα σε καταστάσεις που απαιτούν τη γένεση των ιδεών, δηλαδή brainstorming.

### **Assimilating**

Η μάθηση Assimilating είναι για μια σύντομη, λογική προσέγγιση. Οι ιδέες και έννοιες είναι πιο σημαντικές από τους ανθρώπους. Αυτοί οι άνθρωποι απαιτούν πλήρη και σαφή εξήγηση παρά πρακτική ευκαιρία. Υπερέχουν στην κατανόηση ευρύ φάσματος γνώσης και στην οργάνωσή της με μια σαφή λογική μορφή. Οι άνθρωποι με αυτό το στυλ προσελκύονται στο άκουσμα λογικών θεωριών να ακούγεται λογικά θεωρίες παρά στις προσεγγίσεις που βασίζονται στην πράξη ενώ προτιμούν αναγνώσεις, διαλέξεις, διερεύνηση αναλυτικών μοντέλων, και αφιερώνουν αρκετό χρόνο στη σκέψη.

### **Converging**

Οι άνθρωποι με στυλ μάθησης Converging μπορούν να λύσουν τα προβλήματα και θα χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις τους για να βρουν λύσεις σε πρακτικά ζητήματα. Προτιμούν τεχνικές εργασίες, και ανησυχούν λιγότερο για τους ανθρώπους και τις διαπροσωπικές σχέσεις. Διαπρέπουν στην εξεύρεση πρακτικών χρήσεων για τις ιδέες και τις θεωρίες. Πειραματίζονται με νέες ιδέες, προσομοιώνουν και απασχολούνται με πρακτικές εφαρμογές.

### **Accommodating**

Το συγκεκριμένο στυλ μάθησης είναι «hands-on», και στηρίζεται στη διαίσθηση παρά τη λογική. Αυτοί οι άνθρωποι χρησιμοποιούν την ανάλυση των άλλων ανθρώπων, και προτιμούν να πάρουν μια πρακτική, βιωματική προσέγγιση. Ελκύονται από νέες προκλήσεις και εμπειρίες, καθώς και από την πραγματοποίηση των σχεδίων. Αυτό το στυλ μάθησης είναι διαδεδομένο και χρήσιμο σε ρόλους που απαιτούν δράση και πρωτοβουλία.

Όπως και με κάθε μοντέλο συμπεριφοράς, οι κανόνες που τίθενται δεν είναι αυστηροί. Παρ' όλα αυτά οι περισσότεροι άνθρωποι εμφανίζουν σαφείς προτιμήσεις για ένα συγκεκριμένο στυλ μάθησης, λόγω της αποδοτικότητάς τους. Η ικανότητα να χρησιμοποιούν ή να εναλλάσσουν διαφορετικά στυλ είναι πιθανή.

#### 4.1.2 Control Group

Το control group σε ένα επιστημονικό πείραμα αποτελεί μια ομάδα που διαχωρίζεται από το υπόλοιπο μέρος του πειράματος και στο οποίο η ανεξάρτητη μεταβλητή που δοκιμάζεται δεν επηρεάζει το σύνολο των αποτελεσμάτων. Αυτό απομονώνει τα αποτελέσματα της ανεξάρτητης μεταβλητής για το πείραμα και μπορεί να βοηθήσει ώστε να αποκλείσει εναλλακτικές εξηγήσεις των πειραματικών αποτελεσμάτων.

Οι ομάδες ελέγχου μπορούν επίσης να διαχωριστούν σε δύο άλλους τύπους: θετική ή αρνητική.

Θετικές ομάδες ελέγχου είναι ομάδες όπου οι συνθήκες του πειράματος που να εγγυάται ένα θετικό αποτέλεσμα. Μια θετική ομάδα ελέγχου μπορεί να δείξει το πείραμα λειτουργεί σωστά, όπως έχει προγραμματιστεί.

Αρνητικές ομάδες ελέγχου είναι ομάδες όπου οι συνθήκες του πειράματος μπορούν να προκαλέσουν αρνητική έκβαση στο πείραμα.

## 4.2 Αξιολόγηση φοιτητών

Η αξιολόγηση των φοιτητών στηρίχθηκε στη δημιουργία ερωτηματολογίου σχετικό με το περιεχόμενο του μαθήματος. Το περιεχόμενο των ερωτήσεων ήταν προσανατολισμένο στα κύρια σημεία στα οποία έπρεπε να εστιάσουν οι φοιτητές. Η μορφή των ερωτήσεων ήταν multiple choice και αποτελείται από 30 ερωτήσεις.

Ορισμένες από τις ερωτήσεις ήταν αυτούσιες με τις ερωτήσεις του παιχνιδιού. Η ομάδα στην οποία ανήκει κάθε φοιτητής και το αποτέλεσμα στις εν λόγω απαντήσεις αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος και έναν από τους δείκτες που θα καταδείξουν το βαθμό της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής.

## 4.3 Χωρισμός ομάδων

Το Metrics to escape είναι η τρίτη εφαρμογή της eSchool forecasting το οποίο στοχεύει στην διδασκαλία των μετρήσεων και την ακρίβεια της πρόβλεψης. Η αξιολόγηση της εφαρμογής και τα αποτελέσματά της εφαρμόστηκαν στους προπτυχιακούς φοιτητές των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Σχολή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στο πλαίσιο ενός εργαστηρίου των Τεχνικών Προβλέψεων. Το πείραμα βασίστηκε στο experiential learning και στις δεξιότητες και ικανότητες του κάθε ατόμου.

Κατά τη διάρκεια μιας διάλεξης ώρα ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Όλοι οι φοιτητές παρακολούθησαν τη διάλεξη για την εργασία με τίτλο: "Another look at measures of forecast accuracy". Η διάρκεια της διαλέξεως ήταν περίπου 15 λεπτά. Σκοπός της διδασκαλίας είναι η συνοπτική αλλά κατανοητή παρουσίαση του περιεχομένου του paper ώστε τα βασικά στοιχεία να γίνουν αντιληπτά από την πλευρά των φοιτητών.

Ο χωρισμός των ομάδων βασίστηκε στην πρακτική των control groups. Οι φοιτητές χωρίστηκαν σε 4 διαφορετικές ομάδες. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές χωρίστηκαν έχοντας να εκτελέσουν διαφορετικό έργο.

Ομάδα 1: Τα άτομα της πρώτης ομάδας μετά την παρακολούθηση της διάλεξης καλούνται να απαντήσουν στο ερωτηματολόγιο. Αποτελεί την παραδοσιακή προσέγγιση του τρόπου εκπαίδευσης. Κάθε άτομο καλείται να δώσει σωστές απαντήσεις μόνο με τις γνώσεις και τις πληροφορίες που έλαβε από την παράδοση του μαθήματος.

Ομάδα 2: Στο επόμενο επίπεδο, η δεύτερη ομάδα, δοκιμάστηκε σε μια ενισχυμένη εκδοχή του παραδοσιακού τρόπου εκπαίδευσης. Εκτός από τη διάλεξη, είχε τη δυνατότητα να έρθει σε επαφή με το paper και να το διαβάσει σε περιορισμένο χρόνο. Επομένως, η κατανόηση του περιεχομένου της διδασκαλίας υποστηρίζεται με self-study όπου ο φοιτητής μπορεί να ξεδιαλύνει ορισμένα σημεία που έμειναν αναπάντητα κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Στη συνέχεια, θα έπρεπε να συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ώστε να αποτυπωθούν τα αποτελέσματά τους.

Ομάδα 3: Η τρίτη ομάδα αποτελείται από άτομα που εφάρμοσαν την game-based διδασκαλία αποκλειστικά. Αρχικά, παρακολούθησαν τη διάλεξη και, στη συνέχεια, κλήθηκαν να παίξουν το παιχνίδι. Στη συνέχεια, συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο. Στόχος είναι η αποτύπωση των

αποτελεσμάτων μια ομάδας που στηρίχθηκε αποκλειστικά στα τεχνολογικά μέσα για την αφομοίωση της γνώσης.

**Ομάδα 4:** Η τέταρτη ομάδα είχε πρόσβαση σε όλα τα μέσα γνώσης. Αρχικά, παρακολούθησαν τη διάλεξη μαζί με τις υπόλοιπες ομάδες, εν συνεχεία τους δόθηκε χρόνος να μελετήσουν οι ίδιοι το paper και να αφομοιώσουν περισσότερη πληροφορία. Στη συνέχεια, κλήθηκαν να παίξουν το παιχνίδι και, έσω της εξελικτικής πορείας του παιχνιδιού να φτάσουν στην ουσία της γνώσης. Τέλος, συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο ώστε τα αποτελέσματα των ερωτήσεων τους να αξιολογηθούν.

Ο ακόλουθος πίνακας εμφανίζει συγκεντρωτικά την αποστολή των τεσσάρων ομάδων.

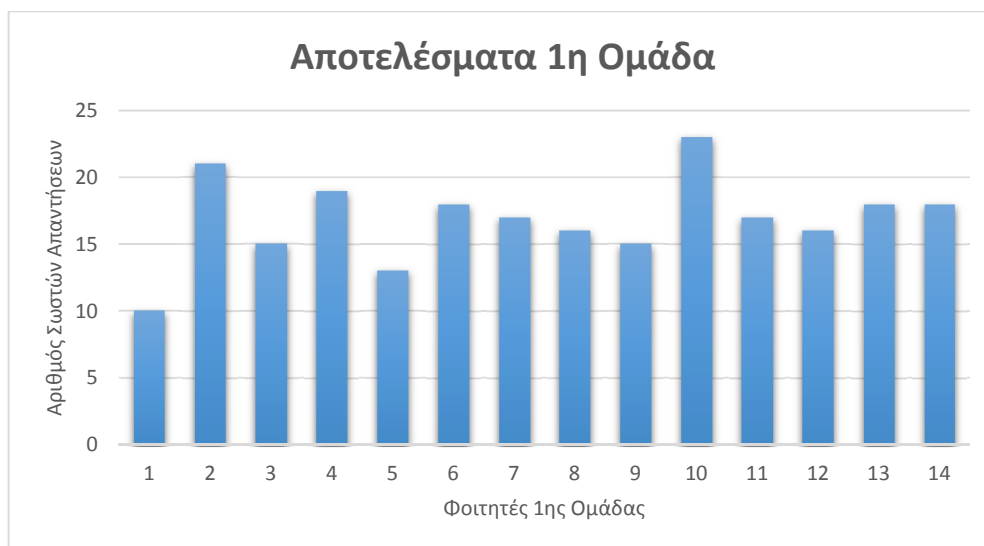
Group	Αριθμός Φοιτητών της Ομάδας	Εργασία
<b>A</b>	14 φοιτητές	Παρακολούθηση διάλεξης, συμπλήρωση φόρμας αξιολόγησης
<b>B</b>	13 φοιτητές	Παρακολούθηση διάλεξης, ανάγνωση paper, συμπλήρωση φόρμας αξιολόγησης
<b>C</b>	18 φοιτητές	Παρακολούθηση διάλεξης, παιχνίδι, συμπλήρωση φόρμας αξιολόγησης
<b>D</b>	12 φοιτητές	Παρακολούθηση διάλεξης, ανάγνωση paper, παιχνίδι, συμπλήρωση φόρμας αξιολόγησης

**Πίνακας 2:** Εργασία της κάθε ομάδας φοιτητών

#### 4.4 Αποτελέσματα

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων βασίζεται στις απαντήσεις των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε στο τέλος της διαδικασίας.

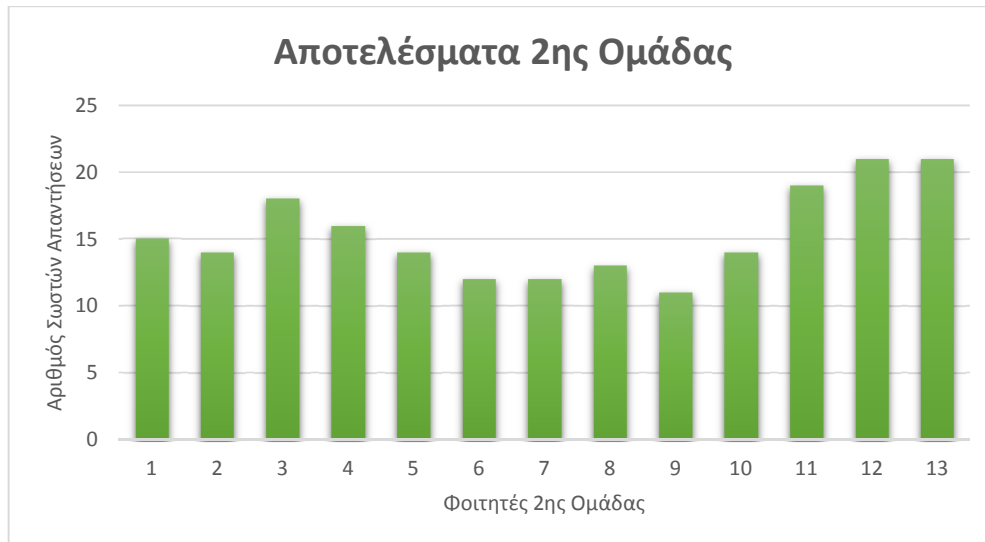
Ακολουθούν τα διαγράμματα με το σκορ των σωστών απαντήσεων ανά ομάδα φοιτητών.



**Διάγραμμα 1:** Αποτελέσματα 1<sup>ης</sup> ομάδας

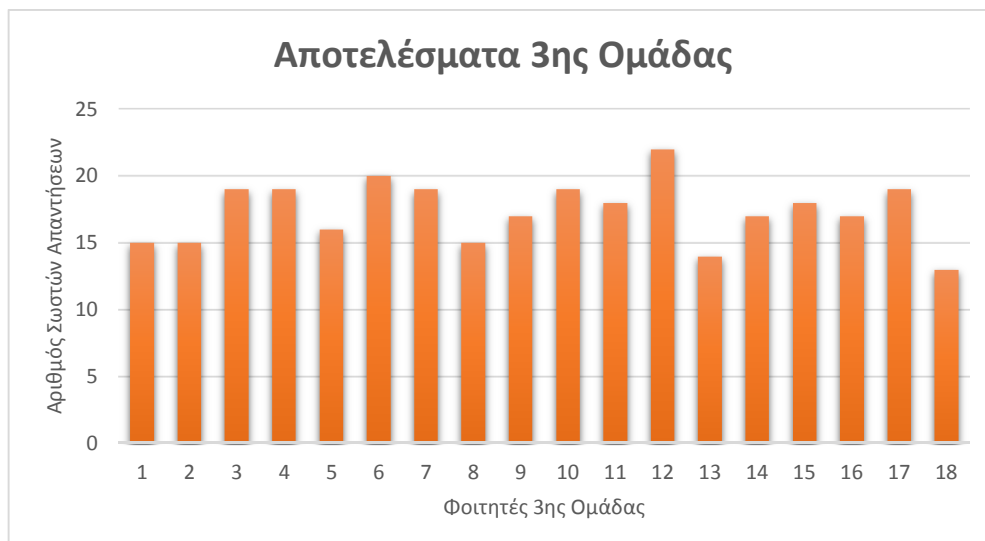


Παρατηρείται μεγάλη απόκλιση στο χαμηλότερο και υψηλότερο σκορ. Η υψηλότερη βαθμολογία αγγίζει το 80% ενώ η χαμηλότερη μόλις το 33%. Η γενική εικόνα των αποτελεσμάτων δείχνουν ότι η πλειοψηφία των ατόμων κυμαίνονται στο 50% των επιτυχών απαντήσεων. Επομένως, στηριζόμενοι στη διάλεξη δεν καλύπτεται η μάθηση του αντικειμένου του πειράματος.



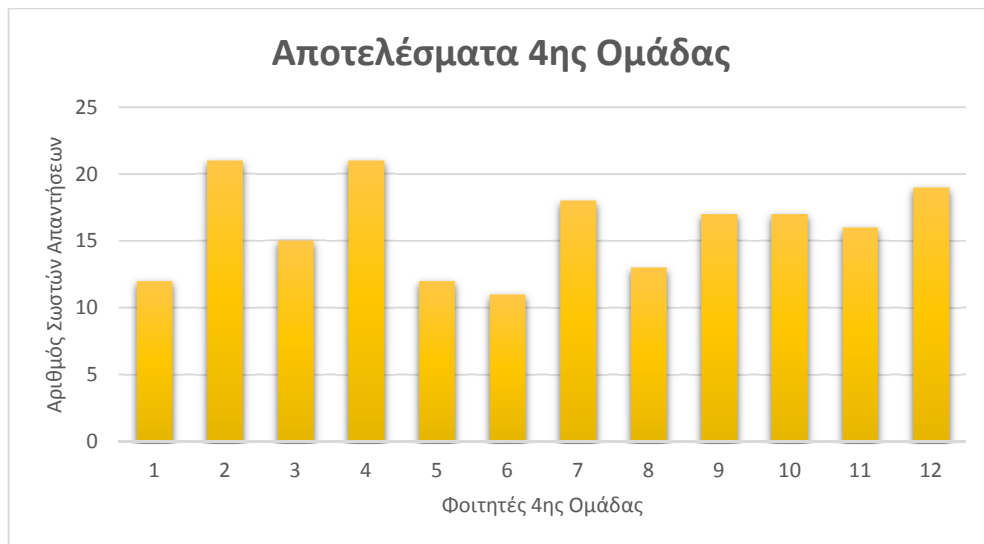
**Διάγραμμα 2:** Αποτελέσματα 2<sup>ης</sup> ομάδας

Τα αποτελέσματα της δεύτερης ομάδας είναι τα χαμηλότερα από όλες τις ομάδες. Το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών κυμαίνεται κοντά στο 33%, χαμηλώνοντας το γενικό μέσο όρο. Αλλά και η υψηλότερη βαθμολογία δεν ξεπερνάει το 66% των σωστά απαντημένων ερωτήσεων. Συγκριτικά με την πρώτη ομάδα αλλά και ως μεμονωμένο σύνολο, παρόλο που είχαν στη διάθεσή τους το paper για ανάγνωση, τα αποτελέσματα είναι κατώτερα του αναμενόμενου.



**Διάγραμμα 3:** Αποτελέσματα 3<sup>ης</sup> ομάδας

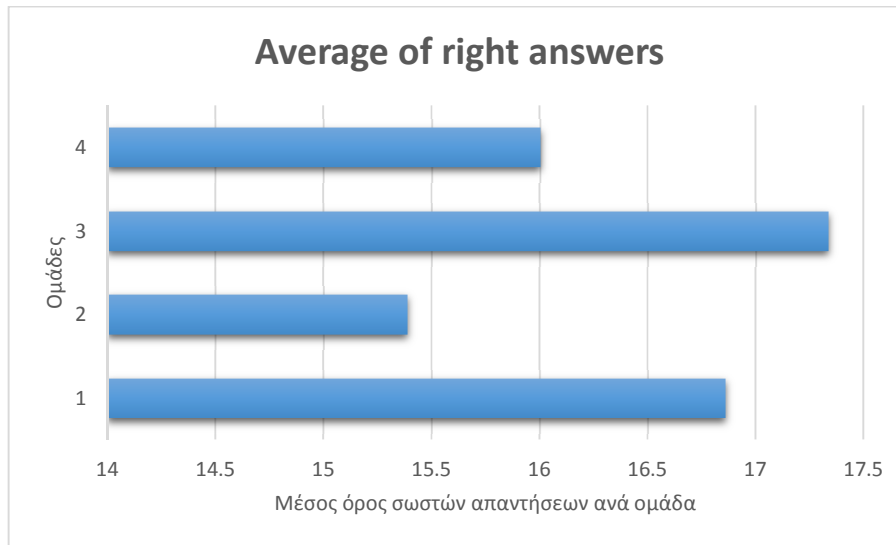
Τα αποτελέσματα της τρίτης ομάδας ξεχωρίζουν συγκριτικά με τις υπόλοιπες ομάδες. Η πλειοψηφία έχει κατακτήσει το 50% των επιτυχών απαντήσεων, αν και το υψηλότερο ποσοστό έχει επιτευχθεί και στις άλλες ομάδες. Η απόκλιση των τιμών είναι μικρή, επομένως, η συνολική εικόνα της ομάδας είναι η πιο επιτυχημένη. Η διαφορά με την πρώτη ομάδα είναι αναμενόμενη καθόσον τα άτομα εκτός της ανάγνωσης και της διάλεξης, έπαιξαν το παιχνίδι. Είναι εμφανής η διαφορά και με τη δεύτερη ομάδα. Ως πρώτη ένδειξη εξάγεται το συμπέρασμα ότι η εφαρμογή ωφέλησε τους φοιτητές και οι αποδόσεις είναι βελτιωμένες.



**Διάγραμμα 4:** Αποτελέσματα 4<sup>ης</sup> ομάδας

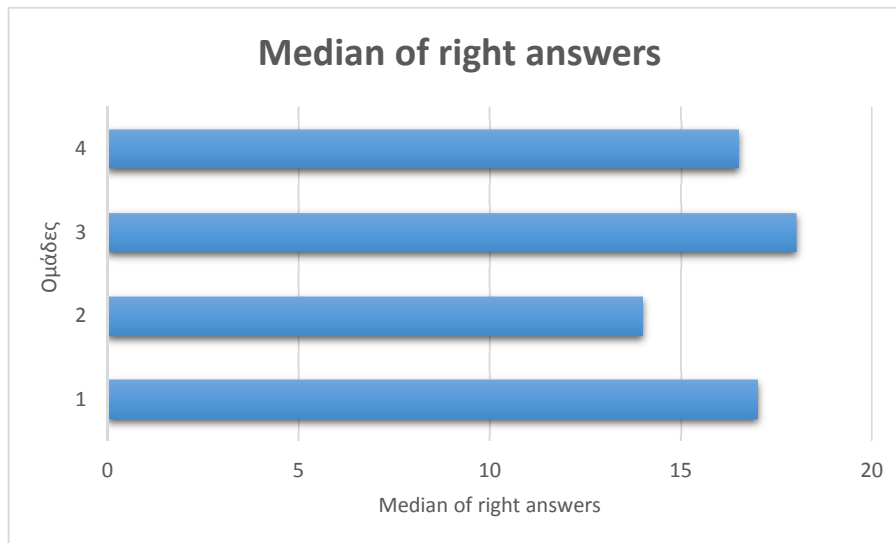
Η τέταρτη ομάδα είχε στη διάθεσή της όλες τις διατιθέμενες πηγές γνώσεις. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου δεν είναι τα αναμενόμενα. Είναι σαφώς κοντά στο 50% εκτός από μερικές περιπτώσεις, μειωμένα συγκριτικά με την τρίτη αλλά και με τη δεύτερη ομάδα. Η τέταρτη ομάδα αναμενόταν να έχει τα καλύτερα αποτελέσματα, ωστόσο είναι κατώτερη και ως προς το μέσο όρο.

Ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων καθώς και ο μέσος των απαντήσεων συνολικά ανά ομάδα αποτυπώνονται στα ακόλουθα διαγράμματα αντιστοίχως



**Διάγραμμα 5:** Μέσος όρος σωστών απαντήσεων ανά ομάδα

Η εικόνα των μέσων όρων αποτυπώνει την κατάταξη των ομάδων. Η τρίτη ομάδα εμφανίζει τον καλύτερο μέσο όρο, ποσοστό κοντά στο 60% στο σύνολο των ερωτήσεων. Δεύτερη με μικρή διαφορά κατατάσσεται η πρώτη ομάδα, αποτέλεσμα μη αναμενόμενο. Οι ομάδες 3, 4 θεωρητικά θα είχαν τα καλύτερα αποτελέσματα αλλά δεν παρατηρείται κάτι αντίστοιχο. Τρίτη κατά σειρά έρχεται η τέταρτη ομάδα, ενώ αναμενόταν να έχει βέλτιστα ποσοστά. Τελευταία η δεύτερη ομάδα, υποδηλώνοντας ότι μόνο η διάλεξη και η ανάγνωση δεν επαρκούν.



**Διάγραμμα 6:** Διάμεσος κάθε ομάδας

Αντίστοιχη εικόνα με εκείνη των μέσων όρων αποτυπώνεται στο διάγραμμα του διάμεσου. Η Τρίτη ομάδα υπερτερεί, ενώ η τέταρτη και η πρώτη ισοβαθούν, και στην τελευταία θέση η δεύτερη ομάδα. Οι αποκλίσεις δεν είναι σημαντικές, ωστόσο, επομένως οι ακραίες τιμές των αποτελεσμάτων κάθε ομάδας ήταν εφάμιλλα.

Η πρώτη ένδειξη από τα παραπάνω διαγράμματα συνηγορούν στο γεγονός ότι φοιτητές της τρίτης ομάδας εμφανίζουν καλύτερο μέσο όρο και διάμεσο σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ομάδες. Ακολουθούν η πρώτη ομάδα, εμφανώς με καλύτερο μέσο όρο αλλά με εφάμιλλο διάμεσο συγκριτικά με την τέταρτη ομάδα, ενώ η δεύτερη ομάδα υστερεί και στις δύο μετρήσεις.

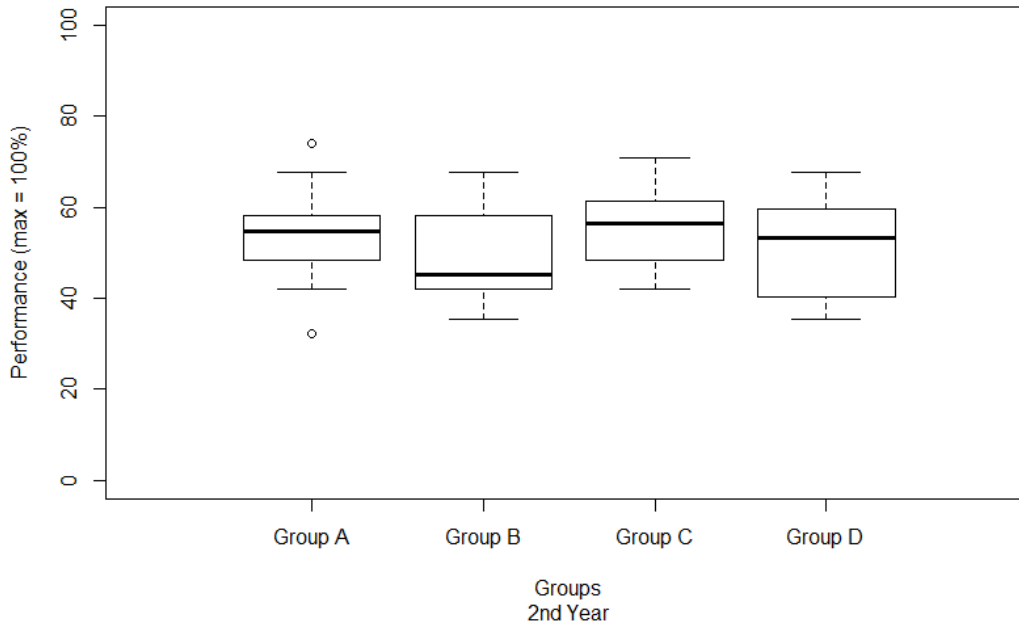
Τα αποτελέσματα συμπεριλαμβάνονται με τη μορφή ποσοστών στον ακόλουθο πίνακα και αποτυπώνονται σε *boxplot* ώστε να είναι πιο εύκολη η ανάλυσή τους.

	<b>Group A</b>	<b>Group B</b>	<b>Group C</b>	<b>Group D</b>
<b>lower whisker</b>	<b>41.94</b>	35.48	<b>41.94</b>	35.48
<b>lower hinge</b>	<b>48.39</b>	41.94	<b>48.39</b>	40.32
<b>median</b>	54.84	45.16	<b>56.45</b>	53.22
<b>upper hinge</b>	58.06	58.06	<b>61.29</b>	59.68
<b>extreme of the upper whisker</b>	67.74	67.74	<b>70.97</b>	67.74
<b>Average/ mean</b>	54.38	49.63	<b>55.91</b>	51.62
<b>Variance</b>	107.03	118.87	<b>56.31</b>	124.87

**Πίνακας 3:** Αποτελέσματα ανάλυσης *boxplot*

Στη τρίτη γραμμή απεικονίζεται η διάμεσος των μετρήσεων για κάθε ομάδα. Η δεύτερη γραμμή αφορά το 25% των παρατηρήσεων, δηλαδή τη διάμεσο των τιμών που είναι μικρότερες της διαμέσου του συνόλου, ενώ η τέταρτη γραμμή το 75% των παρατηρήσεων, δηλαδή τη διάμεσο των τιμών που είναι μεγαλύτερες της διαμέσου του συνόλου. Η πρώτη γραμμή είναι η μέτρηση του ποσοστού που είναι χαμηλότερο από τις ακραίες τιμές της μέτρησης, με την πέμπτη γραμμή να αποτυπώνει τη μεγαλύτερη ακραία τιμή. Στον πίνακα καταγράφονται ο μέσος όρος και, τέλος, η διακύμανση.

## Performance underGraduate Students II evaluation form Metrics to escape



**Διάγραμμα 7:** *Boxplot αποτελεσμάτων*

Δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των ομάδων όσον αφορά τον μέσο όρο, τη διάμεσο και τις ακραίες τιμές. Ωστόσο, οι ομάδες που έχουν παίξει το παιχνίδι του παρόντος ελαφρώς υψηλότερους μέσους όρους. Η Ομάδα Γ παρουσιάζει τον υψηλότερο μέσο όρο και διάμεση τιμή όσον αφορά την απόδοση των μαθητών στη φόρμα αξιολόγησης. Η ομάδα Α και η ομάδα Δ παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα, αν και η ομάδα Α έχει την καλύτερη μέση τιμή. Η ομάδα Β έχει τη χειρότερη επίδοση τόσο σε μέση και διάμεση τιμή, που είναι πολύ κοντά στις μέσες και διάμεσες τιμές των άλλων ομάδων. Οι ακραίες τιμές των αποτελεσμάτων για κάθε ομάδα κυμαίνεται στην ίδια τιμή.

Ωστόσο, αξιοσημείωτα είναι τα αποτελέσματα των ομάδων σε επίπεδο διακύμανσης. Η τέταρτη ομάδα εμφανίζει τη μεγαλύτερη διακύμανση. Τα άτομα είχαν στη διάθεσή τους όλους τους δυνατούς τρόπους μάθησης, παρόλα αυτά τα τελικά αποτελέσματα δεν ήταν παρόμοια. Αντιθέτως, υπήρχαν άτομα που πήγαν πολύ καλά και άλλα άτομα που δεν σημείωσαν μεγάλη επιτυχία στο τελικό ερωτηματολόγιο. Λιγότερη διακύμανση παρουσίασαν η δεύτερη και πρώτη ομάδα αντίστοιχα αλλά τα αποτελέσματα είχαν διαφοροποιήσεις και δεν εμφάνιζαν ομοιομορφία. Όπως ήταν αναμενόμενο από την ανάλυση των υπόλοιπων στατιστικών δεδομένων, η τρίτη ομάδα εμφανίζει την καλύτερη τιμή διακύμανσης. Τα μέλη της έδωσαν τα καλύτερα ποσοστά σωστών απαντήσεων και δεν υπήρχαν σημαντικές διαφοροποιήσεις, όσον αφορά την πλειοψηφία αυτών.



## Κεφάλαιο 5- Συμπεράσματα και Προεκτάσεις

### 5.1 Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης δεν προσεγγίζουν την αρχικά αναμενόμενη εικόνα. Οι μετρήσεις των ομάδων είναι κοντά με προβάδισμα της τρίτης ομάδας.

Αρχικά, γίνεται φανερό ότι μεγαλύτερο αντίκτυπο έχει η διάλεξη και η εκ των προτέρων γνώση των φοιτητών παρά η ανάγνωση του PDF ή το παιχνίδι. Είχαν προηγηθεί δυο διαλέξεις σχετικές με τα σφάλματα της ακρίβειας πρόβλεψης. Υπό αυτούς τους όρους, οι φοιτητές ήταν ήδη εξοικειωμένοι με αυτές τις έννοιες και τα σφάλματα. Έτσι, η ανάγνωση του paper ή το παιχνίδι δεν έχει μεγάλη επίδραση πάνω τους. Αυτό φαίνεται από τη σύγκριση των ομάδων ανά δυο, της πρώτης με την δεύτερη και της τρίτης με την τέταρτη. Η μοναδική διαφορά μεταξύ των δύο έγκειται στο αν είχαν τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με το paper. Και οι δυο ομάδες που διάβασαν το paper δεν ξεπέρασαν τα ποσοστά των άλλων ομάδων αντίστοιχα, επομένως, η ανάγνωση δεν είχε την επιθυμητή επίδραση.

Παρόλα αυτά μόνο η διάλεξη δεν είναι αρκετή και αυτό φαίνεται από τα αποτελέσματα της πρώτης ομάδας. Δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για αφομοίωση και απαιτείται περισσότερη συγκέντρωση σε μια διαδικασία της οποίας τα ερεθίσματα δεν είναι αρκετά ώστε να προσελκύσουν τους φοιτητές. Επομένως, ο παραδοσιακός τρόπος μάθησης πλέον φαίνεται να μην είναι αποδοτικός.

Συγκρίνοντας τα ποσοστά των ομάδων Α και Β με τις Γ και Δ, η επαφή με την εφαρμογή κρίνεται ως ωφέλιμη. Τα ποσοστά είναι ανεβασμένα στις ομάδες που είχαν επαφή με το παιχνίδι, λαμβάνοντας υπόψιν μόνο αυτή την παράμετρο ως μεταβλητή.

Όσον αφορά την διαφοροποίηση, σε αυτό το πείραμα, όλες οι ομάδες παρουσιάζουν μεγάλη συνέπεια. Ειδικά, η τρίτη ομάδα έχει τη χαμηλότερη διακύμανση, που σημαίνει ότι οι απαντήσεις όλων των φοιτητών ήταν πολύ κοντά. Οι υπόλοιπες ομάδες παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές διασποράς, με την ομάδα Δ να έχει τη μεγαλύτερη τιμή, επομένως και τις μεγαλύτερες αποκλίσεις.

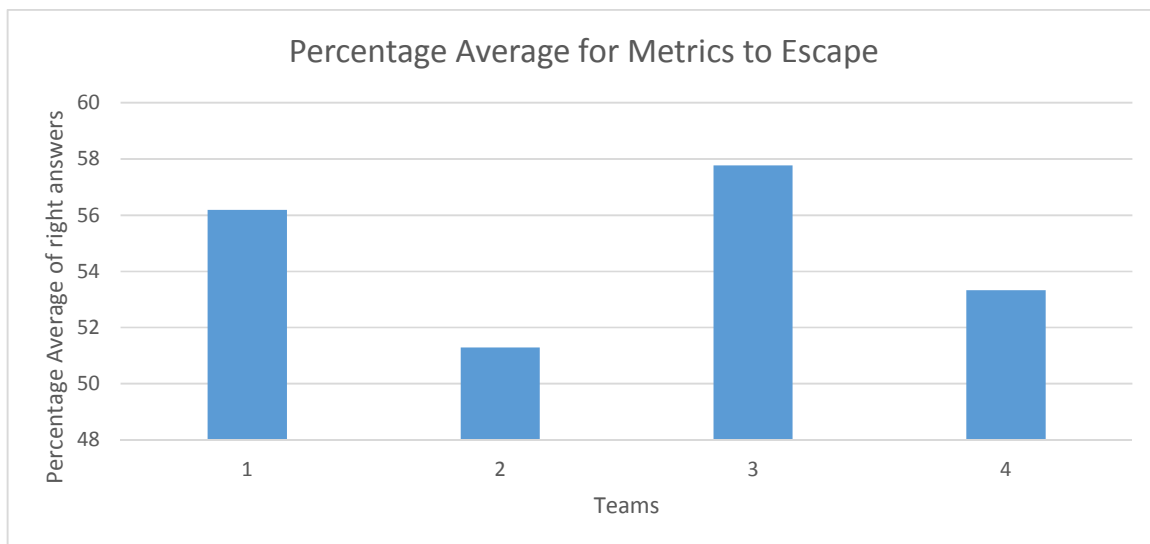
Ωστόσο, είναι περίεργο το γεγονός ότι χαμηλότερη των ακραίων από τις άνω ακραίες τιμές είναι πολύ κοντά για όλες τις ομάδες. Από την άποψη αυτή, η παρόμοια απόδοση όλων των ομάδων μπορεί να είναι ένα ευρετήριο επικύρωσης για το πείραμα και την εφαρμογή του. Οι φοιτητές έχουν ήδη διδαχθεί να χρησιμοποιούν αυτές τις μετρήσεις, με αποτέλεσμα το παιχνίδι ή η ανάγνωση να μη συμβάλλει στην περαιτέρω βελτίωση του επιπέδου γνώσης τους.

Οι διαφορές που εντοπίζονται στα αποτελέσματα των ομάδων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό και από τον τρόπο μάθησης των ατόμων. Δεν έγινε επιλογή των ατόμων που απαρτίζουν τις ομάδες, με συνέπεια να μη λαμβάνεται υπόψιν εάν ο τρόπος προσέγγισης της μάθησης ήταν ο κατάλληλος για το κάθε άτομο. Όπως αναφέρεται, υπάρχουν διαφορετικά μοντέλα βιωματικής μάθησης και οι κατηγορίες που υπάγονται σε αυτά προϋποθέτουν από τα άτομα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Η επίδρασή τους στο τελικό αποτέλεσμα κρίνεται σημαντικό εφόσον κάθε άτομο διαθέτει δική του μεθοδολογία γνώσης. Ορισμένα άτομα αποδίδουν με τις γνώσεις που λαμβάνουν από τη διάλεξη, ενώ άλλη μερίδα ατόμων αποδίδουν εφόσον έρθουν σε επαφή με την έντυπη μορφή του κειμένου. Άλλοι προτιμούν να μάθουν μέσω γρίφων και δοκιμασιών. Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι η διάλεξη του αντικείμενου, πριν από την παρουσίαση του περιεχομένου του paper λειτούργησε ως πλεονέκτημα αφού το αντικείμενο ήταν ήδη γνωστό στους φοιτητές και είχαν τη δυνατότητα να ασχοληθούν με αυτό.

Παρόμοια αποτελέσματα με το συγκεκριμένο πείραμα σημειώθηκαν και κατά την παρουσίαση του paper “Horses for Courses, in demand Forecasting” κατά την οποία ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. Οι ομάδες χωρίστηκαν με τον ίδιο τρόπο και η αξιολόγηση έγινε με τη μορφή ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα:



**Διάγραμμα 8:** Αποτελέσματα εφαρμογής *Horses for Courses*



**Διάγραμμα 9:** Ποσοστιαία αποτελέσματα εφαρμογής *Metrics to Escape*



Η τρίτη ομάδα εμφανίζεται με τα καλύτερα αποτελέσματα επιβεβαιώνοντας τη θεωρία ότι το παιχνίδι δίνει μεγαλύτερο κίνητρο ενασχόλησης με το μάθημα. Υψηλά ποσοστά παρουσιάζονται και για την τέταρτη ομάδα. Μέσω της διαδικασίας gamification της εκπαίδευσης αυξάνεται το ενδιαφέρον και η ενασχόληση των ατόμων. Είναι μια νέα διαδικασία που ξεπερνάει τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, περιέχει στοιχεία gaming προσελκύει τους σπουδαστές. Μέσω του leaderboard και των badges δημιουργείται η αίσθηση του ελέγχου της απόδοσης και του ανταγωνισμού με στόχο τη μάθηση. Εφόσον το αντικείμενο είναι ακαδημαϊκό καλλιεργείται η διάθεση για ακαδημαϊκή έρευνα.

Η διαδικασία του gamification κρίνεται δυνατόν να μπορεί να εφαρμοστεί σε πεδία όπου το περιεχόμενο δεν περιέχει στοιχεία gaming. Ο σωστός σχεδιασμός, η κατάλληλη κεντρική ιδέα του παιχνιδιού, η άρτια δημιουργία της εφαρμογής και η παρουσίασή του στα πλαίσια της διδασκαλίας του μαθήματος συνηγορούν στη διαδικασία gamification της εκπαίδευσης στοχεύοντας στην επίδραση των οφελών της στην εκπαίδευση. Η μετάβαση δεν είναι δύσκολη. Με μικρές εφαρμογές στην αρχή, δημιουργούνται οι βάσεις για τη γενίκευση της ιδέας.

## 5.2 Προεκτάσεις

Η συγκεκριμένη εφαρμογή περιορίζεται στα όρια του μαθήματος των τεχνικών προβλέψεων, σε μια συγκεκριμένη περιοχή που αφορά τα σφάλματα μέτρησης. Αντικείμενο που συνθέτει το περιεχόμενο του metrics to escape είναι το paper «Another look at measures of forecast accuracy (Hyndman, Koehler, 2006)». Τα σφάλματα, όντας σημαντικό κομμάτι για την ακρίβεια των προβλέψεων, έχουν διάφορες παραμέτρους, οι οποίες και δεν λήφθηκαν υπόψιν στην παρούσα εφαρμογή. Ωστόσο, υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης και προέκτασής της.

Αρχικά, εφόσον το κεφάλαιο των σφαλμάτων στις τεχνικές πρόβλεψης, περιέχει μεγάλο όγκο πληροφορίας το metrics to escape θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με περισσότερες ερωτήσεις. Η μορφή τους καθώς και η αποτύπωσή τους θα περιέχει στοιχεία gaming που μπορούν να διαμορφώσουν ένα άρτιο παιχνίδι με ποικιλία στο περιεχόμενό του που να συμπεριλαμβάνει ολοένα αυξανόμενο εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Εφόσον προστίθενται ερωτήσεις, βελτιώνεται και ο τρόπος αξιολόγησης των ομάδων στο τέλος, παρέχοντας πιο αξιόπιστα αποτελέσματα κατά τη δοκιμή του στα πλαίσια διαλέξεων.

Το metrics to escape είναι διαδικτυακή εφαρμογή με εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Θα μπορούσε να ενταχθεί στην πλατφόρμα Forecasting eSchool, το οποίο περιλαμβάνει όλες τις εφαρμογές οι οποίες έχουν δημιουργηθεί και είναι σχετικές με τις τεχνικές προβλέψεων, με προοπτική το αντικείμενο συνολικά να διατίθεται υπό τη μορφή gamification, προσελκύοντας το ενδιαφέρον των φοιτητών, τόσο στο μάθημα όσο και στην έννοια του gamification.

Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η περίπτωση κατά την οποία, η εφαρμογή διατίθεται στους φοιτητές χωρίς να έχει προηγηθεί η διδασκαλία των σφαλμάτων των τεχνικών προβλέψεων. Τα αποτελέσματα θα καταδείκνυαν την επίπτωση του gamification και μόνο, στη μετάδοση της γνώσης.

Η δημιουργία της εφαρμογής αποτελεί την αρχή για μια σειρά ενεργειών που στοχεύουν στη διάδοση του gamification όχι μόνο στα πλαίσια των τεχνικών προβλέψεων αλλά και στην εκπαίδευση.

Αρχικά, ανοίγει ο δρόμος για τη δημιουργία μικρών εφαρμογών που θα συμβάλλουν στο να γίνουν gamified διάφοροι τομείς της εκπαίδευσης. Με απαρχή ένα μικρό κομμάτι μιας μελέτης καθίσταται δυνατή η υλοποίηση εφαρμογών gaming που να συμπεριλαμβάνουν τη διδασκαλία ευρείας περιοχής μάθησης, ώστε εν τέλει να ενταχθεί στο gamification ολόκληρη εκπαιδευτική περιοχή. Μέσω του σωστού σχεδιασμού θα βελτιωθούν τα αποτελέσματα που αναδεικνύουν τη θετική επίδραση της εισαγωγής gaming στην εκπαίδευση.

Δυνητικά, θα μπορούσε να δημιουργηθεί μια open-source διαδικτυακή πλατφόρμα με online διαδικτυακά μαθήματα. Κάθε άτομο που έχει τη διάθεση να έρθει σε επαφή με ένα αντικείμενο έχει τη δυνατότητα να το προσεγγίσει μέσω του παιχνιδιού. Συνολικά, οι επιδόσεις του σε κάθε course μπορούν να αποθηκευτούν κεντρικά και η απόκτηση badges και η τελική κατάταξη στο leaderboard να γίνεται ενιαία για όλους τους συμμετέχοντες. Η δυνατότητα παρακολούθησης της διαδρομής συνολικά κινητοποιεί τα μέλη να έρθουν σε επαφή με άλλα courses διευρύνοντας τις γνώσεις τους σε πολλούς τομείς.

## Βιβλιογραφία

1. Επιχειρησιακές Προβλέψεις, Φώτιος Πετρόπουλος, Βασίλειος Ασημακόπουλος, Αθήνα, 2011
2. Another look at measures of forecast accuracy, Rob J. Hyndman a,\*, Anne B. Koehler b,1, *International Journal of Forecasting* 22 (2006) 679– 688
3. The Accuracy of Extrapolation (Time Series) Methods: Results of a Forecasting Competition, S. MAKRIDAKIS, A.ANDERSEN, R. CARBONE, R. FILDES, M. HIBON, R. LEWANDOWSKI, J. NEWTON, E. PARZEN, R. WINKLER, *Journal of Forecasting*, Vol. 1, 111-153 (1982)
4. Error Measures for Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparisons, J. Scott Armstrong, Fred Collopy, 1992
5. Evaluation of Extrapolative Forecasting Methods: Results of a Survey of Academicians and Practitioners, Robert Carbone, J. Scott Armstrong, 1982
6. On the Selection of Error Measures for Comparisons Among Forecasting Methods, Robert Carbone, J. Scott Armstrong, 1995
7. The evaluation of extrapolative forecasting methods, Robert Fildes, *International Journal of Forecasting* 8 (1992) 81-98
8. Ahlburg, D. A., Chatfield, C., Taylor, S. J., Thompson, P. A., Winkler, R. L., & Murphy, A. H., et al. (1992). A commentary on error measures. *International Journal of Forecasting*, 8, 99–111.
9. Armstrong, J. S. (2001). Evaluating forecasting methods, Chapter 14. In J. S. Armstrong (Ed.), *Principles of forecasting: A handbook for researchers and practitioners*. Norwell, MA7 Kluwer Academic Publishers.
10. Armstrong, J. S., & Collopy, F. (1992). Error measures for generalizing about forecasting methods: Empirical comparisons. *International Journal of Forecasting*, 8, 69– 80.
11. Assimakopoulos, V., & Nikolopoulos, K. (2000). The theta model: A decomposition approach to forecasting. *International Journal of Forecasting*, 16, 521– 530.
12. Billah, B., King, M. L., Snyder, R. D., & Koehler, A. B. (2006). Exponential smoothing model selection for forecasting. *International Journal of Forecasting*, 22, 239–247.
13. Bowerman, B. L., O'Connell, R. T., & Koehler, A. B. (2004). *Forecasting, time series and regression: An applied approach*. Belmont, CA7 Thomson Brooks/Cole.
14. Chatfield, C. (1988). Apples, oranges and mean square error. *International Journal of Forecasting*, 4, 515–518.
15. Coleman, C. D., & Swanson, D. A. (2004). On MAPE-R as a measure of estimation and forecast accuracy. Working paper. Center for Population Studies, University of Mississippi. Accessed 18 May 2005.  
[http://www.olemiss.edu/depts/population\\_studies/WorkingPapers.html](http://www.olemiss.edu/depts/population_studies/WorkingPapers.html).
16. Diebold, F. X. (2001). *Elements of forecasting* (2nd ed.). Cincinnati, Ohio7 South-Western.
17. Fildes, R. (1992). The evaluation of extrapolative forecasting methods. *International Journal of Forecasting*, 8, 81– 98.
18. Gardner, E. (1990). Evaluating forecast performance in an inventory control system. *Management Science*, 36, 490–499.
19. Goodwin, P., & Lawton, R. (1999). On the asymmetry of the symmetric MAPE. *International Journal of Forecasting*, 14, 405– 408.
20. Hanke, J. E., & Reitsch, A. G. (1995). *Business forecasting* (5th ed.). Englewood Cliffs, NJ7 Prentice-Hall.
21. Hyndman, R. J., & Billah, B. (2003). Unmasking the Theta Method. *International Journal of Forecasting*, 19, 287– 290.
22. Hyndman, R. J., Koehler, A. B., Snyder, R. D., & Grose, S. (2002). A state space framework for automatic forecasting using exponential smoothing methods. *International Journal of Forecasting*, 18(3), 439– 454.
23. Koehler, A. B. (2001). The asymmetry of the sAPE measure and other comments on the M3-competition. *International Journal of Forecasting*, 17, 537– 584.

24. Lawrence, M., & O'Connor, M. (2005). Judgmental forecasting in the presence of loss functions. *International Journal of Forecasting*, 21, 3– 14.
25. Makridakis, S. (1993). Accuracy measures: Theoretical and practical concerns. *International Journal of Forecasting*, 9, 527– 529.
26. Makridakis, S., Anderson, A., Carbone, R., Fildes, R., Hibon, M., & Lewandowski, R., et al. (1982). The accuracy of extrapolation (time series) methods: Results of a forecasting competition. *Journal of Forecasting*, 1, 111 – 153.
27. Makridakis, S., & Hibon, M. (2000). The M3-competition: Results, conclusions and implications. *International Journal of Forecasting*, 16, 451–476.
28. Makridakis, S., Wheelwright, S., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and applications* (3rd ed.). New York: John Wiley and Sons.
29. Swanson, D. A., Tayman, J., & Barr, C. F. (2000). A note on the measurement of accuracy for subnational demographic estimates. *Demography*, 2, 193–201.
30. Theil, H. (1966). *Applied economic forecasting*. Chicago, IL: Rand McNally.
31. Thompson, P. A. (1990). An MSE statistic for comparing forecast accuracy across series. *International Journal of Forecasting*, 6, 219– 227.
32. Tsay, R. S. (2002). *Analysis of financial time series*. New York: John Wiley and Sons.
33. Itin, C. M. (1999). Reasserting the Philosophy of Experiential Education as a Vehicle for Change in the 21st Century. *The Journal of Physical Education* 22(2), 91-98.
34. Merriam, S. B., Caffarella, R. S., & Baumgartner, L. M. (2007). *Learning in adulthood: a comprehensive guide*. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc.
35. <http://forum.unity3d.com/>
36. <https://www.coursera.org/learn/gamification>
37. [https://en.wikipedia.org/wiki/Gamification\\_of\\_learning](https://en.wikipedia.org/wiki/Gamification_of_learning)
38. <http://gamification-research.org/2015/06/the-use-of-games-and-play-to-achieve-real-world-goals/#more-1174>
39. <http://gamification-research.org/2015/06/gamification-the-pursuit-of-progression/#more-1163>
40. <https://badgeville.com/wiki/Gamification>
41. <http://edulearning2.blogspot.gr/2014/03/a-brief-history-of-gamification-part-i.html>
42. <http://blogs.richardson.com/2013/05/10/no-more-playing-around-the-pros-and-cons-of-gamification-in-sales-training/>
43. <http://www.teachercast.net/2016/03/01/5-benefits-of-adding-gamification-to-classrooms/>
44. <http://www.digitalchalk.com/blog/8-benefits-gamification-elearning>
45. <http://www.destinationcrm.com/Articles/Web-Exclusives/Viewpoints/The-Problem-with-Gamification-87770.aspx>
46. <https://community.articulate.com/articles/gamification-techniques-how-to-apply-them-to-e-learning>
47. <http://www.onlineuniversities.com/blog/2012/08/game-based-vs-traditional-learning-whats-difference/>
48. <http://workplayce.blogspot.gr/2013/09/gamification-thinking-structure.html>
49. <http://designagame.eu/2013/12/unity-popular-videogame-development/>
50. <http://www.w3schools.com/>
51. <http://sushanta1991.blogspot.gr/2015/02/how-to-write-data-to-csv-file-in-unity.html>
52. [http://wiki.unity3d.com/index.php?title=Server\\_Side\\_Highscores](http://wiki.unity3d.com/index.php?title=Server_Side_Highscores)
53. <http://stackoverflow.com/>
54. <http://www.gpcomptech.com/>