



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Παιδαγωγική Έρευνα στο Αιγαίο

8η Ημερίδα Υποψηφίων Διδασκτόρων

Τόμος Πρακτικών



Επιμέλεια:

Πολύκαρπος Καραμούζης

Αλιβίζος Σοφός

Μιχαήλ Σκουμιός

Εμμανουήλ Φωκίδης

Μαριάνθη Οικονομάκου

ISBN 978-618-5840-01-3

Παιδαγωγική Έρευνα στο Αιγαίο, Πρακτικά 8ης Ημερίδας Υποψηφίων Διδακτόρων

Επιμέλεια: Πολύκαρπος Καραμούζης, Αλιβίζος Σοφός, Μιχάλης Σκουμιός, Εμμανουήλ Φωκίδης,
Μαριάνθη Οικονομάκου

Copyright © 2024

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΓΑΙΟΥ

Λ. Δημοκρατίας 1

Ρόδος, 85132

Τηλ: 22410 99282

Fax: 22410 99223

E-mail: PTDE_Gramm@aegean.gr

www.pre.aegean.gr

Επιστημονική Επιτροπή

Πολύκαρπος Καραμούζης, Πρόεδρος ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Αλιβίζος Σοφός, Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Μιχάλης Σκουμιός, Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Εμμανουήλ Φωκίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Μαριάνθη Οικονομάκου, Επίκουρη Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Οργανωτική Επιτροπή

Πολύκαρπος Καραμούζης, Καθηγητής, Πρόεδρος ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Απόστολος Κώστας, Επίκουρος Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Χρυσούλα Ζουμπά, Αναπληρώτρια Προϊσταμένη της Γραμματείας του ΠΤΔΕ

Δημήτριος Κολοκυθάς, Μέλος Γραμματείας του ΠΤΔΕ

Ελτινίκη Αλευροφά, Μέλος Γραμματείας του ΠΤΔΕ

Βασίλης Παράσχου, Εξωτερικός συνεργάτης ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αιγαίου

Περιεχόμενα

Εισαγωγικό σημείωμα	5
Ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα για την υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην ψηφιακή εποχή, <i>Σπύρος Σπύρου & Αλιβίζος (Λοΐζος) Σοφός</i>	9
Η επίδραση της ανατροφοδότησης του εκπαιδευτικού στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, <i>Άγγελος Χαραλάμπους & Μαρία Δάρρα</i>	28
Απόψεις εκπαιδευτικών γενικής και ειδικής αγωγής και εκπαίδευσης για τις ήπιες δεξιότητες: Αποτελέσματα πιλοτικής έρευνας, <i>Αικατερίνη Βραχνά & Ασημίνα Τσιμπιδάκη</i>	50
Η πρακτική της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες των εγχειριδίων Φυσικής της Α' Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση, <i>Μελλομένη Μαστρογιωργάκη & Μιχαήλ Σκουμιός</i>	70
Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τη διδασκαλία και τη μάθηση της αναπαραγωγής στον άνθρωπο και της κυτταρικής διαίρεσης, <i>Σεβαστή Τσαγγάρη & Μιχαήλ Σκουμιός</i>	88
Η συμβολή μαθημάτων για τις δυνάμεις και την κίνηση που βασίζονται στη «μάθηση τριών διαστάσεων» στις ικανότητες των μαθητών του Γυμνασίου να σχεδιάζουν διερευνήσεις, <i>Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου & Μιχαήλ Σκουμιός</i>	101
Διαδικασία επιλογής αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων για τη δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού Εικονικής Πραγματικότητας, <i>Παναγιώτης Αντωνόπουλος & Εμμανουήλ Φωκίδης</i>	111
Πορτρέτα Φαγιούμ στην ποίηση των Κ.Π. Καβάφη και Κυρ. Χαραλαμπίδη, <i>Δημήτριος Λαδικός & Λουίζα Χριστοδουλίδου</i>	125
Ψηφιακή Λαογραφία και Εκπαίδευση: Διερεύνηση ζητημάτων της εξεταστικής περιόδου των φοιτητών μέσω των διαδικτυακών μιμιδίων, <i>Ευηλένα Καρδαμήλα & Γεώργιος Κατσαδώρας</i>	138
Η απόδοση κοινωνικών χαρακτηριστικών σε επώνυμα πρόσωπα μέσα από μεθόδους ποιοτικής έρευνας: Συνεντεύξεις για την περίπτωση του Νικόλα Άσιμου, <i>Εμμανουήλ Κυριαζάκος & Γεώργιος Κατσαδώρας</i>	154

Διαδικασία επιλογής αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων για τη δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού Εικονικής Πραγματικότητας

Παναγιώτης Αντωνόπουλος & Εμμανουήλ Φωκίδης

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για την αρχαία ελληνική τεχνολογία και γενικότερα για «παλιές» τεχνολογίες, όπως αυτό φαίνεται, για παράδειγμα, από την ίδρυση αντίστοιχων θεματικών μουσείων. Παράλληλα, παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη δημιουργία εκπαιδευτικών εφαρμογών που εμπίπτουν στον χώρο της Εικονικής Πραγματικότητας. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα δύο στοιχεία, η παρούσα εργασία παρουσιάζει τη διαδικασία που ακολουθήθηκε για την επιλογή αριθμού αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων ώστε αυτές να ενταχθούν σε σειρά τέτοιων εφαρμογών. Ελέγχθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των σημαντικότερων εφευρέσεων. Επιλέχθηκαν δύο εφευρέσεις από κάθε μία από τις τέσσερις κατηγορίες που προέκυψαν. Στη συνέχεια, εξετάστηκαν μέθοδοι που θα επέτρεπαν την απεικόνιση των εφευρέσεων αυτών ως τρισδιάστατων μοντέλων, με βάση τους περιορισμούς του υλικού στο οποίο θα εκτελούταν οι εφαρμογές. Παράλληλα, υλοποιήθηκαν τα διαδραστικά στοιχεία των μοντέλων, ώστε να προσομοιώνεται με ακρίβεια η λειτουργία των εφευρέσεων. Το τελικό στάδιο περιλάμβανε σειρά ελέγχων για την ορθή λειτουργία των μοντέλων, που οδήγησε σε διορθώσεις και βελτιώσεις. Αποτέλεσμα των παραπάνω διαδικασιών ήταν η δημιουργία οκτώ εφαρμογών αρχαίων εφευρέσεων, που θα ενσωματώνονταν σε εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας και συγκεκριμένα εφαρμογών που ανήκουν στην Πλήρως Εμβυθιστική Εικονική Πραγματικότητα και στην Επιτραπέζια Εικονική Πραγματικότητα.

Abstract

In recent years there has been an increased interest in ancient Greek technology and in general in "old" technologies, as this can be seen, for example, from the establishment of corresponding thematic museums. At the same time, there is a growing interest in the creation of educational applications that fall into the field of Virtual Reality. Considering these two elements, this paper presents the procedure followed for the selection of several ancient Greek inventions, so that they could be included in a series of such applications. The main features of the most important inventions were checked and categorized. Two inventions were selected from each of the four resulting categories. Then, methods were considered that would allow the visualization of these inventions as three-dimensional models, based on the limitations of the hardware, on which the applications would be performed. At the same time, the interactive elements of the models were implemented to accurately simulate the operation of the inventions. The final stage included a series of tests for the correct functioning of the models, which led to corrections and improvements. The result of the above processes was the creation of eight applications of ancient inventions, which would be integrated into Virtual Reality applications, specifically applications belonging to Immersive Virtual Reality and Desktop Virtual Reality.

Εισαγωγή

Τα τελευταία έτη παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για την αρχαία ελληνική τεχνολογία. Ιδρύονται μουσεία, διοργανώνονται webinars και πραγματοποιούνται σχετικές δημοσιεύσεις. Παράλληλα, αρκετοί μουσειακοί χώροι μετασχηματίζονται, προσφέροντας, με τη βοήθεια της τεχνολογίας, περισσότερο διαδραστικές εμπειρίες (ενδεικτικά, Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού). Οι τεχνολογίες της Εικονικής Πραγματικότητας (ΕΠ), μπορούν να βοηθήσουν προς αυτήν την κατεύθυνση, προσφέροντας στον χρήστη εμπειρίες διάδρασης, πλούσιες εμπειρίες διάδρασης και εμβύθισης (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2011).

Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα δεδομένα, αποφασίστηκε η δημιουργία δυο λογισμικών ΕΠ, με θέμα την αρχαία ελληνική τεχνολογία. Το πρώτο λογισμικό ήταν Πλήρους Εμβυθιστικής Εικονικής Πραγματικότητας (ΠΕΕΠ) και αποτελούταν από τέσσερις αρχαίες ελληνικές εφευρέσεις και το δεύτερο λογισμικό ήταν Επιτραπέζιας Εικονικής Πραγματικότητας (ΕπΕΠ) και αποτελούταν από άλλες τέσσερις. Η ΠΕΕΠ είναι το είδος της ΕΠ, όπου χρησιμοποιούνται Head Mounted Devices (HMD), ενώ στην ΕπΕΠ χρησιμοποιείται συνήθως Η/Υ, πληκτρολόγιο και ποντίκι. Το ΠΕΕΠ λογισμικό είχε ως πλατφόρμα εκτέλεσης το σύστημα Oculus Quest και το ΕπΕΠ λογισμικό είχε ως πλατφόρμα εκτέλεσης τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, με συμβατικά μέσα διεπαφής, δηλαδή ποντίκι και πληκτρολόγιο.

Στο παρόν άρθρο, παρουσιάζεται μέρος της διαδικασίας, η οποία αφορούσε την επιλογή και δημιουργία οκτώ αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων.

Αρχαίες Ελληνικές Εφευρέσεις

Αρχικά, για τη δημιουργία των εφαρμογών αναζητήθηκαν, καταγράφηκαν και μελετήθηκαν αρχαίες ελληνικές εφευρέσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι σκοπός της μελέτης αυτής δεν ήταν η ιστορική έρευνα ή η παράθεση του συνόλου των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων, αλλά η μελέτη τους, έτσι ώστε να προκύψει η επιλογή των εφευρέσεων που θα δημιουργούνταν στην ΕΠ. Παρακάτω ακολουθούν, με χρονολογική σειρά, κάποια από τα σημαντικότερα τεχνολογικά επιτεύγματα της ελληνικής αρχαιότητας, τα οποία αποτέλεσαν αντικείμενο της παραπάνω μελέτης.

- Πρέσα λαδιού (580 π.Χ.)

Πρόκειται για διάταξη που χρησιμοποιούσε ατέρμονα κοχλία και σύστημα συμπίεσης λοστού. Είναι εξέλιξη προγενέστερων τρόπων παραγωγής ελαιόλαδου και αντανάκλα την τεχνογνωσία της εποχής (Λάζος, 1993· Φλωρίδης & Σπυριδώνης, 2015).

- Φλογοβόλο των Βοιωτών (424 π.Χ.)

Πρόκειται για το πρώτο γνωστό φλογοβόλο και χρησιμοποιήθηκε στον Πελοποννησιακό πόλεμο. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε στη μάχη του Δήλιου, το 424 π.Χ., από τους Βοιωτούς εναντίων των Αθηναίων. Μέρη του αποτελούν το καζάνι, ο κοίλος κορμός και ο φυσητήρας (Λάζος, 1993· Kotsanas, 2015).

- Ιπτάμενη περιστέρα του Αρχύτα (περίπου 400 π.Χ.)

Δημιούργημα του μηχανικού Αρχύτα του Ταραντίνου, είναι η πρώτη ιπτάμενη μηχανή στην ιστορία. Η πετομηχανή χρησιμοποιούσε σύστημα ατμοπροώθησης (Λάζος, 1993· Τσιάτσιος, 2018· Kotsanas, 2015).

- Καταπέλτης-Βαλλίστρα (περίπου 400 π.Χ.)

Ο τύραννος των Συρακουσών, Διονύσιος ο Πρεσβύτερος, χρηματοδότησε ομάδα μηχανικών και μαθηματικών, που σκοπό είχε την κατασκευή και βελτίωση οπλικών συστημάτων. Ο καταπέλτης, η βαλλίστρα και τα πλοία τριήρης και πεντήρης, αποτέλεσαν καρπό αυτής της προσπάθειας (Λάζος, 1993· Soedel & Foley, 1979).

- Κρυπτογραφικός δίσκος (300-400 π.Χ.)

Ο κρυπτογραφικός δίσκος ήταν ένα σύστημα που αποτελούταν από έναν διάτρητο μεταλλικό δίσκο και ένα κορδόνι. Σκοπός του ήταν η μετάδοση κρυπτογραφημένων μηνυμάτων, μετά από προσυεννόηση πομπού και δέκτη (Λάζος 1997· Kotsanas, 2015).

- Φρυκτωρίες (300-400 π.Χ.)

Πρόκειται για τοιχία, που ήταν κτισμένα σε υψώματα. Με βάση έναν κώδικα που αφορούσε την ανάρτηση αναμμένων πυρσών σε αυτά, προέκυπτε το εκπεμπόμενο, κάθε φορά γράμμα. Τα μηνύματα μεταδίδονταν νύχτα, όπου οι πυρσοί ήταν ορατοί σε απόσταση πολλών χιλιομέτρων (Λάζος 1997· Kotsanas, 2015· Uzunoglu, 2008).

- Υδραυλικός τηλέγραφος (350 π.Χ.)

Πρόκειται για ένα μηχανικό σύστημα με πλωτήρες, που επέτρεπε την επικοινωνία προσυμφωνημένων μηνυμάτων (Λάζος 1993· Λάζος 1997· Kotsanas, 2015).

- Εφευρέσεις του Αρχιμήδη (287-212 π.Χ.)

Ο Αρχιμήδης από τις Συρακούσες ήταν ένας από τους σπουδαιότερους επιστήμονες όλων των εποχών. Μερικές από τις κυριότερες εφευρέσεις του αποτελούν το ατμοτηλεβόλο, το υδραυλικό ρολόι, το οδόμετρο, η σιδερένια χείρα, η αρπάγη, τα ηλιακά κάτοπτρα, ο βαρούλκος και ο ατέρμων κοχλίας.

- Ατέρμονας κοχλίας

Πρόκειται για μια διάταξη, που μελετήθηκε και βελτιώθηκε από τον Αρχιμήδη. Ο κοχλίας είχε ως σκοπό την άντληση νερού και αποτελούταν από έναν σωλήνα και από έναν άξονα με περιελίξεις (Λάζος, 1993· Chondros, 2010· Kotsanas, 2015).

- Υδραυλικό ρολόι

Ένας πολύπλοκος μηχανισμός του Αρχιμήδη ήταν και το υδραυλικό ρολόι. Το ρολόι τροφοδοτούταν από μια συνεχόμενη παροχή νερού και έδειχνε την ώρα ημέρα και νύχτα (Λάζος, 1993· Kotsanas, 2015).

- Σιδηρά χείρα

Μια πολεμική εφεύρεση του Αρχιμήδη ήταν η σιδηρά χείρα. Αποτελούνταν από μια μεγάλη δοκό με άρθρωση, αρπάγη, σχοινί, αντίβαρο και περιστρεφόμενο στύλο. Η μηχανή ήταν τοποθετημένη πάνω στα τείχη. Όταν κάποιο εχθρικό πλοίο πλησίαζε, η φρουρά των τειχών ενεργοποιούσε τη μηχανή. Αυτή έπιανε το πλοίο, σήκωνε ένα μέρος του από τη θάλασσα και το καταπόντιζε (Kotsanas, 2015· Rorres & Harris, 2001).

- Λιθοβόλος γερανός

Παρόμοια πολεμική εφεύρεση με τη σιδηρά χείρα, αποτελεί και ο λιθοβόλος γερανός. Το σύστημα αποτελούνταν από μια δοκό με σχοινί, αντίβαρο, περιστρεφόμενο άξονα και χειρομοχλούς. Στο μπροστινό μέρος της δοκού αναρτιόταν μεγάλος βράχος. Όταν το εχθρικό πλοίο πλησίαζε τα τείχη των Συρακουσών, η φρουρά του τείχους είχε ως στόχο να κατευθύνει τη δοκό, ώστε αυτή να βρεθεί πάνω του. Με την κατάλληλη τοποθέτηση της δοκού απελευθερώνονταν ο βράχος και κτυπούσε το πλοίο (Kotsanas, 2015).

- Ατμοτηλεβόλο

Πρόκειται για ένα κανόνι, που εκτόξευε πέτρινες μπάλες με τη βοήθεια του ατμού (Kotsanas, 2015· Simms, 1987).

- Εφευρέσεις του Κτησίβιου (285-222 π.Χ.)

Ο Κτησίβιος θεωρείται ο ιδρυτής της σχολής της Αλεξάνδρειας, η οποία είχε ως σκοπό την εκπαίδευση μηχανικών και μαθηματικών. Εξειδικεύτηκε ιδιαίτερα στις πνευματικές μηχανές και επινόησε αρκετές. Ενδεικτικές εφευρέσεις του αποτελούν η καταθλιπτική αντλία, η αυτόματη οινόχρη, το υδραυλικό ρολόι και το υδραυλικό μουσικό όργανο (Λάζος, 1993· Kotsanas, 2015· Petrovic, 2012). Το υδραυλικό ρολόι αποτελεί μια πολύπλοκη διάταξη, η οποία λειτουργούσε χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και μπορούσε να δείχνει την ώρα, όλες τις μέρες του χρόνου.

- Εφευρέσεις του Φίλωνα του Βυζαντίου (260-180 π.Χ.)

Ο Φίλωνας ήταν μηχανικός της σχολής της Αλεξάνδρειας, με πολυδιάστατο έργο που αφορούσε το σύνολο των τομέων μηχανικής της εποχής. Ενδεικτικές εφευρέσεις του αποτελούν τα αυτόματα (για παράδειγμα, η θεραπεία, η οινόχρη και ο αυτόματος κρατήρας) (Λάζος, 1993· Kotsanas, 2015· Valavanis et al., 2007).

- Αυτόματο πουλιών και κουκουβάγιας

Το αυτόματο των πουλιών και της κουκουβάγιας ήταν μια εφεύρεση υδραυλικής μηχανικής που στόχευε στον εντυπωσιασμό του θεατή. Ο μηχανισμός αποτελούνταν από μια κρήνη, πουλιά και μια κουκουβάγια. Όταν η κουκουβάγια γύριζε προς το μέρος των πουλιών, τότε σταματούσαν το κελάϊδισμα (Kotsanas, 2015).

- **Θεραπενίς**

Η θεραπενίς ήταν ένα αρχαίο «ρομπότ», μια υδραυλική διάταξη με μορφή ανθρώπου. Αποστολή της ήταν να γεμίζει ένα κύπελλο που τοποθετούταν στο ένα της χέρι, με κρασί και νερό (Korres, 2019· Kotsanas, 2015).

- *Πολυβόλος καταπέλτης (300-200 π.Χ.)*

Πρόκειται για την πρώτη εφαρμογή της επίπεδης αλυσοκίνησης στον κόσμο. Ο καταπέλτης είχε τη δυνατότητα να εκτοξεύει βέλη, χωρίς να απαιτείται επαναγέμιση (Kotsanas, 2015).

- **Μηχανισμός των Αντικυθήρων (80 π.Χ.)**

Ίσως η πολυπλοκότερη μηχανική διάταξη της αρχαιότητας. Αποτελείτο από 27 γρανάζια διαφόρων μεγεθών και οδοντώσεων. Η διάταξη είχε σκοπό τη υπόδειξη της ακριβούς θέσης των ουράνιων σωμάτων (Λάζος, 1993,1995,2005· De Solla Price, 1974· Freeth & Jones· Kotsanas, 2015· Wright, 2007).

- **Εφευρέσεις του Ήρωνα του Αλεξανδρινού (100 μ.Χ.)**

Πρόκειται για έναν πολύ σημαντικό μηχανικό και μαθηματικό της περιόδου του. Το έργο του *Πνευματικά* είναι μεγάλου ενδιαφέροντος και περιγράφει πολλές εφευρέσεις. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η ανακάλυψη της ατμοκίνησης (Kotsanas, 2015).

- **Αιολόσφαιρα**

Πρόκειται για μια κοίλη σφαίρα που περιστρεφόταν, καθώς ο ατμός του λέβητα εξερχόταν από τις εξαμίσεις. Κανείς δεν μπορεί να προβλέψει την τεχνολογική εξέλιξη, εάν αυτή η εφεύρεση χρησιμοποιούταν για πρακτικούς σκοπούς (Λάζος, 1993· Keyser, 1992· Kotsanas, 2015· Woodcroft, 1851).

- **Μαγική κρήνη**

Άλλη μια εφεύρεση που αποσκοπούσε στον εντυπωσιασμό του θεατή. Η μαγική κρήνη εκτόξευε το νερό με φαινομενικά υπερφυσικό τρόπο. Στην πραγματικότητα, η εκτόξευση του νερού πραγματοποιούταν λόγω της ύπαρξης αέρα στο εσωτερικό της κρήνης (Kotsanas, 2015· Woodcroft, 1851).

- **Αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη**

Πρόκειται για τον αυτόματο πωλητή της αρχαιότητας. Σκοπός του ήταν η προμήθεια αγιασμού στους πιστούς, μετά την είσπραξη χρηματικού αντιτίμου, υπό τη μορφή κέρματος (Kotsanas, 2015· Woodcroft, 1851).

- *Αιωρούμενη σφαίρα*

Πρόκειται για μια συσκευή που παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με την αιολόσφαιρα. Σκοπός της ήταν η αιώρηση μιας κούφιας σφαίρας προς εντυπωσιασμό του θεατή. Για να επιτευχθεί η αιώρηση, χρησιμοποιούταν ατμός από τον λέβητα της μηχανής.

- Αυτόματο άνοιγμα των θυρών του ναού μετά από θυσία

Όταν άναβε η θυσία στον βωμό του ναού, μέσω μιας πολύπλοκης πνευματικής και μηχανικής διάταξης, άνοιγαν αυτόματα οι θύρες του ναού. Μόλις έσβηνε η φωτιά του θυσιαστηρίου και κρύωνε το σύστημα, ξαναέκλειναν αυτόματα (Kotsanas, 2015· Woodcroft, 1851).

- Αυτόματο θέατρο

Πρόκειται για μια πολύπλοκη διάταξη, που περιλάμβανε κινούμενες εικόνες και ήχους. Θα μπορούσε να λεχθεί ότι πρόκειται για έναν αρχαίο «μηχανικό κινηματογράφο» (Kotsanas, 2015· Reilly, 2013).

Κριτήρια επιλογής των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων

Μετά τη μελέτη των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων και την επίσκεψη στα μουσεία αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας (μουσείο Κώστα Κοτσανά, μουσείο Ηρακλειδών), έγινε η επιλογή των οκτώ αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων.

Η επιλογή αυτή δεν έγινε αυθαίρετα, καθώς οι εφευρέσεις έπρεπε να συνδυάζουν ένα σύνολο χαρακτηριστικών. Η επιλογή των εφευρέσεων και γενικότερα το σύνολο της διαδικασίας παραγωγής των λογισμικών πραγματοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η έρευνα που θα ακολουθούσε, η οποία και στηρίχθηκε στη μεθοδολογική προσέγγιση της εντός υποκειμένων διαδικασίας. Με βάση αυτή την προσέγγιση, το σύνολο των συμμετεχόντων της έρευνας, έπρεπε να διαδράσει και με τα δύο λογισμικά (ΕπΕΠ και ΠΕΕΠ). Για τον λόγο αυτό, τα δύο λογισμικά έπρεπε να είναι γνωστικά ισοδύναμα. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος δεν δημιουργήθηκε ο μηχανισμός των Αντικυθήρων, καθώς είναι μια εφεύρεση που λόγω πολυπλοκότητας, δεν θα μπορούσε να έχει το ισοδύναμό της. Επομένως, εάν δημιουργούταν στα πλαίσια της ΠΕΕΠ, δεν θα μπορούσε να δημιουργηθεί κάποια άλλη εφεύρεση, έστω και κατά προσέγγιση ισοδύναμη, στην ΕπΕΠ. Θα μπορούσε να λεχθεί ότι ο υπολογιστής των Αντικυθήρων αποτελεί μια μοναδική κατηγορία.

Ένα άλλο κριτήριο επιλογής των εφευρέσεων ήταν η πρωτοτυπία. Επιδιώχθηκε οι εφευρέσεις να μην έχουν υλοποιηθεί στα πλαίσια εφαρμογής ΕΠ. Έτσι, πραγματοποιήθηκε μια παράλληλη έρευνα, ώστε να διαπιστωθεί ποιες αρχαίες ελληνικές εφευρέσεις έχουν δημιουργηθεί σε ΕΠ. Εντοπίστηκαν μια αρχαία ελληνική εφεύρεση που αφορούσε ΕΠ: ο μηχανισμός των Αντικυθήρων (Anastasovitis et al., 2017).

Βασικό ρόλο στην επιλογή των εφευρέσεων έπαιξε επίσης η αξιοποίηση των δυνατοτήτων της ΕΠ. Με βάση αυτό το σκεπτικό, έπρεπε οι εφευρέσεις να αξιοποιούν τις εποπτικές και διαδραστικές δυνατότητες της ΕΠ (όπως σχεδιοκίνηση πραγματικού χρόνου και αντικείμενα με τα οποία ο χρήστης θα μπορούσε να αλληλεπιδράσει). Θα ήταν πολύ πιο εύκολο, για παράδειγμα, να δημιουργηθούν δομικές κατασκευές, όπως ο μυκηναϊκός θολωτός τάφος. Οι κατασκευές αυτές δεν περιλαμβάνουν κινούμενα μέρη, δεν χρειάζονται σύνθετη σχεδιοκίνηση, ούτε λεπτομερή σχεδίαση με δεκάδες μηχανικά μέρη, περιελίξεις και αποπεριελίξεις σχοινιών. Μάλιστα, επιστήμονες, όπως ο Τάσιος, έχουν ασχοληθεί ιδιαίτερα με τις δομικές εφευρέσεις (Tasios, 2007). Μια τέτοια κατεύθυνση απορρίφθηκε, διότι τα λογισμικά δεν θα αξιοποιούσαν στον μέγιστο δυνατό βαθμό τις δυνατότητες των προγραμμάτων ανάπτυξης (όπως, Blender, Unity, Visual Studio Code). Οι εφευρέσεις που

δημιουργήθηκαν, όπως θα φανεί και από την περιγραφή τους, εξάντλησαν τις δυνατότητες του υπάρχοντος υλικού και λογισμικού.

Τέλος, επιχειρήθηκε τα λογισμικά να περιλαμβάνουν, όσο το δυνατόν, αντιπροσωπευτικότερο μέρος των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων. Αυτός είναι και ο λόγος που δημιουργήθηκαν συνολικά οκτώ εφευρέσεις. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, οι εφευρέσεις, για λόγους γνωστικής ισοδυναμίας των λογισμικών, θα έπρεπε να έχουν παρόμοια χρήση. Δηλαδή, ορίστηκε κάθε εφεύρεση στην ΠΕΕΠ να αντιστοιχεί σε μια εφεύρεση της ΕπΕΠ με παρόμοια χρήση, ώστε τα δύο λογισμικά να μην προσομοιάζουν διαφορετικές κατηγορίες χρήσης (για παράδειγμα, το ένα λογισμικό πολεμικές εφευρέσεις και το άλλο τηλεπικοινωνιακές). Επομένως, μετά από μελέτη της βιβλιογραφίας και με βάση τα παραπάνω κριτήρια, ορίστηκαν τέσσερις κατηγορίες χρήσης των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων:

- Εφευρέσεις επίδειξης: Οι εφευρέσεις αυτές δεν είχαν κάποιον πρακτικό σκοπό και χρησιμοποιούνταν για τον εντυπωσιασμό του θεατή. Παραδείγματα τέτοιων εφευρέσεων αποτελούν η αιολόσφαιρα, η αιωρούμενη σφαίρα, η ιπτάμενη περιστέρα και ο μαγικός χορός.
- Πολεμικές εφευρέσεις: Οι πολεμικές εφευρέσεις χρησιμοποιούνταν στις πολεμικές επιχειρήσεις. Παραδείγματα πολεμικών εφευρέσεων είναι το φλογοβόλο των Βοιωτών, το ατμοτηλεβόλο του Αρχιμήδη, ο πολυβόλος καταπέλτης, ο παλίτονος καταπέλτης, ο αιωρούμενος κριός και το τρύπανον του Διάδη.
- Τηλεπικοινωνιακές εφευρέσεις: Πρόκειται για τις εφευρέσεις που σκοπό είχαν τη μετάδοση μηνυμάτων, όπως οι φρυκτωρίες, ο υδραυλικός τηλεγράφος, ο κρυπτογραφικός δίσκος, η κρυπτεία και ο ακουστικός τηλεγράφος,
- Εφευρέσεις αυτοματισμού: Οι εφευρέσεις αυτοματισμού περιείχαν κινούμενα μέρη και επιτελούσαν αυτόματες λειτουργίες. Τέτοιες εφευρέσεις ήταν το αυτόματο άνοιγμα των θυρών του ναού, το αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη, ο ηχητικός συναγερμός και η θεραπευαίνις.

Μετά τον ορισμό των τεσσάρων κατηγοριών χρήσης των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων, σταθμίζοντας όλα τα προαναφερόμενα κριτήρια επιλέχθηκαν οι οκτώ αρχαίες ελληνικές εφευρέσεις: η αιολόσφαιρα, η αιωρούμενη σφαίρα, το φλογοβόλο, το ατμοτηλεβόλο, οι φρυκτωρίες, ο υδραυλικός τηλεγράφος, το αυτόματο άνοιγμα των θυρών ενός ναού και το αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη. Οι εφευρέσεις παρουσιάζονται ανά κατηγορία χρήσης, στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Οι επιλεγθέντες εφευρέσεις, ανά κατηγορία χρήσης

	Εφευρέσεις επίδειξης	Πολεμικές εφευρέσεις	Τηλεπικοινωνιακές εφευρέσεις	Εφευρέσεις αυτοματισμού
Λογισμικό ΠΕΕΠ	Αιολόσφαιρα	Φλογοβόλο	Φρυκτωρίες	Αυτόματο άνοιγμα θυρών
Λογισμικό ΕπΕΠ	Αιωρούμενη σφαίρα	Ατμοτηλεβόλο	Υδραυλικός τηλεγράφος	Αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη

Δημιουργία των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων

Λογισμικό ΠΕΕΠ

- Η αιολόσφαιρα

Η αιολόσφαιρα του Ήρωνα του Αλεξανδρινού ήταν η πρώτη εφεύρεση που δημιουργήθηκε. Όπως προαναφέρθηκε, με βάση τα κριτήρια επιλογής έπρεπε να εμφανίζεται η λειτουργία της μηχανής και να είναι αλληλεπιδραστική. Η λειτουργία της εφεύρεσης ήταν η εξής: Ο χρήστης, μέσω των χειριστηρίων του συστήματος Oculus Quest, έπιανε τον πυρσό και τον τοποθετούσε στη βάση της εφεύρεσης, όπου είχαν τοποθετηθεί καυσόξυλα. Με την τοποθέτηση του πυρσού στον χώρο καύσης, μέσω ειδικού προγράμματος (script), άρχιζε η σχεδιοκίνηση. Η σχεδιοκίνηση περιλάμβανε τη δημιουργία μεγενθυμένης φλόγας, την εξαγωγή καπνού από τις εξατμίσεις του ρότορα και την εκκίνηση της περιστροφής του ρότορα με επιτάχυνση. Όταν ο ρότορας έφτανε στη μέγιστη ταχύτητα, ελαττωνόταν σταδιακά η φωτιά, μέχρι να σβήσει. Ο ρότορας συνέχιζε να περιστρέφεται και μετά το σβήσιμο της φωτιάς, βγάζοντας ατμό από τις εξατμίσεις. Ωστόσο, η ταχύτητα περιστροφής επιβραδυνόταν και ο εξερχόμενος ατμός από τις εξατμίσεις ελαττωνόταν, μέχρι αυτή να σταματήσει ακριβώς στην αρχική της θέση. Η σχεδιοκίνηση πραγματικού χρόνου συνοδευόταν ηχητικά εφέ, όπως ήχος φωτιάς, εξερχόμενος ατμός κ.α. Από την παραπάνω περιγραφή φαίνεται ότι η λειτουργία της εφεύρεσης ικανοποιούσε τα κριτήρια επιλογής, καθώς περιείχε κινούμενα μηχανικά μέρη, τα οποία είχαν σχεδιαστεί με ρεαλιστικά τρισδιάστατα γραφικά και μεταλλικές υφές. Επιπρόσθετα, η σχεδιοκίνηση πραγματικού χρόνου, εκτός από κίνηση περιείχε και animation σωματιδίων (particle animation). Ακόμα, η εκκίνηση της λειτουργίας της εφεύρεσης γινόταν απτικά-αλληλεπιδραστικά από τον χρήστη. Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της χρησιμοποίησης ειδικής χρονοσυνάρτησης σε γλώσσα C#, ο χρήστης είχε τη δυνατότητα να εκκινήσει τη σχεδιοκίνηση επαναλαμβανόμενα, προκειμένου να το ξαναδεί, από άλλη οπτική γωνία. Στιγμιότυπα από την εποπτική λειτουργία της εφεύρεσης φαίνονται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1. Η αιολόσφαιρα

- Το φλογοβόλο των Βοιωτών

Όπως και η προηγούμενη εφεύρεση, έτσι και το φλογοβόλο των Βοιωτών πληρούσε τα κριτήρια επιλογής. Περιλάμβανε δεκάδες συσχετιζόμενα μηχανικά μέρη, σχεδιασμένα με ρεαλιστικές υφές ξύλου, δέρματος και μετάλλου. Επίσης, περιλάμβανε κινούμενα μέρη, το σύστημα του φυσητήρα. Η λειτουργία της εφεύρεσης ήταν η εξής: Στο καζάνι της του φλογοβόλου έκαιγε σιγανή φωτιά. Ο χρήστης έπιανε, μέσω των χειριστηρίων, τον μοχλό του φυσητήρα. Μόλις τραβούσε τον μοχλό, ο φυσητήρας συστελλόταν και έβγαине μεγάλη φλόγα, από το καζάνι της μηχανής. Η λειτουργία του φλογοβόλου μπορούσε να γίνει επαναλαμβανόμενα, με χρήση ειδικής χρονοσυνάρτησης που έλεγχε τη λειτουργία της εφεύρεσης. Η σχεδιοκίνηση περιείχε επίσης δυνατό ήχο φωτιάς κατά την εξαγωγή της. Από την περιγραφή φαίνεται ότι η λειτουργία της εφεύρεσης αξιοποιούσε τις δυνατότητες των λογισμικών ανάπτυξης, καθώς περιλάμβανε εποπτική σχεδίαση μηχανικών μερών, κινούμενα μηχανικά μέρη, σχεδιοκίνηση πραγματικού χρόνου και απτική αλληλεπίδραση του χρήστη.

- Οι φρουκτωρίες

Η συγκεκριμένη τηλεπικοινωνιακή εφεύρεση ήταν εξαιρετικά αλληλεπιδραστική. Σε αυτήν (όπως και στην αντίστοιχη τηλεπικοινωνιακή εφεύρεση της ΕπΕΠ, που παρουσιάζεται πιο κάτω), ο χρήστης δεν έθετε σε λειτουργία απλώς την εφεύρεση, αλλά μπορούσε να αλληλεπιδρά δυναμικά, αλλάζοντας το κάθε φορά εκπεμπόμενο γράμμα. Ο χρήστης τοποθετούσε τους πυρσούς στις πάνω θέσεις των τοιχίων, ακολουθώντας το υπόδειγμα σχηματισμού γραμμάτων, που ήταν τοποθετημένο κοντά. Ανάλογα με τη θέση και τον αριθμό των πυρσών στα τοιχία προέκυπτε και το εκπεμπόμενο γράμμα. Μάλιστα, για να υπάρξει περισσότερη αλληλεπίδραση, το λογισμικό πρόβαλλε ανάμεσα στα τοιχία και το εκπεμπόμενο γράμμα. Για να επιτευχθεί αυτό, έγινε συγγραφή σειράς scripts σε C#. Επιπρόσθετα, εκτός από τη σχεδίαση των τοιχίων και των βάσεων των πυρσών, το σύστημα των φρουκτωριών περιλάμβανε και τη σχεδίαση διόπτρας. Όπως φαίνεται από την παραπάνω περιγραφή, η εφεύρεση πληρούσε τα κριτήρια επιλογής, καθώς περιλάμβανε ρεαλιστική σχεδίαση, εποπτικές δυνατότητες και εξαιρετικά αυξημένο βαθμό αλληλεπίδρασης.

- Ο αυτοματισμός των θυρών ενός ναού

Πρόκειται για μια αρκετά σύνθετη μηχανική εφεύρεση, τόσο κατά τη σχεδίασή της στο λογισμικό σχεδίασης τρισδιάστατων μοντέλων Blender, όσο και κατά τη δημιουργία των σχεδιοκινήσεων στο λογισμικό δημιουργίας ηλεκτρονικών παιχνιδιών Unity. Η λειτουργία της εφεύρεσης ήταν η εξής: Ο χρήστης έπιανε έναν πυρσό, από τις βάσεις στον τοίχο του ναού και έβαζε φωτιά στο θυσιαστήριο. Με την πυροδότηση του θυσιαστηρίου εκκινούσε η σχεδιοκίνηση. Για να είναι δυνατή η παρακολούθηση του αυτοματισμού, το δάπεδο του ναού και το κλιμακοστάσιο γίνονταν διαφανή, καθ' όλη τη διάρκεια της σχεδιοκίνησης πραγματικού χρόνου. Δηλαδή, ο χρήστης μπορούσε, υπό οποιαδήποτε γωνία να παρακολουθήσει τις κινήσεις των μηχανικών μερών στο υπόγειο. Ο αυτοματισμός περιλάμβανε συντονισμένες κινήσεις πολλών μηχανικών μερών, αλλαγή στάθμης νερού σε δοχεία, περιελίξεις και αποπεριελίξεις σχοινιών και κίνηση αντιβάρους. Μάλιστα, για να είναι ακόμα περισσότερο εποπτική η λειτουργία της εφεύρεσης, χρησιμοποιήθηκαν διαφανείς υφές στα δοχεία, ώστε να φαίνονται οι αντιστρόφως ανάλογες μετατοπίσεις της στάθμης των υγρών τους. Επίσης, για να επιτευχθούν οι περιελίξεις και οι αποπεριελίξεις των σχοινιών χρησιμοποιήθηκε ειδικό πρόσθετο του Unity, το FILO, με το οποίο δημιουργούνται τέτοια λειτουργικά μηχανικά συστήματα. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν ρεαλιστικές μεταλλικές υφές σίδηρου, χαλκού, πέτρας και ξύλου

και δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην υψηλή αντίθεση των υφών των μεταλλικών μερών με το φόντο, ώστε να είναι ευδιάκριτες οι κινήσεις των μερών. Όπως και σε προηγούμενες εφευρέσεις, στη σχεδιοκίνηση ενσωματώθηκαν ηχητικά εφέ, που το καθιστούσαν περισσότερο ρεαλιστικό και προστέθηκε ειδική χρονοσυνάρτηση στο script της εφεύρεσης. Από την περιγραφή της λειτουργίας της εφεύρεσης προκύπτει ότι πληρούσε τα κριτήρια επιλογής.

Λογισμικό ΕπΕΠ

- Η αιωρούμενη σφαίρα

Πρόκειται για μια αρκετά όμοια εφεύρεση με την αιολόσφαιρα. Ο χρήστης πυροδοτούσε με κλικ από το ποντίκι τα ξύλα, στη βάση της μηχανής. Μόλις γινόταν η πυροδότηση, η φωτιά σταδιακά μεγάλωνε, συνοδευόμενη από το αντίστοιχο ηχητικό εφέ. Με την κορύφωση της φωτιάς, η κούφια σφαίρα στην κορυφή της εφεύρεσης άρχιζε να αιωρείται με τον ατμό να εξέρχεται από την εξάτμιση. Μάλιστα, για να είναι περισσότερο ρεαλιστική η κίνηση της κούφιας σφαίρας, έκανε μικρές αναπηδήσεις. Μετά την πάροδο χρονικού διαστήματος, η φωτιά άρχιζε να αδυνατίζει και τελικά έσβηνε. Και μετά την πάροδο της φωτιάς συνέχιζε να εξέρχεται συνεχώς μειούμενος ατμός από την εξάτμιση, κάνοντας τη σφαίρα να αιωρείται, μέχρι αυτή να προσγειωθεί ξανά στην κορυφή της μηχανής. Με την προσθήκη ειδικής χρονοσυνάρτησης στο script, ο χρήστης είχε τη δυνατότητα να εκκινήσει όσες φορές θέλει τη σχεδιοκίνηση. Χρησιμοποιήθηκαν ρεαλιστικές μεταλλικές υφές και υφές ξύλου, ώστε να επιτευχθεί το τελικό αποτέλεσμα.

- Το ατμοτηλεβόλο

Το ατμοτηλεβόλο του Αρχιμήδη ήταν η πολεμική εφεύρεση της ΕπΕΠ. Πρόκειται για μια εφεύρεση με δεκάδες μέρη: Κάννη, μεταλλικός λέβητας, βάση, κώνος εισαγωγής νερού, σωλήνες, βάνια εισαγωγής, βάνια λέβητα, σανίδα συγκράτησης, πέτρινο βλήμα, δοκός συγκράτησης, ήλοι σύνδεσης, καυσόξυλα. Όλα τα μέρη σχεδιάστηκαν στο λογισμικό Blender. Χρησιμοποιήθηκαν ρεαλιστικές υφές και παραμετροποιήθηκαν χαρακτηριστικά τους, ώστε φαίνονται περισσότερο ρεαλιστικές. Η λειτουργία της εφεύρεσης ήταν η εξής: Κάτω από τον λέβητα της μηχανής έκαιγε φωτιά. Με κλικ του χρήστη πάνω στο ατμοτηλεβόλο, περιστρεφόταν η βάνια του λέβητα, συνοδευόμενη από ηχητικό εφέ. Ακουγόταν έκρηξη και εκτοξευόταν η λίθινη σφαίρα, σπάζοντας τη σανίδα συγκράτησης και εξφενδονίζοντας τη δοκό συγκράτησης. Μετά την έξοδο της σφαίρας, εξερχόταν ατμός από την κάννη για λίγα δευτερόλεπτα, πριν το ατμοτηλεβόλο ξαναεμφανιστεί στην αρχική του κατάσταση. Ο χρήστης είχε τη δυνατότητα να πυροδοτήσει το ατμοτηλεβόλο, όσες φορές επιθυμούσε. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η εφεύρεση πληρούσε τα προθεσπισμένα κριτήρια.

- Ο υδραυλικός τηλεγράφος

Όπως και η αντίστοιχη τηλεπικοινωνιακή εφεύρεση της ΠΕΕΠ, ο υδραυλικός τηλεγράφος ήταν μια εξαιρετικά αλληλεπιδραστική εφεύρεση. Ο χρήστης δεν εκκινούσε απλώς την εφεύρεση, αλλά μπορούσε και να παρεμβαίνει δυναμικά στη λειτουργία της, αλλάζοντας κάθε φορά το εκπεμπόμενο μήνυμα. Για να επιτευχθεί αυτού του είδους η αλληλεπίδραση, συγγράφηκε ειδικό script στο λογισμικό Visual Studio Code. Εκτός από τη συσκευή του πομπού, μόλις εκκινούσε η σχεδιοκίνηση πραγματικού χρόνου, εμφανιζόταν και η συσκευή του δέκτη, η οποία έκανε ακριβώς τις ίδιες

κινήσεις, ωστόσο είχε διάφανες υφές, έτσι ώστε ο χρήστης να είναι σε θέση να παρατηρεί το εσωτερικό της εφεύρεσης. Επίσης, η εφεύρεση χρησιμοποιούσε σχεδιοκίνηση σωματιδίων για τον έλεγχο του νερού και αποτελούνταν από πολλά μέρη. Η λειτουργία της εφεύρεσης ήταν η εξής: Όταν ο χρήστης έκανε κλικ πάνω στον υδραυλικό τηλεγράφο, γύριζε η βάνα και εξερχόταν νερό από αυτήν. Ο πλωτήρας μαζί με τη δοκό που έφερε τα προσυμφωνημένα μηνύματα άρχιζε να κινείται προς τα κάτω. Όταν ο χρήστης ξαναέκανε κλικ, τότε η βάνα έκλεινε και το σύστημα του πλωτήρα σταματούσε να κινείται. Εάν ο χρήστης δεν επέλεγε κάποιο μήνυμα και ο πλωτήρας έφτανε στο κατώτερο σημείο, η σχεδιοκίνηση ξαναεκκινούσε αυτόματα, μέχρι ο χρήστης να κάνει κλικ. Όπως προκύπτει από την περιγραφή, η εφεύρεση ήταν εξαιρετικά αλληλεπιδραστική, παρείχε αυξημένες δυνατότητες εποπτείας, ρεαλιστικά γραφικά και κινούμενα μηχανικά μέρη.

- Το αυτόματο σπονδείο

Το αυτόματο σπονδείο ήταν και η τελευταία, η όγδοη εφεύρεση που σχεδιάστηκε για τα λογισμικά. Και αυτό αποτελούνταν από πολλά μηχανικά μέρη. Ο χρήστης, όταν έκανε κλικ πάνω στο σπονδείο, εμφανιζόταν ένα νόμισμα πάνω από την εφεύρεση. Το νόμισμα έπεφτε εντός του σπονδείου, εξέτρεπε τον ζυγό ισορροπίας, με αποτέλεσμα το τράβηγμα της βαλβίδας και τη ρίψη αγιασμού στο ποτήρι. Μετά την άνοδο της βαλβίδας, ακολουθούσε η πτώση της, η φραγή του αγιασμού και η επαναφορά του συστήματος σε κατάσταση ισορροπίας. Ο χρήστης, όπως και στις υπόλοιπες εφευρέσεις, μπορούσε να επαναλειτουργήσει την εφεύρεση, όσες φορές επιθυμούσε, μέσω της ειδικής χρονοσυνάρτησης στο script. Αξίζει να σημειωθεί ότι χρησιμοποιήθηκαν ρεαλιστικές και εποπτικές υφές και χρωματισμοί, ώστε να διακρίνονται τα μηχανικά μέρη και οι κινήσεις τους. Το εξωτερικό δοχείο του σπονδείου, όπως και το εσωτερικό, παραμετροποιήθηκαν σε διαφανή (διαφάνεια μέσα σε διαφάνεια), ώστε να είναι δυνατή η θέαση των κινήσεων. Στιγμιότυπα από τη λειτουργία της εφεύρεσης, φαίνονται στην Εικόνα 2. Από την περιγραφή και την εικόνα προκύπτει σύγκλιση της εφεύρεσης, με τα κριτήρια επιλογής.



Εικόνα 2. Το αυτόματο σπονδείο

Συμπεράσματα

Για τη δημιουργία των λογισμικών καταβλήθηκε σημαντική προσπάθεια. Αυτό συνέβη εξαιτίας πολλών παραγόντων. Αρχικά, επειδή στα λογισμικά έπρεπε να περιλαμβάνουν λειτουργικές αρχαίες εφευρέσεις, τα μοντέλα τους, όπως είναι αναμενόμενο, δεν υπήρχαν έτοιμα σε κάποιο αποθετήριο. Αυτό σήμαινε ότι, εκτός από την τεχνογνωσία που έπρεπε να αποκτηθεί στο κυρίως λογισμικό κατασκευής εικονικών κόσμων (Unity), θα έπρεπε να αποκτηθεί και τεχνογνωσία σε λογισμικό σχεδιασμού τρισδιάστατων μοντέλων (Blender). Επίσης, στο Blender δημιουργήθηκαν και ειδικές αρθρώσεις στα δέρματα του φυσητήρα (Rigging) του φλογοβόλου, ώστε αυτά να κινούνται ρεαλιστικά. Συνήθως, αυτό το βήμα παραλείπεται σε πολλές εφαρμογές ΕΠ, διότι τα έτοιμα μοντέλα που διατίθενται στα αποθετήρια, διαθέτουν έτοιμο σκελετό.

Επιπρόσθετα, οι λειτουργίες των εφευρέσεων απέχουν κατά πολύ από τις λειτουργίες που απαντώνται σε άλλα τρισδιάστατα μοντέλα. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν οδηγοί που να περιγράφουν τη δυναμική λειτουργία εφευρέσεων όπως ο υδραυλικός τηλεγράφος και οι φρυκτωρίες. Ως αποτέλεσμα, η λειτουργία των εφευρέσεων βασίστηκε αποκλειστικά στη συγγραφή scripts σε γλώσσα C#. Η απόκτηση τεχνογνωσίας και ευχέρειας στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, έτσι ώστε να λύνονται αυθεντικά προβλήματα, ήταν μια αρκετά επίπονη διαδικασία.

Μια άλλη δυσκολία του εγχειρήματος ήταν η δημιουργία των εφευρέσεων ΠΕΕΠ. Γενικά επικρατεί η πεποίθηση, ότι η ανάπτυξη εφαρμογών είναι περίπου το ίδιο δύσκολη, είτε πρόκειται για ΠΕΕΠ, είτε για ΕΠΕΠ, όμως κάτι τέτοιο απέχει πολύ από την πραγματικότητα. Η ανάπτυξη των εφευρέσεων για το λογισμικό ΠΕΕΠ περιλάμβανε πολλές επιπρόσθετες δυσκολίες και σε πολλές περιπτώσεις εφευρέσεις που λειτουργούσαν πολύ καλά στον Η/Υ, παρουσίαζαν σοβαρά προβλήματα στο Oculus Quest. Ενδεικτικά, αξίζει να ότι λόγω περιορισμών στο υλικό του Oculus Quest, ο αριθμός των πολυγώνων είναι περιορισμένος. Η λεπτομερέστερη σχεδίαση των τρισδιάστατων μοντέλων απαιτεί και περισσότερα πολύγωνα. Κατά συνέπεια, η κάθε εφεύρεση έπρεπε να αποτελείται από όσο το δυνατόν μικρότερο αριθμό πολυγώνων, κάτι που είχε επίπτωση στην ποιότητά τους. Επίσης κάποιες από τις λειτουργίες του Unity δεν δουλεύουν στα πλαίσια της ΠΕΕΠ.

Μια πιθανή βελτίωση του λογισμικού ΕΠΕΠ θα ήταν η αναβάθμιση του σε ΠΕΕΠ, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να εμπιστευτεί περισσότερο στον εικονικό κόσμο και να μπορεί να αλληλεπιδράσει με τις αρχαίες εφευρέσεις απτικά.

Άλλη μια βελτίωση θα ήταν η ανάπτυξη των εφαρμογών, ώστε να εκτελούνταν σε υπολογιστή και το Oculus Quest απλά να πρόβαλε την εικόνα. Αυτή η διαδικασία είναι σχετικά εύκολη, διότι τα μοντέλα των εφευρέσεων είναι λεπτομερώς σχεδιασμένα. Θα μπορούσαν να κρατηθούν τα μοντέλα, μαζί με όλες τις προγραμματιστικές λειτουργίες και τα πληροφοριακά στοιχεία (αφήγηση, κείμενο, εκτεθειμένα μηχανικά μέρη) και να προστεθούν έτοιμα περιβάλλοντα μεγαλύτερου αριθμού πολυγώνων, έτσι ώστε συνολικά να βελτιωθεί η αισθητική των εφαρμογών.

Μια επέκταση των λογισμικών θα ήταν η δημιουργία και άλλων αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων, μιας και είναι αρκετές, όπως φάνηκε και σε προηγούμενη ενότητα. Ενδεικτικά, αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο στο έργο «Πνευματικά» του Ήρωνα του Αλεξανδρινού, περιγράφονται πάνω από 70 εφευρέσεις (Woodcroft, 1851).

Τέλος, ενδιαφέρουσα θα ήταν η δημιουργία και άλλων εφευρέσεων που κατέχουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της τεχνολογίας και της επιστήμης, όπως, για παράδειγμα, το αλεξικέραυνο του Βενιαμίν Φραγκλίνου ή και υλοποίηση σχεδίων μη λειτουργικών εφευρέσεων, όπως, για παράδειγμα, η αεροέλικα του Λεονάρντο Ντα Βίντσι.

Βιβλιογραφία

- Anastasovitis, E., Ververidis, D., Nikolopoulos, S., & Kompatsiaris, I. (2017, June). Digiart: Building new 3D cultural heritage worlds. In *2017 3DTV Conference: The True Vision-Capture, Transmission and Display of 3D Video (3DTV-CON)* (pp. 1-4). IEEE.
- Chondros, T. G. (2010). *Archimedes life works and machines. Mechanism and Machine Theory*, 45(11), 1766–1775. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2010.05.009>
- de Solla Price, D. (1974). Gears from the Greeks. The Antikythera mechanism: a calendar computer from ca. 80 π.Χ.. *Transactions of the American Philosophical Society*, 64(7), 1-70.
- Freeth, T., & Jones, A. (2012). The cosmos in the Antikythera mechanism. *ISAW Papers*. <http://doi.org/2333.1/xgxd26r7>
- Keyser, P. (1992). A new look at Heron's "Steam Engine". *Archive for History of Exact Sciences*, 44(2), 107-124.
- Korres, M. (2019). Philon's automatic servant A reconstruction with a description of S Economopoulos' air-valve mechanism. In *Hellenistic Alexandria: Celebrating 24 Centuries—Papers presented at the conference held on December 13–15 2017 at Acropolis Museum, Athens* (p. 239). Archaeopress Publishing Ltd.
- Kotsanas, K. (2015). *The inventions of the Ancient Greeks*. Pyrgos. Private Edition
- Petrovic, I. (2012). *Ktesibios of Alexandria. The Encyclopedia of Ancient History*. <https://doi.org/10.1002/9781444338386.wbeah09150>
- Reilly, K. (2013). *Theatre, Performance and Analogue Technology: Historical Interfaces and Intermedialities*. Springer.
- Rorres, C., & Harris, H. G. (2001). A formidable war machine: Construction and operation of Archimedes' iron hand. *Sympos. Extraordinary Machines Structures in Antiquity, August 19–24, 2001—Olympia, Greece*, 1-18.
- Simms, D. L. (1987). Archimedes and the Invention of Artillery and Gunpowder. *Technology and culture*, 28(1), 67-79.
- Soedel, W., & Foley, V. (1979). Ancient catapults. *Scientific American*, 240(3), 150-161.
- Uzunoglu, N. (2008). Theoretical Analysis of Telecommunication through "Friktries". In S.A. Paipetis, (Ed) *Science and Technology in Homeric Epics. History of Mechanism and Machine Science, vol 6* (pp. 223–229). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8784-4_15
- Valavanis, K. P., Vachtsevanos, G. J., & Antsaklis, P. J. (2007, July). Technology and autonomous mechanisms in the mediterranean: From ancient Greece to Byzantium. In *2007 European Control Conference (ECC)*, 263-270. IEEE. <https://doi.org/10.23919/ECC.2007.7068808>
- Woodcroft, B. (Ed.). (1851). *The Pneumatics of Hero of Alexandria: From the Original Greek*. Charles Whittingham.
- Wright, M. T. (2007). The Antikythera mechanism reconsidered. *Interdisciplinary Science Reviews*, 32(1), 27-43. <https://doi.org/10.1179/030801807X163670>

- Λάζος, Χ. (1993). *Μηχανική και τεχνολογία στην αρχαία Ελλάδα*. Αίολος.
- Λάζος, Χ. (1997). *Τηλεπικοινωνίες των Αρχαίων Ελλήνων*. Αίολος.
- Λάζος, Χ. (2005). *Μηχανική και τεχνολογία στο Βυζάντιο*. Αίολος.
- Τσιάτσιος, Σ. (2018). *Τοποθέτηση ιδιομεγεθών για έλεγχο μη επανδρωμένων ιπτάμενων οχημάτων* (Διδακτορική διατριβή).
- Φλωρίδης, Γ., & Σπυριδώνης, Ε. (1998). *Οι αντλήσεις των αρχαίων* (Πτυχιακή εργασία).
- Φωκίδης, Ε, Τσολακίδης Κ., &. (2011). *Η εικονική πραγματικότητα στην εκπαίδευση θεωρία και πράξη*. Εκδόσεις Διάδραση.