

EduSeismArtTec

Εκπαιδευτική Σεισμολογία
για το Σχολείο και την Κοινωνία:
Διεπιστημονική προσέγγιση
με καινοτόμες μεθόδους θεατρικής
αγωγής και ψηφιακών τεχνολογιών



Επιστημονική ομάδα

Ιωάννης Καλογεράς

Νικόλαος Μελής

Μαρία Ραγκούση

Χριστίνα Ζώνιου

Άννα Τσίχλη

Βαΐα Μαραγκού

Απόστολος Καστρίτσας

Δημήτρης Μετάφας

Άγγελος Χαριτόπουλος

Παναγιώτης Μοναχέλης

Ηλίας Φρέντζος

Μαρία Ζιαζιά

EduSeismArtTec

Εκπαιδευτική Σεισμολογία
για το Σχολείο και την Κοινωνία:

Διεπιστημονική προσέγγιση
με καινοτόμες μεθόδους θεατρικής
αγωγής και ψηφιακών τεχνολογιών

Περιεχόμενα

Αντί Προλόγου 4

1.

Συνοπτική περιγραφή του ερευνητικού έργου EduSeismArtTec 8

2.

Εκπαιδευτική Σεισμολογία και εποπτικά μέσα 22

3.

Σεισμολογία των Πολιτών 56

4.

Θέατρο-Ντοκουμέντο, Θέατρο
της Επινόησης και Εκπαιδευτική
Σεισμολογία: Παιδαγωγικές
εφαρμογές και επινόηση
της παράστασης *Beat the Quake!*

74

5.

Η Εκπαιδευτική Σεισμολογία μέσα
από μία ψηφιακή εφαρμογή Εικονικής
Πραγματικότητας Εμβύθισης με μορφή
παιχνιδιού: σχεδίαση, ανάπτυξη
και πιλοτική αξιολόγηση

120

6.

Η αξιοποίηση των τεχνολογιών
Ολογραφικής Προβολής και Εικονικής
Πραγματικότητας σε υβριδικό
θεατρικό δρώμενο, στο πλαίσιο
της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας

150

Αντί Προλόγου

Η έκδοση αυτού του βιβλίου πραγματοποιείται στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου “Εκπαιδευτική Σεισμολογία για το Σχολείο και την Κοινωνία: Διεπιστημονική Προσέγγιση με καινοτόμες μεθόδους θεατρικής αγωγής και ψηφιακών τεχνολογιών” με σύντομο τίτλο EduSeismArtTec. Το ερευνητικό έργο χρηματοδοτήθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της 1ης Προκήρυξης για την ενίσχυση μελών ΔΕΠ και Ερευνητών / Ερευνητριών και την Προμήθεια Εξοπλισμού Μεγάλης Αξίας.

Η πρόκληση που προτάχθηκε ακόμα και από την περίοδο της προετοιμασίας της πρότασης, αφορούσε την ώσμωση των μελών της επιστημονικής ομάδας, δεδομένου ότι προέρχονταν από διαφορετικούς γνωσιακούς χώρους, που σε πρώτη ανάγνωση ουδεμία σχέση είχαν με τη Σεισμολογία: οι σεισμολόγοι έπρεπε να επικοινωνήσουν με τους επιστήμονες της θεατροπαιδαγωγικής και τους επιστήμονες των σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών. Έτσι η επικοινωνία της Επιστήμης μετατράπηκε σε ένα προσωπικό στοίχημα. Η μεγαλύτερη έκπληξή μου όμως προήλθε από τους φοιτητές/τριες του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, οι οποίοι μετείχαν ως ηθοποιοί στην θεατρική παράσταση και παρομοίασαν τα σεισμικά κύματα με τα συναισθήματα

(αγάπη, μίσος, έρωτας, σύγκρουση). Και ήρθαν να συμπληρώσουν την άποψη, ότι η Γη είναι ένας ζωντανός οργανισμός: που στο πέρασμα του γεωλογικού χρόνου αλλάζει μορφή· που οι γεωλογικά νεώτερες περιοχές της είναι πιο ενεργές σεισμικά, πιο δραστήριες από τις αρχαιότερες περιοχές· που η αναπαράσταση του εσωτερικού της Γης το 1664 από τον Kircher μοιάζει με την εικόνα του 2022 του ιού SARS-CoV-2 από ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο· που η καταγραφή του εδαφικού θορύβου από ένα σειсмоγραφικό όργανο μοιάζει με την καταγραφή της κολπικής μαρμαρυγής μιας ανθρώπινης καρδιάς· και τέλος, που οι αρχαίοι λαοί το σεισμό τον παρομοίαζαν με μια θεότητα ή με ένα θηριώδες ζώο, που άλλαζε συμπεριφορά ανάλογα με τις ανθρώπινες ενέργειες και το οποίο έπρεπε

να εξευμενίσουν με κάποιο τρόπο (με θυσία, με προσφορά, με αλλαγή συμπεριφοράς). Με τον ίδιο τρόπο οι σύγχρονες κοινωνίες, οι οποίες επεκτείνουν τις δραστηριότητές τους προς σεισμικά πιο ενεργές περιοχές, θα πρέπει να κατανοήσουν ότι η μείωση των συνεπειών των σεισμών εκκινεί από την κατανόηση του φυσικού φαινομένου και την κατανόηση της τήρησης των οδηγιών τόσο πριν, όσο και κατά τη διάρκεια, αλλά και μετά το φυσικό φαινόμενο. Όπως όλα τα φυσικά φαινόμενα όταν αποκτήσουν έντονα χαρακτηριστικά, έτσι και ο σεισμός δεν μπορεί να πτηθεί. Υπάρχουν όμως τρόποι άμυνας προς την κατεύθυνση μείωσης των συνεπειών του.

Από τη θέση του Επιστημονικού Υπεύθυνου του ερευνητικού προγράμματος, αισθάνομαι την ανάγκη να απευθύνω θερμές ευχαριστίες προς όλους τους συντελεστές, που με οποιοδήποτε τρόπο βοήθησαν στην υλοποίησή του. Στους συνεργάτες από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών Δρα Νικόλαο Μελή (σεισμολόγο - Διευθυντή Ερευνών και αναπληρωτή Επιστημονικό Υπεύθυνο) και στην κυρία Μαρία Ζιαζιά (σεισμολόγο). Στις συνεργάτιδες από το Τμήμα Θεατρικών Σπουδών της Σχολής Καλών Τεχνών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου Δρα Χριστίνα Ζώνιου και Δρα Άννα Τσίχλη (μέλη του Ειδικού Διδακτικού Προσωπικού). Στους συνεργάτες από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής Καθηγήτρια Μαρία

Ραγκούση, Επίκουρο καθηγήτη Δημήτρη Μετάφα, και τους κυρίους Άγγελο Χαριτόπουλο και Παναγιώτη Μοναχέλη (μέλη του Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού). Στην κυρία Βαϊα Μαραγκού υποψήφια διδάκτορα (ψηφιακό παιχνίδι - εικονική πραγματικότητα). Στους εξωτερικούς συνεργάτες Δρα Ηλία Φρέντζο (γεωπληροφορικός) και κύριο Απόστολο Καστρίτση (πληροφορικός). Στις φοιτήτριες και στους φοιτητές του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου που επινόησαν και μετείχαν ως ηθοποιοί στη θεατρική παράσταση *Beat the Quake!* Μαρία Γαλινού, Χρήστο Ζαραϊδώνη, Σωτηρία Ιγγλέζου, Ελένη Κοτζαμάνη, Θαλασσινή Μπιτσάνσκι - Γκουλιαμάκη, Αλέξανδρο Παπαθεοδώρου, Σοφία Σιμοπούλου, Δέσποινα Φραγκουλίδου και Jon Ander Ribote. Στον Dr. Pablo Berzal Cruz (σύμβουλος θεατρικής παράστασης), στις μεταπτυχιακές φοιτήτριες του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών Θέκλα Γουναρίδη (επιμέλεια κίνησης) και Ζωή Δρακοπούλου (ενισχυτική διδασκαλία) και στον κύριο Άγγελο Γουναρά (υπεύθυνο σχεδιασμού φωτισμών). Στη φοιτήτρια του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών Μαριωάνα Κατσούλη (επιμέλεια γραφικού εξωφύλλου). Τέλος, στο προσωπικό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ως φορέα υποδοχής) αλλά και στο ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για τη χρηματοδότηση του ερευνητικού έργου.

Δρ. Ιωάννης Καλογεράς

Διευθυντής Ερευνών
και Επιστημονικός Υπεύθυνος

Συνοπτική περιγραφή του ερευνητικού έργου EduSeismArtTec

Ι. Καλογεράς, Ν. Σ. Μελής,

Ηλ. Φρέντζος, Μ. Ζιαζιά

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών,

Γεωδυναμικό Ινστιτούτο

Μ. Ραγκούση, Δ. Μετάφας, Π. Μοναχέλης,

Α. Χαριτόπουλος, Β. Μαραγκού, Α. Καστρίτσας

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολή Μηχανικών,

Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών

Χρ. Ζώνιου, Α. Τσίχλη

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Σχολή Καλών Τεχνών,

Τμήμα Θεατρικών Σπουδών

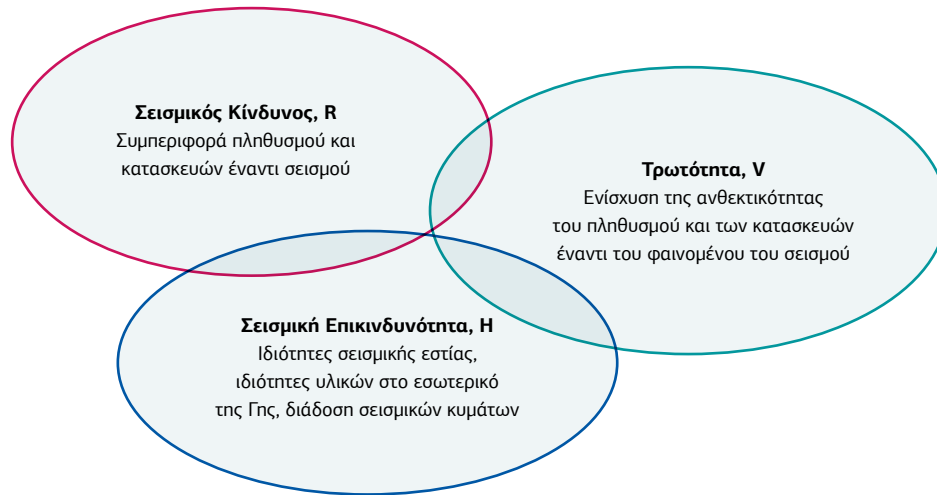
1.1 Εισαγωγή

Ο χώρος της Ανατολικής Μεσογείου χαρακτηρίζεται από υψηλή σεισμικότητα με επιπτώσεις στις κάθε είδους ανθρώπινες δραστηριότητες και κατασκευές. Η μείωση των οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων των σεισμών προϋποθέτει την ανάπτυξη της σεισμολογικής έρευνας, την εκπαίδευση του πληθυσμού και τη βελτίωση της απόκρισης της Πολιτείας. Όπως φαίνεται στην εικόνα 1.1, οι τρεις αυτοί τομείς είναι συνδεδεμένοι και με δεδομένο ότι η επέμβαση για τη μείωση της σεισμικής επικινδυνότητας ως φυσικού φαινομένου δεν είναι δυνατή, η μείωση των επιπτώσεων αναφέρεται στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας του συστήματος πληθυσμός - κατασκευές.

Στο πλαίσιο αυτό, οι σεισμολογικοί φορείς της χώρας μέσω της εμπειρίας τους στην καταγραφή, επεξεργασία, και αξιολόγηση των παραμέτρων του καταστροφικού φαινομένου, έχουν ενεργή συμμετοχή στην ευαισθητοποίηση του πληθυσμού και την εκλαϊκευση εννοιών που κάνουν κατανοητό το καταστροφικό αυτό φαινόμενο σε ευρύτερες ομάδες πληθυσμού. Δεδομένου ότι ο σεισμός μπορεί να συμβεί οποτεδήποτε και να επηρεάσει ευρύτερες περιοχές, οι μαθητές και το εκπαιδευτικό προσωπικό αποτελούν τις ομάδες εκείνες, που μπορούν να αποκτήσουν σημαντικό ρόλο στην μείωση των επιπτώσεων. Και τούτο διότι, οι μεν μαθητές έχουν την ικανότητα της ευκολότερης αφομοίωσης και εφαρμογής συγκεκριμένων οδηγιών, τις οποίες μπορούν στη συνέχεια να μεταφέρουν στο οικογενειακό και φιλικό τους περιβάλλον, το δε εκπαιδευτικό προσωπικό γιατί διαχειρίζεται για σημαντικό χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της ημέρας ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού. Σε ευρύτερη κλίμακα, οι γνώσεις που αποκτώνται για το φυσικό φαινόμενο μεταφέρονται

σε μεγαλύτερες ηλικίες στο πλαίσιο του οικογενειακού και φιλικού περιβάλλοντος και περαιτέρω σε ευρύτερες πληθυσμιακές ομάδες σε επίπεδα γειτονιάς, εργασιακών χώρων, Δήμου ή Κοινότητας. Τα μέτρα προστασίας από τους σεισμούς αποτελούν ένα σύνολο κανόνων, οι οποίοι θα πρέπει να ακολουθούνται από το κάθε άτομο. Ο καθένας και η καθεμιά σε κάθε φάση της καθημερινότητάς του λειτουργεί ως μέλος μιας ευρύτερης κοινότητας, επομένως υπό το πρίσμα αυτό οι ενέργειες ενός ατόμου επηρεάζουν (θετικά ή αρνητικά) την κοινωνική ομάδα, οπουδήποτε αυτή δραστηριοποιείται τη στιγμή του σεισμού. Ως εκ τούτου, η Εκπαιδευτική Σεισμολογία έχει - βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα - κοινωνική διάσταση. Επιπλέον, η Εκπαιδευτική Σεισμολογία προεκτείνεται στη Σεισμολογία των Πολιτών όπου ο πολίτης, που έχει εκπαιδευτεί για να αντιμετωπίσει το σεισμό, γίνεται παρατηρητής και αποστέλλει αξιόπιστες και χρήσιμες πληροφορίες στους επιστήμονες, οι οποίοι με τη σειρά τους μέσω επεξεργασίας και συναξιολόγησης με τις ενόργανες παρατηρήσεις, δύνανται να παρέχουν πληροφόρηση στην κεντρική κυβέρνηση ή στην τοπική αυτοδιοίκηση για άμεση απόκριση στις πληγείσες περιοχές.

Στο ερευνητικό έργο EduSeismArtTec, το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑ-Α-ΓΙ), ως κύριος ερευνητικός και επιχειρησιακός φορέας της Πολιτείας στο πεδίο της Σεισμολογίας, συνεργάζεται με το Τμήμα Θεατρικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου (ΠαΠελ-ΤΘΣ) για την καινοτόμο εισαγωγή και αξιοποίηση της θεατρικής αγωγής στην Εκπαιδευτική Σεισμολογία και με το Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (ΠαΔΑ-ΤΗΗΜ) για την ενσωμάτωση πρωτοποριακών τεχνικών πολυμέσων και επικοινωνιών



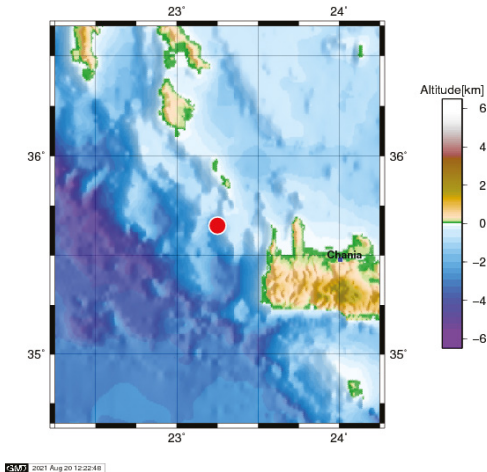
Εικόνα 1.1

Η μείωση των επιπτώσεων των σεισμών είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας του πληθυσμού και των κατασκευών.

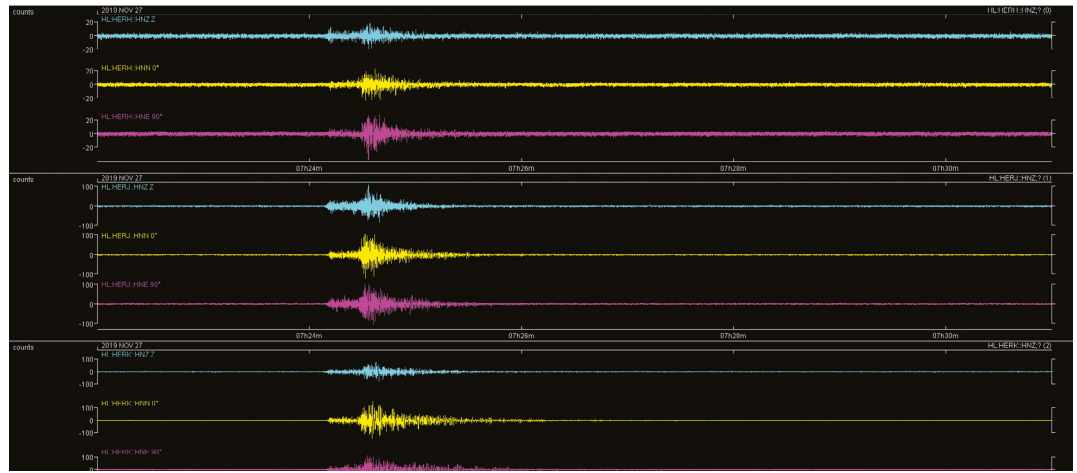
ας στην προαναφερόμενη διαδικασία. Οι τρεις φορείς με εμπειρία σε συγκεκριμένες γνωσιακές περιοχές συνεργάζονται έτσι ώστε, μέσω της υλοποίησης εκπαιδευτικών παρεμβάσεων με αξιοποίηση καινοτόμων προσεγγίσεων και της ανάπτυξης κουλτούρας ομάδας σε στοχευμένες ομάδες πληθυσμού, η εκλαϊκευμένη σεισμολογική γνώση να ενσωματωθεί αφενός στην αντισεισμική συμπεριφορά και αφετέρου στην παροχή αξιόπιστης πληροφόρησης των επιστημόνων για το φαινόμενο. Απώτερος στόχος είναι οι σεισμολογικοί φορείς να χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες μαζί με τις ενόργανες παρατηρήσεις των δικτύων τους προς την κατεύθυνση της άμεσης απόκρισης της Πολιτείας στην πληγείσα περιοχή.

1.2 Παράθεση Επιστημονικής Αιχμής

Το σεισμικό φαινόμενο, ιδιαίτερα σε σεισμικά ενεργές περιοχές, είναι γνωστό στους πολίτες λόγω των επιπτώσεών του. Ένας σημαντικός τρόπος άμυνας έναντι του φαινομένου είναι η διαμόρφωση της συμπεριφοράς των πολιτών μέσω της ενημέρωσής τους για το σεισμικό κίνδυνο και τις επιπτώσεις, για την ορολογία της Σεισμολογίας, τα αίτια του φαινομένου, τη συχνότητα και τη δυναμική των σεισμών ανάλογα με την περιοχή που δραστηριοποιούνται και για τον τρόπο με τον οποίο οι επιπτώσεις των σεισμών μπορούν να μειωθούν μέσω δράσεων που αφορούν είτε καθένα ατομικά είτε ως κοινωνικό σύνολο.



PEPP 2021 Aug 20 12:22:48



Εικόνα 1.2

Ενδεικτική καταγραφή του σεισμού των Κηθύρων της 27/11/2019 (Μw6.1) από σειсмоγραφικά όργανα, τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε σχολικές μονάδες του Δήμου Ηρακλείου. Η εγκατάσταση σε σχολεία θεμελιωμένα σε διαφορετικούς εδαφικούς σχηματισμούς, καταδεικνύει τη διαφοροποίηση της σεισμικής καταγραφής.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η Εκπαιδευτική Σεισμολογία είναι το επικοινωνιακό μέσον, με το οποίο οι εξειδικευμένοι επιστήμονες (σεισμολόγοι, γεωφυσικοί κλπ.) μπορούν να διδάξουν με εκλαϊκευμένο τρόπο τις διάφορες πληθυσμιακές ομάδες (Hall-Wallace & Wallace, 1996; Bobbio & Zollo, 2009).

Για αρκετές δεκαετίες, ο μόνος τρόπος ώστε να διαχυθεί η σεισμολογική γνώση ήταν οι παραδοσιακές μέθοδοι των φυλλαδίων, των αφισών, των ιστοσελίδων και των σεμιναρίων, με τους τελικούς χρήστες (μαθητές, εκπαιδευτικούς, ευρύ κοινό) να έχουν μόνο παθητικό ρόλο στις διαδικασίες αυτές.

Ωστόσο, τις τελευταίες δύο δεκαετίες, με την ανάπτυξη των υπολογιστικών συστημάτων, των ηλεκτρονικών και των τηλεπικοινωνιών, έγινε δυνατή η πρόσβαση των

τελικών χρηστών στο σεισμολογικό εργαστήριο. Για παράδειγμα, σεισμικοί αισθητήρες χαμηλού κόστους εγκαθίστανται στο σχολείο και η εκπαιδευτική κοινότητα συμμετέχει στην καταγραφή των σεισμικών κυμάτων και στον υπολογισμό των σεισμικών παραμέτρων (εικόνες 1.2 και 1.3). Επιπλέον, έχει πρόσβαση μέσω διαδικτύου σε αντίστοιχα δεδομένα από άλλες παρόμοιες δράσεις ή ακόμα και στα αντίστοιχα δεδομένα των σεισμολογικών ινστιτούτων (Cochran et al., 2009a; 2009b).

Τέτοιου τύπου προγράμματα έχουν υλοποιηθεί ή υλοποιούνται σε πολλές χώρες από σχετικούς με το αντικείμενο φορείς, ακόμα και αν οι χώρες υλοποίησης δεν είναι γνωστές για την υψηλή σεισμικότητα, ξεκινώντας από το Princeton Earth Physics Project (PEPP) στις ΗΠΑ (Steinberg & Phinney, 2000; Nolet, 1993) και συνεχίζοντας στη Γαλλία με το εκπαιδευτικό πρόγραμμα



‘Sismos à l’Ecole’, στην Ιταλία με συγκεκριμένα σχολεία και εκπαιδευτικούς στα πλαίσια του EduSeis, στη Μεγ. Βρετανία από το 2005 με το πρόγραμμα UKSSP (Denton, 2008; 2009), στην Ελβετία από το 2008 με το πρόγραμμα Seismo@School (www.seismoatschool.ethz.ch).

Ο τελικός χρήστης επομένως αποκτά έναν περισσότερο ενεργό ρόλο στην κατανόηση του φαινομένου, με τα προγράμματα της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας να χρησιμοποιούν την παρατήρηση και την καταγραφή των σεισμών ως ένα όχι τόσο τυποποιημένο επικοινωνιακό μέσον, ώστε να φέρουν σε επαφή το ευρύ κοινό με σύνθετα επιστημονικά προβλήματα και να αναπτύξουν την κατανόηση της σεισμικής επικινδυνότητας και του σεισμικού κινδύνου.

Μια σημαντική έννοια που χρησιμοποιείσε η Σεισμολογία, κυρίως πριν από την εποχή της ανάπτυξης των σειсмоγραφικών οργάνων, είναι η **μακροσεισμική ένταση (macroseismic intensity)**, η οποία περιγράφει τις επιπτώσεις ενός σεισμού από την περιοχή κοντά στο επίκεντρο μέχρι περιοχές που δεν έχει γίνει αισθητός. Η μακροσεισμική ένταση βασίζεται κύρια σε επιτόπιες παρατηρήσεις, που με κάποιο τρόπο περιγράφουν το πώς έγινε αισθητός ο σεισμός ή σε παρατηρήσεις από τις ζημιές (απάντηση σε ερωτηματολόγιο, αποστολή φωτογραφιών, κλπ.). Τα έντυπα ερωτηματολόγια του 20ου αιώνα που καθυστερούσαν μέχρι και έναν μήνα μετά τη γένεση του σεισμού να φτάσουν στο σεισμολογικό κέντρο και να υποστούν επεξεργασία, ώστε οι περιγραφές να αντιστοιχηθούν στη μακροσεισμική ένταση, σήμερα έχουν αντικατασταθεί από έξυπνες εφαρμογές ιστοσελίδων ή κινητών τηλεφώνων, όπου ο παρατηρητής

αποστέλλει προς το σεισμολογικό κέντρο την παρατήρησή του, σχεδόν αμέσως μετά τη γένεση του σεισμού. Οι επιστήμονες συναξιολογούν τις επιτόπιες παρατηρήσεις με τις ενόργανες μετρήσεις και παρέχουν χάρτες αισθητότητας στην Πολιτεία λίγα λεπτά μετά τη γένεση του σεισμού, με στόχο η Κυβέρνηση να αποκριθεί άμεσα σε στοχευμένες περιοχές που αντιμετωπίζουν πρόβλημα λόγω του σεισμικού γεγονότος. Είναι φανερό από την περιγραφείσα διαδικασία το **πόσο σημαντική είναι η κατανόηση των σεισμολογικών εννοιών και των επιπτώσεων των σεισμών κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής δραστηριότητας (Educational Seismology)**, ώστε ο πολίτης, **αναγνωρίζοντας τη χρησιμότητα της συμμετοχής του στην επιστημονική διαδικασία, να αποστέλλει αξιόπιστες πληροφορίες, αντιλαμβανόμενος ότι η απόκριση της Πολιτείας βασίζεται μεταξύ άλλων και σε πλήθος τέτοιων παρατηρήσεων (Citizen Seismology)**.

Ωστόσο, υπάρχει ο κίνδυνος οι δράσεις της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας να απευθύνονται σε ένα συγκεκριμένο κοινό (μεγαλύτερες σχολικές τάξεις, εκπαιδευτικοί θετικής κατεύθυνσης, εξειδικευμένο ευρύ κοινό) και με τον τρόπο αυτό να περιορίζουν την εμβέλειά τους. Απαιτούνται επομένως συνέργειες των εξειδικευμένων επιστημόνων με άλλες ειδικότητες που είναι δυνατόν, με τη χρήση μη παραδοσιακών μεθόδων ή εναλλακτικών τρόπων μάθησης, να εκλαϊκεύσουν κατά το δυνατόν τη σεισμολογική γνώση, ώστε αυτή να διεισδύσει σε ευρύτερες πληθυσμιακές ομάδες (μαθητές μικρότερων ηλικιών, εκπαιδευτικούς διαφόρων ειδικοτήτων, ευρύ κοινό χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις).

Εικόνα 1.3

Την εγκατάσταση του σειсмоγραφικού οργάνου ακολουθούν ενημερωτικές παρουσιάσεις για τη χρησιμότητά του, τα χαρακτηριστικά τους και τα πεδία ενασχόλησης των μαθητών σχετικά με το σειсмоγραφικό όργανο και τα δεδομένα που αποκομίζονται. Οι γνώσεις που απαιτούνται και χρησιμοποιούνται αφορούν τη γεωγραφία, τη φυσική, την πληροφορική και τα μαθηματικά.

Η μακροπρόθεσμη επιστημονική προοπτική από την υλοποίηση ενός ερευνητικού προγράμματος που συνδέει την εκλαϊκευμένη σεισμολογική γνώση με λιγότερο παραδοσιακές μαθησιακές μεθόδους, αφορά στην ευαισθητοποίηση των πολιτών (παιδιών, εφήβων και ενηλίκων) στο φαινόμενο του σεισμού μέσα από βιωματικές μεθόδους μάθησης με τη χρήση θεατρικών τεχνικών και συμβάσεων. Ο Bruner (1966) υποστήριξε ότι για να μάθει κάποιος, πρέπει να συμμετέχει ενεργητικά στη μαθησιακή διαδικασία, ενσωματώνοντας σ' αυτή τα συναισθήματα, τη φαντασία και τις αξίες του, ώστε να προσωποποιείται η γνώση. Η μαθησιακή προοπτική μέσω της θεατροπαιδαγωγικής διαφέρει από τις κλασικές θεωρίες μάθησης, οι οποίες επικεντρώνονται στην απλή αφομοίωση της γνώσης. Στο εκπαιδευτικό δράμα η γνώση αναδύεται μέσα από δυναμικές, εντάσεις και εξελικτικές διαδικασίες. Οι βασικές έννοιες που επιστρατεύονται για να εξηγηθεί η μαθησιακή διαδικασία μέσω του δράματος είναι το δραματικό πλαίσιο, οι συμμετέχοντες, η δραματική διαδικασία, η αισθητική μορφή, ο δραματικός κόσμος της φαντασίας, η δραματική μεταφορά, τα δραματικά σύμβολα και η διυποκειμενική δραματική πραγματικότητα (Miller & Saxton, 1999; Schonmann, 2011).

Η θεατροπαιδαγωγική ενεργοποιεί τον αισθητικό τρόπο σκέψης, ο οποίος οδηγεί σε μια βαθύτερη διεξόδυση στη δομή των εννοιών και των νοημάτων. Μελετητές από τον τομέα της αισθητικής αγωγής υποστηρίζουν ότι η προσωπική μάθηση ευνοείται μέσα από τη δημιουργία και την αξιολόγηση του φανταστικού κόσμου, που ενισχύουν οι καλές τέχνες (Winston, 2012). Η μάθηση μέσω των τεχνών είναι μια ολιστική διαδικασία και επηρεάζει άμεσα τη νόηση και τη φαντασία του ανθρώπου προς

την κατανόηση των εννοιών και την ανακάλυψη νέων νοημάτων (Doona, 2014). Η θεατροπαιδαγωγική διαμορφώνει μια δυναμική διαδικασία που εξελίσσεται στον χρόνο και η αισθητική της μορφή, χαρακτηρίζεται από αμοιβαία αλληλεπίδραση των δραματικών χαρακτήρων με τον λόγο και τις χειρονομίες. Στον χώρο διεξαγωγής του δράματος η φαντασία και η πραγματικότητα διαπλέκονται σε μια σειρά ατελείωτων αντικατοπτρισμών και επιπέδων, που βιώνονται από τους συμμετέχοντες (Somers, 1996). Έτσι, αναπτύσσονται δημιουργικότητα, φαντασία και αισθητική ευαισθησία, ενώ βελτιώνουν την συνεργατικότητα, τη συμπεριφορά και την επικοινωνία τους. Κατά συνέπεια, εξασφαλίζονται οι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη διερεύνηση των ιδεών, των συναισθημάτων και της δημιουργούμενης γνώσης (Bowell & Hear, 2013), με τη μετάβαση της βιωματικής εμπειρίας των συμμετεχόντων από τον φανταστικό στον πραγματικό κόσμο (Day & Norman, 1983).

Πέρα από τα ανωτέρω αναφερόμενα και εξετάζοντας την εκπαιδευτική διαδικασία από μία διαφορετική σκοπιά, διαπιστώνεται σήμερα η ευρεία υιοθέτηση και αξιοποίηση των σύγχρονων ψηφιακών Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εκπαιδευτική πράξη, με τον διπλό στόχο: (α) να βελτιώσουν την εμπειρία των μαθητών, κάνοντας και πάλι το σχολείο ελκυστικό και συμφιλιώνοντάς το με την κοινωνία, αλλά και (β) να οδηγήσουν σε αυξημένα μαθησιακά αποτελέσματα, διευκολύνοντας την κατάκτηση των εκπαιδευτικών στόχων. Η ηλεκτρονική μάθηση (E-learning) και η εκπαίδευση από απόσταση (Distance Learning) αποτέλεσαν από νωρίς τις δύο ισχυρές κινητήριες δυνάμεις για την ένταξη των ψηφιακών τεχνολογιών, των δικτύων επικοινωνίας και των πολυμεσικών εφαρμο-

γών στην εκπαίδευση, καθώς χάρισαν στην εκπαιδευτική πράξη την ελευθερία να κινηθεί έξω από χωρικούς και χρονικούς περιορισμούς. Πέραν τούτων, όμως, οι έξυπνες / φορητές / φορετές ηλεκτρονικές υπολογιστικές συσκευές (smartphones, tablets, PDAs, smart watches, κ.ά.) ελευθέρωσαν την κίνηση του μαθητή, εισάγοντας την εποχή του mobile learning. Οι σύγχρονες διάχυτες ή/και χωρο-ευαίσθητες εφαρμογές (pervasive / location sensitive apps), η νεφροϋπολογιστική (cloud computing) και η επαυξημένη ή εικονική πραγματικότητα (Augmented / Virtual Reality) συνιστούν την επανάσταση που έρχεται να μεταβάλει ριζικά το πρόσωπο της σημερινής Εκπαίδευσης.

Όμως πέραν της επιφανειακής διάστασης της ελκυστικότητας και του ενθουσιασμού που προξενεί η τεχνολογία στους μαθητές, έχει διαπιστωθεί ότι έχει και μία βαθύτερη, ουσιαστικότερη επίδραση: υποστηρίζει αποτελεσματικά τους εκπαιδευτικούς που τολμούν να δοκιμάσουν καινοτόμες παιδαγωγικές και εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, με στόχο πάντα να αυξήσουν το κίνητρο και την εμπλοκή των μαθητών τους στη διαδικασία, και κατά συνέπεια ωθεί το σύγχρονο σχολείο προς την εξέλιξη και την πρόοδο. Πράγματι, είναι αμφίβολο αν χωρίς την υποστήριξη της τεχνολογίας θα ήταν σήμερα εξίσου ανεπτυγμένες, δημοφιλείς αλλά και επιτυχείς οι καινοτομικές πρακτικές, όπως οι Collaborative learning, Problem-based learning, Project-based learning, Game-based learning, Blended / Flipped classroom learning, Discovery learning, Experiential learning, ώστε η εξατομίκευση της διδασκαλίας και η εκπαίδευση να προσαρμόζεται στο μαθησιακό προφίλ του μαθητή, όχι άκριτα αλλά μέσα στο κατάλληλο εκπαιδευτικό και κοινωνικό πλαίσιο.

Ειδικότερα, η τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας (ΕΠ) επιτρέπει τον πειραματισμό και την απόκτηση “εικονικών βιωμάτων”, δηλαδή μίας βιωματικής εμπειρίας παρόμοιας με τη φυσική. Με την ΕΠ οι μαθητές αποκτούν γνώσεις και εμπειρίες από καταστάσεις και περιβάλλοντα που συνήθως αποκλείουν τη φυσική πρόσβαση (βυθός, διάστημα, μικρόκοσμος, δομή της ύλης, εσωτερικό της γης, ηφαίστεια, κ.ά.). Η εμπειρία από την ΕΠ έχει τα πλεονεκτήματα της ασφάλειας από φυσική και ψυχολογική άποψη, ενθαρρύνοντας και κινητοποιώντας έτσι τους χρήστες της στην πειραματική προσέγγιση των φαινομένων ή καταστάσεων. Τα χαρακτηριστικά αυτά την κάνουν ένα ιδιαίτερα ελκυστικό εργαλείο για την Εκπαιδευτική Σεισμολογία, η οποία αφορά το επικίνδυνο φαινόμενο του σεισμού, που επιπλέον δεν μπορεί να είναι ούτε προκλήτο κατά βούληση, ούτε ελεγχόμενο από τον άνθρωπο. Η ΕΠ έρχεται εδώ να υπηρετήσει τον διπλό στόχο: (α) της εκ του ασφαλούς εκπαίδευσης των μαθητών, –και κατ’ επέκταση της κοινωνίας– στο φυσικό φαινόμενο του σεισμού (πώς εκκινεί, εξελίσσεται, κορυφώνεται, εκτονώνεται) αλλά και (β) της εκπαίδευσης στην αντιμετώπιση των συνεπειών του και την πολιτική προστασία κατά το σεισμό.

Επιπλέον, οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες πολυδιάστατης ή ολογραφικής προβολής δίνουν τη δυνατότητα ενσωμάτωσης εικονικών αντικειμένων ή χαρακτήρων σε εκπαιδευτικές –θεατρικές ή μη– δραστηριότητες, συνθέτοντας έτσι υβριδικά δρώμενα όπου τα ψηφιακά εικονικά στοιχεία “συνομιλούν” με τα φυσικά. Ο συνδυασμός της (βιντεοσκοπημένης) εκπαιδευτικής –θεατρικής– παράστασης με ψηφιακά στοιχεία κάτω από ένα ενιαίο σενάριο, χάρη στις 2D / 3D / ολογραφικές τεχνολογίες προβολής, λειτουργεί πολλαπλασιαστικά ως



προς την απήκηση, προσβασιμότητα και εμβέλεια του οπτικοακουστικού υλικού προς το ευρύτερο κοινό / πολίτες, διασφάζοντάς το παράλληλα για μελέτη, έμπνευση ή μίμηση εις το διηνεκές.

Συνοψίζοντας, η καινοτομία του ερευνητικού προγράμματος EduSeismArtTec έγκειται αφενός στην εισαγωγή και αξιοποίηση των θεατρικών τεχνικών του Θεάτρου της Επινόησης και του Θεάτρου Ντοκουμέντο, καθώς και των βιωματικών θεατροπαιδαγωγικών εργαστηρίων στην Εκπαιδευτική Σεισμολογία, και αφετέρου στο συνδυασμό της φυσικής και της ψηφιακής / εικονικής συνιστώσας στο πλαίσιο αυτών των εκπαιδευτικών δράσεων, με στόχο την μεγιστοποίηση του εκπαιδευτικού αποτελέσματος, την ενισχυμένη κινητροδότηση και εμπλοκή των μαθητών και, τέλος, τη διάχυση της γνώσης και ευαισθητοποίησης για τον σεισμό από το σχολείο προς την κοινωνία (γειτονιά, πόλη) χάρις στην αξιοποίηση των ΤΠΕ και των υπηρεσιών Web 2.0 (εικόνα 1.4).



Οι τρεις ανωτέρω κομβικές περιοχές (Εκπαιδευτική Σεισμολογία, Θεατροπαιδαγωγική, Ψηφιακές Πολυμεσικές Τεχνολογίες πολυδιάστατης / εικονικής πραγματικότητας) αποτελούν η καθεμία αναγνωρισμένο και ώριμο επιστημονικό / τεχνολογικό πεδίο, οπωσδήποτε με τις δικές του προκλήσεις και ανοιχτά ερευνητικά θέματα. Εντούτοις, οι προκλήσεις εντοπίζονται στον συνδυασμό των τριών, με “επίκεντρο” το φυσικό φαινόμενο του σεισμού: Είναι η βιωματική θεατροπαιδαγωγική προσέγγιση αρκετά ισχυρή εκπαιδευτική παρέμβαση για να ξεπεράσει τα στερεότυπα περί του σεισμού; Και θα λειτουργήσει εξίσου αποτελεσματικά προς τους ενήλικες, διαχεόμενη προς την κοινωνία, όσο (αναμένεται να λειτουργήσει) προς την ηλικιακή ομάδα των μαθητών; Πώς μπορεί να “ξεναγηθεί” ο μαθητής στα έγκατα της γης και να “δει” πώς εξελίσσεται ένας σεισμός, μέσω της ΕΠ; Η ελκυστικότητα της ψηφιακής τεχνολογίας για τους νέους θα μεταβάλει την εγγενή αρνητική στάση απέναντι σε ένα επικίνδυνο φαινόμενο σε θετική; Ο

Εικόνα 1.4

Η υλοποίηση του προγράμματος EduSeismArtTec σε 3 εικόνες (από αριστερά προς τα δεξιά): Ενημέρωση της εκπαιδευτικής πληθυσμιακής ομάδας με εκλαϊκευμένο τρόπο για το φαινόμενο του σεισμού και τα μέτρα προστασίας. Οι φοιτήτριες και οι φοιτήτριες με την καθοδήγηση των καθηγητριών τους επινοούν και αποδίδουν τη θεατρική παράσταση *Beat the Quake!*. Ψηφιακή τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας ενσωματώνεται στη θεατρική παράσταση.



συνδυασμός του θεατρικού δρώμενου με στοιχεία ψηφιακής / εικονικής πραγματικότητας θα ενισχύσει όντως την κινητροδότηση και εμπλοκή των μαθητών; Είναι ικανός να γεννήσει το ενδιαφέρον για την επιστήμη της σεισμολογίας στους μαθητές, και μεθοδολογικά πώς αυτό μπορεί να αποτιμηθεί / αξιολογηθεί; Τα ερευνητικά αυτά ερωτήματα που αποτέλεσαν πρόκληση για τη στόχευση του ερευνητικού έργου διερευνήθηκαν και απαντήθηκαν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό το καθένα, κατά τη διάρκεια υλοποίησης των διαφορετικών παραδοτέων, ενώ αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια.

1.3 Επιστημονική, οικονομική και κοινωνική απήχηση

Είναι γνωστό ότι οι ενημερωμένοι για ένα φυσικό ή τεχνολογικό κίνδυνο πολίτες αντιδρούν καλύτερα στην αντιμετώπιση του κινδύνου. Σε αυτή τη διαδικασία οι επιστήμονες εκλαϊκεύοντας τη γνώση, απευθύνονται προς πληθυσμιακές ομάδες, διαμορφώνοντας ανάλογα με το κοινό τη διάχυση της επιστημονικής γνώσης. Ωστόσο λιγότερο γνωστή είναι η αντίστροφη σχέση, της αποστολής δηλαδή από τους πολίτες πληροφοριών από τον τόπο της καταστροφής, δεδομένου ότι συνήθως οι επιστήμονες δεν είναι παρόντες. Πέρα από τις εικόνες του τύπου καταστροφής, που αξιολογούνται και καταλήγουν στην ποσοτικοποίηση των σεισμολογικών εννοιών σε συνδυασμό με ενόργανες μετρήσεις, ο τρόπος με τον οποίο αντιδρούν οι πολίτες στο φυσικό φαινόμενο παρέχει πληροφορίες κοινωνικο- ψυχολογικού περιεχομένου, έτσι ώστε η εκπαίδευση του πληθυσμού να βελτιωθεί (διαχείριση πληθυσμού σε κίνδυνο). Τα παραπάνω περιγράφουν ακριβώς τη μετάβαση από την επιστημονική σεισμολογική γνώση στην Εκπαιδευτική Σεισμολογία και περαιτέρω στη Σεισμολογία των Πολιτών.

Η υλοποίηση του ερευνητικού έργου απέδωσε σημαντικά οφέλη στις εμπλεκόμενες επιστήμες. Η σύζευξη ερευνητικών μεθόδων και θεωρητικών παραδοχών από τη Σεισμολογία, τη Θεατροπαιδαγωγική και τη χρήση τεχνικών σύγχρονης Ψηφιακής Τεχνολογίας φαίνεται να δημιουργεί νέες προοπτικές για την επιστήμη της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας. Η ενημέρωση παιδιών και ενηλίκων για το φαινόμενο του σεισμού μέσα από βιωματικές μεθόδους μάθησης της θεατροπαιδαγωγικής μπορεί να αποτρέψει φαινόμενα πανικού και άλογων ατομικών συμπεριφορών με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση οικονομικών και ανθρώπινων πόρων εκ μέρους της πολιτείας στη διαχείριση των συνεπειών ενός σεισμικού συμβάντος. Η ευαισθητοποίηση των πολιτών μέσα από τη συμμετοχή τους σε θεατροπαιδαγωγικές δράσεις έχει ως συνέπεια τη γνωστική, συναισθηματική και ψυχική ενδυνάμωσή τους στο φυσικό φαινόμενο του σεισμού και την κατάλληλη προετοιμασία τους για τη συνετή αντιμετώπιση των συνεπειών του. Αυτό το γεγονός είναι πολύ σημαντικό για την κοινωνία, αφού η ευαισθητοποίηση των ατόμων απέναντι στο φαινόμενο του σεισμού διασφαλίζει την κοινωνική συνοχή και συνεργασία στη διαχείριση των συνεπειών ενός σεισμικού συμβάντος.

1.4 Δομή του ερευνητικού έργου - Υλοποίηση

Η μεθοδολογία για την υλοποίηση του έργου στηρίχτηκε στη δόμησή του σε επτά (7) Ενότητες Εργασίας (ΕΕ), καθεμία με συγκεκριμένο φυσικό αντικείμενο και παραδοτέα και σημαντικό βαθμό αυτονομίας ώστε να μην υπάρχουν κρίσιμα σημεία αποτυχίας ή ανάσχεσης της προόδου του έργου (single point of failure). Περαιτέρω, η μεθοδολογία διαφοροποιείται ανά ΕΕ: σχεδίαση του υλικού της εκπαιδευτικής παρέμβασης

Στην **EE2** επιλέχθηκε το εκπαιδευτικό υλικό σχετικά: (α) με το φυσικό φαινόμενο του σεισμού, (β) με την προστασία από τον σεισμό, (γ) με τη Σεισμολογία των Πολιτών (Citizen Seismology). Αναπτύχθηκε ψηφιακή εφαρμογή λογισμικού σε περιβάλλον Immersive VR, για την εκπαίδευση των μαθητών στο φαινόμενο του σεισμού, την προστασία από το σεισμό και τη Σεισμολογία των Πολιτών.

Στην **EE3** επιλέχθηκαν και διαμορφώθηκαν ψηφιακά εργαλεία αναπαράστασης (2D/3D/ ολογραφική προβολή), για τη βελτίωση της ελκυστικότητας του θεατρικού δράσματος, τα οποία και υπέστησαν συνεχείς βελτιώσεις κατά τη διάρκεια του ερευνητικού έργου. Ανώτερος στόχος ήταν πάντα η αξιοποίηση του υβριδικού δράματος, με προγραμματισμό προβολών προς το ευρύτερο κοινό, με σκοπό την ευαισθητοποίησή του.

Η **EE4** αφορά ενέργειες διάχυσης των αποτελεσμάτων του ερευνητικού προγράμματος. Δημιουργήθηκε το λογότυπο του έργου, αναπτύχθηκε ενημερωτική ιστοσελίδα, επινοήθηκε, οργανώθηκε και υλοποιήθηκε θεατρική παράσταση, ενώ εκπονήθηκαν μεταπτυχιακές εργασίες φοιτητών και φοιτητριών των δύο Πανεπιστημίων. Η παρούσα έκδοση περιλαμβάνεται επίσης στα παραδοτέα αυτής της ενότητας εργασίας, αποτυπώνοντας τη συνολική ερευνητική εμπειρία και τα συμπεράσματα από την αξιολόγηση από όλες τις δράσεις των συνεργαζόμενων φορέων, που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος.

Στο πλαίσιο της **EE5** διοργανώθηκε επιστημονική ημερίδα, με σκοπό την επικοινωνία των αποτελεσμάτων της ερευνητικής διαδικασίας μέσω σχετικών παρουσιάσεων

και της έκδοσης πρακτικών. Κατά τη διάρκεια της ημερίδας προσκλήθηκαν και έκαναν παρουσιάσεις εκπαιδευτικοί και επιστήμονες για άλλες περιπτώσεις εκλαΐκευσης της επιστήμης, ώστε να διαμορφωθούν προτάσεις βέλτιστων πρακτικών.

Η **EE6** είναι αφιερωμένη στη Σεισμολογία των Πολιτών (Citizen Seismology). Διαμορφώθηκε πλατφόρμα υποδοχής παρατηρήσεων από τους πολίτες (με οδηγίες, παραδείγματα και εικόνες), ενώ σε αυτήν ενσωματώθηκαν μακροσεισμικές παρατηρήσεις από παλαιότερους ισχυρούς σεισμούς του Ελληνικού χώρου (από τις πρώτες 10ετίες του 20ου αιώνα), καθώς και η βάση δεδομένων ισχυρών εδαφικών κινήσεων του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Επιπλέον, η πλατφόρμα διασυνδέθηκε με την επιχειρησιακή λειτουργία του Ινστιτούτου μέσω της έκδοσης των χαρτών αισθητότητας (εφαρμογή ShakeMap© της USGS).

Η **EE7** αφορά τη διαχείριση του έργου, με αναφορές προόδου και ενδιάμεσες ετήσιες τεχνικές αναφορές, τη διοργάνωση του διαγωνισμού προμήθειας εξοπλισμού για τις ανάγκες του έργου και την παρακολούθηση υλοποίησης των παραδοτέων.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν αναπτύσσονται λεπτομερώς τα πιο σημαντικά παραδοτέα του έργου, όχι μόνο για να ενημερώσουν την εκπαιδευτική κοινότητα και το ευρύτερο κοινό για τα αποτελέσματα του ερευνητικού έργου, αλλά κυρίως για να αποτελέσουν ένα εγχειρίδιο προς τον εκπαιδευτικό έτσι ώστε: α) να δημιουργήσει ομάδες μαθητών για την υλοποίηση projects, βασιζόμενος σε ιδέες που θα αντλήσει, β) να καλλιεργήσει δεξιότητες και ενδιαφέροντα μαθητών, γ) να προσαρμόσει

(ή να χρησιμοποιήσει) γνώσεις από το σχολικό πρόγραμμα σε κατευθύνσεις πέρα από τις παραδοσιακές, δ) να ευαισθητοποιήσει την σχολική κοινότητα έναντι του φαινομένου του σεισμού ώστε να μπορεί να βοηθήσει ενεργά το επιστημονικό έργο των σεισμολογικών κέντρων προς την κατεύθυνση μείωσης των συνεπειών του σεισμού.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Bobbio, A., & Zollo, A. (2009). Toward a new way of thinking about educational seismology. *EMSC Newsletter*, (24), 22–23.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University.
- Bowell, P., & Heap, B. S. (2013). *Planning Process Drama: Enriching Teaching and Learning*. New York: Routledge.
- Cochran, E.S., J.F. Lawrence, C. Christensen, & R. Jakka (2009), The Quake-Catcher Network: Citizen Science expanding seismic horizons, *Seismol. Res. Lett.*, 80, 26-30.
- Cochran, E., Lawrence, J., Christensen, C., & Chung, A. (2009). A novel strong-motion seismic network for community participation in earthquake monitoring. *IEEE Trans Inst & Meas*, 12(6), 8-15.
- Day, C., & Norman, J. (1983). *Issues in Educational Drama*. New York: Falmer Press.
- Denton, P. (2008). Seismology in schools: 10 years on. *Astronomy and Geophysics*, 49 (6), 6.13–6.14.
- Denton, P. (2009). UK school seismology project. *EMSC Newsletter*, (24), 16–19.
- Doona, J. (2014). *Secondary Drama: A Creative Source Book: Practical Inspiration for Teachers*. Milton Park, Abingdon: Oxon Routledge.
- Hall-Wallace, M., & Wallace, T. C., Jr. (1996). Seismologists and educational outreach. *Seismological Research Letters*, 67 (5), 3–5.
- Miller, C., & Saxton, J. (1999). *Drama and Theatre in Education: International Conversations*. Victoria, BC: American Educational Research Association, Arts and Learning Special Interest Group.
- Nolet, G. (1993). *A Volksseismometer*. IRIS newsletter Spring 1993 10–11 www.iris.edu/hq/publications/newsletters/iris (2011).
- Schonmann, S. (2011). *Key Concepts in Theatre/Drama Education*. Sense Publishers.
- Somers, J. (1996). *Drama and Theatre in Education: Contemporary Research*. Captus University Publications.
- Steinberg, D. & Phinney, R. (2000). *Curriculum using real science data at the Princeton Earth Physics Project*. American Astronomical Society, 197th AAS meeting, #54.12; *Bulletin of the American Astronomical Society*, 32, 1494.
- Winston, J. (2012). *Second Language Learning Through Drama Practical Techniques and Applications*. Routledge.

Διαδικτυακές πηγές

- www.earthquake.usgs.gov/learn/kids/
- www.iris.edu/hq/programs/epo
- www.citizenscience.org/
- www.eos.org/articles/crowdsourced-seismology
- www.dias.ie/sis/
- www.bgs.ac.uk/schoolseismology/schoolSeismology.cfc?method=viewLatestQuake

2. Εκπαιδευτική Σεισμολογία και εποπτικά μέσα

Ιωάννης Καλογεράς

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών,
Γεωδυναμικό Ινστιτούτο

2.1 Εισαγωγή

Σε μια περιοχή με υψηλή σεισμικότητα, όπως αυτή της Ανατολικής Μεσογείου, η ευαισθητοποίηση του πληθυσμού έναντι του φυσικού φαινομένου του σεισμού είναι σημαντικός παράγοντας για τη μείωση των επιπτώσεων του στη ζωή και την περιουσία των ανθρώπων και στο δομημένο περιβάλλον. Οι σεισμολογικοί φορείς έχουν πρωτεύοντα ρόλο στην εκλαΐκευση της επιστήμης της Σεισμολογίας και τη διάχυση της γνώσης σε ευρύτερες πληθυσμιακές ομάδες, αλλά και στη συμμετοχή του ευρέος κοινού στην επιστημονική – ερευνητική διαδικασία. Η εκπαιδευτική κοινότητα είναι μια πληθυσμιακή ομάδα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τα οποία υποβοηθούν τη διάχυση της γνώσης: από το σχολείο στην οικογένεια και περαιτέρω στη γειτονιά. Αυτός είναι και ο λόγος για την ανάπτυξη σε πολλές χώρες (ακόμα και αν δεν χαρακτηρίζονται από υψηλό σεισμικό κίνδυνο) εκπαιδευτικών πολυθεματικών προγραμμάτων με επίκεντρο τη Σεισμολογία.

2.2 Η Σεισμολογία στο Σχολείο

Το ερώτημα που καλούμαστε να απαντήσουμε μετά από μια φυσική καταστροφή, όπως μετά από έναν καταστροφικό σεισμό, είναι “Τι μας μαθαίνουν οι φυσικές καταστροφές;” (εικόνα 2.1). Λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία, αλλά και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, των επικοινωνιών, της κάθε επιστήμης και ιδιαίτερα την εξειδίκευση του επιστημονικού κόσμου, έχουν μειωθεί οι επιπτώσεις των καταστροφών; Η απάντηση δεν μπορεί να είναι μόνο “ναι” ή “όχι” . Είναι γεγονός ότι οι αντισεισμικοί κανονισμοί έχουν βελτιωθεί, επομένως οι κατασκευές έχουν καλύτερη συμπεριφορά σήμερα από ό,τι στο παρελθόν. Είναι επίσης γεγονός ότι στις ανεπτυγμένες οικονομικά και τεχνολογικά χώρες, ο συνδυασμός των βελτιωμένων υποδομών και των με-

θόδων που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να απευθυνθούν στο ευρύ κοινό (εκπαίδευση πληθυσμού), είναι παράγοντες που μειώνουν τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών. Ωστόσο τα έντονα χαρακτηριστικά ενός φυσικού φαινομένου τις περισσότερες φορές οδηγούν και σε σημαντικές επιπτώσεις, δεδομένου ότι αυτή ακριβώς η οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη οδηγεί στην επέκταση των πόλεων προς περιοχές με αυξημένο κίνδυνο και επομένως αυξημένη διακινδύνευση. Ένα σχετικά πρόσφατο παράδειγμα αποτελεί ο σεισμός της Ιαπωνίας του Μαρτίου 2011 (Μ 9.0), όπου το τσουνάμι που ακολούθησε, προκάλεσε το πυρηνικό ατύχημα της Fukushima. Τα θύματα από το σεισμό και τα συνοδά φαινόμενα προκάλεσαν το θάνατο περισσότερων από 15.000 ατόμων και την καταστροφή πολλών υποδομών, παρά το τεχνολογικό επίπεδο πρόληψης και την εκπαίδευση του πληθυσμού αυτής της χώρας.

Ένα πρόγραμμα Σεισμολογίας στο Σχολείο είναι ένα επιστημονικό και εκπαιδευτικό πρόγραμμα, με κύριο στόχο την ανάπτυξη και εφαρμογή σύγχρονων διαδικασιών εκπαίδευσης για τις Γεωεπιστήμες, αλλά και για την εκλαΐκευση της Επιστήμης της Σεισμολογίας και την ευαισθητοποίηση του πληθυσμού έναντι του σεισμικού κινδύνου. Η Εκπαιδευτική Σεισμολογία, εντασσόμενη στις εκπαιδευτικές διαδικασίες όπως περιγράφονται στα κείμενα των διαθεματικών πλαισίων προγραμμάτων σπουδών του σχολείου (ΥΠΕΠΘ, 2003α; 2003β) και χρησιμοποιώντας το σκεπτικό της Jigsaw Strategy (Clarke, 1994), μπορεί να αξιοποιήσει τα ενδιαφέροντα και τις δεξιότητες εκπαιδευτικών και μαθητών και να συνδέσει διαθεματικά τα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος σπουδών κάθε εκπαιδευτικής βαθμίδας με την επιστήμη της Σεισμολογίας (εικόνα 2.2).

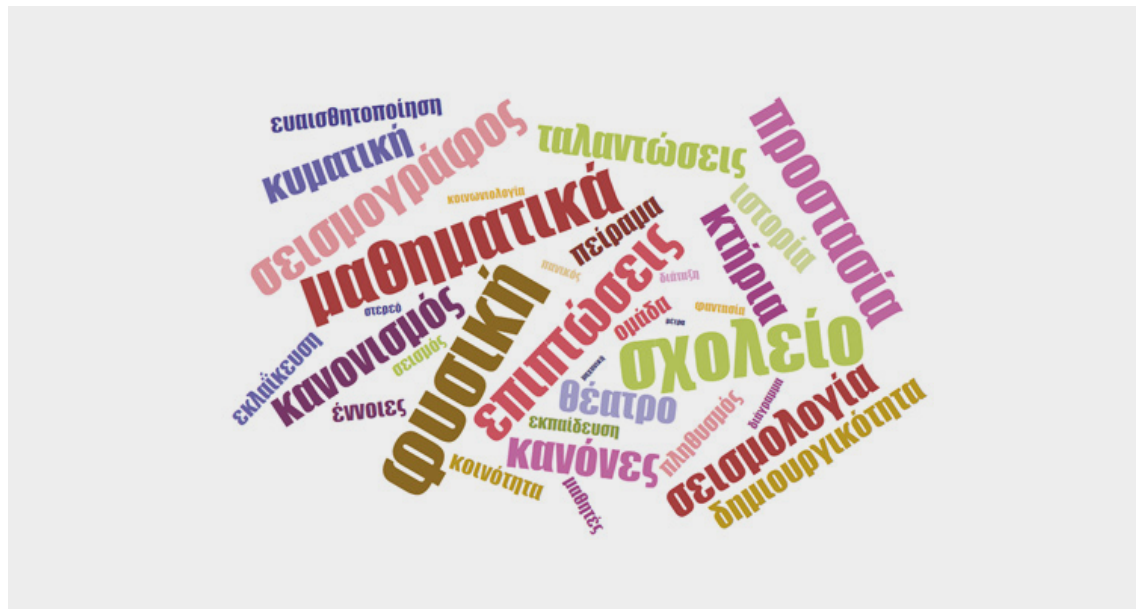


Εικόνα 2.1

Εικόνες από την Κεφαλονιά με χρονική διαφορά μεγαλύτερη από μισό αιώνα, που δείχνουν την απόκριση των καμπαναριών σε σεισμό, του 1953 (αριστερά) και του 2014 (δεξιά).

Εικόνα 2.2

Η Σεισμολογία στο Σχολείο αποτελεί μια διαθεματική προσέγγιση για την ευαισθητοποίηση της εκπαιδευτικής κοινότητας έναντι του φυσικού φαινομένου του σεισμού, συνδέοντας τις διαφορετικές γνώσεις από πολλά μαθήματα με τις απλουστευμένες σεισμολογικές έννοιες και αναπτύσσοντας τις δεξιότητες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών και των εκπαιδευτικών.



Η στρατηγική Jigsaw είναι ένας αποδοτικός τρόπος εκμάθησης ενός αντικειμένου χρησιμοποιώντας τη συνεργατική εκπαίδευση. Οι μαθητές χωρίζονται σε μικρές ομάδες και αναλαμβάνουν να φέρουν εις πέρας ένα ερευνητικό έργο, με κάθε μέλος της ομάδας να αναλαμβάνει ένα τμήμα αυτού του έργου και άρα είναι σημαντική η συνεργατική υπευθυνότητα στο πλαίσιο της ομάδας. Η επιτυχής περάτωση του συνολικού έργου εξαρτάται από τη ενεργή συμμετοχή κάθε μέλους.

Γενικότερα και στο πλαίσιο της ευέλικτης ζώνης ή των ομίλων, είναι δυνατή η υλοποίηση projects με επίκεντρο

τη Σεισμολογία από μικρές ομάδες μαθητών. Η πρακτική από άλλες χώρες με ανάλογα προγράμματα, ακόμα και αν δεν αντιμετωπίζουν τόσο μεγάλη σεισμικότητα όπως ο Ελληνικός χώρος, μπορεί να είναι βοηθητική προς την κατεύθυνση υιοθέτησης καλών πρακτικών (ενδεικτικά Bobbio & Zollo, 2000; Cantore et al., 2003; Subedi et al., 2020).

Η παρούσα έκδοση εκπληρώνει το σκοπό όχι μόνο του να αναδείξει κάποια ενδεικτικά παραδείγματα, χωρίς να αποτελούν περιοριστική θεματολογία, αλλά συγχρόνως μπορεί να αποτελέσει και ένα εγχειρίδιο εκπαιδευτικού.

2.2.1 Μαθηματικά και Σεισμολογία

Τα περισσότερα συνηθισμένα και απλά παραδείγματα που μπορούν να εξεταστούν εδώ αφορούν τη στατιστική, με δεδομένα που μπορούν να αντληθούν από τους καταλόγους σεισμών των σεισμολογικών κέντρων. Δεδομένου ότι οι κατάλογοι σεισμών περιλαμβάνουν το χρόνο γένεσης, τις συντεταγμένες του epicέντρου το εστιακό βάθος και το μέγεθος κάθε σεισμού, μπορούν να απαντηθούν ερωτήματα όπως “Αριθμός των σεισμών που έγιναν ανά έτος για τα τελευταία 20 χρόνια”, “Αριθμός των σεισμών που έγιναν σε μια γεωγραφική περιοχή κατανεμημένοι κατά εύρος μεγεθών, π.χ. 3.0 - 4.0, 4.1 - 5.0, 5.1 - 6.0 και >6.0” κλπ. Τα αποτελέσματα μπορούν να παρουσιαστούν με διαφορετικό τρόπο, όπως πίνακες, κυκλικά διαγράμματα ή ραβδογράμματα. Ένα περισσότερο απαιτητικό κεφάλαιο (για μαθητές γυμνασίου ή λυκείου) είναι αυτό της σεισμομετρίας, δηλαδή χρησιμοποιώντας σεισμικές καταγραφές να αποδώσουμε ταυτότητα σε ένα σεισμό (χρόνος γένεσης, epicέντρο, μέγεθος).

Εδώ πρέπει να κατανοηθούν τα διαφορετικά σεισμικά κύματα που μας δίνουν πληροφορίες για το εσωτερικό της Γης, δεδομένου ότι διαδίδουν την ενέργεια που απελευθερώνεται από την εστία του σεισμού. Η ταχύτητα που οδεύει το σεισμικό κύμα, η συχνότητα και το πλάτος είναι χαρακτηριστικά, τα οποία μεταβάλλονται όταν το σεισμικό κύμα κατά τη διαδρομή του στο εσωτερικό της Γης διέρχεται από διαφορετικά υλικά συναντώντας τις διαχωριστικές επιφάνειες αυτών των υλικών με διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης. Τα επιμήκη ή πρώτα κύματα (P -) με μια ταχύτητα 5-7 km/s φθάνουν πρώτα στο σταθμό καταγραφής, σε σχέση με τα εγκάρσια ή δεύτερα κύματα (S -) τα οποία οδεύουν με ταχύτητα 3 - 4

km/s και τα επιφανειακά κύματα (2 - 4 km/s). Όσο μακρύτερα είναι ο σταθμός καταγραφής από το epicέντρο, τόσο καθυστερούν να φτάσουν τα πρώτα κύματα στο σταθμό καταγραφής (αφού έχουν να διανύσουν μεγαλύτερη απόσταση) και τόσο μεγαλύτερη είναι η χρονική διαφορά άφιξης των πρώτων από τα δεύτερα σεισμικά κύματα (εικόνα 2.3). Οι μαθητές αιτούνται καταγραφές από ένα σεισμολογικό κέντρο για συγκεκριμένο σεισμό και με τη βοήθεια ελεύθερου λογισμικού, όπως το AmaSeis (Braille, 2006) ή το SeisGram2k (Lomax et al., 2014), είναι σε θέση α) να διακρίνουν τα P - και S - σεισμικά κύματα, β) να υπολογίσουν την epicεντρική απόσταση από τον κάθε σταθμό καταγραφής με χρήση των καμπυλών χρόνων διαδρομής, γ) να προσδιορίσουν το epicέντρο του σεισμού έχοντας τις καταγραφές από 3 τουλάχιστον σεισμολογικούς σταθμούς με τριγωνισμό και δ) να υπολογίσουν το χρόνο γένεσης του σεισμού.

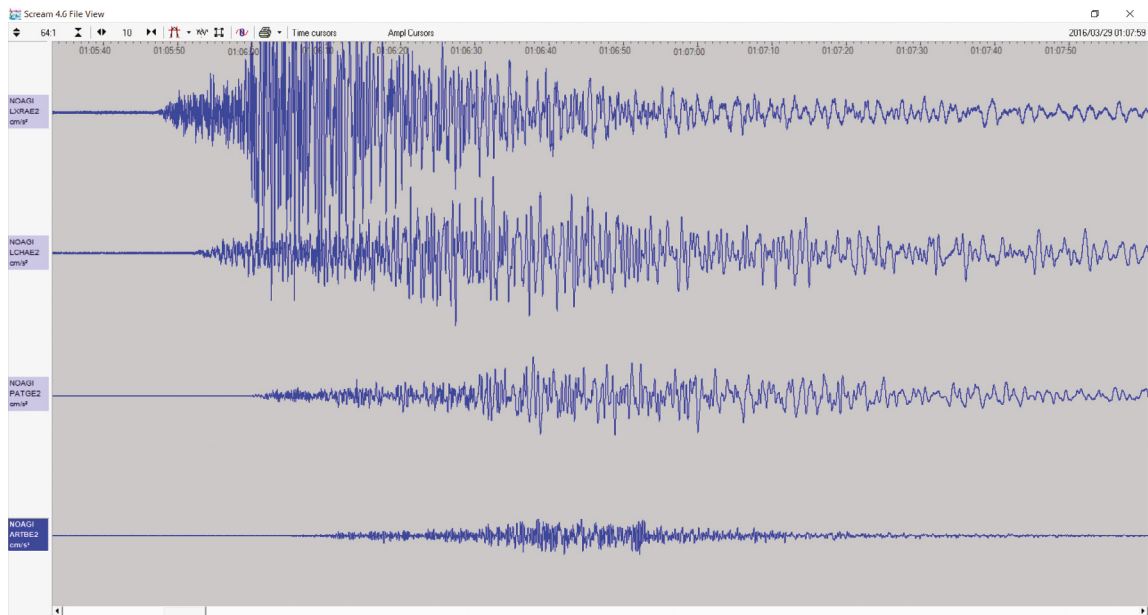
2.2.2 Φυσική και Σεισμολογία

Η Σεισμολογία με τις παρατηρήσεις στη φύση (μακροσεισμικές παρατηρήσεις ή παρατηρήσεις στις σεισμικές καταγραφές), με τις παρατηρήσεις στο εργαστήριο και με τη θεωρητική έρευνα συμβάλλει στη λύση σημαντικών προβλημάτων μεταξύ των οποίων και η δομή του εσωτερικού της Γης (π.χ. η κατακόρυφη διαφοροποίηση των ιδιοτήτων των υλικών της Γης, όπως πυκνότητα, ελαστικές σταθερές κλπ.). Ως μέσον για την επίτευξη του στόχου αυτού η Σεισμολογία χρησιμοποιεί τις σεισμικές καταγραφές, δηλαδή την καταγραφή των σεισμικών κυμάτων, που γεννώνται από κάθε σεισμό, από τους σειсмоγράφους.

Από αυτήν τη μικρή εισαγωγή γίνεται φανερό η σύνδεση της Σεισμολογίας με τις έννοιες που περιγράφονται

Εικόνα 2.3

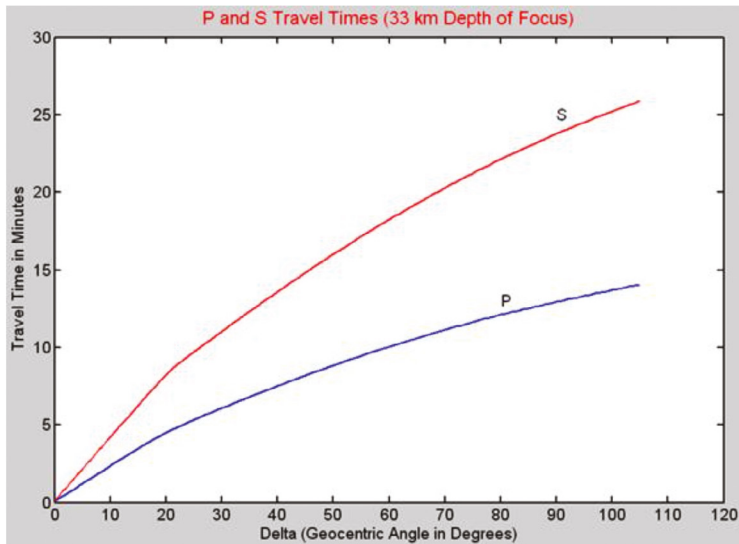
Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση του σταθμού καταγραφής από το επίκεντρο, τόσο καθυστερούν να φτάσουν τα πρώτα κύματα στο σταθμό και τόσο μεγαλύτερη χρονική διαφορά άφιξης των πρώτων από τα δεύτερα σεισμικά κύματα.



και επεξηγούνται στα μαθήματα της Φυσικής, λιγότερο ή περισσότερο πολύπλοκα ανάλογα με το γνωσιακό επίπεδο κάθε σχολικής τάξης. Πιο συγκεκριμένα:

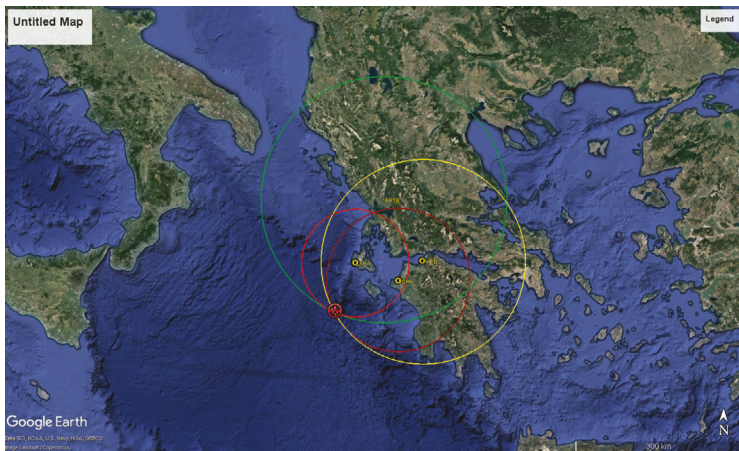
Ο σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο που έχει τα αίτιά του στο εσωτερικό της Γης. Η Γη είναι ένα **στερεό ανομοιογενές σώμα** αποτελούμενο από τους γεωλογικούς σχηματισμούς. Λόγω της ανομοιογένειας δημιουργούνται **τάσεις** (δυνάμεις), οι οποίες επιδρούν στην κατάσταση των γεωλογικών σχηματισμών. Η **τάση και η παραμόρφωση** συνδέονται με σχέσεις που καθορίζονται από τη φύση του μέσου. Για τη μελέτη των

σεισμών θεωρούμε ότι οι εδαφικές σεισμικές κινήσεις είναι μικρού πλάτους και μικρής διάρκειας, οπότε και μπορούμε απλοποιητικά να εφαρμόσουμε τις θεωρίες της ελαστικότητας και της απειροστής παραμόρφωσης. Κατά τη **θεωρία της ελαστικότητας** το μέσον που υφίσταται μια δράση παραμόρφωσής του επανέρχεται στην πρότερη κατάσταση μετά τη λήξη της δράσης. Σύμφωνα με τη **θεωρία της απειροστής παραμόρφωσης** το υλικό μέσα από το οποίο διαδίδονται τα σεισμικά κύματα, παραμορφώνεται ελάχιστα. Οι παραμορφώσεις μπορεί να είναι πιο σημαντικές και μόνιμες στη γειτονιά της σεισμικής πηγής, αλλά πολύ μικρές και παροδικές



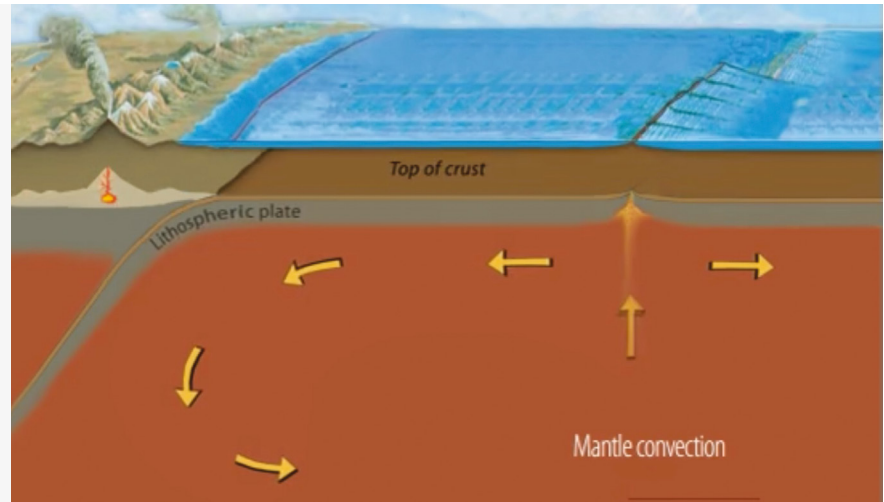
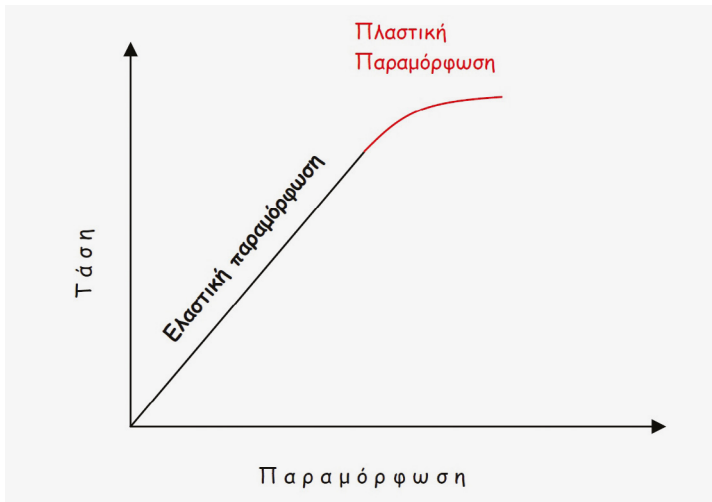
Εικόνα 2.4

Οι καμπύλες χρόνων διαδρομής είναι γραφικές παραστάσεις, που έχουν προκύψει από στατιστική ανάλυση δεδομένων σεισμών και εκρήξεων. Μέσω της χρονικής διαφοράς άφιξης των P- και S- σεισμικών κυμάτων αποδίδουν την επικεντρική απόσταση, δηλαδή την απόσταση μεταξύ επικέντρου και σταθμού καταγραφής των σεισμικών κυμάτων και τον χρόνο γένεσης του σεισμού. (Braille, 2004)



Εικόνα 2.5

Υπολογίζοντας τις επικεντρικές αποστάσεις των σταθμών με τις καμπύλες χρόνων διαδρομής των σεισμικών κυμάτων χαράζουμε κύκλους με κέντρο τον κάθε σταθμό και ακτίνα την αντίστοιχη επικεντρική απόσταση. Η τομή των κύκλων προσδιορίζει το επίκεντρο του σεισμού.



Εικόνα 2.6

Η γραμμική σχέση μεταξύ τάσης και παραμόρφωσης που ισχύει στην ελαστική περιοχή, παύει να ισχύει στην πλαστική περιοχή. Με την υπέρβαση του ορίου θραύσης (ή αντοχής), ξεκινάει το φαινόμενο του σεισμού.

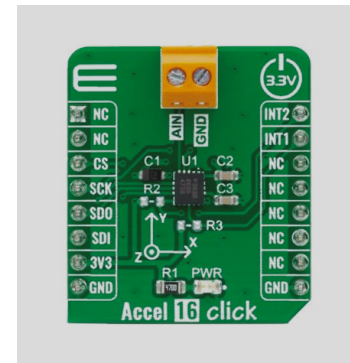
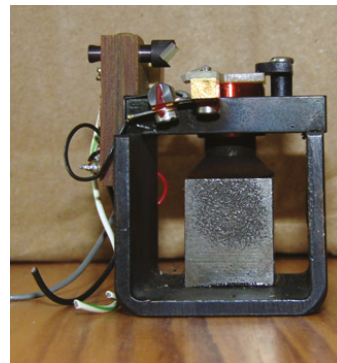
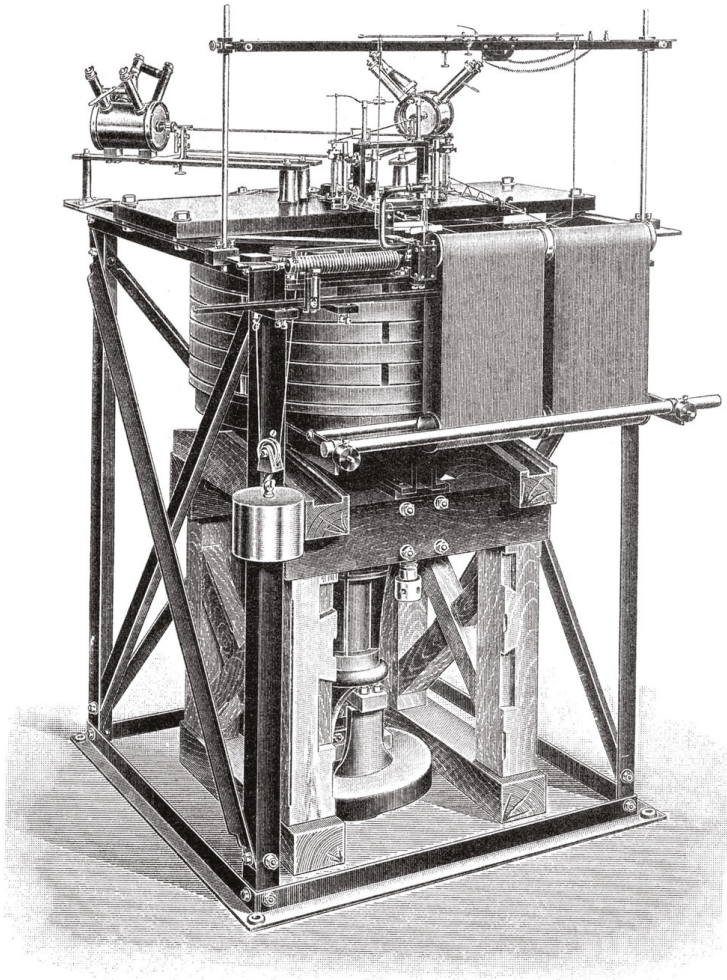
Εικόνα 2.7

Η κίνηση των λιθосφαιρικών πλακών οφείλεται σε βαρυτικές δυνάμεις που ωθούν τις νεώτερες και θερμότερες πλάκες και έλκουν τις παλαιότερες και ψυχρότερες λιθосφαιρικές πλάκες.

σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Έτσι, η γραμμική σχέση μεταξύ τάσης και παραμόρφωσης που ισχύει στην ελαστική περιοχή, παύει να ισχύει στην πλαστική περιοχή (εικόνα 2.6). Με την υπέρβαση του **ορίου θραύσης** (ή αντοχής), ξεκινάει το φαινόμενο του σεισμού. Η κίνηση των λιθосφαιρικών πλακών (ως τμήματα ενός πλανητικού συστήματος), οφείλεται σε βαρυτικές δυνάμεις που ωθούν τις νεώτερες και θερμότερες πλάκες και έλκουν τις παλαιότερες και ψυχρότερες λιθосφαιρικές πλάκες. Παλιότερα μοντέλα απέδιδαν την κίνηση των λιθосφαιρικών πλακών σε διαφορετικές θερμοκρασίες στο εσωτερικό της Γης, όπου το θερμότερο υλικό από το βάθος ανέρχεται προς τα πάνω ωθώντας το ψυχρότερο υλικό προς τα βαθύτερα στρώματα δημιουργώντας έτσι ένα **θερμικό ρεύμα μεταφοράς**. (εικόνα 2.7)

Τα σεισμικά κύματα περιγράφονται από την διαφορική εξίσωση της κίνησης υλικού σημείου ελαστικού και ισότροπου μέσου κατά τη διάδοση της διατάραξης κατά μήκος ενός άξονα. Για μεν τα επιμήκη κύματα αφορά την μεταβολή στην πυκνότητα ή τον όγκο (και εξαρτάται από τις **σταθερές Lamé** λ και μ), για δε τα εγκάρσια σεισμικά κύματα αφορά την διατμητική παραμόρφωση που εξαρτάται από το **μέτρο ακαμψίας** η .

Έτσι εξηγείται ότι η διάδοση της ενέργειας με τα μεν επιμήκη κύματα γίνεται με πυκνώματα και αραιώματα (μεταβολή όγκου και πυκνότητας), ενώ με τα εγκάρσια η διάδοση της ενέργειας γίνεται με όρη και κοιλάδες (μεταβολή πλάτους).



Εικόνα 2.8

Σειсмоγράφος Wiechert 2 οριζοντίων συνιστωσών προσανατολισμένων κατά τη διεύθυνση N-S και E-W. Βρίσκεται στο Zagreb, είναι κατασκευής του 1909, η μάζα του είναι της τάξης των 1000kgf και μεγενθύνει την εδαφική δόνηση κατά 240 φορές. (Πηγή: www.gfz.hr/sobe-en/seismographs.htm).

Εικόνα 2.9

Αναλογικός (αριστερά) και ψηφιακός (δεξιά) σεισμικός αισθητήρας. Και στις δύο περιπτώσεις με την σεισμική δόνηση προκαλείται διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού (mVolts), η οποία ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα μετατρέπεται σε φυσικές μονάδες εδαφικής επιτάχυνσης (cm/s^2), εδαφικής ταχύτητας (cm/s) ή εδαφικής μετατόπισης (cm).

Τα σεισμικά κύματα, όταν προσπίπτουν σε μια διαχωριστική επιφάνεια δύο μέσων, υφίστανται **ανάκλαση** και **διάθλαση** ανάλογα με τη γωνία πρόσπτωσης. Για τα σεισμικά κύματα ισχύουν οι αρχές του Huygens (κάθε σημείο του μετώπου του κύματος μπορεί να θεωρηθεί δευτερεύουσα πηγή και η νέα θέση του μετώπου του κύματος είναι η περιβάλλουσα όλων των νέων κυμάτων) και του Fermat (το κύμα κατά τη μετάβασή του από ένα σημείο σε κάποιο άλλο ακολουθεί τη διαδρομή που απαιτεί τον μικρότερο δυνατό χρόνο) και ο νόμος Snell (η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη σχέση μεταξύ γωνίας πρόσπτωσης και γωνίας διάθλασης όταν το κύμα προσπέσει σε μια διαχωριστική επιφάνεια).

Τέλος και τα σειсмоγραφικά όργανα λειτουργούν με βάση κανόνες και έννοιες της Φυσικής. Οι σειсмоγράφοι μηχανικής αναγραφής που αναπτύχθηκαν στα τέλη του 19ου αιώνα βασίζονται στο εκκρεμές. Τα χαρακτηριστικά τους με στόχο την όσο το δυνατόν πιστότερη αναγραφή της σεισμικής κίνησης, εξαρτώνται από το μέγεθος της αναρτημένης μάζας, το μήκος του στελέχους ανάρτησης της μάζας, το σύστημα απόσβεσης ώστε να μην εκτελεί η μάζα ελεύθερη ταλάντωση, το σύστημα χρονομέτρου (δεδομένου ότι ο χρόνος στη σεισμολογία είναι ένα απαραίτητο μέγεθος) και το σύστημα μετάδοσης της εδαφικής δόνησης στο καταγραφικό μέσον (π.χ. καπνισμένο χαρτί). Η εικόνα 2.8 αναδεικνύει έναν σειсмоγράφο αυτού του τύπου, που χαρακτηρίζεται από το μεγάλο μέγεθός του, καταλαμβάνοντας ένα ολόκληρο δωμάτιο (Τμήμα Γεωφυσικής, Πανεπιστήμιο Ζάγκρεμπ, Κροατία). Έννοιες της Φυσικής όπως η περίοδος ή συχνότητα, η ταχύτητα περιστροφής του μέσου καταγραφής, η απόσβεση, η μάζα του εκκρεμούς επεξηγούνται με την κατανόηση της λειτουργίας ενός σειсмоγράφου

μηχανικής αναγραφής. Στους νεότερους σειсмоγράφους ηλεκτρομαγνητικού τύπου της περιόδου μετά το 1930 και μέχρι το 1980, η αναρτημένη μάζα και η απαίτηση του ημερήσιου κουρδίσματος αντικαταστάθηκαν με έναν ηλεκτρομαγνήτη και ένα χρονόμετρο. Εδώ, η δόνηση του εδάφους αντί να μετακινεί την ογκώδη μάζα του σειсмоγράφου μηχανικής αναγραφής, μετακινεί τον μαγνήτη εντός ενός πηνίου. Η κίνηση αυτή μεταφέρεται ως μεταβολή του ηλεκτρικού πεδίου, σε ένα μέσον καταγραφής, το οποίο πλέον μπορεί να είναι φωτογραφικό ή θερμογραφικό χαρτί. Οι έννοιες λοιπόν που μπορούν να εξηγηθούν εδώ αφορούν το κεφάλαιο του ηλεκτρομαγνητισμού. Στους μικρού μεγέθους και χαμηλού κόστους σύγχρονους ψηφιακούς αισθητήρες δόνησης τύπου mems και πάλι έχουμε μεταβολή ηλεκτρικής τάσης, που μέσω ενός ADC κυκλώματος μετατρέπεται από ψηφιακές μονάδες (counts) σε φυσικές μονάδες (cm/s^2 , cm/s , cm). Στην εικόνα 2.9 φαίνονται δύο σεισμικοί αισθητήρες, αριστερά ηλεκτρομαγνητικού τύπου, ο οποίος ήταν τοποθετημένος σε φορητό όργανο με κύρια περίοδο χρήσης 1950 – 1990 και δεξιά ψηφιακού τύπου χαμηλού κόστους, παρόμοιου τύπου με αντίστοιχους που τοποθετούνται σε κινητά τηλέφωνα.

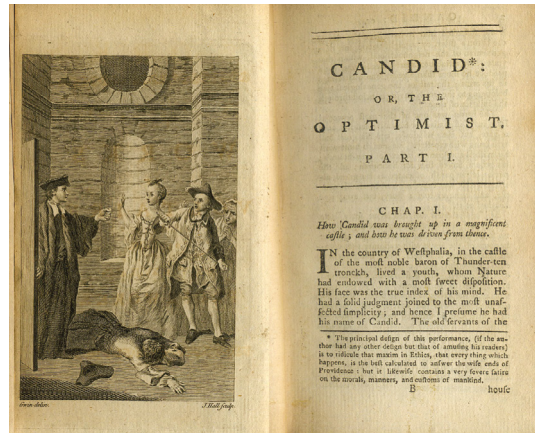
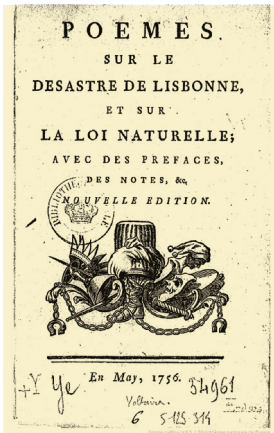
2.2.3 Ιστορία και Σεισμολογία

Στα πλαίσια προγραμμάτων Σεισμολογίας στα σχολεία με στόχο την ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση της εκπαιδευτικής κοινότητας, σημαντική θέση κατέχει η αναζήτηση ιστορικών στοιχείων για σεισμούς, ιδιαίτερα για την περιοχή της σχολικής μονάδας. Στόχος είναι όχι μόνο η αναζήτηση ιστορικών στοιχείων από διάφορες πηγές (βιβλιοθήκες, εφημερίδες, παλαιές εκδόσεις, συνεντεύξεις από ηλικιωμένους κλπ.) αλλά περισσότερο η



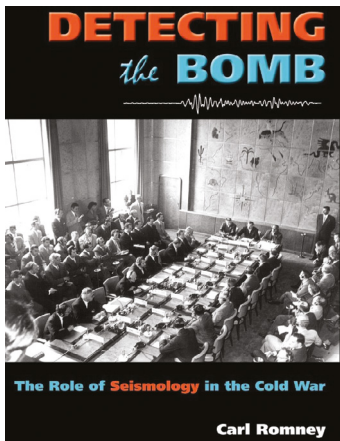
Εικόνα 2.10

Δραματοποιημένη ζωγραφική αποτύπωση της καταστροφής της Λισαβόνας (1η Νοεμβρίου 1755), κατά μήκος των ακτών του Τάγου από ανατολικά προς τα δυτικά: κτήρια σείονται και παραδίδονται στη φωτιά, νερά σε στρόβιλους καταπίνουν τα πλεούμενα, άνθρωποι σε πανικό προσπαθούν να σωθούν (ξυλόγλυπτο χαρακτηριστικό, 1887, The Higgins Art Gallery & Museum, Bedford)



Εικόνα 2.11

Οι φιλοσοφικές απόψεις ως αρχή του διαφωτισμού εδραιώνουν τις φυσικές επιστήμες έναντι των θεοκρατικών απόψεων που επικρατούσαν μέχρι τότε για τα φυσικά φαινόμενα. (από τη μετάφραση του Candid του Βολταίρου, αγγλική μετάφραση, T. Smollett, 1759)



Εικόνα 2.12

Με την ανάπτυξη παγκόσμιων σεισμολογικών δικτύων την περίοδο 1950-1970 για την ανίχνευση των πυρηνικών εκρήξεων, τα διαθέσιμα πλέον πολλά σεισμολογικά δεδομένα λειτουργήσαν θετικά προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης της Σεισμολογίας και Γεωφυσικής.

αξιολόγησή τους για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την οικονομικο-κοινωνική ζωή της κάθε εποχής, η αναζήτηση των μεγάλων αλλαγών σε πολιτισμικό επίπεδο που πιθανώς να επέφερε μια σεισμική καταστροφή και η σύνδεση με τη μυθολογία και τη λαογραφία. Επιπλέον τα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας αντιλαμβάνονται τη σημασία των παρατηρήσεων των συνεπειών των σεισμών στους ανθρώπους και το περιβάλλον και επομένως την αξία της συμμετοχής τους στην επιστημονική διαδικασία, με την αποστολή αξιόπιστων παρατηρήσεων προς τα σεισμολογικά κέντρα (μετάβαση από την Εκπαιδευτική Σεισμολογία στη Σεισμολογία των Πολιτών).

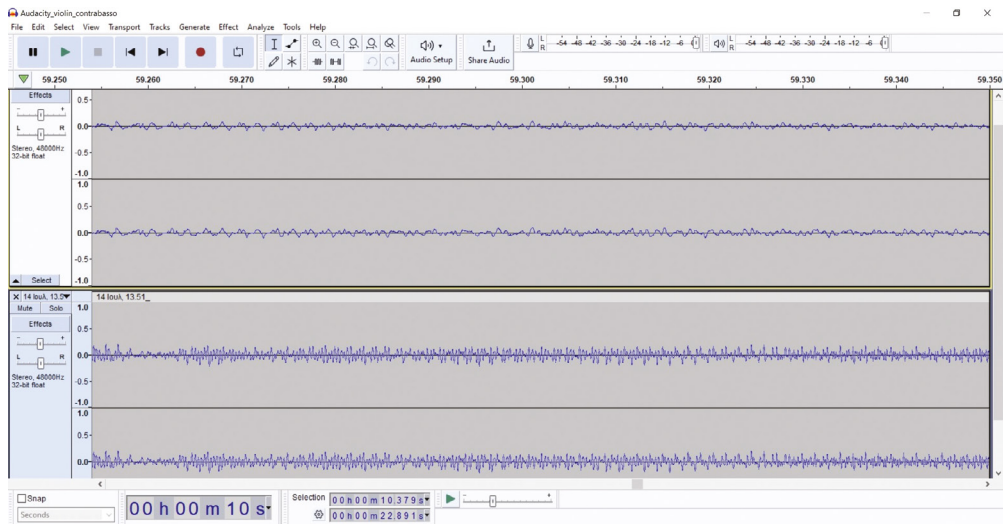
Ένα παράδειγμα αξιοποίησης πληροφοριών και πηγών αποτελεί ο μεγάλος σεισμός που έπληξε τη Λισαβόνα το Νοέμβριο του 1755, που συνέβη πριν από την ανάπτυξη των σεισμογραφικών οργάνων και ο οποίος πιθανότατα άλλαξε τη ροή του πολιτισμού και της κοινωνίας του Ευρωπαϊκού χώρου (εικόνα 2.10). Οι διαθέσιμες πληροφορίες για το σεισμό του 1755 που έπληξε τη Λισαβόνα ανευρίσκονται σε πηγές που περιγράφουν το κοινωνικό, θρησκευτικό και φιλοσοφικό πλαίσιο της εποχής, όχι μόνο της Πορτογαλίας αλλά και της υπόλοιπης κεντρικής Ευρώπης (Kozak et al., 2005; Shrad, 2008). Έτσι, μεταξύ άλλων, διαβάζουμε για τις μεσαιωνικές συνθήκες που ζούσε το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, παρά την ισχυρή και πλούσια πορτογαλική αυτοκρατορία, για τον έλεγχο που εξασκούσε η Εκκλησία στην εκπαίδευση, την υγεία και τη δικαιοσύνη, για το Διαφωτισμό στη Δυτική Ευρώπη που βασιζόταν στην εμπειρική γνώση, την επαγωγική μέθοδο και τη βαθιά εχθρότητα απέναντι στις θρησκευτικές προκαταλήψεις, για τη διαδικασία ανασυγκρότησης της Πορτογαλίας μετά την καταστροφή, για τα νέα πρωτοποριακά πολε-

οδομικά και αρχιτεκτονικά σχέδια, τη διεθνή αποστολή βοήθειας (π.χ. Βρετανία), ακόμα και για την πρώτη προσπάθεια επιστημονικής καταγραφής των επιπτώσεων του σεισμού με ένα ερωτηματολόγιο 13 ερωτήσεων που στάλθηκε στις διαφορετικές επαρχίες της Πορτογαλίας λίγους μόνο μήνες μετά το σεισμό. Για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι φιλοσοφικές απόψεις ως αρχή του διαφωτισμού που εδραιώνουν τις φυσικές επιστήμες έναντι των θεοκρατικών απόψεων του Ιησουισμού (εικόνα 2.11). Μάλιστα, μόλις το 1760 ο Mitchell θεώρησε τη σεισμική κίνηση ως αποτέλεσμα της διάδοσης ελαστικών κυμάτων στο εσωτερικό της Γης, για πρώτη φορά στην ιστορία της Σεισμολογίας, ιδέα η οποία και αναπτύχθηκε περαιτέρω από τον Young (1845).

Ένα άλλο παράδειγμα που συνδυάζει τη Σεισμολογία με μια σημαντική ιστορική περίοδο, είναι η περίοδος του “Ψυχρού Πολέμου” κατά τις 10ετίες 1950-1970. Κατά την περίοδο αυτή, τα δύο αντίπαλα στρατόπεδα επιρροής (Η.Π.Α. και Σοβιετική Ένωση) προσπαθούσαν να ανιχνεύσουν τις εκατέρωθεν πυρηνικές εκρήξεις ως προς τον τόπο διεξαγωγής των δοκιμών και το μέγεθός τους. Για το σκοπό αυτό ανέπτυξαν παγκόσμια σεισμογραφικά δίκτυα με πρότυπα όργανα, τα οποία και παραχώρησαν στις χώρες επιρροής τους. Η ανάπτυξη των σεισμογραφικών οργάνων επέφερε και την αλματώδη ανάπτυξη της Σεισμολογίας κατά την περίοδο αυτή, με τα δεδομένα από τις καταγραφές των σεισμών που σημειώνονταν και μελετούνταν από τους επιστήμονες, πέρα βέβαια από τις πυρηνικές εκρήξεις (Romney, 2009; εικόνα 2.12).

2.2.4 Μουσική και Σεισμολογία

Τα χαρακτηριστικά των κυμάτων ήχου, τα οποία είναι περισσότερο αναγνωρίσιμα στην καθημερινότητα ή στα μουσικά κομμάτια, μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση των σεισμικών κυμάτων και επομένως στον τρόπο που μπορούμε να αισθανθούμε ένα σεισμό ανάλογα με τη θέση που βρισκόμαστε τη συγκεκριμένη στιγμή ή ανάλογα με τη δραστηριότητά μας. Τα χαρακτηριστικά των κυμάτων ήχου (συχνότητα, πλάτος) είναι αυτά που μας δίνουν τη δυνατότητα να προσδιορίζουμε την πηγή του κάθε ήχου, την κατεύθυνση από την οποία αυτή προέρχεται και το αν μεσολαβούν εμπόδια, ενώ διακρίνουμε το φαινόμενο της αντήχησης. Ένα μουσικό κομμάτι έχει αργό ή γρήγορο ρυθμό, ο ήχος από το βιολί διαφέρει από εκείνον του κοντραμπάσου (εικόνα 2.13), ο θόρυβος από ένα σκαπτικό μπάνημα ακούγεται διαφορετικά με ανοικτό ή κλειστό παράθυρο, η ομιλία του Χ διαφέρει από την ομιλία της Ψ. Όμως και οι θόρυβοι της πόλης τη νύχτα ακούγονται διαφορετικά από τους θορύβους της πόλης την ημέρα. Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και οι Σεισμολόγοι χρησιμοποιούν τα σεισμικά κύματα όπως αναγράφονται από τους σειсмоγράφους για να κατανοήσουν τη δομή του εσωτερικού της Γης. Το επίμηκες σεισμικό κύμα, που προέρχεται από έναν σεισμό από μικρή επικεντρική απόσταση και έχει τη διαδρομή του μόνο στο γρανιτικό στρώμα, διαφέρει από το επίμηκες σεισμικό κύμα που προέρχεται από έναν σεισμό από μεγαλύτερη απόσταση και από μεγαλύτερο βάθος, που κατά τη διαδρομή του διέρχεται από το βασαλτικό και το γρανιτικό στρώμα. Τα σεισμικά κύματα που προέρχονται από μια πυρηνική έκρηξη διαφέρουν από τα σεισμικά κύματα που προέρχονται από έναν σεισμό έτσι όπως καταγράφονται από έναν σειсмоγράφο (εικόνα 2.14).



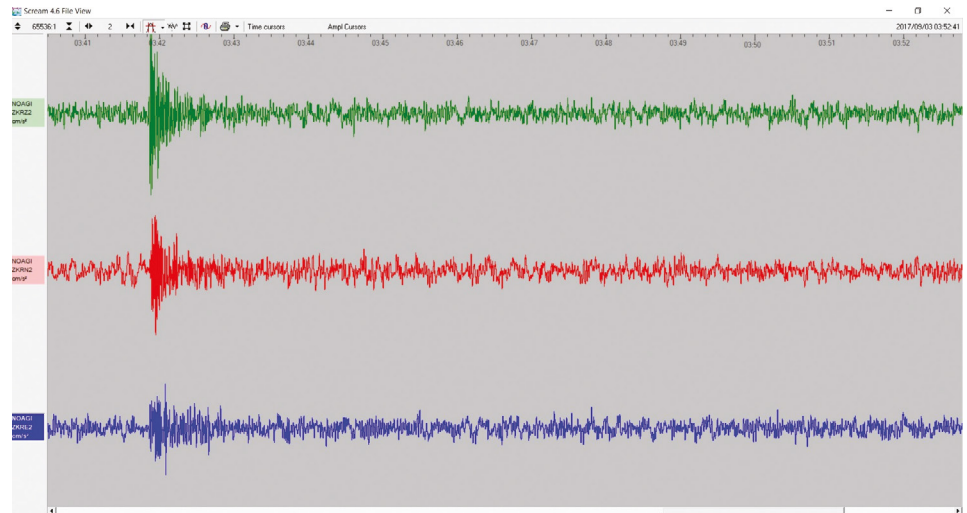
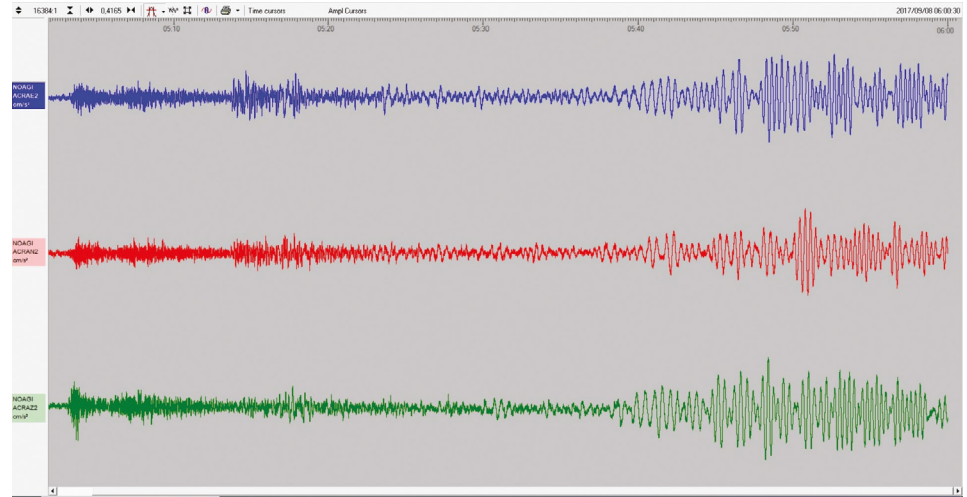
Εικόνα 2.13

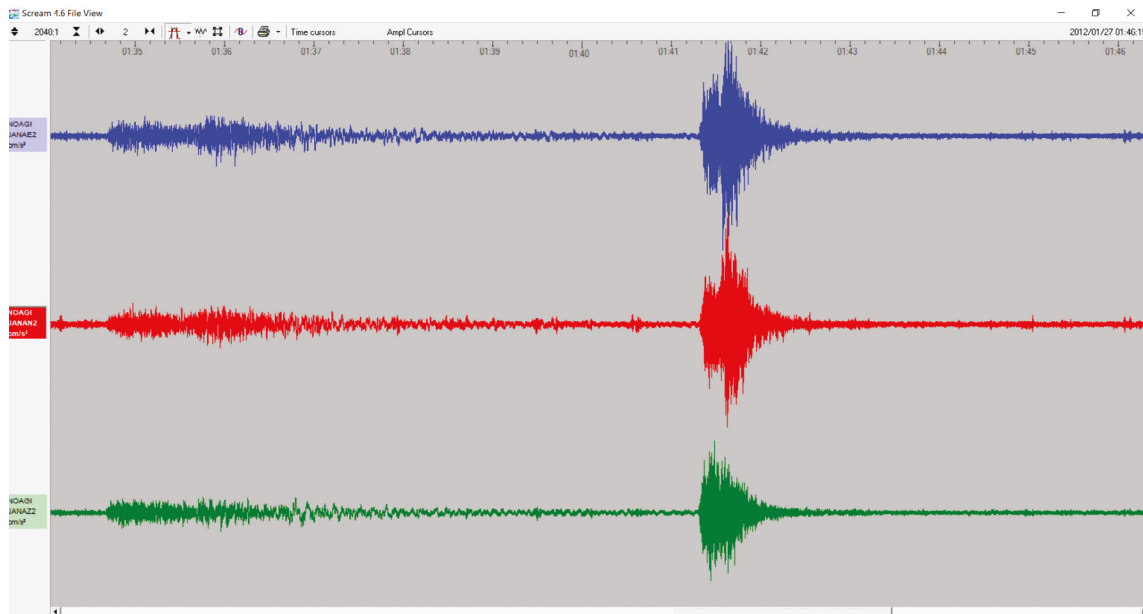
Καταγραφή του ήχου από κοντραμπάσο (επάνω) με μικρότερα πλάτη και χαμηλές συχνότητες και από βιολί (κάτω) με μεγαλύτερα πλάτη και υψηλότερες συχνότητες. Τα δύο παράθυρα έχουν το ίδιο χρονικό μήκος και την ίδια μεγέθυνση, ενώ η ηχογράφιση στα ηχεία. Τα δύο έγχορδα διαφέρουν ως προς το μέγεθος (μέγεθος ηχείου) και το μήκος των χορδών.

Εικόνα 2.14

(α) Καταγραφή ισχυρού σεισμού που συνέβη στο Μεξικό (8 Σεπτεμβρίου 2017, Μ 8.2, επικεντρική απόσταση περίπου 11.000km) όπως καταγράφηκε από σειсмоγραφικό όργανο του Ελληνικού χώρου. Είναι εμφανή τα διαφορετικού τύπου σεισμικά κύματα (επιμήκη, εγκάρσια, επιφανειακά).

(β) Καταγραφή πυρηνικής έκρηξης που συνέβη στη Βόρεια Κορέα όπως καταγράφηκε από σειсмоγραφικό όργανο του Ελληνικού χώρου (3 Σεπτεμβρίου 2017, Μ 6.3, επικεντρική απόσταση περίπου 8.500km). Στην καταγραφή φαίνονται μόνο τα επιμήκη (P-) κύματα, ενώ απουσιάζουν τα εγκάρσια και τα επιφανειακά.





Εικόνα 2.15

Καταγραφές ενός ισχυρότερου σεισμού (27/1/2012, 01:33, M5.2, επικεντρική απόσταση 545km) ακολουθούμενου από έναν ασθενέστερο σεισμό (27/1/2012, 01:40, M3.9, επικεντρική απόσταση 115km). Στην καταγραφή του ισχυρότερου σεισμού φαίνονται και τα μικρότερα πλάτη από την καταγραφή του ασθενέστερου λόγω της μεγαλύτερης επικεντρικής απόστασης (επομένως της μικρότερης ενέργειας που φθάνει στο σταθμό καταγραφής) και οι χαμηλότερες συχνότητες.

Επιπλέον, ένας ισχυρός σεισμός που σημειώνεται σε μεγάλη επικεντρική απόσταση από το σεισμολογικό σταθμό καταγραφής μπορεί να έχει μικρότερα πλάτη από έναν ασθενέστερο σεισμό που σημειώνεται πλησίον του σταθμού καταγραφής (εικόνα 2.15). Η πρώτη καταγραφή χαρακτηρίζεται από κύματα χαμηλότερων συχνοτήτων από τη δεύτερη καταγραφή. Έτσι, το εύρος των συχνοτήτων που καταγράφει ο κάθε αισθητήρας, έχει άμεση σύνδεση με τον λόγο για τον οποίον είναι κατασκευασμένος. Τα συνήθη σεισμικά κύματα ανήκουν

στην κατηγορία των υπόηχων (< 20Hz), έξω δηλαδή από το εύρος των συχνοτήτων που ακούει το ανθρώπινο αυτί (20 - 20000Hz), αν και τελευταία έχουν καταγραφεί από σειсмоγράφους ευρέος φάσματος ήχοι της Γης μέσα στο συχνοτικό εύρος 10^{-7} - 50Hz. Οι Hunstad et al. (2013) περιγράφουν συνοπτικά τη σύγκριση μεταξύ σεισμικών και ακουστικών κυμάτων.

2.2.5 Τεχνολογία – Πληροφορική και Σεισμολογία

Η Τεχνολογία και η Πληροφορική έχουν άμεση σύνδεση με τη Σεισμολογία και επομένως η σχολική κοινότητα μπορεί να βρει τρόπους διασύνδεσής της με τα αντικείμενα αυτά και το εκπαιδευτικό γνωσιακό επίπεδο κάθε τάξης. Η Τεχνολογία μπορεί να συνδεθεί με την εγκατάσταση σεισμογραφικού οργάνου στη σχολική μονάδα, είτε με προμήθεια του οργάνου από τη σχολική μονάδα, είτε σε συνεργασία με κάποιο σεισμολογικό κέντρο. Και στις δύο περιπτώσεις, η συνεργασία με το σεισμολογικό κέντρο προσφέρει τη συνεχή υποστήριξη των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων από εξειδικευμένο επιστήμονα, ο οποίος λειτουργεί ως σύμβουλος, εξασφαλίζοντας μια μακροχρόνια συνεργασία και επιστημονική σχέση με τη σχολική μονάδα. Ιδιαίτερα όμως στην περίπτωση της εγκατάστασης στο σχολείο σεισμογραφικού οργάνου που ανήκει σε κάποιο σεισμολογικό κέντρο (και ειδικά όταν εξυπηρετεί την ομοιογενή γεωγραφική κάλυψη από τα δίκτυά του) προσφέρει επιπλέον και τη συνεχή υποστήριξη στη λειτουργία του σεισμογραφικού οργάνου.

Η κατανόηση της λειτουργίας των σεισμογράφων απαιτεί γνώσεις από τη Φυσική και την Τεχνολογία, όπως αυτή εξελίσσεται. Η μετάβαση από τους σεισμογράφους μηχανικής αναγραφής, στους ηλεκτρομαγνητικούς σεισμογράφους και στη σημερινή εποχή στα ηλεκτρονικά κυκλώματα τύπου mems (εικόνα 2.19), αποτελεί μια καταγραφή της τεχνολογικής εξέλιξης. Συγχρόνως, αποτυπώνεται και η εξέλιξη της μετάδοσης της πληροφορίας. Στα τέλη του 19ου αιώνα μέχρι τα μέσα του 20ου αιώνα απαιτούνταν ημέρες μέχρι οι αναλογικές σεισμικές καταγραφές (σε καπνισμένο χαρτί ή σε θερμογραφικό ή φωτογραφικό χαρτί) να φτάσουν από

τον σεισμολογικό σταθμό στο σεισμολογικό κέντρο, να επεξεργαστούν και να δοθούν περαιτέρω στην ευρύτερη σεισμολογική κοινότητα. Όμως και από τα μέσα μέχρι και τις τελευταίες δεκαετίες του 20ου αιώνα, η μετάδοση των αναλογικών καταγραφών μέσω τηλεφωνικών κυκλωμάτων απαιτούσε μεγάλο οικονομικό κόστος, ενώ υπήρχαν και περιορισμοί στην ποιότητα των δεδομένων. Επιπλέον, η αναλογική καταγραφή απαιτούσε μεγάλους χώρους αποθήκευσης του αρχαιακού υλικού. Από τότε και μέχρι τη σημερινή εποχή, η συνεχής ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών και η δυνατότητα των σύγχρονων σεισμογραφικών οργάνων (ακόμα και αυτών χαμηλού κόστους) να συνδέονται διαδικτυακά και να μεταδίδουν συνεχώς και σε πραγματικό χρόνο τα σεισμολογικά δεδομένα, έχει ως αποτέλεσμα την άμεση ενημέρωση του επιστημονικού κόσμου, ενώ η ανάπτυξη εργαλείων λογισμικού διευκολύνει την ενημέρωση και του ευρέος κοινού.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι σεισμογραφικών οργάνων, πληροφορίες για τους οποίους μπορούν να αναζητηθούν σε σχετικές εκπαιδευτικές ιστοσελίδες (ενδεικτικά www.iris.edu/hq/sis/resources/seismometers), με σχετικά μικρό κόστος προμήθειας (σε σύγκριση με τα σεισμογραφικά όργανα που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούν τα σεισμολογικά κέντρα). Ως παράδειγμα αναφέρεται ο αισθητήρας P-alert (εικόνα 2.16), ο οποίος έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε σχολικές μονάδες στην Ελλάδα. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας (www.sanlien.com.tw/en/product/p-alert-network-accelerometer/) ανιχνεύει τα Ρ-σεισμικά κύματα, έτσι ώστε να λειτουργεί ενταγμένος σε ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης (EEWS). Έχει αναπτυχθεί στην Ταϊβάν (Wu, 2019), όπου δοκιμάστηκε η λειτουργία του από το Εθνικό Πανεπιστήμιο της

Ταϊβάν για το σεισμό της 6ης Φεβρουαρίου 2018 (Μw 6.4), αφενός ως προς τη δυνατότητα της έγκαιρης προειδοποίησης, αφετέρου για τη δυνατότητα σχεδίασης ενός χάρτη της αναμενόμενης εδαφικής επιτάχυνσης για επιχειρησιακές εφαρμογές πολιτικής προστασίας. Οι εγκατεστημένοι σεισμικοί αισθητήρες είναι ενσωματωμένοι στο δίκτυο επιταχυνσιογράφων του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών με την τεχνική υποδομή που συνοδεύει κάθε θέση εγκατάστασης, μεταδίδουν συνεχώς και σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα, αλλά και καταγράφουν τοπικά με τη βοήθεια μικροεπεξεργαστή τύπου Raspberry – Pi, ώστε να αποφεύγεται η απώλεια δεδομένων στην περίπτωση διακοπής της διαδικτυακής επικοινωνίας. Όσον αφορά το λογισμικό με το οποίο οι μαθητές μπορούν να ασχοληθούν με την επεξεργασία των δεδομένων και την ταυτοποίηση ενός σεισμού (χρόνος γένεσης, επικεντρική απόσταση, μέγεθος), έχουν ήδη αναφερθεί το AmaSeis και το SeisGram2K.

Συμπερασματικά, οι μαθητές συμμετέχοντας ενεργά στην υποστήριξη της ενόργανης παρακολούθησης ενός φυσικού φαινομένου, εργάζονται ομαδικά ώστε να αναπτύξουν δεξιότητες στον τομέα “Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνιών”. Η διαχείριση ενός σεισμολογικού σταθμού μπορεί επίσης να αποτελέσει το αρχικό σημείο διοργάνωσης θεματικού workshop ή να υλοποιήσει ένα δίαυλο επικοινωνίας με αντίστοιχα σχολεία του εσωτερικού ή εξωτερικού, όπου θα διατυπωθούν κοινά ερωτήματα, αλλά και απαντήσεις σε θέματα κοινού ενδιαφέροντος. Η κατανόηση της λειτουργίας των σεισμογραφικών οργάνων, μπορεί να οδηγήσει στην ιδιοκατασκευή “σεισμογράφου” (Bazanos, 2012) με απλά υλικά που βρίσκουμε στο εμπόριο (ξύλο, πνεύ-



κλι.), ή και σε κατασκευή με πιο εξειδικευμένα υλικά (πηνίο, A/D κύκλωμα κλπ.). Οδηγίες και ιδέες βρίσκονται ενδεικτικά στη διεύθυνση www.scienceinschool.org/article/2012/earthquakes-2/. Τέλος, η συνεχής υποστήριξη ενός σεισμογραφικού οργάνου από μια ομάδα μαθητών, το οποίο είναι ενσωματωμένο σε ένα ευρύτερο δίκτυο σεισμογραφικών οργάνων, ενισχύει την υπευθυνότητα των εμπλεκομένων, την τάση για συνεργασία και την κατανόηση της επιστημονικής και ερευνητικής διαδικασίας των σεισμολογικών κέντρων.

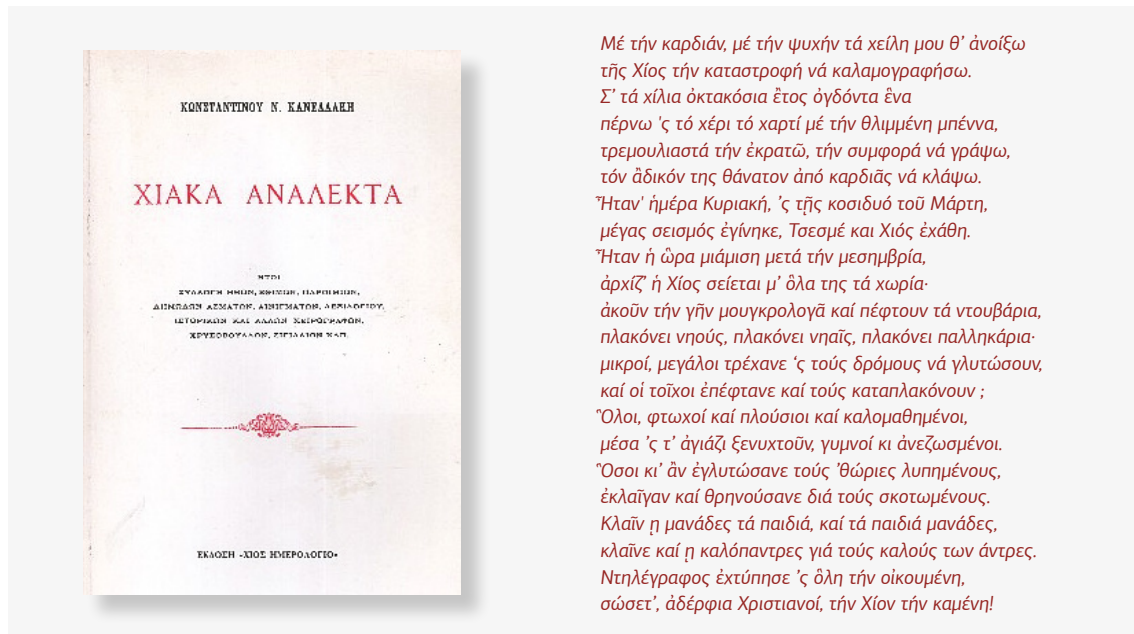
Η δημιουργία της ιστοσελίδας της λειτουργίας του σεισμογραφικού οργάνου, μπορεί να ενσωματωθεί στην ιστοσελίδα του σχολείου, αποτελώντας ένα σημείο ενημέρωσης για τη γειτονιά και τα υπόλοιπα σχολεία της περιοχής και επομένως και για ευρύτερη πληθυσμιακή ομάδα, με αποτέλεσμα την ευαισθητοποίησή της ένα-

Εικόνα 2.16

Σεισμικός αισθητήρας P-alert, (της εταιρείας San Lien, Ταϊβαν) χαμηλού κόστους, ο οποίος έχει εγκατασταθεί σε σχολεία στην Ελλάδα, ενσωματωμένος στα σεισμολογικά δίκτυα του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και εξυπηρετεί εκπαιδευτικές δράσεις.

Εικόνα 2.17

Δημοτικό τραγούδι, που περιγράφει τον καταστροφικό σεισμό της Χίου (1881). Ο σεισμός ήταν ο πιο πολύνεκρος στην Ελλάδα με περίπου 3500 θύματα (Κανελλάκης, 1890).



Μέ τήν καρδιάν, μέ τήν ψυχκήν τά χεῖλήν μου θ' ἀνοίξω
τῆς Χίος τήν καταστροφή νά καταμογραφήσω.
Σ' τὰ χίλια ὀκτακόσια ἔτος ὀγδόοντα ἕνα
πέρνω 'ς τό χέρι τό χαρτί μέ τήν θλιμμένη μένενα,
τρεμουλιαστά τήν ἐκρατώ, τήν συμφορά νά γράψω,
τόν ἀδικόν της θάνατον ἀπό καρδιάς νά κλάψω.
Ἦταν ἡμέρα Κυριακή, 'ς τῆς κοσιδυοῦ τοῦ Μάρτη,
μέγας σεισμός ἐγένηκε, Τσεσμέ και Χίος ἐχάθη.
Ἦταν ἡ ὥρα μιάμιση μετά τήν μεσημβρία,
ἀρχίζ' ἡ Χίος σείεται μ' ὅλα της τὰ χωρία-
ἀκοῦν τήν γῆν μουγκρολογᾷ καί πέφτουν τὰ ντουβάρια,
πλακόνει νηούς, πλακόνει νηαῖς, πλακόνει παλληκάρια-
μικροί, μεγάλοι τρέχανε 'ς τούς δρόμους νά γλυτώσουν,
καί οἱ τοῖχοι ἐπέφτανε καί τούς καταπλακόνουν ;
Ὅλοι, φτωχοί καί πλούσιοι καί καλομαθημένοι,
μέσα 'ς τ' ἀγιάζι ξενοκτοῦν, γυμνοί κι ἀνεζωσμένοι.
Ὅσοι κι' ἄν ἐγλυτώσανε τούς ἄθωριες λυπημένους,
ἐκλαῖγαν καί θρηνούσανε διά τούς σκοτωμένους.
Κλαῖν ἡ μανάδες τὰ παιδιά, καί τὰ παιδιά μανάδες,
κλαῖνε καί ἡ καλόπαντρες γιά τούς καλοῦς των ἀντρες.
Ντηλέγραφος ἐτύπησε 'ς ὅλη τήν οἰκουμένη,
σώσσε', ἀδέρφια Χριστιανοί, τήν Χίον τήν καμμένη!

ντι του φαινομένου του σεισμού. Ταυτόχρονα η χρήση του λογισμικού επεξεργασίας των καταγραφών (εγκατάσταση στον υπολογιστή, αρχειοθέτηση σεισμικών καταγραφών, επεξεργασία) αναδεικνύει και βελτιώνει τις δεξιότητες χρήσης Η/Υ.

Τα παραπάνω αποτελούν απλώς μερικές ενδεικτικές ιδέες διαθεματικής σύνδεσης των σχολικών μαθημάτων με τη Σεισμολογία. Κάθε εκπαιδευτικός, και με τη βοήθεια του εξειδικευμένου επιστήμονα ως συμβούλου, μπορεί να αναδείξει τις δικές του δεξιότητες και τα ενδιαφέροντά του προς την κατεύθυνση της διαθεματικής

προσέγγισης. Για παράδειγμα Εικαστικά και Σεισμολογία με χρήση των χρωμάτων για τη σήμανση ασφαλών και επικίνδυνων διαδρομών, ασφαλών και επικίνδυνων ελεύθερων χώρων κλπ., Λαογραφία και Σεισμολογία (αναζήτηση λαών που υπέστησαν ιστορικά μεγάλες καταστροφές λόγω σεισμών, π.χ. (εικόνα 2.17), Ξένες Γλώσσες και Σεισμολογία (σχεδίαση και έκδοση ξενόγλωσσων ενημερωτικών φυλλαδίων για ειδικές ομάδες πληθυσμού, όπως οι πρόσφυγες και οι τουρίστες) κ.ά.

2.3 Εποπτικά μέσα στην Εκπαιδευτική Σεισμολογία

Γενικά, ως εποπτικά μέσα νοούνται εκείνα τα μέσα που χρησιμοποιούνται για να μεταφερθούν τα μαθησιακά μηνύματα από τον εκπαιδευτικό στον εκπαιδευόμενο. Τέτοια μέσα μπορεί να είναι χάρτες, αφίσες, εργαστηριακός εξοπλισμός, μοντέλα κ.ά. Για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και την επίτευξη των μαθησιακών στόχων ο εκπαιδευόμενος συμμετέχει βιωματικά (Kaizer et al., 2013) και με ενεργή συμμετοχή σε ομάδες εργασίας, σε παιχνίδια ρόλων, με αξιοποίηση διαθέσιμων εργαλείων (Jarvis, 2013).

Υπό το πρίσμα αυτό και στο πλαίσιο της Σεισμολογίας στο Σχολείο, ομάδες μαθητών αναλαμβάνουν την κατασκευή εποπτικών μέσων για την κατανόηση των σεισμολογικών εννοιών. Για το σκοπό αυτό, αναζητούν υλικά χαμηλού κόστους, τα οποία είναι εύκολο να βρεθούν στην αγορά. Τέτοια υλικά μπορεί να είναι τεμάχια φελιζόλ, τεμάχια ξύλου διαφόρων μεγεθών, υλικά χειροτεχνίας, ελατήρια διαφόρων τύπων, υλικά κατασκευής μακέτας, φελιξ, χαρτί, εκτυπώσεις εικόνων από το διαδίκτυο κ.ά. Η φιλοσοφία δηλαδή της δράσης, δεν είναι να προμηθευτεί το σχολείο έτοιμα τα εποπτικά μέσα, αλλά οι μαθητές υπό την καθοδήγηση των δασκάλων ή των εξειδικευμένων επιστημόνων να σχεδιάσουν, να αναζητήσουν στην αγορά και να κατασκευάσουν οι ίδιοι τα εποπτικά μέσα, αναπτύσσοντας έτσι ενδιαφέροντα και δεξιότητες. Ως αποτέλεσμα, κάθε τάξη ή και κάθε σχολείο έχει τη δική του πρωτότυπη και μοναδική συλλογή εποπτικών μέσων περί τη Σεισμολογία. Στα επόμενα κεφάλαια αναφέρονται ενδεικτικά μερικά εποπτικά μέσα Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας.

2.3.1 Σχεδιασμός και δημιουργία έντυπου και ηλεκτρονικού πληροφοριακού υλικού

Φυλλάδια με τα μέτρα προστασίας με cartoons ήρωες και σχέδια / φωτογραφίες από το σχολείο. Στο ίδιο πλαίσιο είναι και οι πινακίδες των διαδρομών στο σχολείο, στα πλαίσια ενός σχεδίου έναντι σεισμού. Σχεδιασμός πολυγλωσσικών φυλλαδίων από μαθητές με δεύτερη μητρική γλώσσα για υποβοήθηση τουριστών / προσφύγων / μεταναστών (συνεργασία με Δήμο, ξενοδοχεία, τουριστικά γραφεία). Αφίσα με τις βασικές έννοιες της Σεισμολογίας και συχνές ερωτήσεις / απαντήσεις (FAQ), αφίσα με οδηγίες για το τι πρέπει να κάνουμε και τι να μην κάνουμε σε περίπτωση σεισμού, προσαρμοσμένη στην αντίστοιχη σχολική μονάδα.

Οι ερωτήσεις που μπορούν να τεθούν ενδεικτικά και να αναζητηθούν οι απαντήσεις από διάφορες πηγές είναι: Τι είναι σεισμός; Γιατί συμβαίνουν οι σεισμοί; Γιατί συμβαίνουν σεισμοί στην Ελλάδα; Τι είναι τα σεισμικά κύματα; Πώς υπολογίζουμε το επίκεντρο ενός σεισμού; Ποια είναι η διαφορά μεταξύ μεγέθους και έντασης; Μπορούμε να προβλέψουμε τους σεισμούς; Τι πρέπει να κάνουμε και τι να μην κάνουμε πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από έναν σεισμό; Η ομάδα στόχου για τη δραστηριότητα αυτή είναι όλες οι τάξεις Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου και σε κάθε περίπτωση ο δάσκαλος ή ο καθηγητής επιλέγει τον τρόπο που θα τεθούν τα ερωτήματα και θα αναζητηθούν οι απαντήσεις.

Το υλικό (αφίσες και ενημερωτικά φυλλάδια), μπορεί να αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του σχολείου, με στόχο τη διάχυση της πληροφορίας προς ευρύτερες ομάδες πληθυσμού αλλά και για διαφήμιση των εργασιών των μαθητών.

2.3.2 Κατασκευή μοντέλων / μακετών από απλά υλικά

Κατασκευή μοντέλων / μακετών από απλά υλικά που βρίσκονται στο εμπόριο, βασίζονται στις γνώσεις Φυσικής / Γεωγραφίας / Γεωλογίας κάθε εκπαιδευτικής βαθμίδας και δείχνουν τη συμπεριφορά κατασκευών / εδαφών αλλά και κάνουν κατανοητές έννοιες Φυσικής και ιδιοτήτων των υλικών. Το βασικό σκεπτικό ακολουθεί τα παρακάτω βήματα: Σχεδιασμός – τι θέλω να παρατηρήσω; Έρευνα αγοράς για εύρεση των κατάλληλων υλικών με χαμηλό οικονομικό κόστος. Υλοποίηση, δοκιμή, αποτελέσματα πειραμάτων, εύρεση σχέσεων, τήρηση ημερολογίου. Κατανόηση εννοιών: συνεκτικό – χαλαρό έδαφος, υψηλό – χαμηλό κτήριο, μικρό – μεγάλο μέγεθος, κοντινή – μακρινή απόσταση, χαμηλή – υψηλή συχνότητα, κ.ά. Στην εικόνα 2.18 φαίνεται ως παράδειγμα μια συλλογή από τέτοια υλικά. Τα ξυλάκια θραύονται όταν εφαρμοστεί στα άκρα τους δύναμη, αναπαριστώντας τη θραύση των πετρωμάτων και τη γένεση του σεισμού. Τα τεμάχια φελιζόλ μπορούν να

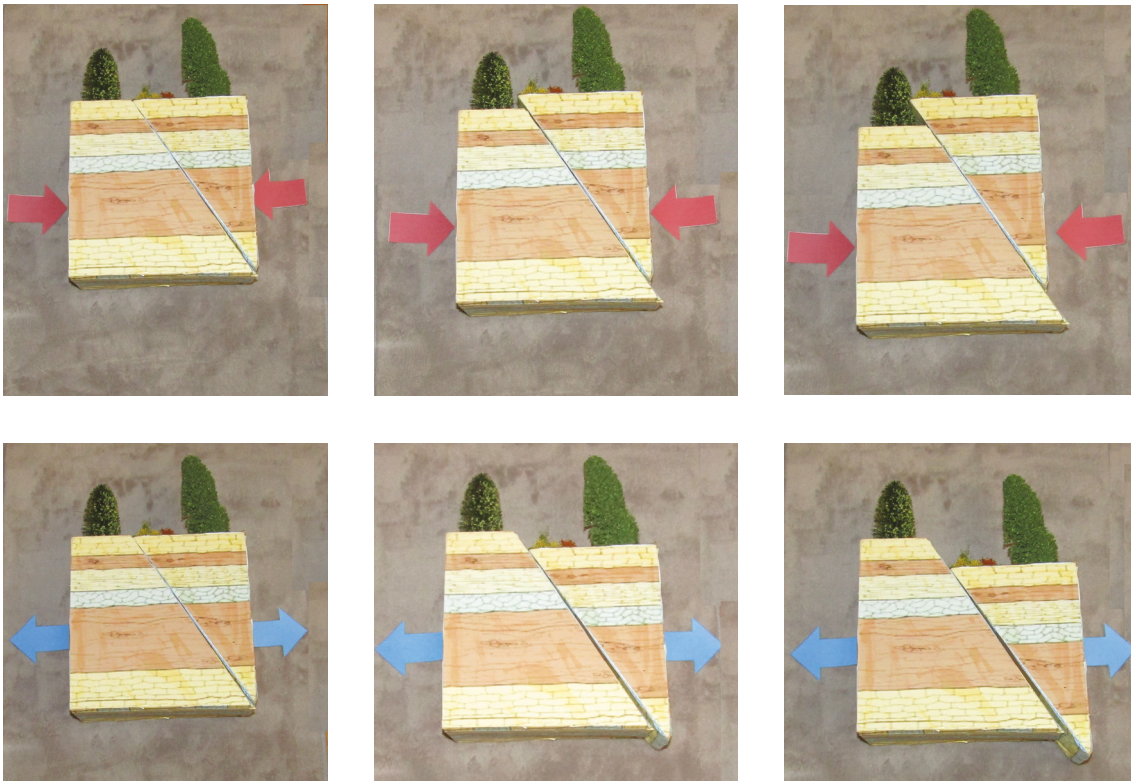
αναπαραστήσουν τις κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών και τους τύπους των ρηγμάτων, τα ξύλινα κυβάρια τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο καταδεικνύουν τον τρόπο δόμησης και την κατάρρευση όταν δεν έχουν συνδετικό υλικό (όροι δόμησης), το πλαστικό ή μεταλλικό ελατήριο καταδεικνύει τη διάδοση της ενέργειας με τα σεισμικά κύματα (επιμήκη κύματα με αραιώματα και πυκνώματα και εγκάρσια κύματα με όρη και κοιλάδες), η πλάκα σαπουνιού και ένα πλαστικό σακούλι με σαπούνι σε σκόνη καταδεικνύουν τη διαφορά συμπεριφοράς όταν το σεισμικό κύμα διέρχεται μέσα σε σκληρό και μαλακό εδαφικό σχηματισμό και πόσο εύκολα αλλάζει σχήμα ο μαλακός σχηματισμός και επομένως πόσο πιο έντονα αισθανόμαστε τη δόνηση όταν η κατασκευή μας είναι θεμελιωμένη σε μαλακό εδαφικό σχηματισμό).

Στην εικόνα 2.19 αναπαριστώνται οι περιπτώσεις των αναστροφών και κανονικών ρηγμάτων με τεμάχια φελιζόλ. Πιο συγκεκριμένα, όταν οι δυνάμεις στα δύο λιθοσφαιρικά τεμάχια είναι συμπιεστικές, το τεμάχος που είναι πάνω από το ίχνος του ρήγματος, κινείται προς τα επάνω. Στην περίπτωση αυτή, δείχνεται ότι η κατακόρυφη διάσταση του μοντέλου αυξάνεται ενώ η οριζόντια διάστασή του μειώνεται. Στην πραγματικότητα, τέτοιου τύπου δυνάμεις και κινήσεις εμφανίζονται κατά τη σύγκρουση των λιθοσφαιρικών τεμαχίων, οπότε και το βαρύτερο τεμάχος βυθίζεται κάτω από το ελαφρύτερο, κινούμενο προς βαθύτερα στρώματα με μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις, με αποτέλεσμα την τήξη του. Στο σημείο της σύγκρουσης συγχρόνως δημιουργούνται υψηλές οροσειρές. Οι περιοχές αυτές είναι περιοχές αναστροφών ρηγμάτων, υπάρχει μείωση της επιφάνειας του φλοιού της Γης (αφού ωθείται προς το βάθος)



Εικόνα 2.18

Απλά υλικά που βρίσκονται εύκολα στην αγορά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή μοντέλων / μακετών για την Εκπαιδευτική Σεισμολογία.



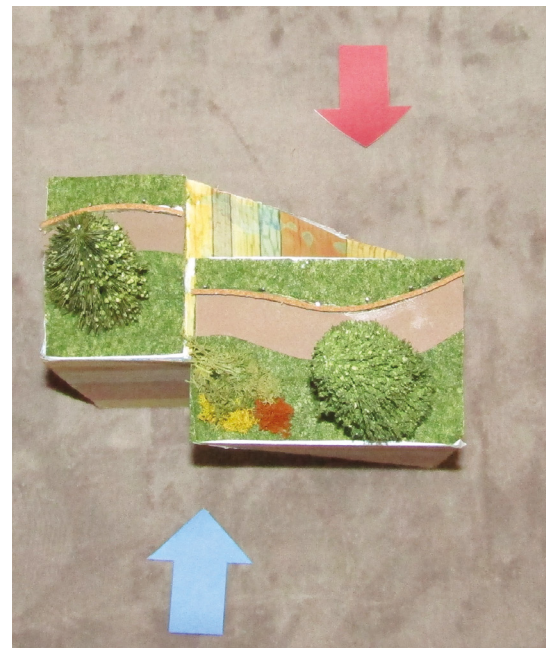
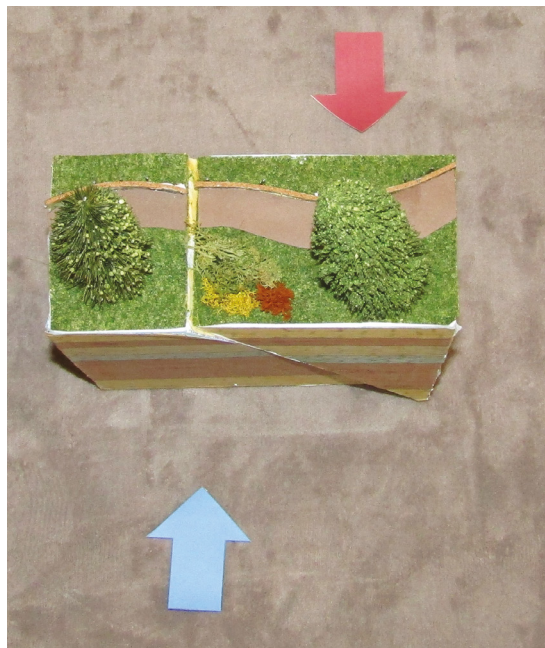
Εικόνα 2.19
 Αναπαράσταση των
 ανάστροφων (επάνω,
 συμπιεστικές δυνάμεις) και
 κανονικών ρηγμάτων (κάτω,
 εφελκυστικές δυνάμεις).

και δημιουργία υψηλών οροσειρών (π.χ. στην περιοχή σύγκρουσης της Αφρικανικής λιθόσφαιρας με την Ευρασιατική, η Αφρικανική λιθόσφαιρα βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική και δημιουργούνται οι οροσειρές των Άλπεων, των Απέννινων, των Δειναρίδων και των Ιμαλαΐων).

Όταν οι δυνάμεις είναι εφελκυστικές, το λιθόσφαιρικό τμήμα που είναι πάνω από το ίχνος του ρήγματος βυθίζεται προς τα κάτω. Η κατακόρυφη διάσταση του μοντέλου μειώνεται, ενώ η οριζόντια διάσταση αυξάνεται. Στην πραγματικότητα τέτοιου τύπου κινήσεις παρουσιάζονται κατά την απομάκρυνση των λιθόσφαιρικών τεμαχίων, π.χ. μεσοωκεάνιες περιοχές ή περιοχές

Εικόνα 2.20

Αναπαράσταση των ρημάτων οριζόντιας ολίσθησης.



λεκανών. Εδώ ο φλοιός είναι λεπτότερος, ενώ υπάρχει και αύξηση της επιφάνειάς του. Στις περιοχές αυτές, λόγω του λεπτότερου φλοιού, το θερμό υλικό από το εσωτερικό της Γης –προερχόμενο από τη βύθιση των λιθосφαιρικών τεμαχών σε βάθη υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων– βρίσκει ευκολότερα διεξόδους προς την επιφάνεια δημιουργώντας τα ηφαίστεια.

Στην εικόνα 2.20 οι δυνάμεις που εφαρμόζονται στο μοντέλο είναι διατμητικές. Στην περίπτωση αυτή τα λιθосφαιρικά τεμάχια κινούνται το ένα παράλληλα με το

άλλο (αριστερόστροφα ή δεξιόστροφα) και το ρήγμα ονομάζεται οριζόντιας ολίσθησης (π.χ. ρήγμα της Ανατολίας).

Χρησιμοποιώντας ελατήρια διαφορετικού μήκους ή γενικά ελατήρια με διαφορετικά χαρακτηριστικά, είναι δυνατόν να κατανοήσουμε τη συμπεριφορά των διαφορετικών κατασκευών (μονόροφες ή πολυόροφες, ογκώδεις ή μικρού όγκου, εύκαμπτες ή δύσκαμπτες) και την αλλαγή της συμπεριφοράς τους, όταν τοποθετείται κάποιο βάρος στο ανώτερο σημείο (εικόνα 2.21). Τα ελα-



τήρια τοποθετούνται στην ίδια ξύλινη βάση, έτσι ώστε να δέχονται την ίδια “δόννηση” και να αναδεικνύεται η διαφορετική συμπεριφορά τους. Κατά την εφαρμογή μιας “δόννησης” στην ξύλινη βάση, παρατηρείται ότι το πάνω μέρος του υψηλότερου ελατηρίου εκτελεί εντονότερη ταλάντωση από αυτήν των άλλων ελατηρίων, γεγονός που καταδεικνύει γιατί αισθανόμαστε εντονότερα το σεισμό στους υψηλότερους ορόφους των κτιρίων σε σχέση με τους χαμηλότερους.

Η τοποθέτηση μιας μικρής μάζας στο άνω μέρος του κάθε ελατηρίου και η εφαρμογή μιας δόννησης, καταδεικνύει επίσης την αλλαγή της συμπεριφοράς στο συγκεκριμένο ελατήριο σε σύγκριση με τη συμπεριφορά

του χωρίς τη μικρή μάζα. Η δοκιμή αυτή ομοιάζει με τον μετρονόμο (εικόνα 2.21, δεξιά), του οποίου η συχνότητα ταλάντωσης αλλάζει (επιταχύνεται ή επιβραδύνεται) ανάλογα με το ύψος τοποθέτησης της μάζας στο στέλεχος. Επιπλέον, το πείραμα αυτό αναδεικνύει την ορθότητα του κανόνα της αποφυγής τοποθέτησης βαριών αντικειμένων στα πάνω ράφια βιβλιοθηκών, δεδομένου ότι η ενέργεια αυτή επιφέρει την ευκολότερη ανατροπή των βαριών αντικειμένων, αλλά και της ίδιας της βιβλιοθήκης.

Ένα πιο σύνθετο μοντέλο δημιουργείται όταν τοποθετήσουμε μικρούς σεισμικούς αισθητήρες στο κάτω και στο πάνω μέρος ενός μοντέλου κατασκευής (π.χ. με φε-

Εικόνα 2.21

Μοντέλα για την ανάδειξη της διαφορετικής συμπεριφοράς των κτιρίων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους.

λιζόλ ή με τουβλάκια LEGO), όπως στην εικόνα 2.21 αριστερά, είτε σε ειδικά διαμορφωμένα ελατήρια (με μικρή βάση στο πάνω μέρος τους). Στην εικόνα 2.22 παρουσιάζεται μια πραγματική σεισμική καταγραφή από τα δύο σεισμογραφικά όργανα που είναι τοποθετημένα σε έναν κίονα της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνα της Ακρόπολης Αθηνών. Η πάνω καταγραφή αντιστοιχεί στο σεισμογράφο που είναι τοποθετημένος στη βάση του κίονα και η κάτω καταγραφή αντιστοιχεί στο σεισμογράφο που είναι τοποθετημένος στο επιστήλιο. Η κάτω καταγραφή χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερα πλάτη και από μεγαλύτερη διάρκεια καταγραφής, αλλά και από μεγαλύτερες περιόδους ταλάντωσης.

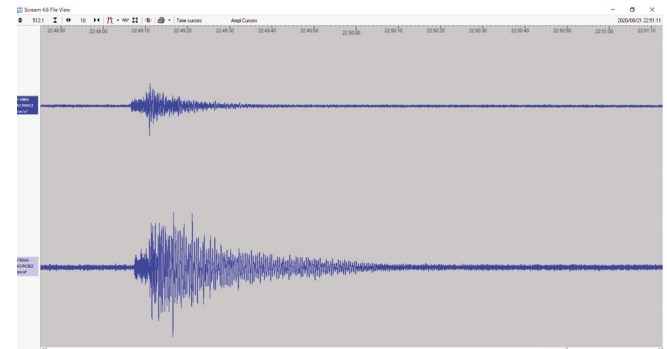
Με απλά υλικά (χαρτόνι, καρφάκια χειροτεχνίας, λαστιχάκια, ταινία χριτς-χρατς) είναι δυνατή και η κατασκευή μοντέλων που δείχνουν τη συμπεριφορά των κτηρίων και την ενίσχυσή τους, παραπέμποντας σε συνήθεις εικόνες που συναντά ο καθένας από μια απλή περιήγηση στους δρόμους της πόλης ή της γειτονιάς. Στην εικόνα 2.23 φαίνονται περιπτώσεις ημιτελών οικοδο-

μών (πάνω), κατά τις οποίες υπάρχει ισχυρή πιθανότητα αλλαγής του τρόπου συμπεριφοράς της κατασκευής σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό τους και ενισχυμένων κατασκευών ανάλογα με τον τρόπο δόμησης (κάτω), κατά τις οποίες η συμπεριφορά του κτηρίου ακολουθεί τον αρχικό σχεδιασμό ή βελτιώνεται η συμπεριφορά του με αντίστοιχη επιμήκυνση του χρόνου ζωής της κατασκευής.

Στην εικόνα 2.24 παρουσιάζεται ένα απλοϊκό μοντέλο προσομοίωσης της πραγματικότητας. Στο (1) φαίνεται ο σκελετός του κτηρίου, ο οποίος στην περίπτωση σεισμικής δόνησης παρουσιάζει μια πιο εύκαμπτη συμπεριφορά, με αποτέλεσμα την πιθανή κατάρρευση της κατασκευής. Στο (2) κατασκευάζεται η “τοιχοποιία” του ισογείου, με αποτέλεσμα την αύξηση της ακαμψίας αυτού του μέρους της κατασκευής και την επιβίωση του ισογείου στην περίπτωση σεισμού, με ταυτόχρονη κατάρρευση των άλλων ορόφων. Στο (3) ενισχύεται ο πρώτος όροφος με χιαστί χριτς-χρατς ταινία προσομοιώνοντας τα “χιαστί μεταλλικά δοκάρια” και την άμυνα

Εικόνα 2.22

Καταγραφή από δύο σεισμογραφικά όργανα τοποθετημένα στη βάση κίονα του Παρθενώνα και στο επιστήλιο, καταδεικνύοντας ότι το ανώτερο τμήμα του κίονα ταλαντώνεται περισσότερο από το κάτω, για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια και με μεγαλύτερες περιόδους ταλάντωσης.





Εικόνα 2.23

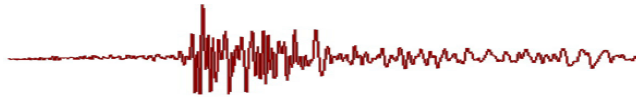
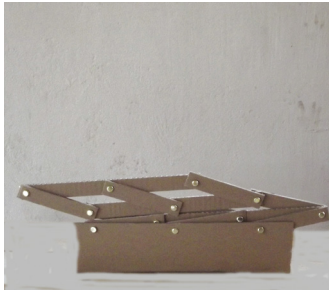
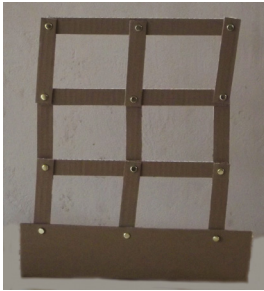
Περιπτώσεις ημιτελών κατασκευών (πάνω), που πιθανώς να αλλάξουν τη συμπεριφορά της κατασκευής έναντι του αρχικού σχεδιασμού και ενίσχυσης κατασκευών (κάτω) που ακολουθούν τον αρχικό σχεδιασμό ή ενισχύουν την κατασκευή επιμικτώντας το χρόνο ζωής της.



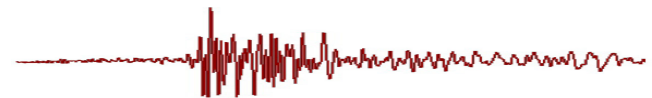
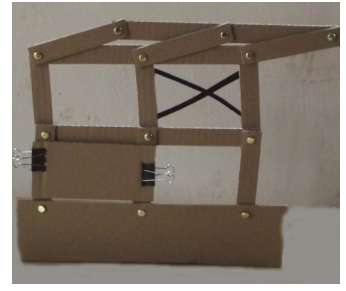
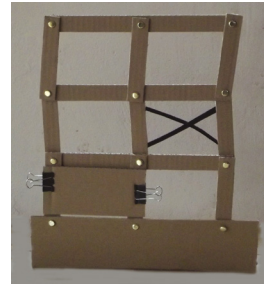
Εικόνα 2.24 (δεξιά)

Μοντέλο με απλά υλικά που δείχνει τη συμπεριφορά ημιτελούς κατασκευής έναντι σεισμού και την αλλαγή της συμπεριφοράς με προσομοίωση μεθόδων ενίσχυσης (τοιχοποιία, μεταλλικά ή ξύλινα δοκάρια).

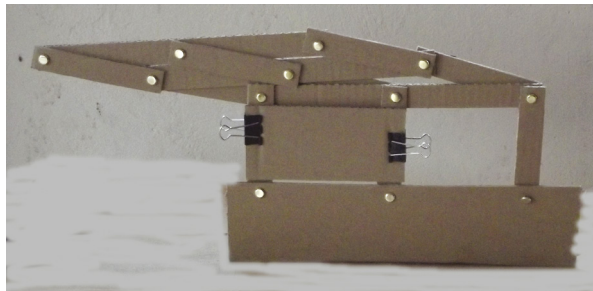
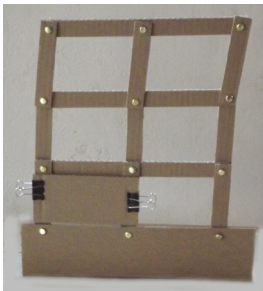
1



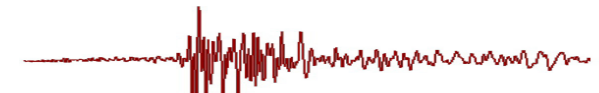
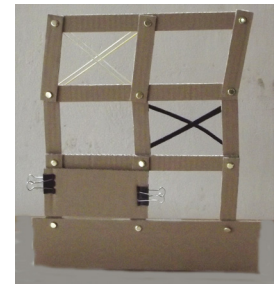
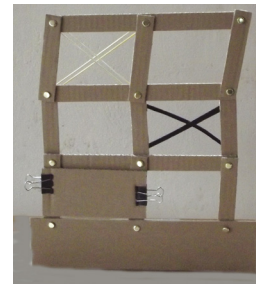
3

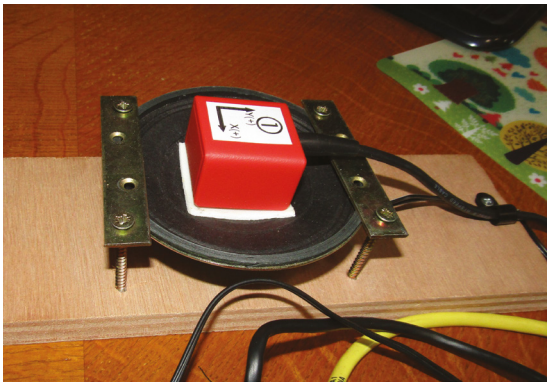


2



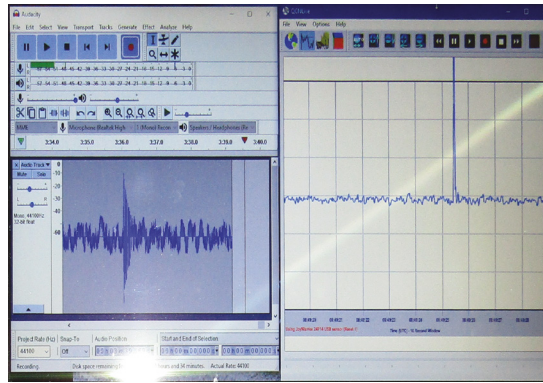
4





της κατασκευής έναντι διατμητικών τάσεων. Στην περίπτωση σεισμικής δόνησης επιβιώνει και ο πρώτος όροφος, ενώ ο δεύτερος όροφος καταρρέει. Στο (4) ενισχύεται και ο ανώτερος όροφος με χιαστί λαστικάκια προσομοιώνοντας τα “χιαστί ξύλινα δοκάρια” (περισσότερο εύκαμπτα από τα μεταλλικά, αλλά και πάλι για την ενίσχυση έναντι διατμητικών τάσεων). Στην περίπτωση σεισμικής δόνησης επιβιώνει ολόκληρη η κατασκευή.

Στην εικόνα 2.25 παρουσιάζεται μια απλή κατασκευή ενταγμένη στη δραστηριότητα που συνδυάζει τη Μουσική με τη Σεισμολογία. Για την κατασκευή της απαιτείται ένα ηχείο, στον κώνο του οποίου επικολλάται ένας μικρός σεισμικός αισθητήρας, με σκοπό τα ηχητικά κύματα ενός μουσικού κομματιού που ακούγεται από το ηχείο να καταγράφονται από το σεισμικό αισθητήρα. Έτσι ο μαθητής ακούγοντας τη μουσική και τις διαφοροποιήσεις της (αργό ή γρήγορο τέμπο στο μουσικό κομμάτι, διαφορετικά μουσικά όργανα, συνδυασμός μουσικών οργάνων και φωνής τραγουδιστή) αναγνω-



Εικόνα 2.25

Κατασκευή για την καταγραφή μουσικού κομματιού από σεισμικό αισθητήρα και ταυτόχρονη σύγκριση των καταγραφών (από το λογισμικό ήχου Audacity® και το λογισμικό του αισθητήρα QCN).

ρίζει πόσο περισσότερο ή λιγότερο οι διαφοροποιήσεις αυτές αποδίδονται και από το σεισμικό αισθητήρα. Εδώ γίνεται κατανοητό το συχνολογικό εύρος του κάθε αισθητήρα, όπως ακριβώς το ανθρώπινο αυτί που αντιλαμβάνεται ήχους στενότερου συχνολογικού περιεχομένου από το αυτί άλλων ζώων.

2.3.3 Προετοιμασία σακιδίου έκτακτης ανάγκης

Σκοπός της δραστηριότητας αυτής είναι η κατανόηση της αναγκαιότητας τήρησης ενός απλού κανόνα και η εμπέδωση των εννοιών του απαραίτητου υλικού και του μη απαραίτητου. Το σακίδιο έκτακτης ανάγκης καλύπτει τις περιπτώσεις που υποχρεωνόμαστε, λόγω ενός έκτακτου γεγονότος, να αφήσουμε το σπίτι μας για μικρότερο ή για μεγαλύτερο διάστημα, ενώ το σακίδιο και τα περιεχόμενα υλικά θα μας καλύψει για τις πρώτες ώρες μέχρι να καταφθάσει βοήθεια. Στα απαραίτητα υλικά συγκαταλέγονται ο φακός, η σφυρίχτρα, το φορητό ραδιόφωνο μπαταρίας, το μπουκαλάκι νερό, η ξηρή τρο-

Εικόνα 2.26

Η προετοιμασία του σακιδίου έκτακτης ανάγκης αποδίδει το ρόλο του υπευθύνου σε κάθε μαθητή, για να το προετοιμάσει και να το συντηρεί στο σπίτι του.



φή, τα χαρτί υγείας, το μικρό φαρμακείο, τα γάντια, οι σακούλες απορριμάτων, το γιλέκο με έντονο χρώμα, τα υγρά χαρτομάντηλα, οι ανταλλακτικές μπαταρίες. Κάθε μαθητής αναλαμβάνει το ρόλο του υπεύθυνου προσώπου για τη δημιουργία και συντήρηση του σακιδίου έκτακτης ανάγκης: να λειτουργεί ο φακός και το ραδιόφωνο, να μην έχουν λήξει η ξηρά τροφή και το νερό κλπ.

2.3.4 Χρήση έξυπνου κινητού τηλεφώνου ή τάμπλετ ως σεισμικού αισθητήρα

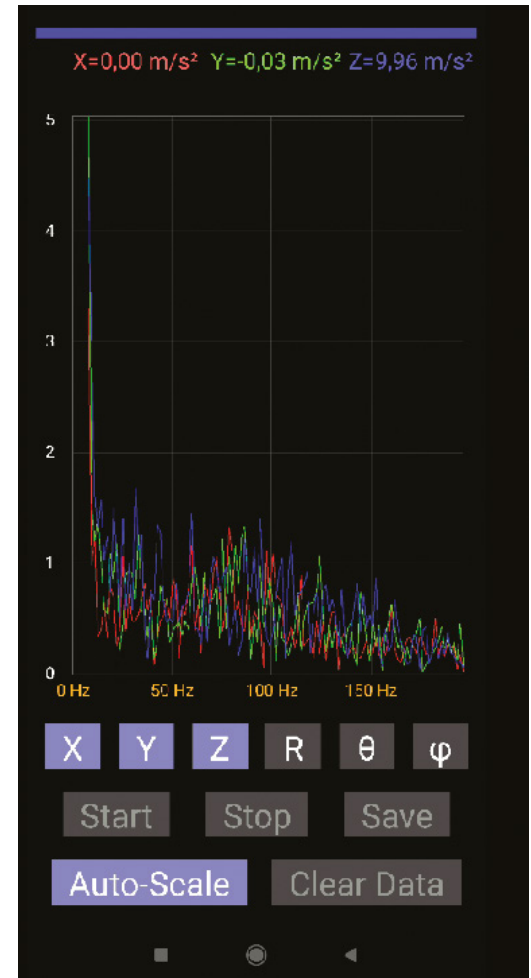
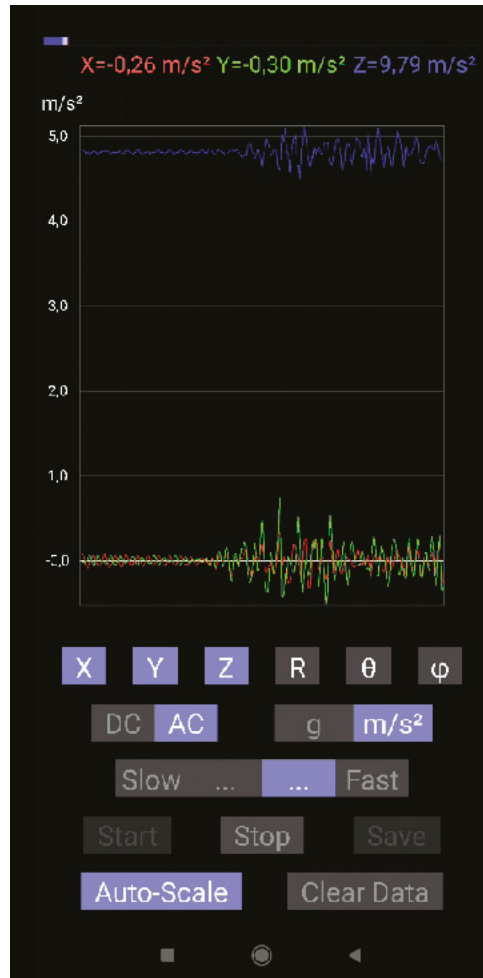
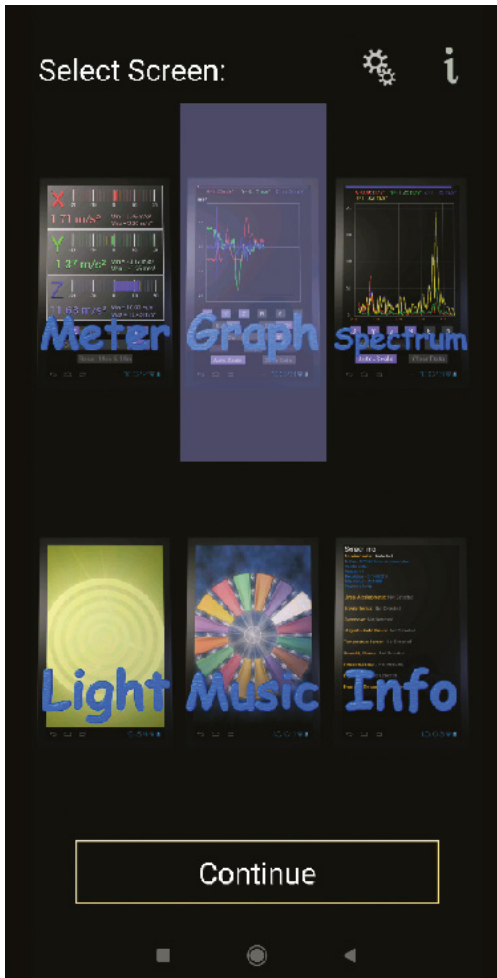
Τα σύγχρονα κινητά διαθέτουν αισθητήρες εδαφικής επιτάχυνσης (για τον έλεγχο της κίνησης του χρήστη), GPS (για τον προσδιορισμό της θέσης του χρήστη) και γυροσκοπικούς αισθητήρες (για τον έλεγχο του προσανατολισμού του κινητού τηλεφώνου). Κάνοντας χρήση των αισθητήρων αυτών, έχουν αναπτυχθεί πολλές ελεύθερες εφαρμογές, οι οποίες και μετατρέπουν τη συσκευή σε έναν σεισμικό αισθητήρα. Ενδεικτικά αναφέρονται ως τέτοιες εφαρμογές η Accelerometer Meter (AM) (www.keuwl.com) και η MyShake (Dunkombe, 2019), που εγκαθίστανται ελεύθερα στο λειτουργικό περιβάλλον της συσκευής. Σε κάθε περίπτωση, εάν ο χρήστης θέλει να χρησιμοποιήσει τη συσκευή ως σειсмоγραφικό όργανο θα πρέπει να επιλέξει την σταθερή εγκατάστασή της σε κάποιο σημείο, κατά προτίμηση επί του δαπέδου, ορθά προσανατολισμένη (ο ένας άξονας που αντιστοιχεί στο Y αισθητήρα να είναι προσανατολισμένος προς Βορρά και ο άξονας που αντιστοιχεί στον Z αισθητήρα να είναι κατακόρυφος). Επιπλέον το ρολόι της συσκευής θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένο σε ώρα UTC (GMT). Αν ο χρήστης θέλει περιστασιακά να χρησιμοποιήσει τη συσκευή ως σεισμικό αισθητήρα για κάποιο πείραμα (όπως για παράδειγμα αυτά που προαναφέρονται, τότε οι ρυθμίσεις αυτές δεν είναι απαραίτητες.

Η εφαρμογή AM παρέχει διάφορες οθόνες οπτικοποίησης (εικόνα 2.27 αριστερά). Η περισσότερο φιλική προς το χρήστη οθόνη είναι η γραφική παράσταση των κυματομορφών (Graph), όπως παρουσιάζεται στο μέσον της εικόνας 2.27. Στην οθόνη αυτή ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να εμφανίζεται μόνο η κυματομορφή που αντιστοιχεί στη μία συνιστώσα (X, Y, Z) ή να επιλέξει τις μονάδες επιτάχυνσης (m/s^2 , g) ή ακόμα και να αποθηκεύσει τα δεδομένα σε ένα αρχείο (csv) όπου κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μονάδα του χρόνου (s) και στις αντίστοιχες τιμές επιτάχυνσης ανά αισθητήρα (X, Y, Z). Η εφαρμογή επίσης μπορεί να επιστρέψει την αποτύπωση του φάσματος της καταγραφής (καταγραφή επιτάχυνσης σε συχνотικό εύρος), όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 2.27 δεξιά. Τέλος, ο χρήστης θα πρέπει να παρατηρήσει ότι ο αισθητήρας επιτάχυνσης κατά την κατακόρυφη διεύθυνση (Z) αποδίδει τις μεταβολές τις επιτάχυνσης αυξημένες κατά την επιτάχυνση της βαρύτητας ($9.81m/s^2$).

Η εφαρμογή MyShake (εικόνα 2.28) είναι εφαρμογή που όχι μόνο μετατρέπει τη συσκευή σε σεισμικό αισθητήρα, αλλά παρέχει επιπλέον πληροφορίες για τη σεισμικότητα στην περιοχή του χρήστη, δίνει τη δυνατότητα ο χρήστης να περιγράψει την εμπειρία του αν αισθάνθηκε σεισμό (Citizen Seismology), ενώ παρέχει και οδηγίες ασφαλείας πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το σεισμό. Στόχος του ερευνητικού προγράμματος που υλοποιείται στο Πανεπιστήμιο Berkeley είναι η εξέλιξη μιας εφαρμογής έγκαιρης προειδοποίησης εφαρμόζοντας τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης και μέσω της ενεργοποίησης πολλών πολιτών, που θα συμμετέχουν με τις ατομικές συσκευές τους (Allen et al., 2020).

Εικόνα 2.27

Η οθόνη εισαγωγής της εφαρμογής Accelerometer Meter (αριστερά), η γραφική απόδοση των κυματομορφών (μέσον) και η φασματική απόδοση των κυματομορφών (δεξιά).



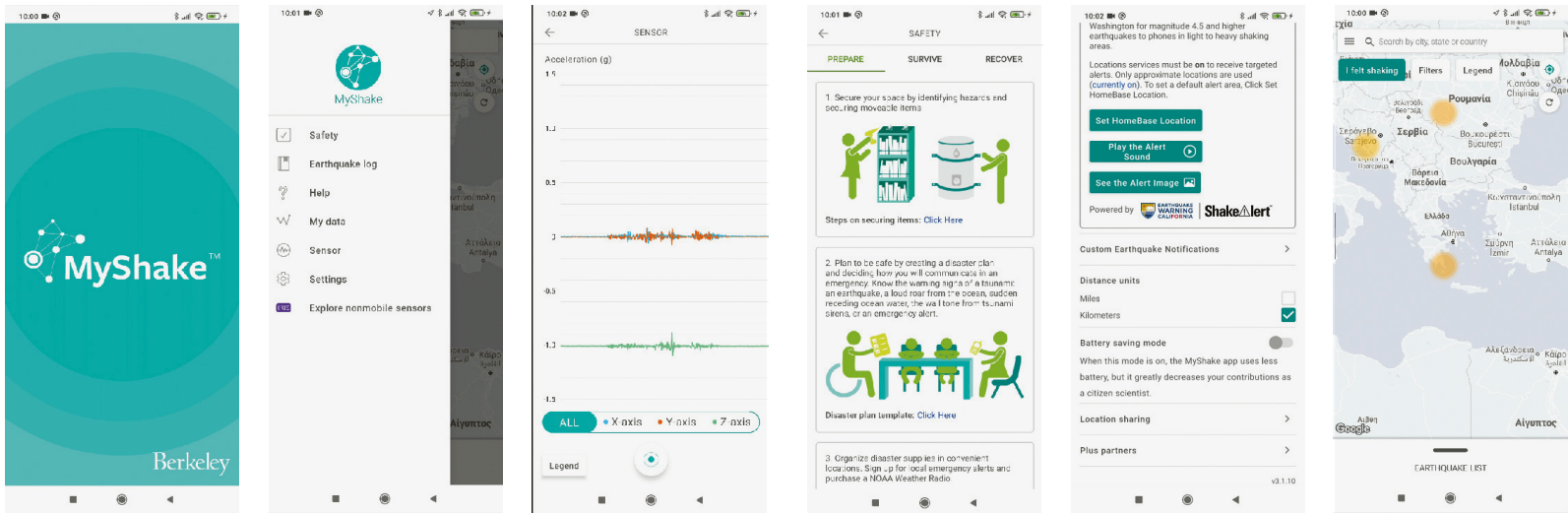
2.3.5 Το σχέδιο της σχολικής μονάδας έναντι σεισμού

Ο τελικός στόχος της βιωματικής ενασχόλησης των μαθητών και υλοποίησης μικρών projects γύρω από τη Σεισμολογία είναι η ευαισθητοποίησή τους έναντι του φυσικού φαινομένου του σεισμού που είναι ενίοτε και καταστροφικό. Η βελτίωση της λειτουργίας των μελών της σχολικής μονάδας με συνεργατικό τρόπο στο πλαίσιο της Πολιτικής Προστασίας μειώνει τις συνέπειες του σεισμού.

Το σχέδιο της σχολικής μονάδας έναντι σεισμού είναι το πιο σημαντικό εποπτικό μέσον της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας και οπωσδήποτε βασίζεται στο μνημόνιο ενεργειών που εκδίδεται από τους φορείς της Πολιτείας (ΟΑΣΠ, Πολιτική Προστασία). Ωστόσο, το μνημόνιο αυτό καθαυτό, αφενός περιλαμβάνει βασικές οδηγίες, αφετέρου μπορεί να είναι δυσνόητο για μαθητές, ιδιαίτερα μικρών ηλικιών. Ο καλύτερος τρόπος κατανόησης των ενεργειών είναι η ενεργή συμμετοχή κάθε μέλους της σχολικής μονάδας με έναν συγκεκριμένο ρόλο. Οι μαθητές ως εμπλεκόμενοι, δεν έχουν μόνο παθητικό ρόλο, αλλά βοηθούν τους υπεύθυνους εκπαιδευτικούς στην ενσωμάτωση των ιδιαιτεροτήτων της κάθε τάξης, του σχολείου και της πληθυσμιακής ομάδας. Τα σενάρια που εξετάζονται κατά τις ασκήσεις, πρέπει να υπόκεινται σε συνεχείς βελτιώσεις (διαδρομές, ασφαλείς χώροι, ΑΜΕΑ, απαιτούμενοι χρόνοι κλπ.). Κάθε σχολική μονάδα χαρακτηρίζεται από ιδιαιτερότητες που αφορούν τις ίδιες τις υποδομές (κατάσταση κτηρίου, μέγεθος, ελεύθεροι χώροι, αριθμός εισόδων / εξόδων, κλιμακοστάσια, γειτονιά κ.ά.) αλλά και τα χαρακτηριστικά της πληθυσμιακής ομάδας (αριθμός μαθητών, γνωσιακό και κοινωνικό επίπεδο κλπ.). Επομένως είναι απαραίτητο να εξεταστούν και να υλοποιηθούν κατά τις ασκήσεις δια-

φορητικά σενάρια, τα οποία πρέπει να δίνουν απάντηση στο ερώτημα “Αν συμβεί ... θα πρέπει να ενεργήσω ...”. Η εμπλοκή επίσης των γονέων σε αυτά τα σενάρια είναι απαραίτητη. Πρέπει να εξετάζονται διαφορετικές περιπτώσεις, δεδομένου ότι τα σχέδια Πολιτικής Προστασίας είναι για τη χειρότερη δυνατή περίπτωση και όχι για όταν όλα κυλούν ομαλά. Άλλο σχέδιο έναντι σεισμού πρέπει να έχει ένα πολυπληθές σχολείο σε μια πυκνοκατοικημένη περιοχή της Αθήνας και άλλο ένα σχολείο μιας κωμόπολης. Διαφορετικό σχέδιο έχει ένα σχολείο που γειτνιάζει με ένα μεγάλο εργοστάσιο σε σχέση με ένα σχολείο σε μια αραιοκατοικημένη περιοχή. Οι ιδιαιτερότητες που περιλαμβάνονται στο σχέδιο και οι επιμέρους πληροφορίες, τελικά επικοινωνούνται όχι μόνο με τους γονείς, αλλά και με την Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Για παράδειγμα, αν οι ελεύθεροι χώροι του σχολείου δεν επαρκούν για την ασφαλή εκκένωση του σχολείου από τους μαθητές, είναι απαραίτητο οι υπηρεσίες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης να εξασφαλίσουν έναν τέτοιο γειτονικό χώρο. Μονόδρομοι, αδιέξοδα, εγκαταλειμμένα αυτοκίνητα και άλλα εμπόδια δυσχεραίνουν την ομαλή αποχώρηση των μαθητών, ενώ η προσέλευση των γονιών για να παραλάβουν τους μαθητές, επιβαρύνει την κυκλοφορία στη γειτονιά του σχολείου.

Το σχέδιο του σχολείου έναντι σεισμού μπορεί να παρομοιαστεί με μια θεατρική παράσταση. Απαιτείται ένας χώρος όπου λαμβάνει χώρα το δρώμενο: το σχολείο. Απαιτούνται συντελεστές και ηθοποιοί με συγκεκριμένους ρόλους: καθηγητές, μαθητές με αυξημένες υποχρεώσεις, λοιποί μαθητές. Απαιτείται σενάριο: οι εναλλακτικές περιπτώσεις για το τι μπορεί να συμβεί. Απαιτούνται πρόβες: οι ασκήσεις. Απαιτούνται θεατές:



Εικόνα 2.28

Οι διαφορετικές οθόνες της εφαρμογής MyShake που μετατρέπει το έξυπνο κινητό σε σεισμικό αισθητήρα, παράχοντας συγχρόνως και άλλες βοηθητικές πληροφορίες, αλλά και ενεργοποιώντας τους χρήστες προς την κατεύθυνση της Σεισμολογίας των Πολιτών.

γονείς και η ευρύτερη σχολική κοινότητα. Στην προεπιμέ-
ρα, δηλαδή τη στιγμή που θα γίνει ο σεισμός όλα πρέπει
να λειτουργούν άψογα.

Τέλος, και επειδή έχει αποδειχθεί ότι η ψυχολογία παίζει
σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των επιπτώσεων ενός
σεισμού, κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας του αντι-
σεισμικού σχεδίου της σχολικής μονάδας είναι δυνατόν
να οργανωθούν βιωματικά εργαστήρια (π.χ. διαχείρισης
του πανικού), με τη συμμετοχή όχι μόνο των μαθητών
αλλά και των γονέων. Στα βιωματικά εργαστήρια συμ-
μετέχει ψυχολόγος και οργανώνεται η λειτουργία ομά-
δας πολιτικής προστασίας με τον καθένα να αναλαμβάνει
ένα ρόλο.

2.4 Συμπεράσματα

Η Εκπαιδευτική Σεισμολογία εντασσόμενη στην ευρύτε-
ρη μαθησιακή διαδικασία κάθε βαθμίδας εκπαίδευσης,
εξυπηρετεί το στόχο της ευαισθητοποίησης του πληθυ-
σμού έναντι του σεισμικού φαινομένου και της μείωσης
των συνεπειών του στις ανθρώπινες δραστηριότητες
και στο δομημένο περιβάλλον. Η βιωματική ενασχόλη-
ση των μαθητών με projects γύρω από τη Σεισμολογία
ενισχύει τη συνεργατική ικανότητά τους, ώστε να λει-
τουργήσουν στο πλαίσιο της Πολιτικής Προστασίας. Ο
απώτερος στόχος είναι η ορθή συμπεριφορά κατά την
κρίσιμη περίοδο και η μείωση των συνεπειών του κατα-
στροφικού φυσικού φαινομένου.

Ταυτόχρονα είναι δυνατόν να εξυπηρετήσει μια περισ-
σότερο εναλλακτική σχολική δραστηριότητα μέσω της
βιωματικής λειτουργίας του εκπαιδευτικού και του μα-
θητή, κατά την πρακτική που περιγράφεται στο νομο-
θετικό πλαίσιο του 2003 (ΥΠΕΠΘ, 2003α; 2003β). Το
διαφορετικό θεματικό περιεχόμενο των projects, εξυ-
πηρετεί το στόχο της λειτουργίας κάθε ατόμου - μαθητή
μέσα στην ομάδα, ήτοι το στόχο της ορθής κοινωνικής
συμπεριφοράς στο πλαίσιο δράσεων πολιτικής προστα-
σίας, όπου οι ατομικές ενέργειες πριν, κατά τη διάρκεια
και μετά το σεισμό, είναι δυνατόν να επηρεάσουν ευ-
ρύτερες πληθυσμιακές ομάδες. Το ερώτημα που τίθεται
είναι αν η Εκπαιδευτική Σεισμολογία μπορεί να θεσμο-
θετηθεί, ώστε να μην εξαρτάται από το ενδιαφέρον συ-
γκεκριμένων εμπλεκόμενων φορέων ή ατόμων (ειδικών
επιστημόνων ή εκπαιδευτικών), που την υποστηρίζουν
για μια μόνο χρονική περίοδο. Η ενσωμάτωση καλών
πρακτικών από άλλες εκπαιδευτικές δράσεις με διαχρο-
νική εξέλιξη και βελτίωση, αλλά και η ενεργοποίηση της
Κεντρικής Κυβέρνησης, της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και
των Συλλόγων Γονέων προς την κατεύθυνση της Πολι-
τικής Προστασίας είναι ο τρόπος ώστε να μειωθούν οι
συνέπειες των σεισμών και ευρύτερα άλλων φυσικών
και τεχνολογικών καταστροφών.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Allen, R., Kong, Q. and Martin-Short, R. (2020). The MyShake Platform: A Global Vision for Earthquake Early Warning. *Pure Appl. Geophys.* 177, 1699–1712
- Bazanos, P. (2012). Building a seismograph from scrap. *Science in School* 23, 25-32.
- Bobbio, A. and Zollo, A. (2000). The educational broad-band seismic network at Naples (Southern Italy). *Orfeus Newsletter*, 2 (3), 23.
- Braile, L. (2004). Earthquake location using the S minus P method and magnitude determination. <https://web.ics.purdue.edu/~braile/edumod/as1lessons/EQlocation/EQlocation.htm>
- Braile, L. (2006). Using the AmaSeis seismogram viewer and downloading seismograms from the Internet – A tutorial. <http://web.ics.purdue.edu/~braile/edumod/as1lessons/UsingAmaSeis/UsingAmaSeis.htm>
- Cantore, L., Bobbio, A., Di Martino, F., Petrillo, A., Simini, M. and Zollo, A. (2003). The EduSeis project in Italy: a tool for training and awareness on the seismic risk. *Seism. Res. Lett.*, 74 (5), 596-602.
- Duncombe, J. (2019), How to turn your smartphone into an earthquake detector, *Eos*, 100, <https://doi.org/10.1029/2019E0137263>.
- Hunstad, I., Marsili, A., Casale, P., Vallocchia, M. and Burrato, P. (2013). Seismic Waves and Sound Waves: From Earthquakes to Music.
- Jarvis, P. (2007). *Οι θεμελιωτές της εκπαίδευσης ενηλίκων*. Μεταίχμιο (εκδ.), Θεοδωρακάκου, Α. (μετάφρ.), σελ. 424.
- Kaiser, L., Kaminski, K. and Foley, J. (2013). Learning Transfer in Adult Education. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 137, 5-15.
- Κανελλάκης, Κ. (1890). Χιακά ανάλεκτα. *Χίος Ημερολόγιο* (1983), επανέκδοση.
- Kozak, J., Moreira, V. and Oldroyd (2005). *Iconography of the 1755 Lisbon earthquake*. *Geophys. Inst. Acad. Sci. Czech Republic*, Praha, 1-84.
- Lomax, A., Denton, P. and Berenguer, J.-L. (2014). SeisGram2K: School Users guide. http://alomax.free.fr/seisgram/beta/SG2K_School_Users_Guide.pdf
- Shrady, N., (2008). *The last day – Wrath, Ruin and Reason in the Great Lisbon Earthquake of 1755*. U.S.A., 1-233.
- Subedi, S., Hetenyi, G., Dentron, P. and Souron, A. (2020). Seismology at School in Nepal: A Program for Educational and Citizen Seismology Through a Low-Cost Seismic Network. *Front. Earth Sci.*, Sec. Solid Earth Geophysics, 8.
- Wu, Y.-M. (2019). Performance of a Low-Cost Earthquake Early Warning System (P-Alert) and Shake Map Production during the 2018 Mw 6.4 Hualien (Taiwan) Earthquake. *Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-2499*.
- Young, T. (1845). *Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts*. Taylor and Walton, 106.
- ΥΠΕΠΘ – Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (2003α). Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών και αναλυτικά προγράμματα σπουδών Δημοτικού Γυμνασίου. *Εφημερίδα της Κυβέρνησης*, ΦΕΚ 303 (Β-13/03/2003), 3733-4416.
- ΥΠΕΠΘ – Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (2003β). Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών και αναλυτικά προγράμματα σπουδών Δημοτικού Γυμνασίου. *Εφημερίδα της Κυβέρνησης*, ΦΕΚ 304 (Β-13/03/2003), 4069-4416.

Διαδικτυακές πηγές

- www.audacityteam.org/
www.quakecatcher.net/index.php/
(το πρόγραμμα Quake Catcher Network έχει ανασταλλεί από 1/6/2023).

3. Σεισμολογία των Πολιτών

Νικόλαος Σ. Μελής

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών,
Γεωδυναμικό Ινστιτούτο

3.1 Εισαγωγή

Ο όρος “Σεισμολογία των Πολιτών” ή ευρέως γνωστός ως “Citizen Seismology” αναφέρεται στην εφαρμογή της Σεισμολογίας ως επιστήμης των πολιτών ή “Citizen Science”, δηλαδή την συνεργασία σε ερευνητικό ή επιχειρησιακό επίπεδο των σεισμολόγων επιστημόνων με τους πολίτες μη επιστήμονες, συνήθως πολίτες εθελοντές. Συνηθίζεται πλέον σήμερα η ζήτηση δεδομένων – παρατηρήσεων από τους πολίτες, σε επιχειρησιακό πλαίσιο, μετά από έναν αισθητό σεισμό. Τα δεδομένα αυτά είναι συμπληρωματικά των ενόργανων μετρήσεων του σεισμού και είναι χρήσιμα στους σεισμολόγους για την εξαγωγή συμπερασμάτων, ειδικά στις επιπτώσεις σεισμού στο ανθρώπινο περιβάλλον και τις υποδομές. Σε περιοχές με περιορισμένο αριθμό ενόργανων μετρήσεων, π.χ. μη ικανή κάλυψη σεισμολογικών δικτύων, αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την εξαγωγή συμπερασμάτων, την εκτίμηση των επιπτώσεων και την παρακολούθηση της σεισμικής δραστηριότητας, π.χ. εξέλιξη της μετασεισμικής ακολουθίας μέσω των επιπτώσεων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο.

Η διαδικασία επικοινωνίας επιστημόνων και πολιτών δίνει την δυνατότητα στην βελτίωση της ευαισθητοποίησης των πολιτών και την προετοιμασία με στόχο τη μείωση της επίδρασης των σεισμών στο ανθρώπινο περιβάλλον, αλλά και την όσο το δυνατόν γρήγορη αποκατάσταση. Εμπειρίες από διαφορετικές χώρες καταδεικνύουν την κοινωνική επίδραση της Σεισμολογίας ως επιστήμης των πολιτών, αλλά και της βελτίωσης της εκτίμησης των επιπτώσεων του σεισμού μέσω εφαρμογών, όπως ερωτηματολόγιο τύπου “Did you feel it?” – “Ήταν αισθητός;” ή “Περίγραψε την εμπειρία σου” με αποκλειστικά αφιερωμένες ιστοσελίδες ή μέσω

σύγχρονων smartphone εφαρμογών (π.χ. LastQuake). Γενικά παρουσιάζονται οι δυνατότητες ενίσχυσης των επιστημόνων σε επιχειρησιακό επίπεδο με την παροχή επιπλέον δεδομένων, όταν δηλαδή είναι άμεση η ανάγκη εκτίμησης των επιπτώσεων με ασφάλεια και όσο το δυνατόν με περισσότερη ακρίβεια και της βελτίωσης του επιπέδου ετοιμότητας και προετοιμασίας των πολιτών με αξιόπιστες ενημερώσεις και σε άμεση ασφαλή επικοινωνία με τους επιστήμονες. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί το τρέχον σύγχρονο μέτωπο έρευνας για την δημιουργία συστήματος ειδοποίησης και άμεσης ενημέρωσης των πολιτών πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά τον σεισμό. Αυτό έχει εφαρμογή με την χρήση καινοτόμων τεχνολογιών, αυξάνοντας τον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων στους επιστήμονες, βελτιώνοντας τον διάλογο μεταξύ της κοινωνίας και της επιστήμης και αναδεικνύοντας την κοινωνική αξία της Σεισμολογίας.

Σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο, απλοί άνθρωποι όλων των ηλικιών ενδιαφέρονται και ασχολούνται με την επιστήμη των πολιτών. Συμμετέχουν σε ομάδες και ερευνητικά ή επιχειρησιακά έργα, αποκομίζοντας εμπειρίες επιστημονικού ενδιαφέροντος, βελτιώνουν τις γνώσεις τους και συνεισφέρουν εθελοντικά στην εξέλιξη συνήθως της εφαρμοσμένης επιστήμης. Μπορούν από την πόλη τους, τη γειτονιά τους, το σπίτι τους, το δωμάτιό τους, χρησιμοποιώντας πάντα καινοτόμες ιδέες των επιστημόνων και νέες εξελισσόμενες τεχνολογίες, να έλθουν σε επαφή - επικοινωνία χρησιμοποιώντας επιστημονικά πρωτόκολλα και να απαντήσουν σε σημαντικές ερωτήσεις. Συνήθως τα θέματα αφορούν το περιβάλλον και την προστασία του πλανήτη μας, αλλά και ειδικά θέματα όπως φυσικές καταστροφές, την ανθρώπινη καθημερινότητα, τις διάφορες επιστήμες όπως γεωγρα-

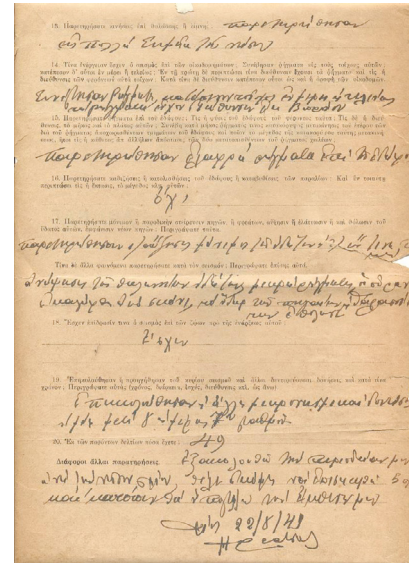
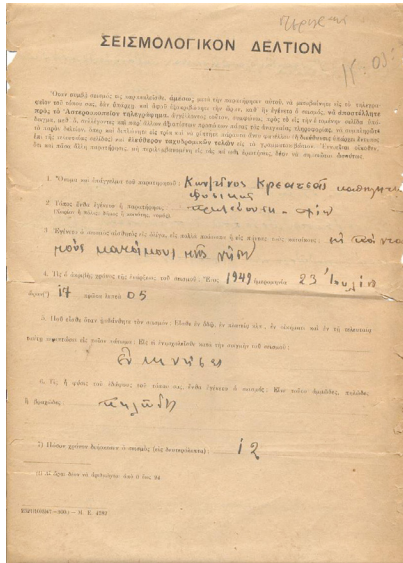
φία, βιολογία, οικολογία, γεωλογία για παρακολούθηση και συλλογή δεδομένων, φωτογραφίες περιβάλλοντος κλπ. (για ενδεικτικά ευρωπαϊκά προγράμματα δείτε: <https://eu-citizen.science/projects>). Εφαρμόζεται έτσι η πρακτική της συμμετοχής και της συνεργασίας κοινού και επιστημόνων στην επιστημονική έρευνα. Συνήθως οι επιστήμονες δημιουργούν προγράμματα “επιστήμης των πολιτών” με στόχο την συλλογή δεδομένων χωρίς την ανάγκη πρόσθετης χρηματοδότησης.

Στην Σεισμολογία, πριν ακόμα την εφεύρεση των σεισμογράφων και την ενόργανη καταγραφή των σεισμών, η γνώση για τους σεισμούς προερχόταν από την άμεση παρατήρηση των επιπτώσεών τους μέσα από ιστορικές περιγραφές περιπηγτών, κείμενα, δημόσια έγγραφα - αναφορές, τοπικές εφημερίδες κλπ. δημιουργώντας έτσι τον όρο “Σεισμολογία μέσω παρατήρησης” (εικόνες 3.1, 3.2). Η υψηλή σεισμικότητα μιας περιοχής ή αντίστοιχα η απουσία σεισμών, περιγραφόταν κύρια από την αισθητότητά τους, χαμηλή ή υψηλή, κύρια στο οικιστικό περιβάλλον. Η εκτίμηση του μέτρου επικινδυνότητας βασιζόταν στις παρατηρηθείσες επιπτώσεις, στις βλάβες ή καταστροφές και στην επαναλειψιμότητά τους. Οι ενόργανες μετρήσεις σεισμών ξεκινούν σχεδόν από τα τέλη του 19ου αιώνα ή τις αρχές του 20ου αιώνα και παράλληλα η σύνδεση των σεισμικών καταγραφών με την εκτίμηση της μακροσεισμικής έντασης των σεισμών, δηλαδή των επιπτώσεών τους (Mercalli, 1902; Wood and Neumann, 1931). Το μέγεθος του σεισμού, δηλαδή η μέτρηση της σεισμικής ενέργειας που απελευθερώνεται από την εστία και φθάνει στο σταθμό καταγραφής, εισάγεται μόλις το 1935 από τον Charles Richter (εικόνα 3.3).



1899	1899
1. Η κατάσταση του αέρα...	1. Η κατάσταση του αέρα...
2. Η κατάσταση του νερού...	2. Η κατάσταση του νερού...
3. Η κατάσταση του έδαφους...	3. Η κατάσταση του έδαφους...
4. Η κατάσταση των φυτών...	4. Η κατάσταση των φυτών...
5. Η κατάσταση των ζώων...	5. Η κατάσταση των ζώων...
6. Η κατάσταση των ανθρωπίνων...	6. Η κατάσταση των ανθρωπίνων...
7. Η κατάσταση των κτιρίων...	7. Η κατάσταση των κτιρίων...
8. Η κατάσταση των οδών...	8. Η κατάσταση των οδών...
9. Η κατάσταση των λιμνών...	9. Η κατάσταση των λιμνών...
10. Η κατάσταση των ποταμών...	10. Η κατάσταση των ποταμών...
11. Η κατάσταση των ορέων...	11. Η κατάσταση των ορέων...
12. Η κατάσταση των κοιλάδων...	12. Η κατάσταση των κοιλάδων...
13. Η κατάσταση των πεδινών...	13. Η κατάσταση των πεδινών...
14. Η κατάσταση των βουνών...	14. Η κατάσταση των βουνών...
15. Η κατάσταση των κοιλάδων...	15. Η κατάσταση των κοιλάδων...
16. Η κατάσταση των πεδινών...	16. Η κατάσταση των πεδινών...
17. Η κατάσταση των βουνών...	17. Η κατάσταση των βουνών...
18. Η κατάσταση των κοιλάδων...	18. Η κατάσταση των κοιλάδων...
19. Η κατάσταση των πεδινών...	19. Η κατάσταση των πεδινών...
20. Η κατάσταση των βουνών...	20. Η κατάσταση των βουνών...

1899	1899
1. Η κατάσταση του αέρα...	1. Η κατάσταση του αέρα...
2. Η κατάσταση του νερού...	2. Η κατάσταση του νερού...
3. Η κατάσταση του έδαφους...	3. Η κατάσταση του έδαφους...
4. Η κατάσταση των φυτών...	4. Η κατάσταση των φυτών...
5. Η κατάσταση των ζώων...	5. Η κατάσταση των ζώων...
6. Η κατάσταση των ανθρωπίνων...	6. Η κατάσταση των ανθρωπίνων...
7. Η κατάσταση των κτιρίων...	7. Η κατάσταση των κτιρίων...
8. Η κατάσταση των οδών...	8. Η κατάσταση των οδών...
9. Η κατάσταση των λιμνών...	9. Η κατάσταση των λιμνών...
10. Η κατάσταση των ποταμών...	10. Η κατάσταση των ποταμών...
11. Η κατάσταση των ορέων...	11. Η κατάσταση των ορέων...
12. Η κατάσταση των κοιλάδων...	12. Η κατάσταση των κοιλάδων...
13. Η κατάσταση των πεδινών...	13. Η κατάσταση των πεδινών...
14. Η κατάσταση των βουνών...	14. Η κατάσταση των βουνών...
15. Η κατάσταση των κοιλάδων...	15. Η κατάσταση των κοιλάδων...
16. Η κατάσταση των πεδινών...	16. Η κατάσταση των πεδινών...
17. Η κατάσταση των βουνών...	17. Η κατάσταση των βουνών...
18. Η κατάσταση των κοιλάδων...	18. Η κατάσταση των κοιλάδων...
19. Η κατάσταση των πεδινών...	19. Η κατάσταση των πεδινών...
20. Η κατάσταση των βουνών...	20. Η κατάσταση των βουνών...



Εικόνα 3.1

Αριστερά μια φωτογραφία από τις καταστροφές που προξένησε ο σεισμός της Χίου του 1881 (M 6.3, I=X) και δεξιά μια περιγραφή από μη δημοσιευμένο χειρόγραφο του Ι.Ν. Παντελίδη (19ος αι.) και από το αρχείο Ι. Χωρέμπ στη Χίο (πηγή Kouskoupa & Makrourou, 2004).

Εικόνα 3.2

Απόσπασμα από το σεισμολογικό δελτίο, το οποίο συμπλήρωσε ο Π. Κρεατσάς, "πιστοποιημένος" παρατηρητής του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, με μακροσεισμικές παρατηρήσεις για το σεισμό των Καρδαμύλων Χίου του 1949.

Εικόνα 3.3

Η αντιστοιχία μεταξύ της δωδεκαβάθμιας κλίμακας μακροσεισμικής έντασης, που προτάθηκε το 1902 από τον Giuseppe Meralli και περιγράφει τις επιπτώσεις ενός σεισμού σε έναν τόπο και της δεκαβάθμιας κλίμακας μεγέθους, που προτάθηκε από τον Charles Richter το 1935 και παρέχει τον υπολογισμό της σεισμικής ενέργειας που απαλευθρώνεται από την εστία του σεισμού. Η απόδοση της μακροσεισμικής έντασης βασίζεται στην αξιολόγηση των παρατηρήσεων των παρατηρητών (υποκειμενικότητα), ενώ το μέγεθος υπολογίζεται μόνο από τις ενόργανες σεισμικές καταγραφές (αντικειμενικότητα).



Giuseppe Meralli



Charles Richter

Modified Mercalli Scale		Richter Magnitude Scale
I	Only felt by sensitive instruments	1.5
II	Felt by few persons at rest, especially on upper floors, delicate suspended objects may swing	2.0
III	Felt indoors, but may not be recognized as earthquake, vibrations like large passing truck	2.5
IV	Felt indoors by many, some outdoors, may awaken some sleeping persons; dishes, windows, doors may move, cars rock	3.0
V	Felt by most; some windows, dishes break; tall objects may fall	3.5
VI	Felt by all, falling plaster and chimneys, light damage but some fear	4.0
VII	Very noticeable, damage to weaker buildings on fill; driving automobiles notice	4.5
VIII	Walls, monuments, chimneys, bookcases fall; liquefaction; driving is difficult	5.0
IX	Buildings shifted off foundations, cracked and twisted; ground is cracked and underground pipes are broken	5.5
X	Most structures severely damaged to destroyed; ground is cracked, rails are bent, landslides on steep slopes	6.0
XI	Few structures standing; bridges and roads severely damaged or destroyed, large fissures in ground	6.5
XII	Total damage; can see the earthquake wave move through the ground; gravity overcome and objects thrown into the air	7.0

Συμπερασματικά λοιπόν, μπορεί να υποστηριχθεί ότι η Σεισμολογία είναι μια νέα επιστήμη, η οποία βασίζεται κυρίως στην εξέλιξη της τεχνολογίας.

Με την ανάπτυξη των ενόργανων μετρητικών δικτύων και το ενδιαφέρον για περισσότερες παρατηρήσεις και δεδομένα, μετά από ένα καταστροφικό σεισμό, ξεκίνησε η συστηματική αναζήτηση πληροφοριών/παρατηρήσεων από ενημερωμένους - εκπαιδευμένους πολίτες, συνήθως ειδικότητας των φυσικών επιστημών. Συγκεκριμένα ειδικά ερωτηματολόγια αναπτύχθηκαν και αποστέλλοντο σε συγκεκριμένους "πιστοποιημένους" πολίτες για να τα συμπληρώσουν. Η ονομασία DYFI "Did you feel it?" καθιερώθηκε στο χώρο της Σεισμολογίας με την χρήση επιστολικών ερωτηματολογίων που συμπληρώνονταν από εξειδικευμένους πολίτες, που εξελίχθηκε με ηλεκτρονικές σελίδες στο διαδίκτυο με τη χρήση της τεχνολογίας και την εύκολη βαθμολόγησή τους από ειδικό σεισμολόγο είτε ακόμα και αυτοματοποιημένα (Wald et al., 2011).

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και των επικοινωνιών έδωσε τη δυνατότητα, τα τελευταία 15 χρόνια, σε ειδικές smartphone εφαρμογές, που πλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το ευρύτερο κοινό και όλους τους εθελοντές πολίτες, αναδεικνύοντας έτσι αυτή τη διαδικασία συλλογής πληροφοριών σε εφαρμογή "Citizen Science" (Bossu et al., 2011). Επίσης αναπτύχθηκαν αισθητήρες σεισμόμετρα/επιταχυνσιόμετρα χαμηλού κόστους, δίνοντας την δυνατότητα σε απλούς πολίτες που ενδιαφέρονται να συμμετέχουν ενεργά, να εγκαταστήσουν χαμηλού κόστους σειсмоγράφους στο σπίτι τους συμμετέχοντας ενεργά στην παροχή - ανταλλαγή ανοικτών δεδομένων στα σεισμολογικά κέντρα.

Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι εκτός από τις οπτικές παρατηρήσεις / εκτιμήσεις των συνεπειών του σεισμού από τους πολίτες, να υπάρχουν διαθέσιμες και περισσότερες ενόργανες μετρήσεις.

Εξιδεικευμένα προγράμματα σε περιοχές με υψηλή ή χαμηλότερη σεισμικότητα εφαρμόζονται με στόχο την σύνδεση επιστημόνων και πολιτών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται παραδείγματα για την ανάδειξη των προσπαθειών βελτίωσης της διαδικασίας μέσω της ευαισθητοποίησης των πολιτών και της συμμετοχής τους στην επιστημονική λειτουργία, με στόχο τη βελτίωση της ετοιμότητας και της προετοιμασίας των πολιτών και τη μείωση των συνεπειών στις περιπτώσεις ισχυρών καταστροφικών σεισμών. Γίνεται επίσης ιδιαίτερη αναφορά σε προσπάθειες που βρίσκονται σε εξέλιξη στη χώρα μας με την παρουσίαση κάποιων πρόσφατων αποτελεσμάτων.

3.2 Η Σεισμολογία των Πολιτών με παραδείγματα εφαρμογής δικτύων παρακολούθησης σεισμικότητας

Τα τελευταία 15 περίπου χρόνια υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εφαρμογής της Σεισμολογίας των Πολιτών (π.χ. <https://stationview.raspberrypi.org/>, όπου φαίνονται όλοι οι σεισμολογικοί σταθμοί με ανοικτά δεδομένα, που έχουν εγκατασταθεί από πολίτες, σε σχολεία κλπ.). Για την αμεσότητά τους και την επίτευξη του στόχου, μπορούν ενδεικτικά να παρατεθούν τα ακόλουθα παραδείγματα. Τα πρώτα δύο παραδείγματα εφαρμογής, αφορούν περιοχές που χαρακτηρίζονταν από μικρή έως απύσχα κάλυψη σεισμολογικών δικτύων, μικρή κοινωνική επίδραση των επιστημόνων, χαμηλής ποιότητας κατασκευές ευάλωτες σε ισχυρούς σεισμούς και

απουσία ορθής συμπεριφοράς των πολιτών και σχεδίων αντιμετώπισης και ανάκαμψης μετά από έναν καταστροφικό σεισμό. Το τρίτο παράδειγμα αφορά την Ταϊβάν, μια χώρα με αναπτυγμένη τεχνολογία, συνδεδεμένη την κοινωνία με τον επιστημονικό κόσμο και πειθαρχημένο κοινωνικό σύνολο στην εφαρμογή κανόνων.

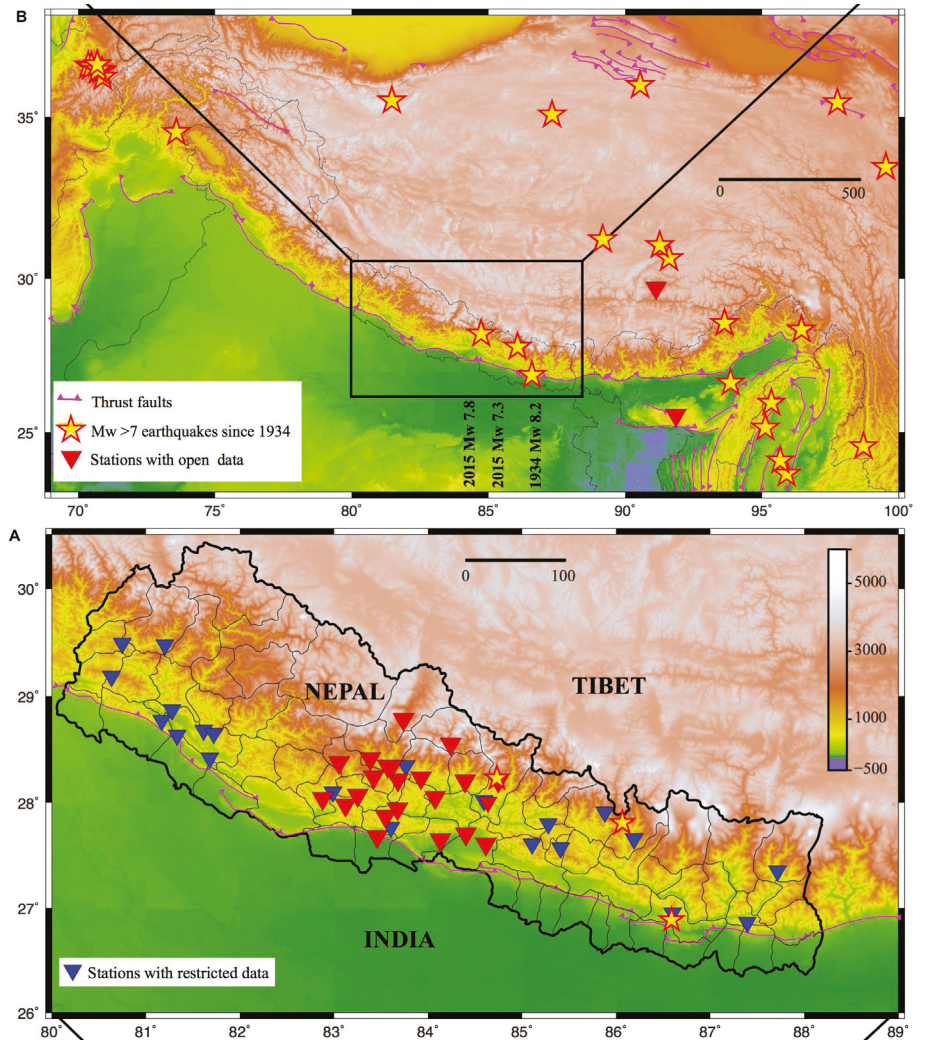
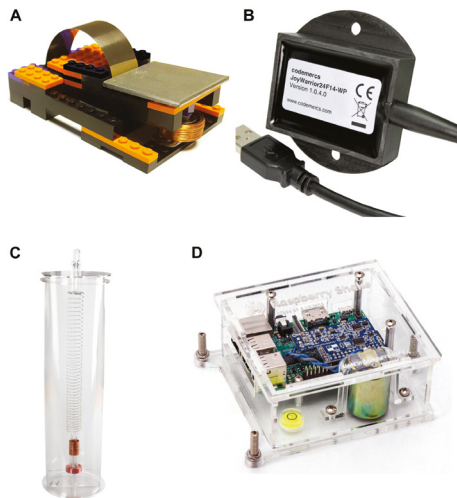
Πιο συγκεκριμένα: Στην εφαρμογή στο Νεπάλ (Fritts 2020; Subedi et al., 2020) αναφέρεται η εμπλοκή της εκπαιδευτικής κοινότητας, ώστε να συνδυαστούν η Εκπαιδευτική Σεισμολογία και η Σεισμολογία των Πολιτών (School and Citizen Seismology). Παράλληλα στόχος είναι και η πύκνωση του σειсмоγραφικού δικτύου παρακολούθησης της σεισμικότητας στην περιοχή, εκμεταλλευόμενοι τις δημόσιες υποδομές (σχολικά κτήρια), με στόχο επιπλέον την δυνατότητα εκτίμησης της στατικότητας και της καταπόνησής τους από ισχυρούς σεισμούς. Άλλωστε είναι γνωστό ότι η περιοχή φιλοξενεί πολύ ισχυρούς σεισμούς (εικόνα 3.4). Στο πλαίσιο του προγράμματος, 22 σειсмоγραφικά όργανα εγκαταστάθηκαν σε σχολικά κτήρια (εικόνα 3.5). Από τα πρόσφατα δημοσιευθέντα αποτελέσματα είναι εμφανής η επιτυχία του προγράμματος που έδωσε: την δυνατότητα παρακολούθησης της σεισμικότητας μέσω ανοικτών ενόργανων δεδομένων, την εκπαίδευση των πολιτών, την ενημέρωση εκπαιδευτικών και μαθητών, τη σύνδεση των πολιτών της τοπικής κοινωνίας και των επιστημόνων, καθώς και τη μετάδοση παρατηρήσεων μέσω smartphone εφαρμογών μετά από ένα σεισμό, υπό την μορφή περιγραφών ή και φωτογραφιών (εικόνα 3.6). Περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να αναζητηθούν στην δημοσίευση των Subedi et al. (2020).

Εικόνα 3.4

Με τρίγωνα παρουσιάζονται τα επίκεντρα των σειμών με μέγεθος μεγαλύτερο των 7.0 από το 1934. Στην περιοχή που περικλείεται στο παραλληλόγραμμο αναπτύχθηκαν τα 22 σεισμογραφικά όργανα που τοποθετήθηκαν στα σχολεία (πηγή Subedi et al., 2020).

Εικόνα 3.5

Αριστερά στα κόκκινα τρίγωνα αντιστοιχούν τα 22 σεισμογραφικά όργανα που τοποθετήθηκαν στα σχολεία, με προσβάσιμα τα σεισμολογικά δεδομένα. Στα μπλε τρίγωνα αντιστοιχούν τα 21 σεισμογραφικά όργανα του εθνικού σεισμολογικού δικτύου του Νεπάλ με κλειστά σεισμολογικά δεδομένα. Δεξιά, οι τύποι των σεισμογραφικών οργάνων που επιλέχθηκαν για εγκατάσταση (πηγή Subedi et al., 2020).





Εικόνα 3.6

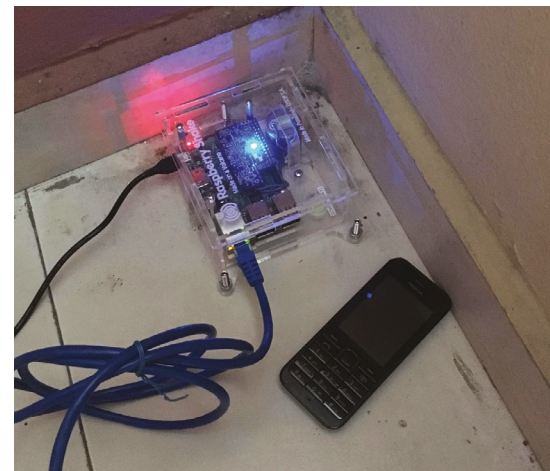
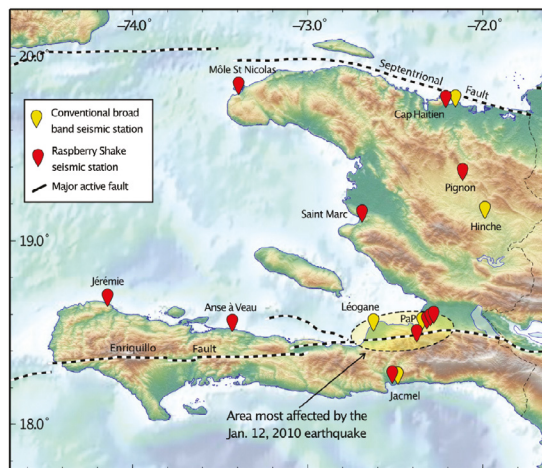
Αριστερά παραδείγματα σχολικών κτηρίων στο Νεπάλ, όπου εγκαταστάθηκαν σειсмоγραφικά όργανα και δεξιά δείγμα του εκπαιδευτικού ενημερωτικού υλικού (πηγή Subedi et al., 2020).

Ενδιαφέρον αναφορικά με τα επιτεύγματά του, προκαλεί το πρόγραμμα εφαρμογής στην Αιτή (Calais et al., 2020; von Hillebrandt-Andrade et al., 2022). Αντίστοιχα και εδώ ενισχύθηκε το σεισμολογικό δίκτυο και ιδιαίτερα στο δυτικό τμήμα της κεντρικής νήσου, όπου όπως και αποδείχθηκε ήταν πολύ χρήσιμο για την εκτίμηση του καταστροφικού σεισμού της 14ης Αυγούστου 2021 (εικόνα 3.7). Η αναγκαιότητα τέτοιων προγραμμάτων ενίσχυσης δικτύων, ενημέρωσης των πολιτών και δημιουργίας εφαρμογών Citizen Seismology με ενεργούς πολίτες αποδεικνύεται από τα αποτελέσματα, με σύγκριση τον ανάλογο σεισμό της 12ης Ιανουαρίου 2010 που είχε τεράστιες καταστροφές στα ανατολικά, και ο οποίος ήταν η αιτία εφαρμογής του προγράμματος

τος στην Αιτή. Από την εφαρμογή του προγράμματος όχι μόνο αναδείχθηκαν πολλά επιστημονικά συμπεράσματα μετά τον δεύτερο καταστροφικό σεισμό του 2021, λόγω ανάπτυξης του περισσότερο πυκνού δικτύου σειсмоγραφικών οργάνων και της αύξησης των σεισμολογικών δεδομένων, αλλά και η βελτιωμένη συμπεριφορά των πολιτών για μείωση των συνεπειών και γρήγορη αποκατάσταση των βλαβών (Calais et al., 2022; Corbet et al., 2023). Συγκεκριμένα, υπολογίστηκαν περισσότεροι από 100 μετασεισμοί, εφαρμόστηκε στα δεδομένα μηχανική μάθηση προς την κατεύθυνση πρόγνωσης των μετασεισμών, ενώ η σύγκριση με τα δεδομένα του σεισμού του 2010, προσδιόρισε ένα κενό μεταξύ των δύο διαρρήξεων της τάξης των 60km.

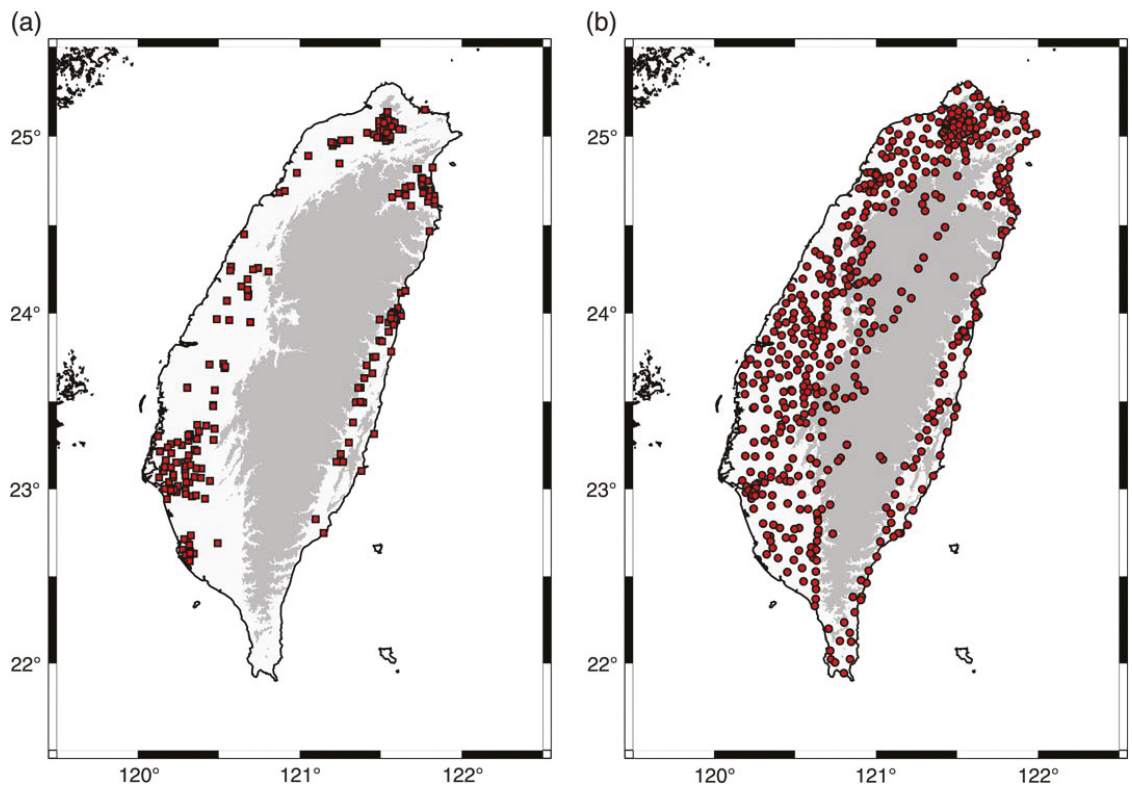
Εικόνα 3.7

Αριστερά ο χάρτης που δείχνει την εγκατάσταση των νέων εκπαιδευτικών σεισμογραφικών οργάνων στο δυτικό τμήμα του κεντρικού νησιού της Αϊτής (με κόκκινες κουκίδες). Στην κίτρινη έλλειψη παρουσιάζεται η περιοχή που υπέστη τις μεγαλύτερες επιπτώσεις από το σεισμό του 2010. Δεξιά η εγκατάσταση ενός σεισμογραφικού οργάνου χαμηλού κόστους τύπου Raspberry Shake.



Η Ταϊβάν χαρακτηρίζεται, όπως και οι δύο προηγούμενες περιπτώσεις, από υψηλή σεισμικότητα με καταστροφικούς σεισμούς, αλλά σε αντίθεση με τα προηγούμενα παραδείγματα διακρίνεται κοινωνική επαφή επιστημόνων με πολίτες και αναπτυγμένο σύστημα εκπαίδευσης. Η πειθαρχία εφαρμογής σχεδίων και η συστηματικότητα αντιμετώπισης με σχεδιασμό και παρακολούθηση, αξιολόγηση κλπ. είναι επίσης χαρακτηριστικά της χώρας. Λόγω όλων αυτών των χαρακτηριστικών της κοινωνίας, υπάρχει η δυνατότητα από την επιστημονική κοινότητα επικοινωνίας για ευρύτερη εφαρμογή πρωτοπόρων προγραμμάτων έρευνας, με στόχο την δημιουργία συστήματος άμεσης ειδοποίησης και εμπλοκής των πολιτών στην ενδυνάμωση της πολιτικής προστασίας από τις φυσικές καταστροφές.

Επιπλέον, η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας στην ίδια την χώρα και η πρωτοποριακή προσπάθεια ενίσχυσης καινοτόμων προϊόντων, έδωσαν την δυνατότητα κατασκευής σεισμικών αισθητήρων χαμηλού κόστους και την αξιολόγηση εφαρμογής τους σε σύστημα άμεσης ειδοποίησης με εφαρμογή σε πρώτη φάση στα σχολεία της χώρας (Wu et al., 2016; 2019; 2021). Η ευαισθητοποίηση των πολιτών ξεκινά από τα σχολεία αρχικά με την εγκατάσταση πολύ οικονομικών αισθητήρων τύπου QCN (2012-2016), ενώ συνεχίστηκε με σεισμικούς αισθητήρες τύπου P-Alert, ανώτερων τεχνικών προδιαγραφών κατασκευασμένους στην Taiwan (εικόνα 3.8). Επιπλέον, ένα πρόγραμμα Citizen Earthquake Science με στόχο τη μείωση της σεισμικής επικινδυνότητας εφαρμόζεται αρχίζοντας από τα σχολεία στα τελευταία 10 χρόνια (Liang et al., 2017).



Εικόνα 3.8
 Αριστερά ο χάρτης της Ταϊβάν με τις θέσεις των σεισμικών αισθητήρων χαμηλού κόστους τύπου QCN που εγκαταστάθηκαν στα σχολεία (2012-2016) και δεξιά οι θέσεις των σεισμικών αισθητήρων P-Alert. Η γκρίζα περιοχή που φαίνεται άδεια από εγκατεστημένους αισθητήρες είναι ορεινή και επομένως αραιοκατοικημένη με απουσία σχολικών κτηρίων.

Για να καταδειχτεί η χρησιμότητα των σεισμικών καταγραφών και να λειτουργήσουν επιστημονικά οι πολίτες, οι επιστήμονες ετοίμασαν ένα παιχνίδι ανταγωνισμού, το οποίο λειτουργεί σε σχεδόν πραγματικό χρόνο και έχει ενσωματωμένες σεισμολογικές γνώσεις για τους εκπαιδευτικούς. Στην εικόνα 3.9α φαίνεται η πρώτη

σελίδα της ιστοσελίδας του παιχνιδιού. Κάθε ζώο αντιπροσωπεύει ένα διαφορετικό παιχνίδι ή ένα διαφορετικό σεισμολογικό επιστημονικό κεφάλαιο: (1) Εύρεση του σεισμού με επιλογή των χρόνων άφιξης των P- και S- κυμάτων σε περισσότερους από 3 σταθμούς, ώστε να προσδιοριστεί το επίκεντρο του σεισμού, (2) Μέτρηση

Εικόνα 3.9

(α) Η πρώτη σελίδα της ιστοσελίδας του παιχνιδιού. Κάθε ζώο αντιπροσωπεύει ένα διαφορετικό παιχνίδι ή ένα διαφορετικό σεισμολογικό επιστημονικό κεφάλαιο. (β) Ο χρήστης επιλέγει έναν σταθμό από τον χάρτη για να εργαστεί σε πραγματικό χρόνο με πραγματικές καταγραφές.



Εικόνα 3.10

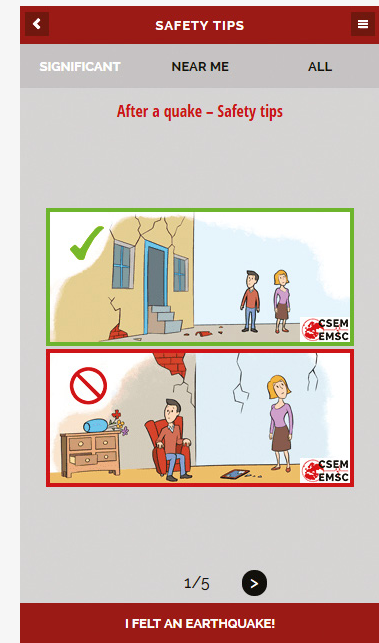
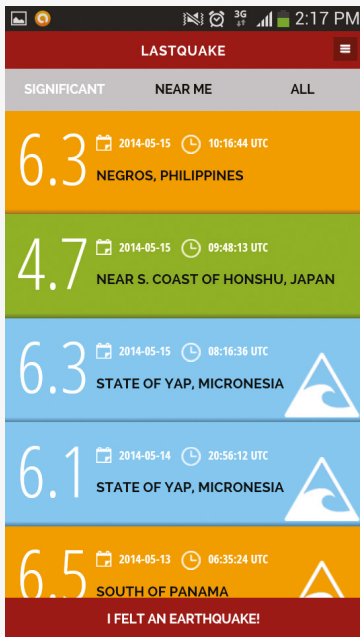
Οι μαθητές ασχολούνται με τις πραγματικές καταγραφές από τον σεισμικό αισθητήρα που είναι εγκατεστημένος στο σχολείο τους. Επιπλέον, ο σεισμικός αισθητήρας συνδέεται με ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης.



ση του μεγέθους της δόνησης, μετρώντας το μέγιστο πλάτος της καταγραφής, (3) Υπολογισμός του μεγέθους του σεισμού, μετρώντας το μέγιστο πλάτος στον οριζόντιο αισθητήρα σε συνδυασμό με την επικεντρική απόσταση, (4) Προσδιορισμός του τρόπου κίνησης του ρήγματος (κανονικό, ανάστροφο ή οριζόντιας ολίσθησης), επιλέγοντας την αρχική κίνηση του Ρ-κύματος. Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει το στάδιο της εκπαίδευσης, τότε μπορεί να περάσει στο επόμενο στάδιο (εικόνα 3.9β) με πραγματικές καταγραφές, επιλέγοντας έναν ή περισσότερους σταθμούς από τους σημειωμένους στο χάρτη.

Στην εικόνα 3.10 φαίνονται οι μαθητές να ασχολούνται με τις πραγματικές καταγραφές από τον σεισμικό αισθητήρα που είναι εγκατεστημένος στο σχολείο τους. Επιπλέον, ο σεισμικός αισθητήρας συνδέεται με ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για την εκκένωση του σχολείου (εικόνα 3.11).

Η σύγκριση των παραπάνω αναφερόμενων παραδειγμάτων αναδεικνύει τη χρησιμότητα προγραμμάτων για την εφαρμογή της Σεισμολογίας των Πολιτών στην εκπαίδευση και την κοινωνία, με στόχους την άμεση προειδοποίηση, την ασφαλή προετοιμασία, την σωστή πληροφόρηση και την ανοικτή επικοινωνία πολιτών και επιστημόνων. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η μείωση του κόστους παραγωγής την κάνει όλο και περισσότερο προσιτή στους πολίτες, με στόχο την συστηματική εφαρμογή ανάλογων προγραμμάτων για την επικύρωση της πολιτικής προστασίας για άμεση απόκριση αλλά και αποκατάσταση των φυσικών καταστροφών.



Εικόνα 3.12

Ενδεικτικές οθόνες της εφαρμογής LastQuake του EMSC για κινητά (πηγή Google Play).

Εικόνα 3.11

Οι σεισμικοί αισθητήρες που έχουν εγκατασταθεί στα σχολεία της Ταϊβάν συμμετέχουν σε ένα ευρύ δίκτυο έγκαιρης προειδοποίησης για την εκκένωση των σχολείων στην περίπτωση ισχυρού σεισμού από μεγάλη απόσταση (πηγή www.palert.earth.sinica.edu.tw/)



3.3 Η Σεισμολογία των Πολιτών με άμεση συμμετοχή τους μέσω smartphone εφαρμογών

Από το 2014 το Ευρωμεσογειακό Σεισμολογικό Κέντρο (EMSC, www.emsc-csem.org/) προσπαθώντας να εκμεταλλευτεί την σύγχρονη τεχνολογία και την βελτίωση των επικοινωνιών, δημιούργησε την εφαρμογή LastQuake (Bossu et al., 2017; 2018). Η εφαρμογή για κινητό είναι διαθέσιμη σε λειτουργικό σύστημα Android και iOS και είναι φιλική προς τον χρήστη (εικόνα 3.12). Βασίζεται σε εικονίδια - μικρογραφίες που αναπαριστούν την κλίμακα έντασης EMS-98 με απλό τρόπο (εικόνα 3.13) και μπορούν με ευκολία να επιλεγθούν από τον χρήστη, σε αντίθεση με τη χρήση ενός λεπτομερούς ερωτηματολογίου του τύπου DYFI, που χρειάζεται χρόνο να συμπληρωθεί και ειδική διαχείριση

για να αντιστοιχιστεί σε εκτιμώμενη τελική τιμή έντασης ανά θέση χρήστη. Επίσης, η εφαρμογή δίνει πρόσβαση σε κατάλογο με σεισμούς μικρού ή μεγάλου μεγέθους, σε παγκόσμιο επίπεδο ή ανάλογα με την περιοχή του σεισμού, πληροφορίες για τον σεισμό, την εξέλιξη της μετασεισμικής ακολουθίας, καθώς επίσης και τη δυνατότητα άμεσης επιλογής έντασης για το σεισμό, όπως τον έχει αισθανθεί ο χρήστης, ακόμα και αν ο σεισμός δεν έχει προσδιοριστεί από τα αυτόματα συστήματα των σεισμολογικών κέντρων. Έτσι ο πολίτης αποστέλλει την ένδειξή του στο σύστημα επεξεργασίας που την απεικονίζει στον χάρτη και την επεξεργάζεται σε πραγματικό χρόνο παρουσιάζοντας την διασπορά των παρατηρήσεων-μετρήσεων αισθητότητας από τους πολίτες. Τέλος, η εφαρμογή δίνει δυνατότητα οδηγιών προς τον χρήστη για την αντιμετώπιση της κρίσης και την επικοινωνία με οικείους,

Not Felt



Intensity 3



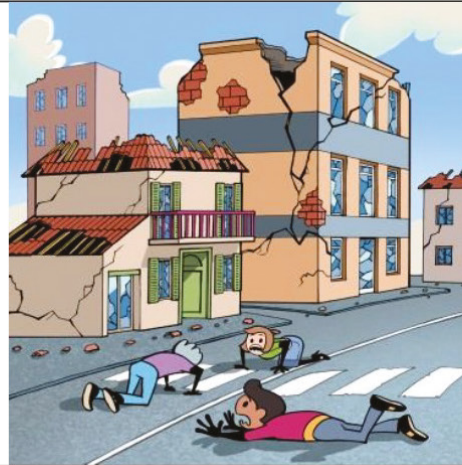
Intensity 5



Intensity 7



Intensity 9



Intensity 11



Εικόνα 3.13

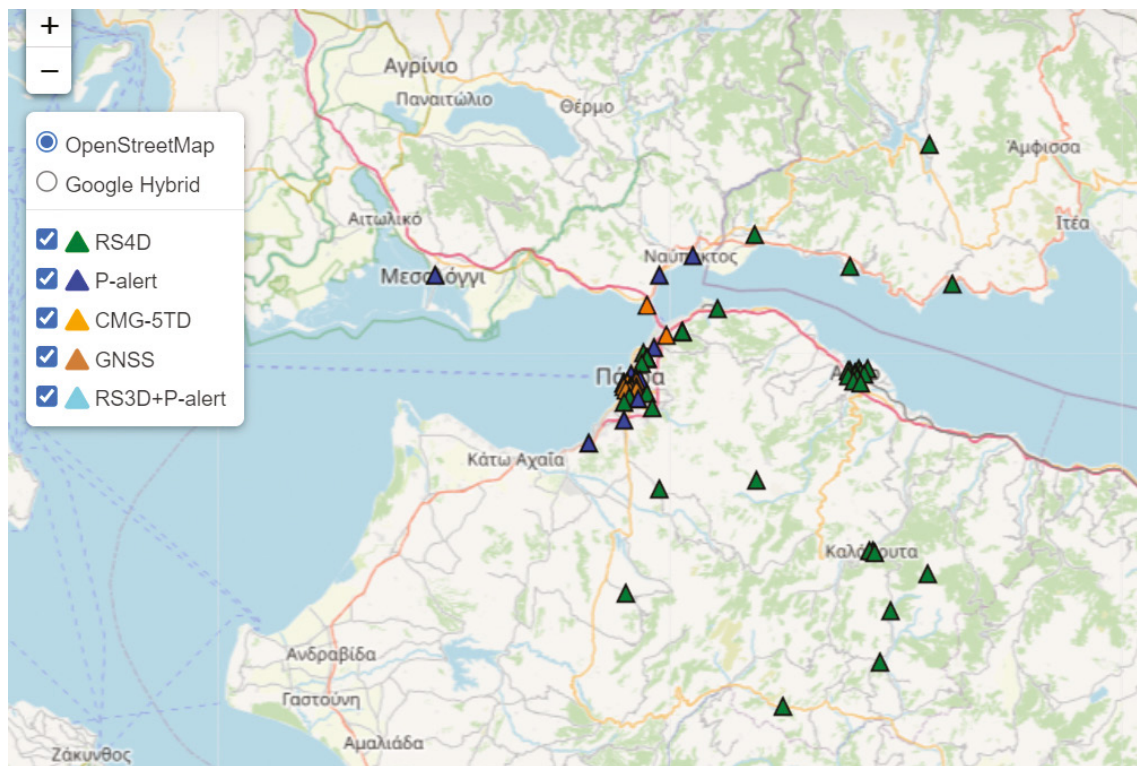
Ο χρήστης μπορεί αμέσως να επιλέξει το εικονίδιο που αντιπροσωπεύει καλύτερα το πώς αισθάνθηκε το σεισμό.

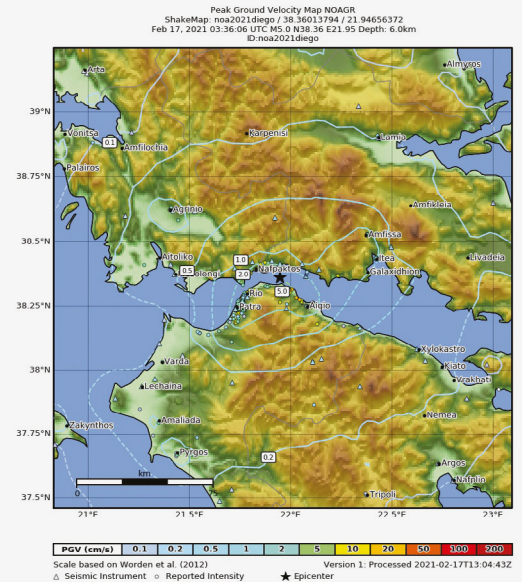
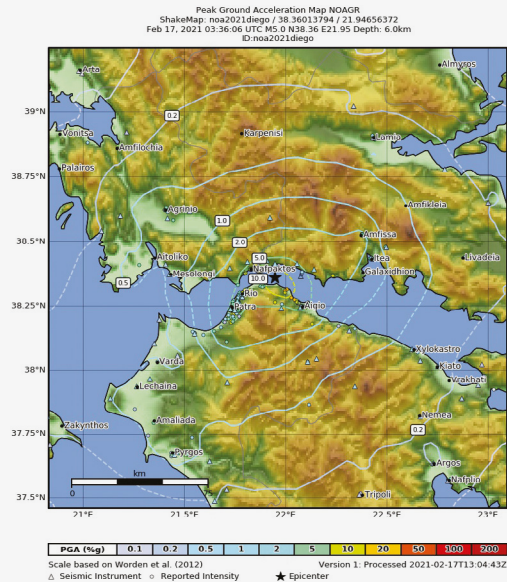
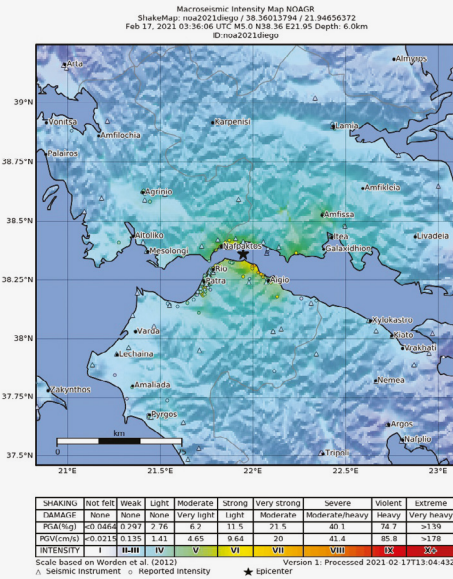
όπως και τη δυνατότητα αποστολής φωτογραφιών ή και βίντεο για τεκμηρίωση των επιπτώσεων του σεισμού στη θέση του χρήστη. Σήμερα, μετά από σχεδόν μια δεκαετία λειτουργίας της εφαρμογής, οι πολίτες δημιουργούν τον δικό τους χάρτη αισθητότητας (Fallou et al., 2020) μέσω του EMSC, με τα μακροσεισμικά δεδομένα ανοικτά στα σεισμολογικά κέντρα

σε πραγματικό χρόνο για την άμεση επιστημονική εκμετάλλευσή τους. Στη χώρα μας οι παρατηρήσεις αυτές λαμβάνονται σε σχεδόν πραγματικό χρόνο και χρησιμοποιούνται στην δημιουργία χαρτών αισθητότητας σε συνδυασμό με τις ενόργανες μετρήσεις των σεισμολογικών δικτύων σειсмоγράφων και επιταχυνσιογράφων (εικόνα 3.14).

Εικόνα 3.15

Το εμπλουτισμένο δίκτυο σεισμικών αισθητήρων (επιταχυνσιογράφων) του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στην ευρύτερη περιοχή του Πατραϊκού και Δυτ. Κορινθιακού κόλπου. Πολλά από τα όργανα χαμηλού κόστους τύπου P-Alert, Raspberry Shake εγκαταστάθηκαν σε σχολικές μονάδες της περιοχής στο πλαίσιο του προγράμματος TURNkey (www.earthquake-turnkey.eu/) για εκπαιδευτικούς και επιχειρησιακούς λόγους. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος, συνεχίζουν να λειτουργούν (www.accelnet.gein.noa.gr/TURNkey/) πάντα με τον ίδιο στόχο.





Εικόνα 3.14

Χάρτες του σεισμού της 17.02.2021 (03:36 UTC, M5.0) όπως δημιουργήθηκαν στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών με την εφαρμογή ShakeMap©(USGS) και με χρήση δεδομένων από ενόργανες καταγραφές και από παρατηρήσεις πολιτών μέσω της εφαρμογής LastQuake του EMSC. Ο χάρτης αισθητότητας αριστερά, και οι χάρτες κατανομής της εδαφικής επιτάχυνσης (μέσον) και εδαφικής ταχύτητας (δεξιά).

3.4 Αποτελέσματα εφαρμογών στην Ελλάδα και η δυνατότητα για συστηματικότητα και συνέχεια.

Τα τελευταία 10 περίπου χρόνια υπάρχουν αρκετά παραδείγματα προσπαθειών πιλοτικής εφαρμογής της Σεισμολογίας των Πολιτών (Citizen Seismology). Ο συνδυασμός της με την Εκπαιδευτική Σεισμολογία (School Seismology) θεωρήθηκε ως ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος εφαρμογής της στη χώρα μας, καθώς δίνει τη δυνατότητα επικοινωνίας των επιστημόνων με τους εκπαιδευτικούς και σε κάποιες περιπτώσεις με τους μαθητές και τους φοιτητές/τριες (π.χ. ομάδες εργασίας).

Ερευνητικά προγράμματα έδωσαν την οικονομική δυνατότητα αγοράς εξοπλισμού (π.χ. σειсмоγράφοι, επιταχυνσιογράφοι χαμηλού κόστους), και την πραγματοποίηση επισκέψεων σε περιοχές πιλοτικής εφαρμογής για άμεση επικοινωνία με τους τελικούς χρήστες, και την δημιουργία σεμιναρίων και ομάδων εργασίας για την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, αλλά και συνεχούς επικοινωνίας και στήριξης των εκπαιδευτικών με τους μαθητές τους για τη δυνατότητα ενασχόλησης, όποτε υπήρχε ευκαιρία με θέματα σεισμολογίας.

Οι εθελοντικές προσπάθειες ερευνητών σε συνεργασία με πανεπιστημιακούς καθηγητές (Melis et al., 2019), έδωσαν την αρχική δυνατότητα δοκιμαστικής λειτουργίας και εφαρμογής δικτύων χαμηλού κόστους σε περιοχές υψηλής σεισμικότητας (Αχα-

ΐα – Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος) με άμεσα αποτελέσματα. Στο πλαίσιο ενός από τα ευρωπαϊκά προγράμματα Horizon που ολοκληρώθηκαν πρόσφατα (Ιούνιος 2022), με το ακρόνυμο TURNkey (<https://earthquake-turnkey.eu>), εγκαταστάθηκαν σεισμικοί αισθητήρες σε σχολικές μονάδες (<https://accelnet.gein.poa.gr/TURNkey/>) εμπλουτίζοντας το δίκτυο αντίστοιχων αισθητήρων της περιοχής που χαρακτηρίζεται από υψηλή σεισμικότητα (εικόνα 3.14). Οι δράσεις του ερευνητικού προγράμματος έδειξαν τα πρώτα αποτελέσματα σύνδεσης School and Citizen Seismology (Melis et al., 2021), αφενός για εκπαιδευτικές δράσεις στα σχολεία (εικόνα 3.15), αφετέρου με παραδείγματα εφαρμογής έγκαιρης προειδοποίησης (EWS) και παραγωγή χαρτών αισθητότητας και επικοινωνίας τους προς τους πολίτες με χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης (π.χ. twitter - @NOAShakeMaps) και εξειδικευμένων ιστοσελίδων πληροφόρησης του κοινού.

Τα αποτελέσματα των εργαλείων που δημιουργήθηκαν και δοκιμάστηκαν στις προαναφερόμενες πιλοτικές εφαρμογές, επιτρέπουν πλέον τη δυνατότητα χρήσης τους από τα υπολογιστικά συστήματα του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για την παραγωγή χαρτών αισθητότητας και τη βελτίωση των επιχειρησιακών δράσεων της Πολιτικής Προστασίας.



Εικόνα 3.16

Μαθητές εκμεταλλεύονται τις καταγραφές του σεισμικού αισθητήρα που είναι εγκατεστημένος στο σχολείο τους, αλλά και τη συνεργασία με το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και εξασκούνται σε απλές ασκήσεις σεισμολογίας (εικόνες από τα Αρσάκεια Σχολεία Πατρών).

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Bossu, R., Gilles, S., Mazet-Roux, G. and Roussel, F. (2011). Citizen Seismology: How to involve the public in earthquake response, in *Comparative Emergency Management: Examining Global and Regional Responses to Disasters*. CRC, Boca Raton, Florida, 237–260.
- Bossu, R., Landès, M., Roussel, F. and Hough, S. (2017). Thumbnail based questionnaires for the rapid and efficient collection of macroseismic data from global earthquakes. *Seism. Res. Letters*, 88, 1, doi:10.1785/0220160120.
- Bossu, R., Roussel, F., Fallou, L., Landès, M., Steed, R., Mazet-Roux, G., and Petersen, L. (2018). LastQuake: From Rapid Information to Global Seismic Risk Reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 32–42, doi: 10.1016/j.ijdr.2018.02.024.
- Calais E., et al., (2022). Citizen Seismology helps decipher the 2021 Haiti earthquake. *Science*, 376 (6590), 283-287, doi: 10.1126/science.abn1045.
- Calais, E., Boisson, D., Symithe, S.J., Prepetit, C., et al. (2020). A Socio-Seismology Experiment in Haiti. *Frontiers in Earth Science*, *Frontiers Media*, 8, 542–654, doi: 10.3389/feart.2020.542654.
- Corbet, A., Fallou, L., Calixte, N., Hurbon, L. and Calais, E. (2023). From a Seismological Network to a Socio-Seismological One: A Citizen Science Experiment in Haiti to Reduce Seismic Risk: Analysis of a “Small Box” that Can Do a Lot. *Citizen Science: Theory and Practice*, 8(1), p.2, doi: 10.5334/cstp.481.
- Fallou, L., Bossu, R., Landès M., Roch J., Roussel F., Steed, R., and Julien-Laferrière, S. (2020). Citizen Seismology Without Seismologists? Lessons Learned From Mayotte Leading to Improved Collaboration. *Front. Commun.*, 5, 49, doi: 10.3389/fcomm.2020.00049.
- Fritts R. (2020). Bringing Earthquake Education to Schools in Nepal. *Eos*, 101, doi:10.1029/2020EO143441.
- Gutenberg, B. and Richter, C. F. (1944). Frequency of Earthquakes in California. *Bull. Seism. Soc. of America*, 34, 4, 185-188.
- Kouskouna, V. & Makropoulos, K. (2004). Historical Earthquake

- Investigations in Greece. *Annal. Geophysics*, 47, 723-731.
- Liang, W. T., Lee, J. C., Chen, K. H. and Hsiao, N. C. (2017). Citizen earthquake science in Taiwan: from science to Hazard mitigation. *J. Disaster Res.*, 12, 1174–1181, doi: 10.20965/jdr.2017.p1174.
- Melis, N. S., Konstantinou, K., Liang, W. T., Kalogeras, I., Sokos, E., and Boukouras, K. (2019). The P-Alert Patras Array: Bridging School and Citizen Seismology through earthquake alerting. *Geophysical Research Abstracts*, 21, EGU2019-13490, 2019 EGU General Assembly.
- Melis, N. S., Liadopoulos, E., Giannaraki, G., Kalogeras, I., and Boukouras, K. (2021). The TURNkey TB4 Achaia Array: Bridging School and Citizen Seismology through Earthquake Alerting. *EGU General Assembly 2021, online*, 19–30 Apr 2021, EGU21-14796, doi: 10.5194/egusphere-egu21-14796.
- Mercalli, G. (1902). Sulle modificazioni proposte alla scala sismica De Rossi-Forel. *Boll Soc Sismol Ital*, 8, 184–191.
- Richter, C. F. (1935). An instrumental earthquake magnitude scale. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 25, 1, 1-32.
- Subedi, S., Hetényi, G., Denton, P., and Sauron, A. (2020). Seismology at School in Nepal: A Program for Educational and Citizen Seismology through a Low-Cost Seismic Network. *Front. Earth Sci.*, 8, 73, doi: 10.3389/feart.2020.00073.
- von Hillebrandt-Andrade, C., and Vanacore, E. (2022). Citizen Science for studying earthquakes. *Science*, 376 (6590), 246-247, doi: 10.1126/science.abo5378.
- Wald, D. J., Quitoriano, V., Worden, B., Hopper, M. and Dewey, J. W. (2011). USGS “Did You Feel It?” Internet-based macroseismic intensity maps. *Ann. Geophys.*, 54, 6, 688–707, doi:10.4401/ag-5354.
- Wood, H. O., and Neumann, F. (1931). Modified Mercalli intensity scale of 1931. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 21, 277–283.
- Wu, Y. M., Liang, W. T., Mittal, H., Chao, W. A., Lin, C. H., Huang, B. S. and Lin, C. M. (2016). Performance of a low-cost earthquake early warning system (P-alert) during the 2016 ML 6.4 Meinong (Taiwan) earthquake, *Seismo. Res. Let.*, 87, doi: 10.1785/0220160058.
- Wu, Y. M., Mittal, H., Huang, T. C., Yang, B. M., Jan, J. C. and Chen, S. K. (2019). Performance of a Low-Cost Earthquake Early Warning System (P-Alert) and Shake Map Production during the 2018 Mw 6.4 Hualien (Taiwan) Earthquake, *Seism. Res. Letters*, 90, 19-29, doi: 10.1785/0220180170.
- Wu, Y. M., Mittal, H., Chen, D. Y., Hsu, T. Y. and Lin, P. Y. (2021). Earthquake Early Warning Systems in Taiwan: Current Status, *J. Geol. Soc. India*, 97, 1525-1532, doi: 10.1007/s12594-021-1909-6.

Διαδικτυακές πηγές

- <https://earthquake-turnkey.eu>
<https://eu-citizen.science/projects>
<http://usgs.github.io/shakemap/>
<https://palert.earth.sinica.edu.tw>
<https://accelnet.gein.noa.gr/TURNkey/>
<https://stationview.raspberrypi.org/>

4. Θέατρο-Ντοκουμέντο, Θέατρο της Επινόησης και Εκπαιδευτική Σεισμολογία: Παιδαγωγικές εφαρμογές και επινόηση της παράστασης *Beat the Quake!*

Χριστίνα Ζώνιου, Άννα Τσίχλη

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Σχολή Καλών Τεχνών,

Τμήμα Θεατρικών Σπουδών

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι παιδαγωγικές εφαρμογές που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο των δυο μαθημάτων (*Σκηνοθεσία III: Το Θέατρο της Επιπόησης και Υποκριτική και Κοινωνία II: Το Εθνόδραμα και το Θέατρο-Ντοκουμέντο*), που διδάχτηκαν στο Τμήμα Θεατρικών Σπουδών της Σχολής Καλών Τεχνών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου κατά τη διάρκεια της ακαδημαϊκής χρονιάς 2021-22 και ολοκληρώθηκαν με τη δημιουργία της θεατρικής παράστασης με τίτλο *Beat the Quake!*

Η παράσταση παρουσιάστηκε στο κοινό στις 6 Ιουνίου 2022 στην Αίθουσα Ω του Δημοτικού Θεάτρου Πειραιά και αποτέλεσε πρωτότυπο προϊόν της διεπιστημονικής και πολυμεσικής συνεργασίας των φορέων που συμμετείχαν στο ερευνητικό έργο «Εκπαιδευτική Σεισμολογία για το σχολείο και την κοινωνία: Διεπιστημονική προσέγγιση με καινοτόμες μεθόδους θεατρικής αγωγής και ψηφιακών τεχνολογιών» (EduSeismArtTec). Η παράσταση καταγράφηκε σε βίντεο και αποτελεί μέρος του εκπαιδευτικού υλικού του έργου.

Η αξιολόγηση έγινε μέσω ερωτηματολογίων α. προς τους συντελεστές της παράστασης και β. προς το κοινό. Συμπληρωματικά γίνεται αναφορά στο εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε από τους/τις μεταπτυχιακούς/κες φοιτητές/τριες στο πλαίσιο του μαθήματος *Υποκριτική και Κοινωνικές Εφαρμογές* που διδάχτηκε στο χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2022-23 στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών “Θέατρο και Κοινωνία” του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

4.2 Εφαρμοσμένο θέατρο: Η διαδικασία δημιουργίας μιας παράστασης για την εκπαιδευτική σεισμολογία με βάση το Θέατρο της Επιπόησης και το Θέατρο-Ντοκουμέντο

Με στόχο την ανάπτυξη και διάδοση μιας νέας κουλτούρας μάθησης για τους σεισμούς και προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα, το ερευνητικό έργο EduSeismArtTec χρησιμοποίησε καινοτόμες προσεγγίσεις μεταξύ άλλων από τα γνωστικά πεδία της θεατροπαιδαγωγικής και του εφαρμοσμένου θεάτρου. Ως προς το δεύτερο, αντλήθηκε έμπνευση από τις τεχνικές του Θεάτρου της Επιπόησης και του Θεάτρου-Ντοκουμέντο (documentary theatre). Κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου 2021-22, στο μάθημα *Σκηνοθεσία III: Το Θέατρο της Επιπόησης*, διδάχτηκαν και αξιοποιήθηκαν οι τεχνικές και οι μέθοδοι του θεάτρου της επιπόησης (devised theatre: Oddey, 1994). Κύριος στόχος ήταν να επινοηθούν ομαδικές παρουσιάσεις από φοιτητές/τριες στο τέλος του εξαμήνου με κοινή θεματική τους σεισμούς (το φαινόμενο, οι επιπτώσεις, οι προσωπικές ιστορίες και οι στατιστικές καθώς και τρόποι προφύλαξης και πρακτικές της Σεισμολογίας των Πολιτών). Με την εμπειρία από το μάθημα αυτό και από τις παρουσιάσεις των φοιτητών/τριών, στο εαρινό εξάμηνο η ομάδα των φοιτητών/τριών που συμμετείχε στο μάθημα *Υποκριτική και Κοινωνία II: Το Εθνόδραμα και το Θέατρο-Ντοκουμέντο*, εφάρμοσαν τις μεθόδους και τις τεχνικές του θεάτρου ντοκουμέντο (Forsyth & Megson, 2009) και δημιούργησαν την παράσταση *Beat the Quake!*. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα προγράμματα και η μορφή των μαθημάτων *Σκηνοθεσία III: Το Θέατρο της Επιπόησης και Υποκριτική και Κοινωνία II: Το Εθνόδραμα και το Θέατρο-Ντοκουμέντο* καθώς και η παράσταση *Beat the Quake!*

4.2.1 Θέατρο της Επινόησης

Κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου της ακαδημαϊκής χρονιάς 2021-22, στο πλαίσιο του μαθήματος *Σκηνοθεσία III: Το θέατρο της επινόησης*, με διδάσκουσα τη Δρ. Άννα Τσίχλη, διδάχθηκαν οι μέθοδοι και οι τεχνικές του θεάτρου της επινόησης με στόχο να δημιουργηθούν ομαδικές παρουσιάσεις από φοιτητές/τριες στο τέλος του εξαμήνου με κοινή θεματική τους σεισμούς (το φαινόμενο, οι επιπτώσεις, οι προσωπικές ιστορίες και οι στατιστικές καθώς και τρόποι προφύλαξης και πρακτικές της Σεισμολογίας των Πολιτών). Το μάθημα παρακολούθησαν 20 φοιτητές/τριες, μεταξύ των οποίων πέντε που είχαν έρθει στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος ανταλλαγής φοιτητών Erasmus από την Ισπανία, τη Γαλλία και την Αυστρία. Πέραν των πανεπιστημιακών μαθημάτων, στις 9 Νοεμβρίου 2021 ο Δρ. Ιωάννης Καλογεράς πραγματοποίησε διάλεξη στους φοιτητές/τριες που παρακολουθούσαν το μάθημα στους χώρους του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου στο Ναύπλιο (εικόνα 4.1).

Πιο αναλυτικά, ως προς το περιεχόμενο των διαλέξεων, τη θεωρία και τις πρακτικές εφαρμογές με άξονα το θέατρο της επινόησης ακολουθήθηκε η εξής δομή:

Μάθημα 1^ο (13.10.21)

Θεωρία: Εισαγωγή στο θέατρο της επινόησης και στο ερευνητικό έργο EduSeismArtTec. Ως προς τον τρόπο προσέγγισης και οργάνωσης μέσω του θεάτρου της επινόησης, δόθηκε έμφαση στον αυτοσχεδιασμό, στη δημιουργία ερεθισμάτων για την ομάδα, στη συνεργασία, στην έρευνα, στην κίνηση και στο κείμενο ενώ ως προς τον τρόπο καταγραφής της ερευνητικής διαδικασίας και της πρόβας αναφέρθηκε ότι επιθυμητή είναι η συλλο-

γή υλικού μέσω σημειώσεων και ηχητικής καταγραφής και βίντεο (Etchells et al., 1999). **Πρακτικές εφαρμογές:** 1. Σε κύκλο ένας κάνει νεύμα σε κάποιον άλλον και εκείνος με την σειρά του στέλνει το νεύμα σε άλλον, αντίστοιχα αλλάζοντας θέσεις, 2. Οι συμμετέχοντες δημιουργούν μια λίστα με πράγματα που θα έπαιρναν ο καθένας μαζί του αν έπρεπε να εκκενώσει το σπίτι σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Στη συνέχεια έγινε ανάγνωση του ποιήματος της θεατρικής συγγραφέως Jenifer Toksvig “What they took with them” και παρακολούθηση του σχετικού βίντεο της Ύπατης Αρμοστείας του Ο.Η.Ε. για τους πρόσφυγες¹.

Μάθημα 2^ο (19.10.21)

Θεωρία: Η ιστορία και οι απαρχές του θεάτρου της επινόησης: τα *avant-garde* κινήματα του μεσοπολέμου (ντανταϊσμός, σουρεαλισμός, φουτουρισμός), τα κείμενα του Antonin Artaud, οι παραστασιακοί πειραματισμοί δεκαετίας 1960 (Living Theatre, happenings), οι παραστάσεις του Jerzy Grotowski, η θεατρική αποκέντρωση και η χρήση εναλλακτικών χώρων για παραστάσεις (Τσίχλη, 2008). Οι κοινοί κώδικες με το σωματικό θέατρο, τον χορό, την *performance*, το ερευνητικό θέατρο, το μεταδραματικό θέατρο (Lehmann, 2006), το θέατρο-ντοκουμέντο, το τοποκεντρικό θέατρο (*site-specific theatre*). **Πρακτικές εφαρμογές:** 1. Σε κύκλο δίνουν όλοι τα χέρια, κάποιος αρχίζει και στέλνει δεξιά και αριστερά “χτύπους της καρδιάς” με ρυθμικές κινήσεις. Οι χτύποι μεταφέρονται από χέρι σε χέρι στον κύκλο και επιστρέφουν σε αυτόν που τους ξεκίνησε. 2. Αυτοσχεδιασμός με σακίδια που είχαν φέρει από το σπίτι με ό,τι κρίνουν ότι θα έπαιρναν μαζί τους αν έπρεπε

¹ www.youtube.com/watch?v=xS-Q2sgNjI8, 2016

Εικόνα 4.1

Στιγμιότυπο από την ενημερωτική παρουσίαση “About earthquakes: What, how and why?” από τον σεισμολόγο Δρ. Ι. Καλογερά (9.11.21).



να φύγουν από το σπίτι. Ερωτήσεις: Αν απόψε έφευγες για ένα ταξίδι, τι θα έπαιρνες μαζί σου; Πού θα πήγαινες και με ποιον; Θα υπήρχε ένα κοινό σημείο συνάντησης με τους άλλους; Αν κατέληγες σε ένα μέρος, τι κείμενο θα κουβαλούσες μαζί σου;

Μάθημα 3^ο (26.10.21)

Θεωρία: Οι βασικές αρχές του θεάτρου της επιπόησης: συλλογικότητα, συμμετοχικότητα, δημοκρατικό μοντέλο συνδημιουργίας και διαχείρισης της δημιουργικής διαδικασίας αλλά και των ευθυνών στην ομάδα. Χώροι εφαρμογών του θεάτρου της επιπόησης: επαγγελματικές και ερασιτεχνικές θεατρικές ομάδες, ομάδες με πολιτική δράση, ομάδες που κάνουν θέατρο της κοινότητας, τυπική και άτυπη εκπαίδευση (Murray & Keefe, 2007). Αφετηρίες: μια ιδέα, λέξεις κλειδιά, φωτογραφίες, κοστούμια/ρούχα, λεζάντες από εφημερίδες, αντικείμενα, κινήσεις. **Πρακτικές εφαρμογές:** Σε κύκλο, όλοι μαζί μετρούν δυνατά μέχρι το 4 και μετά από μέσα τους από το 5 μέχρι το 19 και ξανά δυνατά συναντιούνται στο 20. Αν η ομάδα είναι συγκεντρωμένη, το πετυχαίνει. Αλλιώς θα πρέπει να επαναληφθεί.

Μάθημα 4^ο (2.11.21)

Θεωρία: Το σώμα, η στάση και η κίνηση (ουδέτερη θέση, μη ουδέτερη θέση, επίπεδα, επαναλήψεις, βλέμμα, σχέση του σώματος με τον χώρο και με τα άλλα σώματα). **Πρακτικές εφαρμογές:** 3 καρτέκλες στη σκηνή και ένας “φανταστικός” φωτογράφος που παίρνει φωτογραφίες από “ουδέτερα” και μετά “μη ουδέτερα” σώματα. Υπάρχει ουδέτερη στάση; Πώς επιλέγει να σταθεί ένα σώμα στον χώρο; Πώς επιλέγει να σταθεί σε σχέση με τα άλλα σώματα;

Μάθημα 5^ο (9.11.21)

Διάλεξη του επιστημονικού υπεύθυνου του ερευνητικού έργου EduSeismArtTec σεισμολόγου Δρ. Ιωάννη Καλογερά με θέματα: 1. About Earthquakes: What, how and why? 2. What should we do and what not? 3. “EduSeismArtTec” (εικόνα 4.1).

Μάθημα 6^ο (16.11.21)

Θεωρία: Το σώμα και η κίνηση (Bentivoglio, Carbone, 2007; Wenders, 2011), το σώμα και οι ιδέες (Rash Dash, 2017), η δραματουργία της κίνησης (DV8 Physical Theatre, 1996). **Πρακτικές εφαρμογές:** 1. Σε κύκλο επαναλαμβάνουν ρυθμικά “Ο Αλή-Μπαμπά και οι Σαράντα Κλέφτες” και προσθέτουν ο κάθε ένας και μια κίνηση δημιουργώντας μια ομαδική ρυθμική χορογραφία, 2. Ελεύθερα στον χώρο σε δύο ομάδες δημιουργούν από μια χορογραφία με δικό τους ρυθμό με έμπνευση από το *Seasons’ March* της χορογράφου Pina Bausch (εικόνες 4.2 και 4.3).

Μάθημα 7^ο (30.11.21)

Θεωρία: Οι πιο σημαντικές ομάδες θεάτρου της επιπόησης: *Complicité* (Wiśniewski, 2016), *Forced*



Εικόνα 4.2

Η δραματολογία της κίνησης, Τμήμα Θεατρικών Σπουδών, Ναύπλιο, 16.11.21.

Εικόνα 4.3

Η δραματολογία της κίνησης, Τμήμα Θεατρικών Σπουδών, Ναύπλιο, 16.11.21.

Entertainment (Etchells, 1999), Goat Island (Goulish, 2001), Frantic Assembly (Graham, Hoggett, 2014), Wooster Group, DV8 Physical Theatre, Blitz (Τσίχλη, 2009). Πώς μπορώ να πω μια ιστορία; Πώς μπορώ να σωματοποιήσω μια ιστορία ή να την πω σε μια δημιουργημένη γλώσσα ('αλαμπουρνέζικα'). **Πρακτικές εφαρμογές:** 1. Αυτοσχεδιασμός όπου υποτίθεται ότι βρίσκονται σε λαϊκή αγορά και ο καθένας γίνεται πωλητής, πελάτης κτλ. χρησιμοποιώντας μόνο αλαμπουρνέζικα. Προσπαθούν να δημιουργήσουν μικρές ιστορίες. 2. Ο ένας διηγείται μια σύντομη ιστορία ή ένα περιστατικό που βίωσε και μετά ο άλλος το διηγείται σαν δικό του. 3. Γράφουν ο καθένας μια λίστα με ερωτήσεις σε ένα φύλλο χαρτί, ανακατεύουν τα χαρτιά και ανά δύο σπκώνονται και παίζουν ένα quiz στο οποίο ο ένας ρωτάει από τη λίστα με τις ερωτήσεις και ο άλλος επινοεί απαντήσεις που είναι είτε αληθινές, είτε φανταστικές.

Μάθημα 8° (7.12.21)

Θεωρία: Τα στάδια δημιουργίας μιας παράστασης θεάτρου της επιπόησης. Η Swale (2012) αναφέρει ότι το θέατρο της επιπόησης αποτελεί μια διαρκή διαδικασία γεμάτη "διαστολές" και "συστολές": δημιουργούμε ιδέες και μετά τις αποκλείουμε, στήνουμε σκηνές και μετά τις αναθεωρούμε και τέλος συνθέτουμε το υλικό μας και φτιάχνουμε αφηγήσεις. Έτσι το θέατρο της επιπόησης θα μπορούσε να χωριστεί σε 5 στάδια: **Στάδιο πρώτο:** η προετοιμασία, όπου τα μέλη της ομάδας γνωρίζονται μεταξύ τους και διαμορφώνουν έναν κοινό κώδικα δημιουργικής εργασίας, **Στάδιο δεύτερο:** η γέννηση, όπου μέσα από ασκήσεις και αυτοσχεδιασμούς γεννιούνται ιδέες και δημιουργείται το πρώτο υλικό, **Στάδιο τρίτο:** εξερεύνηση, όπου επιλέγονται οι έννοιες κλειδιά και μπαίνουν οι κατευθύνσεις και οι παράμετροι καθώς και τα βασικά σημεία της αφήγησης, **Στάδιο τέταρτο:** απόσταση, όπου πραγματοποιείται η εμβάθυνση και δι-

Εικόνα 4.4

Σώματα, βλέμματα, θέσεις στο χώρο,
Τμήμα Θεατρικών Σπουδών, Ναύπλιο,
7.12.21.



αμορφώνεται η παράσταση και τέλος, **Στάδιο πέμπτο:** παρουσίαση, όπου δουλεύονται τα επιμέρους κομμάτια της παράστασης και παρουσιάζεται η παράσταση μηροστά σε κοινό (Swale, 2012). **Πρακτικές εφαρμογές:** Οι συμμετέχοντες βρίσκουν ή γράφουν διαφορετικά κείμενα σχετικά με ένα θέμα (π.χ. σεισμός). Τα κείμενα μπορεί να είναι οι στίχοι ενός τραγουδιού, οδηγίες σε περίπτωση κινδύνου, μια προσωπική μαρτυρία, ένα κείμενο από την Βίβλο, μια είδηση από μια εφημερίδα ή από το ραδιόφωνο κτλ. Αφήνουν τα κείμενα σε διαφορετικά σημεία του χώρου και μετά συνδυάζουν κίνηση, στάση, βλέμματα, επίπεδα για να σταθούν σε κάποιο σημείο του χώρου κοντά στα κείμενα. Συντονίζονται μέσα στον αυτοσχεδιασμό και διαβάζουν, απαγγέλουν, τραγουδούν, ψιθυρίζουν κτλ. τα κείμενα δημιουργώντας ένα μικρό δρώμενο (εικόνα 4.4).

Μάθημα 9ο (21.12.21)

Θεωρία: Οι επαναλήψεις, οι λίστες, τα αντικείμενα (Τσίχλη, 2008). Πώς μπορούν να ενταχθούν στη δραματολογία τα αντικείμενα; Πώς δημιουργούνται τα “lightmotifs” σε έναν αυτοσχεδιασμό ή/και σε μια παράσταση; Πώς οι αισθήσεις παίζουν ρόλο στη δραματολογία; Πόσο σημαντική είναι η μνήμη (συλλογική και ατομική) στην δημιουργία και στην κατανόηση της δραματολογίας; **Πρακτικές εφαρμογές:** Οι συμμετέχοντες δημιουργούν μια λίστα των διευθύνσεων όπου έχουν κατοικήσει. Ο ένας μετά τον άλλο διαβάζει την λίστα και όποιος θέλει λέει stop και τότε όποιος είπε την τελευταία διεύθυνση πρέπει να διηγηθεί μια ιστορία σχετικά με το σπίτι στο οποίο ανήκει η διεύθυνση. Γίνονται αναφορές στην αρχιτεκτονική, την καταστροφή και την απώλεια, στις αισθήσεις, την γεωγραφία, τη σχέση με τα σπίτια και τους κατοίκους τους.

Μαθήματα 10-12 (Ιανουάριος 2022)

Πρόβες για τις παρουσιάσεις των ομάδων.

Στις 24 Ιανουαρίου 2022 στο θεατράκι της Σχολής Καλών Τεχνών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου δόθηκαν οι τέσσερις παρουσιάσεις των ομάδων των φοιτητών/τριών που παρακολούθησαν το μάθημα *Σκηνοθεσία III: Το θέατρο της επινόησης*. Οι ομάδες επέλεξαν μόνες τους την θεματική της κάθε παρουσίασης που είχε ως σημείο αναφοράς τους σεισμούς (εικόνα 4.5). Η δραματολογία, η σκηνοθεσία, η κινησιολογία αλλά και οι τεχνικές του θεάτρου της επινόησης που χρησιμοποιήθηκαν αποτέλεσαν την βάση για επεξεργασία, ανάπτυξη και εξέλιξη στο πλαίσιο του εαρινού εξαμήνου 2021-22, μέσω του μαθήματος *Υποκριτική και Κοινωνία II: Το εθνόδραμα και το θέατρο-ντοκουμέντο* με διδάσκουσα τη Δρ. Χριστίνα Ζώνιου.

4.2.2 Θέατρο-Ντοκουμέντο

Κατά το εαρινό εξάμηνο 2021-22 (Φεβρουάριος- Ιούνιος 2022), ένα μέρος από τους/τις φοιτητές/τριες που παρακολούθησαν το μάθημα του Θεάτρου της Επινόησης συνέχισαν την καλλιτεχνική τους έρευνα για το φαινόμενο των σεισμών στο πλαίσιο του μαθήματος *Υποκριτική και Κοινωνία II: Το εθνόδραμα και το θέατρο-ντοκουμέντο*, με διδάσκουσα τη Δρ. Χριστίνα Ζώνιου.

Το βασικό στοιχείο του είδους θέατρο-ντοκουμέντο (docudrama/documentary theatre) είναι ότι δεν βασίζεται στη μυθοπλασία αλλά στην κατά λέξη παρουσίαση της χρήσης ντοκουμέντων (τεκμηρίων). Το θέατρο-ντοκουμέντο συναντάται και ως θέατρο-ντοκιμαντέρ ή θέατρο τεκμηρίωσης και εφάπτεται με τα είδη εθνόδραμα (ethnodrama), αυτολεξεί θέατρο (verbatim



Εικόνα 4.5

Παρουσιάσεις φοιτητών/τριών από το μάθημα *Σκηνοθεσία III: Το θέατρο της Επινόησης*, Ναύπλιο, 24.1.22.

theatre), θέατρο της πραγματικότητας (reality-based theatre), θέατρο μαρτυρίας (theatre of witness), μη μυθοπλαστικό θέατρο (non-fiction theatre) και θέατρο του γεγονότος (theatre of fact). Οι τεχνικές του θεάτρου-ντοκουμέντο προσφέρουν τη δυνατότητα να συνδυάζει κανείς το υλικό αρχείου, την έρευνα και την τεχνολογία με την ενσώματη μνήμη, την προφορική ιστορία, την προφορική θεατρική κουλτούρα, τη σωματική γλώσσα, την αφήγηση (Martin, 2010). Τα ντοκου-

μέντα προς χρήση μπορεί να ποικίλλουν: αφηγήσεις, αρχειοθετημένο υλικό, ρεπορτάζ, συνεντεύξεις, βίντεο, ταινίες, φωτογραφίες, αντικείμενα, χάρτες, επιστημονική έρευνα, νόμοι, πρακτικά δικών κτλ. Το σύγχρονο θέατρο-ντοκουμέντο συνεχίζει την παράδοση του θεάτρου-ντοκουμέντο της δεκαετίας του 1960 (Μαράκα, 1993), έχοντας ωστόσο υποστεί τις μεταλλάξεις της σύγχρονης σκηνικής πρακτικής από τη δεκαετία του 1990 και έπειτα, με επιρροές από την αισθητική της performance (Auslander, 1997; Carlson, 1996), του μεταδραματικού θεάτρου (Lehman, 2006) και του θεάτρου της επινόησης (Oddey, 1994).

Όπως το θέτει η Carol Martin (2010) μιλώντας για το σύγχρονο θέατρο-ντοκουμέντο “Το θέατρο του πραγματικού είναι συχνά μεταμοντέρνο, ειδικά στον ισχυρισμό ότι η αλήθεια είναι πλαισιωμένη, πολλαπλή και υπόκειται σε χειραγώγηση· ότι η γλώσσα πλαισιώνει την αντίληψη· ότι η τέχνη μπορεί να είναι αντικειμενική· ότι οι προοπτικές πολλαπλασιάζονται· ότι η ιστορία είναι ένα δίκτυο σχέσεων· ότι ο ερμηνευτής μπορεί να είναι μια περσόνα και όχι απαραίτητα ένας χαρακτήρας με τη θεατρική έννοια· ότι το θέατρο συμπεριλαμβάνει την παραπομπή· ότι το τότε, το τώρα και το μέλλον μπορούν να συνυπάρξουν επί σκηνής. Το πιο αποφασιστικό είναι ότι το άτομο ως μεμονωμένο άτομο εκτοπίζεται ή ακόμη και αντικαθίσταται από τη σύνθεση αυτολεξεί κειμένων που επίσης συχνά επινοούνται συλλογικά”. Εντοπίζουμε την επιρροή του μεταμοντερνισμού στα παρακάτω χαρακτηριστικά της σύγχρονης θεατρικής δημιουργίας παραστάσεων του θεάτρου-ντοκουμέντο:

- ▶ Η ιστορία που αφηγούμαστε λέγεται από πολλαπλές αφηγηματικές φωνές.

- ▶ Αποκαλύπτεται η υποκειμενικότητα των γεγονότων και της πραγματικότητας.
- ▶ Αναδεικνύονται οι πολλαπλές προοπτικές της αλήθειας.
- ▶ Η αλήθεια συνδέεται με το πολιτισμικό και κοινωνικό πλαίσιο των αφηγητών και η ιστορία αντιμετωπίζεται ως πλέγμα σχέσεων (Martin, 2010).
- ▶ Οι ηθοποιοί είναι performers, είναι “περσόνες” και όχι δραματικοί χαρακτήρες.
- ▶ Προκρίνεται η αναπαράσταση αντί της ενσάρκωσης, η υπέρβαση της παράδοσης της ατομικής δραματικής φωνής και η ανάδειξη της χορικής, συλλογικής φωνής (Βαροπούλου, 2002).
- ▶ Το ύφος δεν είναι ρεαλιστικό, παρότι η πραγματικότητα είναι το αντικείμενο των παραστάσεων του είδους. Εκτοπίζεται ο καλλιτέχνης ως μονάδα και αντικαθίσταται από τη συλλογική επινόηση (Martin, 2010).
- ▶ Τα όρια μεταξύ των τεχνών συχνά συγχέονται, η ενεργική δομή, η συναισθησία, το σημειολογικό παιχνίδι (Lehman, 2006) καθιστούν το θέατρο-ντοκουμέντο μέρος μιας νέας παράδοσης σκηνικής ποίησης.
- ▶ Η τεχνολογία χρησιμοποιείται για να δώσει τη δυνατότητα αναπαραγωγής και προσομοίωσης: βίντεο, ταινίες, μαγνητόφωνα, ραδιόφωνο, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, κινητά, τάμπλετ, υπολογιστές, προτζέκτορες.
- ▶ Το τότε, το τώρα και το σύντομα συνυπάρχουν σκηνικά (Martin, ό.π.).

4.2.3. Η παιδαγωγική διαδικασία

Στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου EduSeismArtTec, δημιουργήθηκαν παραστάσεις επινόησης και θεάτρου-ντοκουμέντο με συμμετοχικό τρόπο με μια ομάδα νέων ανθρώπων, φοιτητών και φοιτητριών, με στόχο



Εικόνα 4.6

Πρόβα για την παράσταση
Beat the Quake!, Ναύπλιο,
Μάιος 2022.

να τους βοηθήσουμε να εκφραστούν συνδέοντας τις επιστημονικές αναζητήσεις, τα φυσικά και τα κοινωνικά φαινόμενα, με τις αναζητήσεις των νέων, να τους δώσουμε βήμα να μιλήσουν για την πραγματικότητά τους, την κουλτούρα τους, τη διαδικασία εξοικείωσης με την επιστημονική γνώση. Έτσι, η μεθοδολογία μας ήταν συμπεριληπτική, δημιουργική και μαθητοκεντρική (Mavrocordatos, 2009). Ως προς το παιδαγωγικό μέρος της προσέγγισης των ομάδων με τις οποίες δουλέψαμε, λειτουργήσαμε στο πλαίσιο της κριτικής παιδαγωγικής (βλ. π.χ. Γούναρν & Γρόλλιος, 2010; Freire & Shor, 2008), αποφεύγοντας τον διδασκισμό και κάθε είδους εξωραϊσμό. Στόχος μας ήταν η κριτική επαναδιαπρα-

μάτευση της πραγματικότητας και της επιστημονικής γνώσης και ο ατομικός και κοινωνικός μετασχηματισμός συμμετεχόντων ως ερμηνευτών και ως θεατών. Οι δύο πυλώνες της δουλειάς μας λοιπόν, τόσο αναφορικά με τη διαδικασία όσο και με το αποτέλεσμα της δουλειάς με νέους και νέες, ήταν οι σύγχρονες αισθητικές/καλλιτεχνικές αναζητήσεις του μεταδραματικού θεάτρου και η κριτική μαθητοκεντρική εκπαίδευση: δύο κατευθύνσεις που απαιτούν παρόμοια ευελιξία και ετοιμότητα στην εμπύκωση από μέρους των συντονιστριών της προσπάθειας και προτείνεται ως παιδαγωγική μέθοδος για τη δημιουργία παραστάσεων με παιδιά, εφήβους και νέους στο εκπαιδευτικό πλαίσιο.

Βήμα 1ο – Η έναρξη: Έρευνα και συλλογή ντοκουμέντων (Μαθήματα 1^ο-3^ο, 21/2, 28/2, 14/3)

Αρχικά, πριν ξεκινήσουμε την έρευνά μας, με τις ομάδες των φοιτητών/τριών του μαθήματος Υποκριτική και Κοινωνία II: Το εθνόδραμα και το θέατρο-ντοκουμένο, πραγματοποιήσαμε έναν ικανό αριθμό δραστηριοτήτων κοινωνικού θεάτρου, εκπαιδευτικού δράματος και θεάτρου της επιμόρφωσης, που ενδυναμώνουν την αίσθηση της ομάδας και συντονίζουν τις ευαισθησίες, τα ερωτηματικά και τα “μήκη κύματος”. Χρησιμοποιήσαμε μια συλλογική, μαθητοκεντρική και δημιουργική μεθοδολογία για να προσελκύσουμε το ενδιαφέρον και να προκαλέσουμε ομαδικές συζητήσεις, αποφεύγοντας τη χειραγώγηση της ομάδας και την επιβολή θεμάτων προς διερεύνηση που αφορούν μόνο τους σχεδιαστές του προγράμματος. Προκρίναμε σε αυτή την διαδικασία την ενσώματη παιδαγωγική: οι δραστηριότητες δεσίματος, ενδυνάμωσης, διερεύνησης, επιμόρφωσης ξεκινούν και τελειώνουν με τη μέγιστη δυνατή εμπλοκή του σώματος στη διαδικασία και την προετοιμασία των εν δυνάμει καλλιτεχνών μέσω της ανάπτυξης μιας συνειρμικής, μη λογοκεντρικής, δημιουργικής λογικής καλλιτεχνικής συνύπαρξης, που θα συνδιαλέγεται με τον επιστημονικό λόγο των σεισμολόγων, τα επιστημονικά δεδομένα και την τεχνολογία.

Εντοπίσαμε, μέσα από παιχνίδια και αυτοσχεδιασμούς (Ζοπίου, 2016; Μανροcordatos, 2009) και μέσα από την επαφή μας με το φαινόμενο του σεισμού ένα κεντρικό ερώτημα ή βασικά θέματα που ενδιαφέρουν την ομάδα: Γιατί τα μέλη της ομάδας θέλουν να τονίσουν ένα συγκεκριμένο ζήτημα; Ποια είναι η βασική ανησυχία που θέλουν να μοιραστούν με τους άλλους; Τι θέλουν να αλλάξουν; Τι θέλουν να διαπιστώσουν;

Η συζήτηση για το κεντρικό ερώτημα κάθε φοιτητικής ομάδας έγινε αφορμή για διάλογο, για “ξεβόλεμα”, για μια κριτική ματιά στην πραγματικότητα. Έθετε υπό αμφισβήτηση ή πλαισίωσε ό,τι θεωρείται “αλήθεια”. Αποκάλυπτε την υποκειμενικότητα και τις πολλαπλές αντιλήψεις για την αλήθεια. Το κεντρικό ερώτημα και η ιστορία του έργου πρέπει να αφορά τόσο τους συμμετέχοντες, όσο και το κοινό στο οποίο απευθύνεται. Τα μέλη της ομάδας οδηγήθηκαν να συσχετίσουν τον εαυτό τους με το κεντρικό ερώτημα: πώς σχετίζεται η προσωπική μας ταυτότητα, οι κοινωνικοί ρόλοι και η ιστορία μας με ένα επιστημονικό φαινόμενο, ένα ιστορικό γεγονός ή ένα κοινωνικό ζήτημα; Το κεντρικό ερώτημα για κάθε ομάδα άλλαζε καθώς προέκυπταν νέα δεδομένα κατά τη διάρκεια της έρευνας (σε συμφωνία με τις επιταγές του ποιοτικού ερευνητικού παραδείγματος), τπρώντας μια πειθαρχημένη ευελιξία.

Εν συνεχεία ξεκινήσαμε τη μεθοδική συλλογή ντοκουμέντων. Μια παράσταση θεάτρου-ντοκουμένο μπορεί να βασίζεται σε κάποιο από τα ακόλουθα ντοκουμέντα:

- α)** παρουσιάσεις των μελών της ομάδας που εξάγονται με διάφορες εμπειρικές μαθητοκεντρικές μεθόδους όπως οι χάρτες ζωής (life maps) (Μανροcordatos, 2009)
- β)** γραπτό υλικό από κοινωνικά δίκτυα, ημερολόγια, γραπτά μηνύματα
- γ)** οπτικοακουστικό υλικό από διάφορες πηγές
- δ)** διηγήσεις και συνεντεύξεις από τη σχολική κοινότητα, πολιτών, ομάδων-στόχων
- ε)** γεγονότα που έχουν καταγραφεί στον τύπο
- στ)** ιστορικά αρχεία, για την ιστορία της πόλης ή της κοινότητας
- ζ)** προφορική παράδοση

η) την αρχιτεκτονική, το σχέδιο πόλης, την ιστορία των κτιρίων της πόλης

θ) τρέχοντα κοινωνικά ή πολιτικά ζητήματα που ενδιαφέρουν την ομάδα και είναι καταγεγραμμένα στον τύπο, το Internet ή άλλες πηγές

ι) συμπεράσματα κοινωνικής, ψυχολογικής ή ανθρωπολογικής έρευνας

ια) στατιστικές

ιβ) πρακτικά συνεδριάσεων δημοτικών συμβουλίων, δικαστηρίων, του κοινοβουλίου κλπ.

ιδ) νόμους.

Η έρευνα πεδίου, οι συνεντεύξεις και η παρατήρηση, έγιναν συστηματικά και συμμετοχικά, τηρώντας με ακρίβεια την επιστημονική δεοντολογία της ποιοτικής εθνογραφικής έρευνας και επιδεικνύοντας απόλυτο σεβασμό προς τις πηγές και τους ερευνηόμενους. Στο πλαίσιο αυτό, έγινε επίσκεψη στο Αστεροσκοπείο Αθηνών και ξενάγηση στους χώρους του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου (εικόνα 4.7). Οι φοιτητές/τριες είχαν την εμπειρία μίας βιωματικής παρουσίασης της εξέλιξης της ιστορίας της επιστήμης της Σεισμολογίας και μπόρεσαν να αντιληφθούν, μέσω των πολύωρων αφηγήσεων στον πραγματικό χώρο, τη σχέση των επιστημόνων με το αντικείμενο εργασίας τους και την προσωπική ιστορία και αγωνία τους πίσω από τον απρόσωπο επιστημονικό λόγο.

Βήμα 2ο – Ανάλυση των δεδομένων από τα ντοκουμέντα (Μαθήματα 4^ο-6^ο, 21/3, 28/3, 4/4)

Η διαδικασία της ανάλυσης δεδομένων είναι πολύ σημαντική στο θέατρο-ντοκουμέντο. Αυτή η διαδικασία συνήθως ακολουθεί τη μορφή και τις αρχές των ποιοτικών εθνογραφικών ερευνητικών μεθόδων και συγκε-

κριμένα της κριτικής εθνογραφίας (Carspecken, 1996). Η ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια πολλαπλών μεθόδων σύζευξης του θεάτρου με την κριτική εθνογραφία, τη λεγόμενη παραστατική (ή επιτελεστική) εθνογραφία (*performance ethnography*) (Conrad, 2004; Dennis, 2009; Denzin, 2003; Gallagher, 2010; Mienczakowski, 2001; Saldana, 1999, 2005), μας δίνει εξαιρετικά εργαλεία προς την κατεύθυνση αυτή. Εν συντομία:

▶ Το ακατέργαστο υλικό από τις συνεντεύξεις, τα αρχεία και τα υπόλοιπα ντοκουμέντα μελετάται σε βάθος και συζητείται επαρκώς από την ομάδα, με διαρκείς αναγνώσεις και επισκοπήσεις.

▶ Στη συνέχεια, η ομάδα επεξεργάζεται το ακατέργαστο υλικό και το κωδικοποιεί σε υποκατηγορίες με βάση ιδέες, λέξεις και ζητήματα που επαναλαμβάνονται, έχοντας πάντα κατά νου το κεντρικό ερώτημα του έργου.

▶ Έπειτα αυτές οι υποκατηγορίες κωδικοποιούνται σε έναν περιορισμένο αριθμό ευρύτερων κεντρικών κατηγοριών (κώδικες). Αυτές οι κατηγορίες μπορούν να παρέχουν τις σκηνές για το έργο και τη δομή για τη δραματουργία.

▶ Τέλος, η ομάδα ξαναδιαβάζει τα ακατέργαστα δεδομένα και επιλέγει εκείνο το "σχετικό κείμενο" (*relevant text*) από τις πηγές, που τονίζει καλύτερα αυτές τις κατηγορίες και θέτει τις βάσεις για το κείμενο παράστασης (*performance text*).

Η διαφορά με ένα επιστημονικό ερευνητικό πρόγραμμα έγκειται στο γεγονός ότι η συλλογή, η ανάλυση και η οργάνωση των δεδομένων από τα ντοκουμέντα για τις παραστάσεις θεάτρου-ντοκουμέντο πρόκειται για μια δημιουργική διαδικασία ενσωμάτωσης, που συμβαδίζει με τον αυτοσχεδιασμό και τον σχεδιασμό της καλλιτεχνικής θεατρικής δουλειάς, αντί για μια γραμμική ακαδημαϊκή μέθοδο.

Εικόνα 4.7

Έρευνα πεδίου των φοιτητών και φοιτητριών στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο (Απρίλιος 2022).



Βήμα 3ο – Δημιουργική επεξεργασία: δημιουργία δραματολογίας για τις παραστάσεις θέατρου-ντοκουμέντο

(Μαθήματα 7ο-9ο, 11/4, 9/5, 16/5)

Στην επιμόρφωση της δραματολογίας εστίασαμε σε διαφορετικές όψεις του ίδιου ζητήματος, αντιθέσεις, διλήμματα, αντιφάσεις, ανακολουθίες: όλα μπορούν να δημιουργήσουν στιγμές δραματικής έντασης στην παράστασή μας. Συσχετίσαμε τη δράση ή την αφήγηση με μια συγκεκριμένη αισθητηριακή πραγματικότητα (για παράδειγμα ήχους, μυρωδιές, γεύσεις, αντικείμενα, χώρους, φωτισμό, καιρικές συνθήκες). Υιοθετήσαμε μια ανθρωποκεντρική οπτική των γεγονότων: ποιοι είναι οι άνθρωποι που έδρασαν στα συγκεκριμένα γεγονότα, ποια ήταν τα κίνητρό τους, τι λένε ανοιχτά ή συγκαλυμμένα, ποιες είναι οι πεποιθήσεις τους ή οι κατασκευασμένες έννοιες τους, πώς τους βλέπουν οι άλλοι; Βασίσαμε τη δραματολογία μας σε συγκεκριμένα ντοκουμέντα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτολεξεί

στις παραστάσεις. Ψάξαμε να βρούμε έναν δημιουργικό τρόπο να αποκαλύψουμε τις πηγές μας στη δραματολογία: ποιος έγραψε το κείμενο, ποιος τράβηξε τη φωτογραφία ή το βίντεο που χρησιμοποιήσαμε, σε ποια χρονολογία, υπό ποιες συνθήκες; Η παραπομπή στις πηγές μέσω παραστατικών τεχνικών δίνει ένα “πιστοποιητικό” γνησιότητας στο έργο μας, καθώς και τη δυνατότητα για ενδιαφέρουσες αισθητικές επιλογές.

Ως προς τις αισθητικές επιλογές, η μορφή των παραστάσεων του θεάτρου-ντοκουμέντο μπορεί να ποικίλει. Μπορεί να είναι μονολογικές, διαλογικές, πολυφωνικές, σωματικές ή να έχουν τη μορφή χορικών. Μπορεί να περιέχουν αφήγηση, αλληλεπίδραση χαρακτήρων, σωματικό θέατρο, διάφορες παραστασιακές τεχνικές με ή χωρίς τη χρήση πολυμέσων (φωτογραφιών, βίντεο, ηχογραφήσεων), με ή χωρίς σκηνογραφία, κοστούμια και στοιχεία σχεδιασμού φωτισμού. Μπορούν να παρουσιαστούν είτε ως site-specific παραστάσεις, τοποθετημένες σε συγκεκριμένο χώρο με τον οποίο το θέατρο αλληλεπιδρά, είτε



Εικόνα 4.8

Στιγμιότυπο από την παράσταση
Beat the Quake!, Δημοτικό Θέατρο
Πειραιά, 6.6.22.

μέσα σε ένα κλειστό θεατρικό χώρο. Η δραματολογία που σταδιακά χτίστηκε βασίστηκε σε μια ρυθμική δομή που ακολουθούσε το σχήμα δράση - αντίδραση. Τα γεγονότα παρουσιάζονταν είτε με χρονολογική σειρά είτε με τη μορφή κολλάζ χωρίς χρονολογική σειρά, λαμβάνοντας υπόψη τις κατηγορίες που προέκυψαν κατά την κωδικοποίηση του ακατέργαστου υλικού. Οι επιλογές

μας κατά την σύνθεση του υλικού των αυτοσχεδιασμών είναι αρκετές. Η σειρά διαδοχής των σκηνών σε μία παράσταση θεάτρου-ντοκουμέντο μπορεί να έχει μια από τις ακόλουθες δομές ή ένα συνδυασμό:

- ▶ Κινούμαστε από τις γενικές κατηγορίες σε πιο ειδικές κατηγορίες ανάλυσης.

- ▶ Από τις πιο εξωστρεφείς εκδηλώσεις στις πιο εσωτερικές σκέψεις.
- ▶ Αντιπαραθέτουμε τις διαφορετικές όψεις και οπτικές του ίδιου ζητήματος, ούτως ώστε να δημιουργήσουμε δραματική ένταση.
- ▶ Κινούμαστε από γνωστά γεγονότα, προκαταλήψεις και στερεοτυπικές απόψεις, σε πιο κριτικές απόψεις, αποκαλύπτοντας ντοκουμέντα, απρόσμενες ιδέες, καινούριες πληροφορίες, με τη λογική του μηρεχτικού παραξενίσματος.
- ▶ Αντιπαραθέτουμε και εναλλάσσουμε τα λεγόμενα “ψυχρά” ντοκουμέντα, όπως διαγράμματα, στατιστικές, νόμους, αποσπάσματα από τον τύπο, με τα ανθρωποκεντρικά “θερμά” ντοκουμέντα, όπως συνεντεύξεις και προσωπικές ιστορίες. Εναλλάσσουμε τη χρήση πολυμέσων με τις πιο “ανθρωποκεντρικές” σκηνές.
- ▶ Εναλλάσσουμε μονολογικά, διαλογικά και συλλογικά μέρη, πιο αργές με πιο γρήγορες σκηνές.
- ▶ Ακολουθούμε χρονολογική σειρά ή αντίστροφη χρονολογική σειρά.

Συνθέτουμε ένα ρυθμικό σύνολο. Η λογική, σε κάθε περίπτωση, είναι εκείνη της σκηνικής ποίησης, του κολλάζ και του μοντάζ, της ρυθμικής, μορφολογικής ή ιδεολογικής εναλλαγής και αντιπαράθεσης, η οποία εντείνει τη θεατρικότητα και τη δραματική ένταση.

Βήμα 4ο – Σχεδιασμός και πρόβες για μια παράσταση θεάτρου ντοκουμέντο

(Μαθήματα 10^ο-12^ο, 16/5, 23/5, 4/6)

Η προετοιμασία της παράστασης έγινε μέσα από τη σύνθεση “δυναμικών εικόνων” (Γκόβας, 2003), καθώς δίνουμε βάρος στο **σώμα** και τις σωματικές αναπαρα-

στάσεις ως σημείο εκκίνησης, όταν δουλεύουμε με το υλικό μας. Οι ομάδες συζητούν και προτείνουν παγωμένες δυναμικές εικόνες (Boal, 2013), που αντικατοπτρίζουν τις ιστορίες και τα ντοκουμέντα, αλλά κυρίως τα ευρύτερα **κοινωνικά ζητήματα** πίσω απ’ αυτές και που εγγράφονται στα σώματα. Χρησιμοποιήσαμε τις κατηγορίες που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της ανάλυσης των δεδομένων μας ως αρχικά ερεθίσματα για τις παγωμένες εικόνες.

Στη συνέχεια, οι ομάδες μοιράστηκαν τις ιστορίες τους μέσα από εικόνες και έδωσαν ανατροφοδότηση η μία στην άλλη όσον αφορά τα κεντρικά ζητήματα, τη σαφήνεια, ακόμα και τη μορφή. Οι παγωμένες εικόνες ζωντανεύουν μέσα από διάφορες θεατρικές τεχνικές (Boal, 2013) και άλλες θεατροπαιδαγωγικές τεχνικές (Choleva, 2013) όπως οι ρυθμικές μηχανές, η αργή κίνηση, η ανίχνευση σκέψης, η ανακριτική καρέκλα, κ.λπ. Έπειτα η κάθε ομάδα σκέφτηκε με ποιον τρόπο μπορεί να εισάγει αυτολεξεί αποσπάσματα από τα ντοκουμέντα στους αυτοσχεδιασμούς των ομάδων.

Οι ομάδες δούλεψαν ξανά πάνω στις σκηνές τους, εντοπίζοντας πιθανά σημεία όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλα δεδομένα και τεκμήρια και πού χρειάζεται να γίνει περαιτέρω έρευνα. Η αισθητική αναζήτηση, ο αυτοσχεδιασμός και η θεατρικότητα ήταν συνεχώς παρόντα καθ’ όλη τη διαδικασία της καταγραφής. Καθώς εμβαθύνουμε στο παραστατικό μέρος της δουλειάς, φωτιζόταν καλύτερα το υπό διαπραγμάτευση θέμα. Οι τεχνικές του σύγχρονου θεάτρου της επιπόησης (Oddey, 1994) στις οποίες οι ομάδες είχαν δουλέψει στο προηγούμενο στάδιο ήταν πολύ χρήσιμες σ’ αυτή τη θεατρική διαδικασία.

Στο σημείο αυτό προέκυψαν ζητήματα δεοντολογίας. Πώς λέμε τις ιστορίες των άλλων ανθρώπων, ιδίως όταν αναφέρονται σε τραυματικά γεγονότα όπως ο σεισμός ή σε ματαιώσεις και έναν συνεχή αγώνα της επιστήμης να επικοινωνήσει τις ανακαλύψεις της; Συχνά οι ιστορίες των παραστάσεων θεάτρου-ντοκουμέντο βασίζονται στις αρχικές αφηγήσεις των συμμετεχόντων (ή συνεντεύξεις). Όταν λέμε την ιστορία κάποιου άλλου, προσπαθούμε να σεβόμαστε τα αρχικά συναισθήματα, ιδέες και απόψεις των πηγών μας. Παρακάτω δίνονται κάποιες συμβουλές για τον αυτοσχεδιασμό τις οποίες προσπαθήσαμε να ακολουθήσουμε:

- ▶ Αναλογιζόμαστε ποιο είναι το κεντρικό σημείο ή ερώτημα ή τα βασικά νοήματα της ιστορίας που ακούσαμε.
- ▶ Προσπαθούμε να χρησιμοποιήσουμε λέξεις, καθώς και μη λεκτικά στοιχεία του αρχικού ομιλητή.
- ▶ Αναλογιζόμαστε ποιος διηγείται την ιστορία, από ποια οπτική και ποια είναι τα συναισθήματα και τα ερωτήματά του/της.
- ▶ Προσπαθούμε να συμπεριλάβουμε στοιχεία της αισθητηριακής πραγματικότητας που περιβάλλει την αφήγηση (π.χ. μυρωδιές, ήχους, φωτισμό, στιγμή της ημέρας, καιρικές συνθήκες).

Βασικά σημεία προσοχής που τηρήθηκαν κατά τη διαδικασία επινόησης:

- ▶ Επιλέγουμε με σαφή τρόπο από ποια πλευρά θα πούμε την ιστορία.
- ▶ Επιβεβαιώνουμε ότι η ιστορία που λέμε σέβεται πλήρως τις αρχικές ιστορίες και ότι δεν έχουμε παραβεί ζητήματα δεοντολογίας (χρήση αδημοσίευτων πηγών ή συνεντεύξεων χωρίς την άδεια των ανθρώπων που

μας τις εμπιστεύτηκαν ή παραποίηση του νοήματος των λεγομένων)

- ▶ Βεβαιωνόμαστε ότι μιλάμε για ζητήματα που θεωρούμε ότι αφορούν τόσο εμάς, όσο και το κοινό μας.

Τέλος, ένα άλλο σημαντικό σημείο στη σύνθεση της παράστασή μας ήταν να μην κλείσουμε με διδαχές αλλά με νέα ερωτήματα και διλήμματα, όπως ακριβώς συμβαίνει σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο καταλήγει με προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Προσπαθήσαμε να αποφύγουμε, έτσι, με επιμέλεια τον διδακτισμό και τα ηθικοπλαστικού τύπου συμπεράσματα, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι το σύγχρονο κοινό, ιδίως των νέων ανθρώπων, αντιστέκεται σθεναρά στη χειραγώγηση. Η υπόθεση εργασίας της δραματουργικής σύνθεσης είναι ότι αν ακολουθήσουμε τη λογική του ερευνητικού σχεδιασμού που εντάσσεται στις ποιοτικές μεθόδους της κριτικής εθνογραφίας, ο οποίος ξεκινά με ερωτηματικά και ολοκληρώνεται με νέα ερωτηματικά, θα είμαστε πιθανώς σε θέση να αποφύγουμε τον πάντοτε ελλοχεύοντα κίνδυνο του διδακτισμού και της χειραγώγησης των ομάδων και του κοινού. Στην συγκεκριμένη παράσταση, ακολουθώντας αυτήν την υπόθεση εργασίας, η δραματουργία ξεκινά με ειλικρινή ερωτηματικά των φοιτητών/ριών στο αρχικό στάδιο της διαδικασίας (π.χ. τι είναι ο σεισμός) και τελειώνει με το ερωτηματικό αν μπορούμε να νικήσουμε τον σεισμό (βλ. Παράρτημα 1).

4.2.3 Ηθοποιόι και παραστάσεις του θεάτρου-ντοκουμέντο

Το σύγχρονο θέατρο-ντοκουμέντο, όπως προαναφέραμε, κατατάσσεται στις λεγόμενες μεταδραματικού τύπου παραστάσεις (Lehmann, 2006). Αυτό σημαίνει

ότι οι χαρακτήρες και οι δράσεις δεν ευθυγραμμίζονται με τα αυστηρά πρότυπα του παραδοσιακού δραματικού θεάτρου. Η καταγωγή της αισθητικής προσέγγισής μας είναι ο Bertold Brecht και το επικό – διαλεκτικό θέατρο.

Οι ηθοποιοί αλλάζουν εντελώς λειτουργία: γίνονται ηθοποιοί-ερευνητές, ηθοποιοί-δραματοουργοί και επινοητές της παράστασης. Δημιουργούν περσόνες και όχι χαρακτήρες. Δεν αναμένεται απ’ αυτούς να αποδώσουν έναν μόνο χαρακτήρα με ρεαλιστικό τρόπο, αλλά μπορούν να κινούνται ελεύθερα μέσα κι έξω από το ρόλο τους. Η αυτοαναφορικότητα είναι μόνο όχι αναπόφευκτη, αλλά γίνεται συστατικό στοιχείο της δραματοουργίας. Οι ίδιοι ηθοποιοί δεν κρύβονται πίσω από το ρόλο τους, αλλά είναι παρόντες στη δραματοουργία και στη σκηνή, προβάλλοντας συνεχώς το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της ομάδας: Υλικό από τη διαδικασία της έρευνας, ερωτήσεις, αμφιβολίες, παρατηρήσεις και δυσκολίες των ίδιων ως ερευνητών μπορούν να γίνουν κομμάτι της δραματοουργίας τους. Η λειτουργία των ηθοποιών εναλλάσσει την αναπαράσταση των εσωτερικών σκέψεών τους, τα σχόλια των άλλων, αφηγήσεις, ιδέες, αντικρουόμενες οπτικές, απορίες. Μπορούν να σχολιάσουν τη δράση που αποκαλύπτει τις βαθύτερες διαστάσεις των σκέψεων και των διλημάτων για την κοινωνία, την κουλτούρα και την ανθρώπινη φύση των μαρτυριών. Μία δυσκολία που συχνά παρουσιάζεται είναι η σύγχυση επί σκηνής του σχολίου του ηθοποιού με τις μαρτυρίες και τα ντοκουμέντα, με κίνδυνο τη χειραγώγηση του κοινού: η σαφής σκηνική ένδειξη της πηγής μας (π.χ. τα προσωπικά σχόλια των ηθοποιών λέγονται σε ένα μικρόφωνο ή ανάμεσα στους θεατές) είναι η δικλείδα ασφαλείας σε μια τέτοια αντιδεδοντολογική πρακτική.

Στις παραστάσεις θεάτρου-ντοκουμέντο κατά κανόνα δεν μπορούμε να εντάξουμε έναν φανταστικό μυθολογικό χαρακτήρα (ή διάλογο ή ιστορία). Μπορούμε, ωστόσο, να κατασκευάσουμε έναν αντιπροσωπευτικό συλλογικό χαρακτήρα που δημιουργείται ως αποτέλεσμα της έρευνάς μας -των συνεντεύξεών για παράδειγμα- και της ανάλυσης των δεδομένων. Οι πηγές μας θα πρέπει να μπορούν να επιβεβαιώσουν ότι αυτός ο χαρακτήρας αντιπροσωπεύει την κοινωνική ή πολιτισμική ομάδα τους και ότι θα μπορούσε να είναι ένας τυπικός αντιπρόσωπος των συμπεριφορών που απαντώνται σε αυτό το πεδίο (Saldana, 2005), όπως για παράδειγμα στη δραματοουργία μας έγινε ο χαρακτήρας “Σεισμολόγος” ή ο χαρακτήρας “Αρνήτρια των σεισμών”.

Βήμα 5ο - Η δημιουργία της παράστασης *Beat the Quake!*

(Γενική πρόβα 6.6.22 19.00 και παράσταση 6.6.22 21.00)

Η παράσταση *Beat the Quake!* (εικόνα 4.8) δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα των παιδαγωγικών και καλλιτεχνικών εφαρμογών που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο των παραπάνω μαθημάτων (*Σκηνοθεσία III: Το Θέατρο της Επινόησης* και *Υποκριτική και Κοινωνία II: Το Εθνόδραμα και το Θέατρο-Ντοκουμέντο*). Επίσης εκπονήθηκε σχετικά και μία πτυχιακή εργασία. Στην παράσταση συμμετείχαν ως συντελεστές ή ηθοποιοί: 9 προπτυχιακοί/ές φοιτητές/τριες (εικόνα 4.12), 2 μεταπτυχιακές φοιτήτριες, ένας μεταδιδακτορικός ερευνητής και δύο καθηγήτριες του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, ένας διδάσκων του Τμήματος Θεάτρου της Σχολής Καλών Τεχνών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης καθώς και οι συνεργάτες ερευνητές του προγράμματος EduSeismArtTec.



Αναλυτικότερα η ταυτότητα της παράστασης ήταν η εξής:
 Υπεύθυνες καθηγήτριες - επιμέλεια παράστασης:
 Χριστίνα Ζώνιου (ΠαΠελ) και Άννα Τσίχλη (ΠαΠελ)
 Επιστημονική επιμέλεια: Ιωάννης Καλογεράς
 (Επιστημονικός Υπεύθυνος, ΕΑΑ), Νικόλαος Μελής
 (ΕΑΑ) και Μαρία Ραγκούση (ΠαΔΑ)
 Ενισχυτική διδασκαλία: Ζωή Δρακοπούλου (ΠαΠελ)
 Επιμέλεια ολογραφικής προβολής:



Απόστολος Καστρίτσος (ΠαΔΑ)
 Τεχνική υποστήριξη: Άγγελος Χαριτόπουλος,
 Παναγιώτης Μοναχέλης (ΠαΔΑ)
 Σχεδιασμός Φωτισμών: Άγγελος Γουναράς
 (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)
 Σύμβουλος: Pablo Berzal Cruz
 (Universidad Politécnica de Madrid)
 Επιμέλεια κίνησης: Θέκλα Γουναρίδη (ΠαΠελ)

Εικόνα 4.9

Το flyer της παράστασης *Beat the Quake!* και στιγμιότυπο από την προσέλευση των θεατών στο Δημοτικό Θέατρο Πειραιά, Σκηνή Ω, 6.6.22 πριν την έναρξη της παράστασης.

Εικόνα 4.10

Στιγμιότυπα από την παράσταση *Beat the Quake!*, Δημοτικό Θέατρο Πειραιά, 6.6.22.



Στην παράσταση συμμετείχαν οι φοιτητές και φοιτήτριες του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου: Μαρία Γαλννού, Χρήστος Ζαραϊδώνης, Σωτηρία Ιγγλέζου, Ελένη Κοτζαμάνη, Θαλασσινή Μπιτσάνοκι-Γκουλιαμάκη, Αλέξανδρος Παπαθεοδώρου, Jon Ander Ribote, Σοφία Σιμπούλου, Δέσποινα Φραγκουλίδου.

Στην εικόνα 4.10 παρουσιάζονται στιγμιότυπα από την παράσταση *Beat the Quake!* ενώ μια καινοτόμος πτυχή της παράστασης ήταν η ενσωμάτωση ψηφιακών στοιχείων στη σκηνική παρουσίαση (εικόνα 4.11). Το 3D ψηφιακό υλικό σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε για τους σκοπούς του ερευνητικού έργου EduSeismArtTec χρησιμοποιώντας εικονική πραγματικότητα τύπου εμβύθισης (immersive VR). Περιλάμβανε μια “κάθετη” περιήγηση από το διάστημα στη Γη, μέχρι τα λιθοσφαιρικά βάθρα και στη συνέχεια μέχρι τη στάθμη της θάλασσας. Το προσομοιωμένο υλικό (σεισμός, λιωμένος μανδύας, ηφαιστειακή έκρηξη κ.λπ.) προβλήθηκε σε ολογραφική οθόνη επί σκηνής και ενσωματώθηκε κατάλληλα στο έργο των ηθοποιών, συμπληρωμένο με αφήγηση σε πραγματικό χρόνο.

Λαμβάνοντας υπόψη τις αισθητικές αναζητήσεις που αναλυθήκαν πιο πάνω, η δραματουργία που επινοήθηκε συλλογικά από τις φοιτήτριες και τους φοιτητές περιλάμβανε 13 σκηνές (βλ. Παράρτημα 1) και είχε την παρακάτω δομή:

Μέρος πρώτο - Οι ερωτήσεις. Ο σεισμός ως φυσικό φαινόμενο. Ποιητικές μεταφορές, μύθοι από όλο τον κόσμο. Η επιστημονική φωνή. Πώς γεννιέται ο σεισμός, τα σεισμικά κύματα, οι λιθοσφαιρικές πλάκες.

Μέρος δεύτερο - Το πρόβλημα. Ανθρωποκεντρική άποψη του σεισμού. Θέματα σύγκρουσης, κινδύνου, φόβου κλπ. Κοινωνικοπολιτική ματιά. Ο άνθρωπος και ο σεισμός. Μαρτυρίες, έγγραφα, στατιστικές μελέτες.

Μέρος τρίτο - Η ελπίδα. Αντιμετωπίζοντας το σεισμό. Πίστη στον άνθρωπο, με συνεργασία, πρόληψη. Η επιστήμη μπορεί να αντιμετωπίσει το άγνωστο, τον κίνδυνο. Σεισμολογία πολιτών. Νικάμε ή δεν νικάμε τον σεισμό (to beat or not to beat);

Ο στόχος ήταν οι θεατές αρχικά να εμπλακούν με το θέμα, με τα ερωτήματα των πολιτών και με τις αναζητήσεις των επιστημόνων και να κινηθούμε από τη μυθολογία, τις προκαταλήψεις και τον φόβο προς την επιστημονική γνώση. Εν συνεχεία, να εμβαθύνουμε στην κοινωνική διάσταση του προβλήματος και τις ανθρώπινες ιστορίες πίσω από τους αριθμούς και τα δεδομένα. Και τέλος, να δημιουργήσουμε μία αίσθηση ελπίδας ότι η γνώση και η ενεργή πολιτεΐότητα μπορούν όχι να νικήσουν τον σεισμό αλλά να ελέγξουν την άγνοια, τον φόβο και εν τέλει τις καταστροφικές συνέπειες του φαινομένου. Στο Παράρτημα 1 παρατίθεται η δραματουργία και το κείμενο της παράστασης με τις σκηνοθετικές οδηγίες και την περιγραφή της σκηνικής δράσης.

4.2.4. Η πρόσληψη της παράστασης και η αξιολόγηση

Ένα μικτό κοινό περίπου 100 ατόμων αποτελούμενο από επιστήμονες, σεισμολόγους, μηχανικούς των ψηφιακών τεχνολογιών, ερευνητές και καλλιτέχνες των παραστατικών τεχνών και φίλους, παρακολούθησε με μεγάλη συγκίνηση τη μεταφορά σε μία υβριδική θεατρική-ψηφιακή γλώσσα της εξήγησης του φαινομένου

Εικόνα 4.11

Στιγμιότυπο από την παράσταση *Beat the Quake!*, που δείχνει την ενσωμάτωση ψηφιακών στοιχείων στη σκηνική παρουσίαση.



του σεισμού και της στάσης του ανθρώπου απέναντί του προκειμένου να διαχειριστεί τον φόβο, την αμέλεια και την άγνοια. Με ευφάνταστο τρόπο και με τα μέσα της ποίησης, του θεάτρου της επιπόησης και του θεάτρου ντοκουμέντο, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες συνέθεσαν συλλογικά τη δραματουργία και σκηνικές δράσεις όπου η επιστημονική ματιά συνομίλησε με τη μυθολογική, τη μεταφορική - ποιητική και την κωμική προσέγγιση, σε μία προσπάθεια οικειοποίησης του φαινομένου του σεισμού, των μέτρων πρόληψης και την ενεργητική δράση των πολιτών. Η αξιολόγηση όλης της διαδικασίας αλλά και της παράστασης ακολούθησε έναν ερμηνευτικό ποιοτικό σχεδιασμό με βάση την έρευνα δράσης (action research) και την επιτελεστική έρευνα (performative inquiry ή performance-based research) (Gallagher, Rodrick & Jacobson, 2020). Ως προς τη δεύτερη, τα τελευταία χρόνια παίρνει σάρκα και οστά μια νέα μεθοδολογία ποιοτικής έρευνας, η έρευνα με βάση τις τέχνες (arts-based research) (McNiff, 1998) και η ιδέα του καλλιτέχνη-ερευνητή που χρησιμοποιεί καλλιτεχνικά μέσα προκειμένου να εξερευνήσει την ανθρώπινη εμπειρία με αποτελεσματικό και ολιστικό τρόπο. Ειδικά η έρευνα με βάση τις παραστατικές τέχνες (performative inquiry ή performance-based research) ή της παραστατικής (επιτελεστικής) εθνογραφίας (performance ethnography), της σύζευξης, δηλαδή, του θεάτρου και του δράματος με την κριτική εθνογραφία, βρίσκει εφαρμογή σε πολλά προγράμματα και αρκετοί ερευνητές κοινωνικών, παιδαγωγικών και παραστατικών σπουδών χρησιμοποιούν τις παραστατικές τέχνες ως ερευνητική μεθοδολογία.

Οι δύο μέθοδοι συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν είναι: 1. Ερωτηματολόγιο κοινού και 2. Ερω-

τηματολόγιο και Portfolios συντελεστών. Το κοινό που παρακολούθησε την παράσταση συμμετείχε σε μια δραστηριότητα αξιολόγησης αμέσως μετά από αυτήν, με τη συμπλήρωση του σχετικού ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα 3). Επίσης η δημιουργική διαδικασία αξιολογήθηκε από τους/τις συντελεστές-φοιτητές/τριες μέσω των portfolios που κατέθεσαν μετά την ολοκλήρωση των μαθημάτων και της παράστασης.

Η επίδραση της διαδικασίας του εφαρμοσμένου θεάτρου και της θεατρικής παράστασης τόσο στους/στις συντελεστές φοιτητές/τριες όσο και στους θεατές αναδείχθηκε μέσα από δύο σημαντικά ερευνητικά ερωτήματα: (i) Είναι εφικτή και ουσιαστική μια επιτελεστική εκπαιδευτική σεισμολογία; (ii) Αποτελεί το εφαρμοσμένο θέατρο μια εκπαιδευτική παρέμβαση ικανή να ενισχύσει γνωστικά, συναισθηματικά και διανοητικά το άτομο απέναντι στους σεισμούς;

4.2.5 Ευρήματα από την αξιολόγηση

A. Έρευνα κοινού

Το ερωτηματολόγιο συμπλήρωσαν 52 άτομα από τα 100 περίπου που παρακολούθησαν την παράσταση. Στην ερώτηση “Ποιες σκέψεις ή/και συναισθήματα σας γεννήθηκαν από τη σημερινή παράσταση” διαπιστώνουμε ότι οι θεατές βίωσαν πολλές διακυμάνσεις από αρνητικές σκέψεις και συναισθήματα όπως άγχος, ανησυχία και φόβος, συνειδητοποίηση της άγνοιας για το φαινόμενο του σεισμού, προβληματισμός, θλίψη και συμπόνια για τα θύματα σεισμών εναλλασσόμενα με θετικές σκέψεις και συναισθήματα, όπως ανακούφιση, ηρεμία και γαλήνη, εντυπωσιασμός, μείωση του συναισθήματος

του πανικού, κατανόηση του φαινομένου και αποδοχή του ως κάτι που δεν μπορούμε να το αλλάξουμε, συγκίνηση από την προσπάθεια των ηθοποιών.

Επίσης, εκφράστηκαν σκέψεις και συμπεράσματα σχετικά με τη σημασία της τέχνης στη ζωή μας και στην εκπαίδευση, την ανεπαρκή ενημέρωση των πολιτών για το φαινόμενο του σεισμού σε μια τόσο σεισμογενή χώρα, με το γεγονός ότι το θέατρο μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην κατανόηση οποιουδήποτε θέματος, με τη σύνδεση σεισμού με συναισθήματα.

Στα φύλλα ερωτήσεων καταγράφηκαν πολλές σκηνές που έκαναν εντύπωση στο κοινό. Αυτές που αναφέρθηκαν περισσότερες φορές ήταν ο τελικός χορός στο τέλος, το rave party, και το τραγούδι *Beat the Quake!* που συνέθεσαν οι φοιτητές/ριες που κατέληγε με τη διαπίστωση ότι “τον σεισμό δεν τον νικάς”, οι χιουμοριστικές σκηνές στα Ισπανικά και στα Ελληνικά, όπου αξιολογήθηκε ο φοιτητής Erasmus από την Ισπανία και οι προηγούμενες του σπουδές στην Γεωλογία, η κατάθεση προσωπικών ιστοριών, μαρτυριών και η συγκινητική ατμόσφαιρα που δημιουργήθηκε γύρω από τις σκηνές αφήγησης των επιπτώσεων των σεισμών, η ολογραφική προβολή των τεκτονικών πλακών στην παράσταση, η σύνδεση σεισμού και συναισθημάτων.

Αρκετοί θεατές δήλωσαν ότι εντυπωσιάστηκαν από την ζωντάνια της παρουσίασης και την ενέργεια των νέων ηθοποιών στη σκηνή ταυτόχρονα με τη μετάδοση επιστημονικών πληροφοριών, μέτρων πρόληψης και ευαισθητοποίησης για τον ρόλο της εκπαίδευσης: “Ενθουσιασμός, μου κέντρισε το ενδιαφέρον η προσέγγιση του θέματος και πως όλα τα παραδείγματα που

ακούμε πήραν ζωή.”, “Εντυπωσιακή η σύλληψη μιας τέτοιας παράστασης. Συγκινήθηκα!”. Αν και στα περισσότερα φύλλα ερωτήσεων οι απαντήσεις κυμαίνονταν από το πολύ καλό/ δε χρειάζεται καμία βελτίωση μέχρι το εξαιρετικό/καταπληκτικό/απίστευτο, υπήρξαν κάποια σχόλια και προτάθηκαν πιθανές τροποποιήσεις για την βελτιστοποίηση της παράστασης όπως: “Τα φώτα στο rave party μπορεί να προκαλέσουν δυσарέσκεια και ενόχληση σε κάποια άτομα, π.χ. πρόκληση επιληπτικής κρίσης”, “Τα εκτενή κείμενα στην αρχή ενδέχεται να φανούν βαρετά”, “Περισσότερη αναφορά στο κοινωνικό-πολιτικό κομμάτι”, “Πιο απλή περιγραφή στο σημείο της επιστημονικής διάλεξης”, “Μικρότερη διάρκεια”. Υπήρχαν επίσης και σχόλια που δείχνουν ανατροπή των αρχικών προσδοκιών, όπως ότι “Πριν την παράσταση υπήρχαν επιφυλάξεις αλλά το έργο με εξέπληξε θετικά και διαψεύστηκε η αρχική μου εκτίμηση”.

Στην ερώτηση “Μετά την παρακολούθηση της σημερινής παράστασης (School Seismology), πώς κατανοείτε ότι η κατάθεση της εμπειρίας σας από ένα σεισμό ως αυτόπτης μάρτυρας βοηθά τους επιστήμονες και την Πολιτική Προστασία (Citizen Seismology);”, σχεδόν σε όλα τα φύλλα ερωτήσεων απαντήθηκε πως η κατάθεση της προσωπικής εμπειρίας θα ήταν ευεργετική για την επιστημονική κοινότητα και για την διεκπεραίωση στατιστικών ερευνών, που θα βοηθούσαν στην καλύτερη πρόληψη και αντιμετώπιση ενός σεισμού. Ενδεικτικά σχόλια και επισημάνσεις είναι οι εξής: “Με την κατάθεση εμπειριών συγκεντρώνονται στοιχεία και πληροφορίες και σαν συνέπεια εμπλουτίζονται οι σεισμολογικές έρευνες”, “Με την κατάθεση εμπειριών γίνεται καλύτερη αντιμετώπιση του φαινομένου και υπάρχει μεγαλύτερη ετοιμότητα και προετοιμασία των πολιτών, καταγραφή

ζημιών και μέτρηση της επίδρασης του σεισμού”.

Για την πέμπτη ερώτηση, “Πώς συνδέονται κατά τη γνώμη σας η Σεισμολογία, το θέατρο και οι ψηφιακές τεχνικές ήχου και εικόνας;”, η πιο κοινή ανταπόκριση ήταν πως οι τρεις τελειώς διαφορετικοί κλάδοι (θέατρο, σεισμολογία, ψηφιακές τεχνικές ήχου και εικόνας) συνδυάστηκαν με εκπληκτικό τρόπο και διαμορφώθηκε ένα άρτιο αποτέλεσμα. Στις περισσότερες απαντήσεις, οι θεατές εξέφρασαν τον εντυπωσιασμό που ένιωσαν καθώς δεν είχαν έρθει ποτέ σε επαφή με μια τέτοια πρωτότυπη δημιουργία. Σύμφωνα με τα φύλλα ερωτήσεων το θέατρο, η σεισμολογία και οι ψηφιακές τεχνικές ήχου και εικόνας συνδέονται / εναρμονίζονται γιατί παράγουν βίωμα και συναισθήματα με άμεσο και παραστατικό τρόπο. Ενδιαφέρουσες απαντήσεις είναι οι εξής: “Δημιουργικός τρόπος μετάδοσης επιστημονικών πληροφοριών”, “Έχουν κοινό σκοπό: 1) Ενημέρωση 2) Εκπαίδευση 3) Κατάρτιση πληροφοριών/οδηγιών”, “Προσβασιμότητα σε όλες τις ηλικίες καθώς οι επιστημονικοί όροι εξηγούνται με απλουστευμένο τρόπο”, “Βιωματική προσέγγιση του φαινομένου”, “Διαδραστικός τρόπος επιμόρφωσης των πολιτών”, “Η χρήση τεχνικών προσδίδει παραστατικότητα και ολοκληρωμένο βίωμα”.

Η πλειοψηφία των απαντήσεων στην ερώτηση “Πώς νομίζετε ότι ένα πρόγραμμα 'Η Σεισμολογία στο Σχολείο' μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις από το σεισμό;” θεωρούσε απαραίτητη και άκρως σημαντική την πραγματοποίηση της παράστασης σε σχολικές μονάδες κυρίως δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και με λίγες τροποποιήσεις και σε σχολικές μονάδες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στα περισσότερα φύλλα ερωτήσεων υποστηρίχθηκε πως οι μαθητές, δηλαδή η νέα γενιά, θα επωφελούνταν από την παράσταση, αφομοιώνον-

τας καινούριες γνώσεις με ευχάριστο και συμμετοχικό τρόπο, κάτι που δεν είναι εφικτό με τις τυποποιημένες ασκήσεις σεισμού. Κάποια σχόλια είναι τα εξής: “Η παράσταση θα προσφέρει σωστή ενημέρωση”, “Η παράσταση θα προκαλεί προβληματισμό και σκέψη”, “Θα υπάρχει καλύτερη διαχείριση των ενστίκτων και τα παιδιά δεν θα προβαίνουν σε βιαστικές και άλογες ενέργειες”, “Μείωση των τραυματισμών και των θανάτων με τη σωστή προετοιμασία”, “Μείωση αίσθησης πανικού”, “Πρόληψη, προφύλαξη, ενημέρωση και γνώση”.

Β. Έρευνα συμμετεχόντων/ουσών στην έρευνα, την επινόηση και την επιτέλεση της παράστασης

Πολύ σημαντικά είναι τα αποτελέσματα της παραστατικής δράσης πάνω στους ίδιους τους συμμετέχοντες και τις συμμετέχουσες στην επινόηση της παράστασης ως προς τον μετασχηματισμό τους σχετικά με τα ζητούμενα της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας.

Όπως αναφέρθηκε, η δραματική τέχνη χρησιμοποιείται με διάφορους τρόπους σε σύζευξη με την έρευνα: α) για την παραγωγή και τη συλλογή δεδομένων, β) για την ομαδική ανάλυση δεδομένων και γ) για τη διάδοση των αποτελεσμάτων και της ανάλυσης σε ένα ευρύτερο κοινό. Η ίδια η θεατρική διαδικασία και η τελική δραματουργία αποτυπώνει ακριβώς τη μαθησιακή πορεία των συμμετεχόντων σε αυτή και θα μπορούσε να θεωρηθεί ένα ζωντανό παράδειγμα έρευνας με βάση τις παραστατικές τέχνες. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια και μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας έρευνας, επινόησης της παράστασης και παρουσίασης στο κοινό, δόθηκε σε διάφορες στιγμές μέσα στη χρονιά στους φοιτητές και τις φοιτήτριες η δυνατότητα να περιγράψουν την εμπειρία τους.

Σταχυολογούμε εδώ ορισμένα ενδεικτικά αποσπάσματα από τις απαντήσεις των φοιτητών και των φοιτητριών, οι οποίοι περιγράφουν τη μαθησιακή τους πορεία από την άγνοια ή την αδιαφορία προς τη γνώση, την κριτική συνειδητοποίηση της κοινωνικής διάστασης της Σεισμολογίας και την επίγνωση της ανάγκης για ενημέρωση.

Παρατηρούμε την απόπειρα των νέων δημιουργών στην πρώτη φάση της δουλειάς να αναζητήσουν τρόπους σύνδεσης με το παράξενο για αυτούς θέμα που προτάθηκε από τις διδάσκουσες: “Το θέμα σεισμός είναι κάτι που με έναν τρόπο μας αφορά όλους. Όλοι τον έχουμε βιώσει σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό και καθώς κάνουμε θέατρο της επινόησης, είναι και ένα θέμα που προσεγγίζεται με πολλές παραμέτρους. Προσφέρει άλλωστε και μπόλικο υλικό συναισθηματικά, σωματικά και καλλιτεχνικά”. “Ο σεισμός από μόνος του είναι μια κατάσταση η οποία σε ταρακουνάει, σου βγάζει στην επιφάνεια φόβους, σκέψεις που δεν έχεις φανταστεί αλλά συγχρόνως μπορείς να το δεις σαν ένα ξεκίνημα από την αρχή”.

Παρακολουθούμε εν συνεχεία πώς περιγράφουν τη σταδιακή και ολοένα πιο ουσιαστική εμπλοκή τους με το θέμα. Περιγράφουν με ενθουσιασμό την επαφή τους με την επιστήμη και τους επιστήμονες με όχημα το θέατρο, επαφή που στην αρχή της διαδικασίας ήταν δύσκολη και φάνταζε γεμάτη ανυπέρβλητα εμπόδια, αλλά στη συνέχεια μετατράπηκε σε ουσιαστικό διάλογο: “Συμμετείχα στη θεατρική παράσταση με επίκεντρο το φυσικό φαινόμενο του σεισμού. Αρχικά όταν ανακοινώθηκε το θέμα ακούστηκε λίγο παρωχημένο (ευτυχώς μέχρι τώρα δεν είχαμε κάποιο θέμα, από έντονους καταστροφικούς σεισμούς, όπως τον σεισμό της Πάρνηθας του 1999). Στην

πορεία των εξελίξεων του μαθήματος Θέατρο-Ντοκουμέντο, άρχισα να αναθεωρώ, καθώς καινούργιες γνώσεις βάζαμε στη φαρέτρα μας. Μπήκε όλη η ομάδα σε μια αναζήτηση πηγών, γνωστών, αλλά και αγνώστων. Μόλις καταθέσαμε όλοι τις πληροφορίες μας, καταλάβαμε ότι το υλικό που μαζέψαμε ήταν αρκετό για να αρχίσουμε το όμορφο ταξίδι μας. Έτσι με τη διαδικασία της επινόησης και τη συνεργατική δημιουργία κατορθώσαμε να γράψουμε τη δραματουργία.”

Αναφέρονται συχνά στη σχέση των φοιτητών και φοιτητριών που σπουδάζουν θέατρο με τους επιστήμονες. Η δυσπιστία, η αδιαφορία, η απόσταση, η αλαζονεία της άγνοιας αλλά και της νιώτης έδωσαν τη θέση τους σε μία σχέση ουσιαστικής μάθησης που διαπνέεται από σεβασμό, εμπιστοσύνη, ταύτιση και συντονισμό με νοητικούς χάρτες εντελώς διαφορετικούς από τους δικούς τους: “Δίπλα μας ήταν η κυρία Ραγκούση και ο κύριος Καλογεράς που ήταν κοντά μας με υπομονή και έτοιμοι να προσφέρουν ότι είχε ανάγκη η ομάδα. Ο κύριος Καλογεράς ήταν καταλυτικός, ήταν αυτός που μας βοήθησε να προχωρήσουμε πιο πολύ το θέμα και να θέσουμε σε ερωτήματα τον κόσμο μετά την παράσταση, ότι πρέπει να μην παραμελούνται πρόσωπα και υπηρεσίες σημαντικές στη ζωή του Έλληνα που ζει σε μια σεισμολογική περιοχή”, “Μέσα στις πιο σημαντικές στιγμές της διαδικασίας βρίσκεται η μέρα που ήρθαμε σε επαφή με τους επιστήμονες στην αρχή του προγράμματος. Μας εξήγησαν πράγματα για το φαινόμενο - από την μια, θεωρία σχετική με την φύση του φαινομένου που αποτέλεσε υλικό για το κείμενο που διαμορφώθηκε στην πορεία, από την άλλη το γεγονός ότι ο σεισμός δεν είναι κάτι που μπορεί να προβλέψει και να ρυθμίσει ο άνθρωπος. Είναι κάτι που τον ξεπερνά και κάτι για το

οποίο χρειάζεται να λάβει μέτρα προφύλαξης και να μάθει τους τρόπους που μπορεί να προστατευθεί. Επίσης έμαθα για την λειτουργία και την χρήση τεχνολογικών μέσων των οποίων μπορεί να είχα δει αλλά δεν γνώριζα πως λειτουργούν”. Η αναφορά στην ενδιαφέρουσα ενσωμάτωση των τεχνολογικών στην παράσταση και τις δυνατότητες που αυτή έχει ήταν συχνή και ενθουσιώδης: “Απαραίτητες ήταν και οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες και πολύ συμπληρωματικές για την τελική απόδοση της παράστασής μας, συνυπήρξαμε επάνω στη σκηνή και αλληλοεπιδράσαμε, έδωσαν δύναμη και αξιοπιστία στη δουλειά μας”.

Η συγκίνηση από την επαφή με τη νέα γνώση είναι εμφανής: “Είδαμε ‘ιδίους όμμασι’, αντικείμενα και μηχανήματα που εντοπίζουν τους σεισμούς, από το αρχικό στάδιο της τεχνολογίας, μέχρι και τον σημερινό τρόπο ψηφιακής τεχνολογίας. Η νέα τεχνολογία ερήμωσε υπηρεσίες που άλλοτε έσφουζαν από ενέργεια και ζωή. Είδαμε με το τηλεσκόπιο τις Καρυάτιδες, νιώσαμε ότι μπορούμε να τις χαϊδέψουμε. Τέλος στον καταπληκτικό περίβολο του Αστεροσκοπείου παρέα με τις μούσες και το ειδυλλιακό τοπίο μας μίλησε ο κύριος Καλογεράς για την σημερινή κατάσταση του Αστεροσκοπείου Αθηνών, που ακούγονταν στα αυτιά μου σαν κάτι ουτοπικό. Οι γνώσεις που αποκομίσαμε ήταν πολλαπλές και ενδιαφέρουσες, γιατί σε όλα αυτά τα χρήσιμα πράγματα θα δίναμε υπόσταση στην παράστασή μας”.

Μέσα από τα λόγια των μαθητευόμενων καλλιτεχνών του θεάτρου από τη μια γίνεται εμφανής η διαδικασία οικειοποίησης της γνώσης αλλά και από την άλλη το πώς οι επιστήμονες που αρχικά παρακολουθούν και συμμετέχουν αμήχανα στην άγνωστη για αυτούς εργα-

σία επινόησης μιας θεατρικής παράστασης, εν συνεχεία λειτουργούν ως οργανικά μέλη του θιάσου, συντονίζονται με τους ρυθμούς της καλλιτεχνικής δημιουργίας: “Ως πιο σημαντική στιγμή για την υλοποίηση μιας παράστασης θεωρώ την παρουσίαση πρόβας στους επιστήμονες. Μας βοήθησαν να διασαφηνίσουμε ανακρίβειες μέσα στο κείμενο και με τις εξηγήσεις τους μας δόθηκαν ιδέες για περαιτέρω εμπλουτισμό του.”, “Αρωγοί μας ήταν οι σεισμολογικοί φορείς, που είχαν ενεργή συμμετοχή και μεγάλη ευαισθητοποίηση σε όλα τα θέματα, μας βοήθησαν να καταλάβουμε οι πολίτες δυσνόητες έννοιες. Έτσι αυτή η γνώση μας έδωσε τη δύναμη να συνεχίσουμε το πρότζεκτ, γίναμε μια ομάδα μαζί τους και συμβάλαμε στη μείωση των επιπτώσεων του σεισμού, μέσω της εκπαιδευτικής διαδικασίας, η οποία έχει και κοινωνική διάσταση, γιατί βοηθάει στη μεταλαμπάδευση γνώσεων όλων των πολιτών. Όταν γνωρίζεις δεν φοβάσαι, αλλά προστατεύεσαι. Οι εκπαιδευμένοι πολίτες, γίνονται τώρα παρατηρητές και αποστέλλουν αξιόπιστες παρατηρήσεις στους επιστήμονες. Αυτοί τις ερευνούν και τις επεξεργάζονται πολύπλευρα. Άρα και οι εκπαιδευμένοι πολίτες μπορούν να προσφέρουν τα μέγιστα”.

Το έργο αυτό έγινε εν τέλει η απτή απόδειξη ότι ο επιστημονικός γραμματισμός των νέων μπορεί να περάσει αποτελεσματικά μέσα από τις αισθήσεις, την ενσώματη εμπειρία, την σύνδεση με την πρότερη γνώση, τις συγκινήσεις και την φαντασία: “Σε γνωσιακό επίπεδο: η αναζήτηση του φαινομένου σεισμός. Τι εστί αυτό το φαινόμενο, πώς αντιδρά. Μου έδωσε την αίσθηση μιας ξεχωριστής ύπαρξης. Φυσικά και τα κύματα ως έννοια με τράβηξαν αρκετά. Με έκαναν να μπορέσω να τα δω σα συναισθήματα, σαν διαφορετικά είδη ανθρώπων.

Γενικά ο σεισμός έμαθα πως είναι ένα φαινόμενο φυσικό όπως και η ανθρώπινη ύπαρξη. Απλά υπάρχει, δεν παλεύουμε να την διαλύσουμε κι όσοι παλεύουν ποτέ δεν τα καταφέρνουν καθώς οι άνθρωποι συνεχίζουν να υπάρχουν. Το ίδιο και ο σεισμός.”

Μέσα από την επίγνωση της κοινωνικής διάστασης της σεισμολογίας και την επαφή με την Σεισμολογία των Πολιτών, έγινε επίσης σαφής η λειτουργία του καλλιτέχνη ως ενεργού πολίτη με αυξημένες ευθύνες ως προς το κοινωνικό σύνολο για την συμπύκνωση και τη μετάδοση των γνώσεων και την ευαισθητοποίηση της κοινότητας: “Αυτό που μου έμεινε κυρίως από το θέμα της σεισμολογίας ήταν ένα κομμάτι που σαν άτομο δεν είχα αγγίξει και αυτό είναι η κοινωνική του διάσταση. Εκτίμηση που υπήρξε και ενημέρωση για αυτό το πρόβλημα, καθώς είναι κάτι που δεν έρχεται στο φως της δημοσιότητας και σαν καλλιτέχνης οφείλουμε κάθε θέμα να το εξετάζουμε και από τη κοινωνική και ανθρωπολογική του πλευρά”, “Αποκόμισα σημαντικές γνώσεις από την Εκπαιδευτική Σεισμολογία των Πολιτών, γιατί αρωγοί μας ήταν οι σεισμολογικοί φορείς, οι οποίοι είχαν ενεργή συμμετοχή και μεγάλη ευαισθητοποίηση σε όλα τα θέματα, μας βοήθησαν να καταλάβουμε οι πολίτες δυσνόητες έννοιες.”

“Σε σχέση με την Εκπαιδευτική Σεισμολογία, ανοίχτηκε ένα πεδίο το οποίο δεν ήξερα καν ότι υπάρχει. Η γνώση που αποκόμισα ήταν πολύ σημαντική καθώς έμαθα ότι μπορώ έμπρακτα να βοηθήσω έναν επιστημονικό κλάδο, μέσα από απλά βήματα.”

Στο καθαρά γνωστικό κομμάτι, οι συμμετέχοντες/ουσες αναφέρουν πολύ συγκεκριμένες γνώσεις που αποκόμισαν σχετικά με το γνωστικό πεδίο της σεισμολογίας.

Σταχυολογούμε ενδεικτικά: “Οι σημαντικότερες γνώσεις που απόκτησα:

1. Προφύλαξη κατά το σεισμό (τι λάθη κάνουμε και τι οφείλουμε να κάνουμε).
2. Ο σεισμός ως ένα φαινόμενο φυσικό που οφείλουμε να τον αποδεχτούμε.
3. Έννοιες για την κατανόηση του σεισμού (waves).”,

“Δεν γνώριζα καθόλου την εφαρμογή που υπάρχει και ότι μπορώ και εγώ να συμβάλω με κάποιο τρόπο. (...) Έμαθα αρκετά πράγματα για τους σεισμούς, πώς μπορώ να προφυλαχθώ, τι πρέπει να κοιτάω κάθε φορά που μπαίνω σε κάποιο χώρο.”, “Με τα σημερινά δεδομένα των σεισμολόγων στη χώρα μας είναι δύσκολη η εξέταση των σεισμών σε κάθε γωνία της χώρας. Εμείς ως πολίτες οφείλουμε μέσω της αντίστοιχης πλατφόρμας να τους ενημερώνουμε ώστε να γίνεται καλύτερη και ευκολότερη η δουλειά τους. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της ενημέρωσης και της μελέτης του φαινομένου.”, “Πήρα τρόπους προφύλαξης και περισσότερες λεπτομέρειες για τους σεισμούς.”, “Η Σεισμολογία των Πολιτών” βοηθά στην άμεση ενημέρωση για το επίκεντρο και την ειδοποίηση των κατάλληλων φορέων για την βοήθεια προς τους πολίτες. Όσο πιο γρήγορα ενημερωθούν οι φορείς για το επίκεντρο και τα αποτελέσματα του σεισμού, τόσο πιο αποτελεσματικοί θα είναι στην αποστολή των υπόλοιπων υπηρεσιών, π.χ. πυροσβεστική, ασθενοφόρα κτλ.”, “Μέσω της εφαρμογής μπορεί να υπάρχει άμεση καταγραφή του φαινομένου του σεισμού αλλά και πιθανών καταστροφών όπως τα βίωσαν άτομα

σε διαφορετικές περιοχές. Κατά τη διάρκεια του ίδιου σεισμού, εξαιτίας των αποστάσεων που υπάρχουν από το κέντρο του αλλά και της ίδιας της διαμόρφωσης του εδάφους και του οικιστικού περιβάλλοντος, οι άνθρωποι το ζουν πολύ διαφορετικά - για παράδειγμα σχετικά με τον τρόπο που ταρακουνήθηκαν, την διάρκεια -και έρχονται αντιμέτωποι με άλλες συνθήκες.

Η κάθε εμπειρία παρέχει στους επιστήμονες υλικό που τους βοηθά να έχουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των αναγκών και του αντίκτυπου σε κάθε περίπτωση.”, “Η κατάθεση ενός σεισμού ως αυτόπτης μάρτυρας βοηθά τους επιστήμονες στην κατανόηση του φαινομένου από την πηγή ύπαρξης τους. Είναι πολύ σημαντικό να μπορούν να βρίσκουν κάθε φορά ή έστω να πλησιάζουν την πηγή ώστε να γνωρίζουν τις πιθανότητες που θα ξανά χτυπήσει, σε πιο σημείο και με ποια ένταση. Είναι σημαντικό τόσο για τους μικρούς σεισμούς όπως και για κάποιου που μπορεί να φέρουν τον απόλυτο όλεθρο στο πέραςμα τους. Και είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε τι και πότε συμβαίνει ώστε να προφυλαχτούμε.”, “Η Σεισμολογία των Πολιτών βοηθάει να καταλάβει ο επιστήμονας ή ο σεισμολόγος το μέγεθος του σεισμού, αν είχε μεγάλη διάρκεια, πού κοντά ήταν το κέντρο και τι σεισμός ήταν. Μέσα από απλές μαρτυρίες μπορούν να πάρουν πολύτιμες πληροφορίες.”

Χαρακτηριστικά, ορισμένοι συμμετέχοντες περιγράφουν όλο το εύρος των γνώσεων που αποκόμισαν σε μία διαδικασία κριτικής συνειδητοποίησης της ατομικής και της κοινωνικής ευθύνης των πολιτών γενικά και των καλλιτεχνών ειδικά, που εκκινεί από την αναγνώριση του αγώνα των Ελλήνων επιστημόνων οι οποίοι δρουν με αυταπάλη σε συνθήκες λιτότητας: “Νομίζω από τα

πιο ενδιαφέροντα πράγματα που έμαθα είναι η αντιμετώπιση που έχει η πολιτεία απέναντι στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο και το πόση λίγη μέριμνα καθώς και χρηματοδότηση διατίθεται για την επιστημονική κοινότητα που ασχολείται με αυτό το φαινόμενο, την ίδια στιγμή που η Ελλάδα είναι η 6η πιο σεισμογενής περιοχή στον κόσμο. Ακόμη, εξίσου σημαντικό είναι η απάντηση στο ερώτημα τι κάνω όταν γίνεται ένας σεισμός. Παρατήρησα μέσω της έρευνας και όσων μας είπαν οι επιστήμονες ότι ενώ πίστευα πως γνωρίζω την διαδικασία και τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσω κατά την διάρκεια αλλά και μετά από έναν σεισμό, τελικά σε πιθανό σεισμό θα είχα αντιδράσει με λάθος τρόπο. Αυτό λόγω της ελλιπούς ενημέρωσης που υπάρχει στο σχολείο αλλά κυρίως από την άγνοια που υπάρχει γύρω από αυτό το θέμα σε ένα μεγάλο ποσοστό της κοινωνίας μας. Επίσης συνειδητοποίησα ότι από την στιγμή που είναι ένα τόσο απρόοπτο φαινόμενο, οφείλω να γνωρίζω το πώς πρέπει να αντιδράσω σε διάφορους χώρους και όχι μόνο να έχω στο μυαλό μου την πιθανότητα να καλυφθώ για παράδειγμα κάτω από ένα τραπέζι. Μπορεί ένας σεισμός να συμβεί την στιγμή που βρίσκομαι στο αμάξι, έξω στον δρόμο, σε έναν χώρο με πολύ κόσμο κ.ά. Και σε κάθε περίπτωση πρέπει να γνωρίζω το τι θα με βοηθήσει να προστατευτώ. (...) Στην προσωπική ανάπτυξη ως πολίτης, έμαθα να μην λειτουργώ αυθόρμητα σε μια τέτοια συνθήκη και την ύπαρξη της εφαρμογής Citizen Seismology, η οποία μπορεί να διευκολύνει το έργο των επιστημόνων. Στην επαγγελματική ανάπτυξη ως δημιουργός, ήρθα σε επαφή με τεχνικές σύνθεσης ενός κειμένου.”

Αντίστοιχα, όπως σημειώνει άλλος συμμετέχων, έχοντας αφομοιώσει μέσω της παραστατικής διαδικασίας τα δι-

δάγματα των επιστημόνων: “Όπως μας είπε και ο κύριος Καλογεράς, οι σεισμοί είναι πολλοί ενώ οι επιστήμονες λίγοι. Είναι πρακτικά αδύνατον να βρίσκονται στο επίκεντρο κάθε σεισμού. Ακόμη λειτουργεί ενημερωτικά και αφυπνιστικά για τους ίδιους τους πολίτες, οι οποίοι έρχονται σε επαφή με την ιδέα ότι του πανικού και του φόβου αλλά της ετοιμότητας που πρέπει να υπάρχει. Με πραγματικά στοιχεία, αντιλαμβάνονται την σοβαρότητα του φαινομένου και την πιθανότητα να ζήσουν οι ίδιοι έναν μεγάλο σεισμό. Κατά αυτόν τον τρόπο μπορεί να προετοιμαστούν πιο κατάλληλα για αυτήν την απρόοπτη συνθήκη αλλά και να αρχίσουν να ανιχνεύουν την επικινδυνότητα του χώρου στον οποίο διαμένουν πράγμα το οποίο μπορεί να τους οδηγήσει να τον διαμορφώσουν πιο κατάλληλα. Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι ευαισθητοποιούνται, πράγμα το οποίο μπορεί να τους οδηγήσει στην αλληλοβοήθεια πληγέντων μέσω του εθελοντισμού αλλά και στην απαίτηση η πολιτεία να δείχνει τη δέουσα προσοχή στο ζήτημα και να λαμβάνει τις απαραίτητες προφυλάξεις αλλά και να ενισχύσει αυτόν τον τομέα.”

4.3. Μετά την παράσταση: “E(art)h(quake)”- Ο σχεδιασμός θεατροπαιδαγωγικού προγράμματος στο πλαίσιο του ΠΜΣ “Θέατρο και Κοινωνία”

Η θεατροπαιδαγωγική είναι ένα διακριτό επιστημονικό πεδίο που διερευνά το πώς αξιοποιούμε τα εργαλεία της θεατρικής τέχνης στην τυπική ή στην μη τυπική εκπαίδευση και μια μορφή εκπαίδευσης που χρησιμοποιεί τεχνικές και μεθόδους θεάτρου για να εμπλέξει τους μαθητές/μαθήτριες στη μάθηση. Συνδυάζοντας την θεατροπαιδαγωγική, το εφαρμοσμένο θέατρο και την Εκπαί-

δευτική Σεισμολογία, στο πλαίσιο του μαθήματος “Υποκριτική και Κοινωνικές Εφαρμογές” του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών “Θέατρο και Κοινωνία” του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών, οι φοιτητές/ριες κλήθηκαν να σχεδιάσουν θεατροπαιδαγωγικά εργαστήρια ως συνοδευτικό υλικό της παράστασης *Beat the quake!*

Το συνοδευτικό υλικό μιας παράστασης, ενός θεατροπαιδαγωγικού εργαστηρίου που μπορεί να προηγηθεί ή να ακολουθεί μία παράσταση σε εκπαιδευτικό πλαίσιο, ονομάζεται “Πακέτο εξερεύνησης”, όπως μεταφράστηκε στα ελληνικά ο όρος *compound stimulus* του John Somers (2008), κι αφορά τη δημιουργική εμπλοκή με το θέμα μιας παράστασης, τη διερεύνηση με βιωματικό τρόπο των επιμέρους διαστάσεων του και τη δημιουργία από τους μαθητές/τριες μικρών σκηνών/δρώμενων που τους εισάγουν στην ιστορία που θα παρουσιαστεί στην παράσταση που θα ακολουθήσει.

Για τον σκοπό αυτό, ο Δρ. Ιωάννης Καλογεράς πραγματοποίησε τον Ιανουάριο του 2023 μία 4ωρη διάλεξη για το φαινόμενο του σεισμού στο ΠΜΣ και εν συνεχεία, σε επόμενα μαθήματα, οι φοιτητές/τριες μελέτησαν το επιστημονικό υλικό του προγράμματος *EduSeismArtTec*, παρακολούθησαν το βίντεο της παράστασης, ενημερώθηκαν για τη διαδικασία και τις τεχνικές επιτόπισής της και σχεδίασαν και δοκίμασαν ορισμένες δραστηριότητες εκπαιδευτικού δράματος για παιδιά και για εφήβους που θα μπορούσαν να αποτελέσουν το συνοδευτικό εκπαιδευτικό υλικό για την παρουσίαση της ζωντανής ή της βιντεοσκοπημένης παράστασης.

Ενδεικτικά, η μεταπτυχιακή φοιτήτρια Ειρήνη Γκότση, σχεδίασε και παρέδωσε μία εργασία εξαμήνου με ένα

ολοκληρωμένο πρόγραμμα με τίτλο “E(art)h(quakes)” (βλ. Παράρτημα 2). Η σύλληψη και ο σχεδιασμός του “Βιωματικού Εργαστηρίου για εφήβους με θέμα το φαινόμενο των σεισμών ‘E(art)h(quakes)’” δημιουργήθηκε με αφορμή την ερευνητική παράσταση θεάτρου-ντοκουμέντο και επινόησης *Beat the quake!*. Στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα έχουν σχεδιαστεί πρωτότυπες δραστηριότητες εκπαιδευτικού δράματος (Αυδή & Χατζηγεωργίου, 2007), θεάτρου εικόνων (Boal, 2013) και θεάτρου της επινόησης. Όπως αναφέρει η Ειρήνη Γκότση, ο σχεδιασμός του προγράμματος “E(art)h(quakes)” βασίστηκε στα παρακάτω ερωτήματα: “Πώς δημιουργήθηκε ο πλανήτης που κατοικούμε; Από τι αποτελείται στον πυρήνα της η γη; Πώς δημιουργήθηκαν οι θάλασσες και τα βουνά; Αλλά και πώς γεννιέται ο σεισμός; Το τελευταίο ερώτημα (όπως και όλα τα προηγούμενα) δημιουργεί με την σειρά του μια αλληλουχία ερωτημάτων, όπως για παράδειγμα, με ποιον τρόπο δημιουργούνται τα διάφορα κύματα, οι τεκτονικές πλάκες, κλπ. Πόσο συχνά γίνονται οι σεισμοί; Τους “αντιλαμβάνομαστε” όλους; Πόσοι από αυτούς είναι καταστροφικοί; Από πόσα ρίχτερ και έπειτα ένας σεισμός είναι επικίνδυνος; Ποιες είναι οι σωστές πρακτικές που πρέπει να ακολουθήσουμε σε περίπτωση σεισμού, κατά την διάρκεια αλλά και μετά τον σεισμό; Τι μπορούμε να κάνουμε για να είμαστε προετοιμασμένοι; Μπορούμε να προετοιμαστούμε;” Οι πρωτότυπες δραστηριότητες παρατίθενται στο Παράρτημα 2 και δοκιμάστηκαν τον Απρίλιο του 2023 σε ένα μάθημα προσομοίωσης από τους μεταπτυχιακούς φοιτητές και τις μεταπτυχιακές φοιτήτριες και μπορούν να προταθούν για χρήση στην εκπαιδευτική κοινότητα.

4.4 Συμπεράσματα

Εν κατακλείδι και συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, οι παραστάσεις επινόησης και θεάτρου-ντοκουμέντο συνιστούν μια κριτική ματιά στην πραγματικότητα, χρησιμοποιώντας μια δραματολογία που βασίζεται σε ντοκουμέντα και όχι σε μυθοπλασία, καθώς και μια μαθητοκεντρική συμμετοχική μεθοδολογία. Είναι συμπεριληπτικές τεχνικές που επιτρέπουν σε νέους ανθρώπους να εκφράσουν πλήρως τις ανησυχίες τους, τον κριτικό αναστοχασμό τους και τις αισθητικές επιλογές τους. Ως εκ τούτου αποτελούν κατάλληλες θεατρικές μεθόδους για το εφαρμοσμένο θέατρο, για την εφαρμογή δηλαδή του θεάτρου σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Η εκπαιδευτική και δημιουργική διαδικασία που ακολουθήθηκε μέσω των θεατροπαιδαγωγικών εφαρμογών που ολοκληρώθηκαν με την παράσταση *Beat the Quake!* και συμπληρώθηκαν με το συνοδευτικό εκπαιδευτικό υλικό καταδεικνύει με τον καλύτερο τρόπο πως τα αποτελέσματα της σεισμολογικής έρευνας μπορούν να εισχωρήσουν στην εκπαιδευτική κοινότητα (Εκπαιδευτική Σεισμολογία) με όχημα το θέατρο και να ευαισθητοποιήσουν τον πληθυσμό έναντι του φαινομένου του σεισμού, καθιστώντας τον συμμετοχο στην επιστημονική διαδικασία της σεισμολογίας και ενδεχομένως σε επιχειρησιακές δράσεις Πολιτικής Προστασίας (Σεισμολογία των Πολιτών), καθώς οι πολίτες που ενημερώνονται – εκπαιδεύονται σε φυσικούς ή τεχνολογικούς κινδύνους συμπεριφέρονται καλύτερα όσον αφορά την ελαχιστοποίηση του κινδύνου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την περίοδο της κρίσης. Μέσα από τα λεγόμενα των φοιτητών και μέσα από την ανταπόκριση των θεατών γίνεται εμφανές ότι η κριτική επαναδιαπραγμάτευση της πραγματικότητας, η οικειοποίηση της επιστημονικής γνώσης και ο επιδιωκόμενος ατομικός και κοινωνικός μετασχηματισμός των συμμετεχόντων ως ερμηνευτών

και ως θεατών μπορούν να επιτευχθούν με όχημα την παραστατικότητα και με ένα στοχευμένο πρόγραμμα που αξιοποιεί τις παραστατικές τέχνες. Τα ευρήματά μας δείχνουν ότι η εκλαϊκευμένη σεισμολογική γνώση μέσω του εφαρμοσμένου θεάτρου μπορεί να ενσωματωθεί στη συμπεριφορά αντισεισμικής ανθεκτικότητας. Οι τεχνικές του εφαρμοσμένου θεάτρου ως διαδικασία και ως παραστατικό αποτέλεσμα μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη κουλτούρας μάθησης σχετικά με το σεισμικό φαινόμενο. Πιστεύουμε ως εκ τούτου ότι είναι εφικτή και ουσιαστική η διάδοση μιας “επιτελεστικής” (performative) Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας, καθώς το εφαρμοσμένο θέατρο και η θεατροπαιδαγωγική αποτελούν τη βάση για μια εκπαιδευτική παρέμβαση ικανή να ενισχύσει γνωστικά, συναισθηματικά και διανοητικά το άτομο απέναντι στους σεισμούς (εικόνα 4.12).

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Αυδή, Α. & Χατζηγεωργίου Μ. (2007). *Η τέχνη του Δράματος στην εκπαίδευση. 48 προτάσεις για εργαστήρια θεατρικής αγωγής*. Μεταίχμιο.
- Auslander, Ph. (1997). *From Acting to Performance: Essays in Modernism and Postmodernism*. Routledge.
- Βαροπούλου, Ε. (2002). *Το ζωντανό θέατρο. Δοκίμιο για τη σύγχρονη σκηνή*. Άγρα.
- Bentivoglio, L. & Carbone, F. (2007). *Pina Bausch vous appelle*. L' Arche.
- Boal, A. (2013). *Θεατρικά παιχνίδια για ηθοποιούς και μη ηθοποιούς* (μτφ. Μ. Παπαδήμα). Σοφία.
- Carlson, M. (1996). *Performance: A critical introduction*. Routledge.
- Carspecken, Ph. F. (1996). *Critical Ethnography in Educational Research. A Theoretical and Practical Guide*. Routledge.
- Γκόβας, Ν. (2003). *Για ένα δημιουργικό, νεανικό θέατρο. Ασκήσεις-Παιχνίδια-Τεχνικές*. Μεταίχμιο.
- Conrad, D. (2004). Exploring risky youth experiences: Popular theatre as a participatory, performative research method. *International Journal of Qualitative Methods*, 3(1), Article 2, http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/3_1/html/conrad.html
- Γούναρη, Π. & Γρόλλιος, Γ. (επιμ.) (2010). *Κριτική Παιδαγωγική: Μια Συλλογή Κειμένων*. Gutenberg.
- Dennis, B. (2009). Acting up: Theater of the oppressed as critical ethnography. *International Journal of Qualitative Methods*, 8 (2).
- Denzin, N. K. (2003). *Performance ethnography: critical pedagogy and the politics of culture*. Sage.
- DV8 Physical Theatre, 1996. *Enter Achilles* [video dance].
- Etchells, T. (1999). *Certain Fragments. Contemporary Performance and Forced Entertainment*. Routledge.
- Etchells, T., O' Connor, T. & Russell, H. (1999). *Making Performance, Forced Entertainment – Interactions* [DVD].
- Forsyth, A. & Megson, Ch. (επιμ.) (2009). *Get real: documentary theatre past and present*. Palgrave Macmillan.



- Freire, P. & Shor, I. (2008). *Απελευθερωτική παιδαγωγική* (επιμ. Κόκκος Α.). Μεταίχμιο.
- Gallagher, K. (2010). Urban school performances: The inter-play, through live and digital drama of local-global knowl-edge about student engagement (USP). *Canadian Theatre Review*, 143, 42-46, 10.1353/ctr.0.0036
- Gallagher, K., Rodricks D. J., & Jacobson, K. (επιμ.) (2020). *Global Youth Citizenry and Radical Hope: Enacting Community-Engaged Research through Performative Methodologies*. Springer.
- Goulish, M. (2001). *39 Microlectures in Proximity of Performance*. Routledge.
- Graham, S., Hoggett, St. (2014). *The Frantic Assembly Book of Devising Theatre*. Routledge.
- Heddon, H. & Milling, J. (2006). *Devising Performance, A Critical History*. Palgrave Macmillan.
- Lehmann, H.-T. (2006). *Postdramatic Theatre*. Routledge.
- Μαράκα, Λ. (1993). Η επίδραση του γερμανικού θεάτρου-υποκειμένου στην ελληνική δραματουργία. *Σύγκριση/Comparison* (5).
- Martin, C. (επιμ.) (2010). *Dramaturgy of the real on the world stage*. Palgrave Macmillan.
- Mavrocordatos, A. (επιμ.) (2009). *mPPACT Manifest: Methodology for a Pupil and Performing Arts-Centred Teaching*. Authors OnLine.
- Mienczakowski, J., & Stephen, M. (2006). Ethnodrama: Constructing participatory and compelling action research through performance. In P. Reason & H. Bradbury (Eds.), *Handbook of action research: The concise paperback edition* (pp. 176-184). Sage.
- Murray, S., Keefe, J. (2007). *Physical Theatres: A Critical Introduction*. Routledge.
- Oddey, A. (1994). *Devising Theatre: A Practical and Theoretical Handbook*. Routledge.
- Rash Dash (2017). *Rash Dash: Devising Masterclass*. National Theatre.
- Saldana, J. (2005). *Ethnodrama: An anthology on reality theatre*. Altamira Press.
- Saldana, J. (1999). Playwriting with data: Ethnographic performance tests. *Youth Theatre Journal*, 13.
- Somers, J. (2008). Αφήγηση, εκπαιδευτικό δράμα και το πακέτο εξερεύνησης. *Περιοδικό "Εκπαίδευση @ Θέατρο"*, 9.
- Swale, J. (2012). *Drama Games for Devising*. Nick Hern Books.
- Τσίχλη, Α. (2008). Πολιτικές και Κοινωνικές Συνιστώσες στο Ευρωπαϊκό Θέατρο του τέλους του 20ού Αιώνα: μια μελέτη των Performances και του Θεάτρου της Επινόησης [Διδακτορική διατριβή]. Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης και Ιστορίας, Σχολή Πολιτικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών, Αθήνα.
- Τσίχλη, Α. (2009). Η Ελληνική Ιστορία του Θεάτρου της Επινόησης. Πρόγραμμα Φεστιβάλ "Επινοώντας την Παράσταση" (10-14). Θέατρο του Νέου Κόσμου.
- Χολέβα, Ν. (επιμ.) (2019). *Κι αν ήσουν εσύ; Θεατροπαιδαγωγικές δραστηριότητες για την ευαισθητοποίηση στα ανθρώπινα δικαιώματα και σε θέματα προσφύγων*. Πανελλήνιο Δίκτυο για το Θέατρο στην Εκπαίδευση.
- Wenders, W. (2011). *Pina* [film].
- Wiśniewski, T. (2016). *Complicité, Theatre and Aesthetics*. Palgrave Macmillan.
- Zoniou, C. (επιμ.) (2016). *YouthDOCs – Documentary Theatre @ Video on Youth Culture, Personal Identity and Contemporary Reality, A Handbook for Practitioners @ Teachers*. Directorate of Secondary Education of Eastern Attica, Greece Department of Culture, http://www.youthdocs.eu/Portals/49/Handbook/ YouthDocs_WEB.pdf

Εικόνα 4.12

Οι φοιτητές/τριες ηθοποιοί της παράστασης *Beat the Quake!*
Δημοτικό Θέατρο Πειραιά, 6.6.22

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

1. Το κείμενο παράστασης
Beat the Quake!

2. Συνοδευτικό
θεατροπαδαγωγικό
πρόγραμμα «E(art)h(quakes)»

3. Ερωτηματολόγια

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Το κείμενο της παράστασης *Beat the Quake!*

Στη επινοήση και την δραματουργική επεξεργασία του κειμένου συμμετείχαν οι φοιτητές/τριες Μαρία Γαλινού, Χρήστος Ζαραϊδώνης, Σωτηρία Ιγγλέζου, Ελένη Κοτζαμάνη, Θαλασσινή Μπιστσάνσκι-Γκουλιαμάκη, Αλέξανδρος Παπαθεοδώρου, Jon Ander Ribote, Σοφία Σιμποπούλου, Δέσποινα Φραγκουλίδου, Θέκλα Γουναρίδη, Ζωή Δρακοπούλου, με την καθοδήγηση των καθηγητριών Άννα Τσίχλη και Χριστίνα Ζώνιου.

Στην παράσταση ακούγονται γλώσσες ελληνικά, αγγλικά, ισπανικά. Το σκηνικό αποτελείται από ένα μεγάλο μαύρο ξύλινο τραπέζι 4 μέτρων, 6 μεγάλους ξύλινους κύβους, 6 μαύρες ξύλινες καρέκλες και δύο διάφανα plexiglass με ροδάκια. Στη σκηνή μπαίνει και βγαίνει μια μεγάλη οθόνη ολογραφικής προβολής με ροδάκια. Γίνονται προβολές πάνω στην οθόνη από έναν προτζέκτορα ολογραφικής προβολής και πάνω στα plexiglass από έναν προτζέκτορα τρισδιάστατης προβολής, ενώ σε κάποια σημεία χρησιμοποιείται μηχανή καπνού. Υπάρχουν γρήγορες και πολλές εναλλαγές φωτισμού και συνεχής συνοδεία από πρωτότυπη ή άλλη μουσική. Χρησιμοποιούνται πλακάτ, μικρόφωνα και γίνονται προβολές.

Οι ηθοποιοί είναι ντυμένοι πανομοιότυπα με γήινα χρώματα, ενώ χρησιμοποιούν σε ορισμένες περιπτώσεις κάποια κουστούμια για να υποδηλώσουν την αλλαγή ρόλου.

Να σημειωθεί ότι το παρακάτω “κείμενο της παράστασης” δεν είναι θεατρικό έργο, αλλά αποτελεί καταγραφή των αυτοσχέδιων σκηνών των ηθοποιών και έναν οδηγό για τους ηθοποιούς, έναν καμβά που αποτυπώνει μόνο εν μέρει την κίνηση και τα λόγια των ηθοποιών, τη σκηνική ατμόσφαιρα, τα φώτα, τη μουσική και τη χρήση του χώρου και των σκηνικών αντικειμένων (βλ. εικόνες 4.8, 4.10, 4.11)

Πρώτο Μέρος / Ο σεισμός ως φαινόμενο

Το φυσικό φαινόμενο. Η επιστημονική φωνή. Ποιητικές μεταφορές, μύθοι. Πως γεννιέται ο σεισμός, τα κύματα, οι πλάκες.

Είσοδος των θεατών/ έρευνα επί τόπου

Οι ηθοποιοί περιφέρονται στον χώρο καθώς μπαίνουν οι θεατές, συνοδεύοντας τους στις θέσεις τους και κάνουν ερωτήσεις στους θεατές σχετικά με τις εμπειρίες τους από το φαινόμενο του σεισμού, αν έχουν βιώσει έναν ισχυρό σεισμό κτλ. Σε όλη αυτή τη διάρκεια, τέσσερις ηθοποιοί είναι κρυμμένοι σε μη εμφανή σημεία κάτω/πίσω από τις θέσεις των θεατών.

Καλωσόρισμα από τον Δρα Ιωάννη Καλογερά

Οι ηθοποιοί ακινητοποιούνται στη θέση και στη στάση σώματος που βρίσκονται, μέχρι να ολοκληρωθεί το καλωσόρισμα από τον Δρα Καλογερά. Μόλις κάθεται, ξεκινάει η μουσική.

ΣΚΗΝΗ 1 - Δίκτυο ερωτήσεων

Οι κρυμμένοι ηθοποιοί αρχίζουν να εμφανίζονται κινούμενοι στο πάτωμα και με και μαζί με αυτούς που είχαν ακινητοποιηθεί αργά “ανακαλύπτουν - οικειοποιούνται” τη σκηνή, τους θεατές και το θέμα της παράστασης, περπατούν στον χώρο της σκηνής σε δίκτυο, χωρίς να αλληλοεπιδρούν, ώσπου να ξεκινήσουν να ρωτάνε μεταξύ τους και προς τους θεατές τις παρακάτω ερωτήσεις με ειλικρινή απορία. Πρόκειται για τις ερωτήσεις που έθεταν στην αρχή της διαδικασίας επαφής με την σεισμολογία και επινοήσης της παράστασης.

- Τι είναι σεισμός
- Τι τον προκαλεί;
- Τι συνέπειες έχει;
- Φοβάσαι τον σεισμό;
- Φοβάσαι τον σεισμό;
- Έχετε ζήσει σεισμό;
- Τι συναίσθημα σας προκάλεσε;
- Πώς αντιδράσατε σωματικά;
- Πώς πρέπει να αντιδράμε;
- Κατάλαβες τι είναι ο σεισμός;
- To beat or not to beat?

ΣΚΗΝΗ 2 - Άγνωστες λέξεις

Περσόνες:
Σεισμολόγος – φοιτητές/τριες

Αλλάζει η συνθήκη: οι φοιτητές/τριες στην πρώτη επαφή τους με το αντικείμενο της Σεισμολογίας. Μια από τις ηθοποιούς απευθύνεται στο κοινό και φωνάζει μια από τις “άγνωστες λέξεις” από την ορολογία της σεισμολογίας. Οι υπόλοιποι ηθοποιοί ξεκινούν και αυτοί να λένε άγνωστες λέξεις. Είναι ορισμένες λέξεις που θα ακουστούν και στην επόμενη σκηνή. Ο ηθοποιός που παίζει τον Σεισμολόγο αλλάζει σωματικότητα και ξεκινάει και πάει να πάρει θέση για την επόμενη σκηνή. Σε κάθε λέξη που ακούγεται, όλοι μαζί αλλάζουν κατεύθυνση με όλο το σώμα (μπροστά, πίσω, δεξιά, αριστερά).

Ο Σεισμολόγος φοράει πουκάμισο και πάει στο μικρόφωνο, με αναλόγιο και τάμπλετ και παρακολουθεί την δράση. Όταν αρχίσουν να λέγονται οι λέξεις ταυτόχρονα και έχει αυξηθεί η ταχύτητα, διακόπτεται

ΣΚΗΝΗ 3 - Ο επιστήμονας

Χτυπάει το μικρόφωνο απαλά και λέει:

-Να πείσει το video.

Ξεκινάει η προβολή του ολογράμματος για την εξήγηση του φαινομένου του σεισμού (βλ. εικόνα 4.11) και μπαίνει μουσική μέχρι το τέλος όλης της σκηνής. Στο ενδιάμεσο θα μπει κανός από τη μηχανή καπνού.

Κατά τη διάρκεια του video ο Σεισμολόγος μιλά με ήρεμη και υποβλητική φωνή, ενώ οι ηθοποιοί μαγνητίζονται από την ομιλία του και την ολογραφική προβολή.

-Το Ελληνικό τόξο έχει όλα σχεδόν τα γνωρίσματα ενός τυπικού νησιωτικού τόξου, δηλαδή το γεωτεκτονικό σύστημα σύγκλισης μιας ωκεάνιας πλάκας (της Αφρικανικής) κάτω από μια ηπειρωτική (της Ευρασιατικής). Από τις γεωφυσικές έρευνες που έγιναν στη Μεσόγειο διαπιστώθηκε ότι σε ορι-

σμένες περιοχές της το πάχος του φλοιού είναι πολύ λεπτό (10-20 km) σε αντίθεση με τις ηπειρωτικές περι-Μεσογειακές περιοχές, όπου το πάχος κυμαίνεται από 24 έως 50 km.

Το ταξίδι μας ξεκινάει από την Ελληνική περιφερειακή τάφρο που περιβάλλει από τα εξωτερικά (στο κυρτό μέρος του) το ιζηματογενές τόξο, από το Ιόνιο πέλαγος μέχρι τα νότια της Κρήτης και της Ρόδου και αποτελεί σύστημα βαθιών υποθαλάσσιων βυθισμάτων (βάθη 2000 - 5000 m). Βυθιζόμενοι, βλέπουμε εμπρός μας (προς τα βόρεια) το εξωτερικό ιζηματογενές τόξο που περιλαμβάνει τις Δυτικές εξωτερικές οροσειρές της ηπειρωτικής Ελλάδας, την Κρήτη και τα Δωδεκάνησα. Πίσω μας (προς τα νότια) αφήνουμε τη Μεσογειακή ράχη που αποτελεί μια υποθαλάσσια εξαρση του φλοιού και διασχίζει την Ανατολική Μεσόγειο νότια από την Ελληνική περιφερειακή τάφρο, παράλληλα στο Ελληνικό τόξο. Η βύθιση της Αφρικανικής πλάκας έχει διαπιστωθεί και έχει καθοριστεί από τον προσδιορισμό των εστιών και των μηχανισμών γένεσης των σεισμών ενδιάμεσου βάθους, οι οποίοι διατάσσονται σε μια ζώνη, τη ζώνη Benioff. Η κλίση της βυθιζόμενης πλάκας υπολογίστηκε ότι είναι 35ο προς ΒΒΑ και η βυθιζόμενη πλάκα έχει φθάσει σε βάθος περί τα 200 km.

Το υλικό της Αφρικανικής λιθόσφαιρας (ωκεάνιος χαρακτήρας) είναι κύρια βασαλτικό, ενώ της Ευρασιατικής λιθόσφαιρας (ηπειρωτικός χαρακτήρας) είναι κύρια γρανιτικό.

Οι ηθοποιοί αρχίζουν να αποκοιμούνται, σχηματίζοντας με τα σώματά τους ένα κοινό σώμα.

“Φτάνοντας στο ταξίδι μας σε ένα βάθος 150-200 km το υλικό της Αφρικανικής λιθόσφαιρας λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων τήκεται – γίνεται ρευστό και βρισκοντας διεξόδους λόγω του λεπτότερου φλοιού ανεβαίνει προς την επιφάνεια δημιουργώντας το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου.”

ΣΚΗΝΗ 4 - Σεισμός

Αυτό ακολουθεί το τοξοειδές σχήμα της βύθισης της Αφρικανικής λιθόσφαιρας και αποτελείται από τα ηφαίστεια της Σαντορίνης, της Μήλου, της Νισύρου, των Μεθάνων, της Κρομμυωνίας, των Λιχάδων, της Κω, της Πάτμου, της Αντιπάρου και της Ψαθούρας.

Οι ηθοποιοί αρχίζουν να κάνουν σωματικά αναπαράσταση της δόνησης όταν ακούγονται τα πρώτα ηνσιά δίνοντας την εντύπωση ότι γίνεται σεισμός. Ο Σεισμολόγος σταδιακά σβήνει την ένταση και χάνεται στο σκοτάδι. Καπνός.

Ακολουθώντας το ρευστό υλικό που βγαίνει από την ηφαιστειακή έκρηξη στη Σαντορίνη και κοιτώντας προς το νότο (Κρητικό πέλαγος) βρισκόμαστε στη λεκάνη πίσω από το τόξο που δημιουργείται από τις εφελκυστικές τάσεις πίσω από το τόξο. Συνολικά ο χώρος του Αιγαίου Πελάγους θεωρείται ότι αποτελεί μια κλειστή περιθωριακή θάλασσα (marginal sea) με ηπειρωτικό φλοιό.

ΣΚΗΝΗ 5 - Μύθοι

Αλλαγή συνθήκης. Η σκηνή γεμίζει καπνό. Ονειρική - παραμυθιακή ατμόσφαιρα. Το video τελειώνει, ο φωτισμός και η μουσική αλλάζουν, οι ηθοποιοί ως κοινό σώμα, ο Σεισμολόγος βγάζει το πουκάμισό του και μετατρέπεται αργά σε ζώο που πηγαινει στα τέσσερα γύρω γύρω από τους ηθοποιούς. Οι ηθοποιοί αρχίζουν να λένε το κείμενο ως κοινό σώμα, κινώντας μόνο κάποια μέλη του σώματός τους, π.χ. ένα χέρι, ένα πόδι, που εμφανίζεται πάνω από το στρώμα καπνού, που έχει δημιουργηθεί. Κατά τη διάρκεια του κειμένου τα σώματα ξεκολλάνε από το αρχικό πρώτο κοινό σώμα και κάποιοι γίνονται και αυτοί φανταστικά πλάσματα. Μέσα από την σωματοποίηση επεξηγούν τους μύθους.

▶ Οι άνθρωποι στην αρχαιότητα θέλοντας να μάθουν περισσότερο για τους σεισμούς, δημιούργησαν διάφορους μύθους.

- ▶ Σε αρκετά μέρη του κόσμου, οι μύθοι και οι θρύλλοι, οι οποίοι διαδόθηκαν από γενιά σε γενιά, είναι η μόνη ιστορική πηγή.
- ▶ Υπάρχουν κοινωνίες, οι οποίες θεωρούν ότι οι θεοί ευθύνονται για το φυσικό αυτό φαινόμενο.
- ▶ Δηλαδή, όταν είναι θυμωμένοι, τιμωρούν τους ανθρώπους με μια τρομερή σεισμική δόνηση.
- ▶ Γι' αυτό και οι άνθρωποι προσφέρουν θυσίες ή δώρα στους θεούς για να τους εξευμενίσουν.
- ▶ Πολλοί αρχαίοι πολιτισμοί πίστευαν ότι κάποιο τεράστιο πλάσμα κρατούσε το έδαφος.
- ▶ Οι Μογγόλοι πίστευαν σε ένα πελώριο βάτραχο. Κάθε φορά που το ζώο παραπατούσε γινόταν σεισμός.
- ▶ Στην Ιαπωνία ένας μύθος λέει ότι ένα τεράστιο γατόψαρο προκαλεί τους σεισμούς. Με ένα μεγάλο βράχο οι θεοί κρατούν ακινητοποιημένο το σκανταλιάρικο αυτό ζώο, αλλά τον Οκτώβριο, όταν φεύγουν οι θεοί, το ψάρι ελευθερώνεται.
- ▶ Στο Μεξικό, Ο El Diablo, ένας ινδικός θεός, έκανε μια γιγαντιαία σχισμή στο έδαφος, να μην χρειάζεται να παίρνει την πιο μακρινή διαδρομή, όποτε ήθελε να ξεσκώσει το κακό στη γη.
- ▶ Στο Περού, Όποτε ο Θεός επισκεπτόταν τη γη για να μετρήσει πόσα άτομα ήταν εκεί, τα βήματα που προκαλούσαν σεισμούς. Για να διευκολύνουν το έργο του, οι άνθρωποι έτρεχαν έξω από τα σπίτια τους από για να φωνάζουν “Είμαι εδώ, είμαι εδώ!”.
- ▶ Ένας μύθος από την Ινδία υποστηρίζει πως η γη στηρίζεται σε τέσσερις ελέφαντες, οι οποίοι στέκονται στη ράχη μιας χελώνας. Η χελώνα με τη σειρά της ισορροπεί πάνω σε μία κόμπρα. Όταν ένα από αυτά τα ζώα κινείται, η γη τρέμει και σειείται.
- ▶ Στη Μοζαμβίκη πιστεύουν πως η γη είναι ένας ζωντανός οργανισμός με τα ίδια προβλήματα που έχουν και οι άνθρωποι. Μερικές φορές αρρωσταίνει με πυρετό και ρίγη και έτσι τη νιώθουμε να τρέμει.

► Ο Εγκέλαδος στην Ελληνική Μυθολογία φέρεται ως αρχηγός των Γιγάντων, γιος του Τάρταρου και της Γης που έπαιξε όμως πρωτεύοντα ρόλο στη Γιγαντομαχία στην οποία και φονεύθηκε. Οι Αρχαίοι Έλληνες πίστευαν πως, όταν γινόταν σεισμός, ο Εγκέλαδος είχε θυμώσει και επειδή ήταν πολύ μεγάλος τράνταζε όλη τη γη. Από ετυμολογικής άποψης η λέξη Εγκέλαδος είναι πιθανόν να είναι σύντμηση και να προέρχεται από τις λέξεις έγκειμαι + λας που σημαίνει "αυτός που είναι εγκατεστημένος στα πετρώματα".

Σταματάει η μουσική και αλλάζει ο φωτισμός. Αλλαγή ατμόσφαιρας. Βήχουν όλοι μαζί και γκρινιάζουν για τους καπνούς....

- Ποιος το σκέφτηκε αυτό;

Κατευθύνονται προς το τραπέζι. Μετακινούν τους κύβους για να βρεθούν στις σωστές θέσεις.

ΣΚΗΝΗ 6 - Σιγά που καταλάβατε/ Earthcake

Αλλαγή ατμόσφαιρας. Έντονη μουσική και κίνηση. Σωματικό - κωμικό μέρος.

- Σιγά που καταλάβατε! Για μένα ο σεισμός είναι...

Ο καθένας λέει την εκδοχή του, αυτοσχεδιάζοντας αυθόρμητες και αυθαίρετες εξηγήσεις (ο σεισμός ως τούρτα, σαν τον χορό, σαν τα μακαρόνια που κοκλάζουν κλπ). Οι ηθοποιοί συνοδεύουν τον λόγο με χορογραφημένες κινήσεις.

ΣΚΗΝΗ 7 - Terra Moto

Ως αντίδραση στις αυθαίρετες κωμικές εξηγήσεις έρχεται η επιστημονική εξήγηση από τον Γεωλόγο στα Ισπανικά από τον Ισπανό ηθοποιό / άμεση μετάφραση στα ελληνικά, σωματική αναπαράσταση των κυμάτων και των γεωλογικών φαινομένων και πλακάτ που γράφουν στα ελληνικά τις εξηγήσεις.

Ένας ηθοποιός έχει βρεθεί μπροστά στη σκηνή και πίσω από δυο κύβους. Κάθεται πάνω στους κύβους. Αλλαγή ατμόσφαιρας σε μία πιο στοχαστική - ονειρική. Όσο λέει το κείμενο,

εμφανίζονται και οι υπόλοιποι ηθοποιοί κάνοντας τις χορογραφίες τους σε λούπα μετακινούμενοι αργά στον χώρο.

Ο πλανήτης μας είναι ζωντανός! Όπως το ανθρώπινο σώμα. Μεγαλώνει και αλλάζει. Ωκεανοί μεγαλώνουν, ανοίγουν. Άλλοι πάλι μικραίνουν, κλείνουν. "Γεννιέται" νέα γη. Ενώ, άλλη εξαφανίζεται. Αναδύονται νησιά. Δημιουργούνται βουνά. Οροσειρές, θάλασσες, ηφαίστεια. Σεισμοί και άλλα πολλά! Εξαιτίας αυτής της κίνησης ανακυκλώνεται το νερό. Ο άνθρωπος και το άζωτο. Δημιουργεί τις τέλειες συνθήκες για ζωή. Η κίνηση αυτή μας προσφέρει όλο τον ορυκτό πλούτο της Γης. Ρυθμίζει το κλίμα ώστε να είναι βιώσιμο! Όταν αυτή η κίνηση σταματήσει, η Γη θα ψυχρανθεί και τα ρεύματα μεταφοράς στον μανδύα θα είναι πολύ αδύναμα ώστε να δώσουν ώθηση στις πλάκες! Βέβαια μέχρι να συμβεί κάτι τέτοιο ενδέχεται η ανθρωπότητα να είναι μια μακρινή ανάμνηση. Άλλωστε η ζωή ενός ανθρώπου στο Γεωλογικό χρόνο είναι κάποια χιλιοστά του δευτερολέπτου!

Οι σεισμοί είναι φυσικά φαινόμενα, που επειδή έχουν επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή και στις καθημερινές δραστηριότητες περιλαμβάνονται στους φυσικούς κινδύνους (κατολισθήσεις, πλημμύρες, ακραία καιρικά φαινόμενα, φυσικές φωτιές). Διαρκούν έως 15".

Όλοι οι ηθοποιοί ακίνητοι. Ακούγεται χρονόμετρο (15 δευτερόλεπτα όσο η διάρκεια ενός σεισμού). Μέσα στο χρονόμετρο που χτυπά, μία ηθοποιός παίρνει τα χαρτιά με ντοκουμέντα, που αναφέρουν τις ημερομηνίες, τα μέρη, τα ρίχτερ και τα θύματα των σεισμών στην Ελλάδα. Τα μοιράζει στους υπόλοιπους ηθοποιούς που στέκονται ακόμα ακίνητοι και όταν πάρει και αυτή την τελική της θέση παίρνουν όλοι μαζί μια ανάσα και μέσα από την εκπονή αρχίζουν και λένε τα ντοκουμέντα. Οι ανάσες μπλέκονται μαζί με τις φωνές, όπου καταλήγει να ακούγεται μια βανούρα από όλους. Ακούγεται ήχος σεισμού και μετά εκκωφαντικός ήχος με σεισμό. Μπαίνει καπνός. Οι ηθοποιοί μετακινούνται σαν να γίνεται σεισμός και φτιάχνουν τα χαλάσματα, με τους κύβους τις καρέκλες και τα plexiglass. Όταν καθίσουν όλοι στις θέσεις τους, γίνεται fade out στη μουσική.

Δεύτερο Μέρος / Το πρόβλημα

Ανθρωποκεντρική οπτική του σεισμού. Ζητήματα σύγκρουσης, ρίσκου, κινδύνου, φόβου κτλ. Κοινωνικοπολιτική ματιά. Ο άνθρωπος και ο σεισμός. Μαρτυρίες, ντοκουμέντα, στατιστικές μελέτες.

ΣΚΗΝΗ 8 - Μαρτυρίες

Οι ηθοποιοί βρίσκονται καθισμένοι στα "χαλάσματα", σαν μετά από σεισμό σε δημόσιο χώρο, όταν οι άνθρωποι δεν μπορούν να γυρίσουν στα σπίτια τους, διανυκτερεύουν σε πλατείες και αφηγούνται ιστορίες. Από τις θέσεις που βρίσκονται απαλά λένε τα κείμενά τους.

- Ο Αύγουστος του 1953 ήρθε φορτωμένος με πόνο, αγωνία και ερείπια. Μέσα σε λίγες μέρες τα χωριά μας και οι πόλεις εκεί που έσφριζε η ζωή, έγιναν συντρίμια και χαλάσματα. Ο πρώτος μεγάλος σεισμός έγινε την Κυριακή 9 Αυγούστου. 9 το πρωί, μια ανατριχιαστική βοή έρχεται από τα έγκατα της γης. Μετά κολλήτα μια ισχυρή δόνηση. Σεισμός. Βλέπω ο πατέρας πετιέται μερικά μέτρα έξω από το σπίτι, στρέφεται προς την Ανατολή και κάνει έντονα το σημείο του σταυρού ενώ αναφωνεί: Παναγία βοήθα, Παναγία βοήθα. Ο δεύτερος σεισμός έγινε την Τρίτη 11 Αυγούστου τα χαράματα. Εκείνη την ώρα κοιμόμουν στρωματσάδα στο αλώνι και η δόνηση δεν έχει καταγράψει στην μνήμη μου. Όταν σηκώνομαι βλέπω ένα σωρό πέτρες και πάνω στο σωρό την καλαμμένα σκεπή με τα κεραμίδια σκορπισμένα. Το σπιτάκι μας γκρεμίστηκε. Όταν ακούστηκε η βοή που προηγείται της δόνησης, η μάνα μου όρμησε μέσα στο σπιτάκι και πήρε τον Διονύση από το κρεβάτι. Μόλις έβγαине ένα κεραμίδι έπεσε στην πλάτη της και αμέσως το σπιτάκι σωριάστηκε. Ξημερώνει η 12η Αυγούστου μέρα ολέθρου. Κάθε 5 λεπτά κάνει σεισμό. Ξεκινάμε να τρώμε και αρχίζει η συντέλεια. Νιώθω τον εαυτό μου να κυλάει στο χώμα σαν βαρελάκι. Τα δευτερόλεπτα μοιάζουν χρόνια. Είδα το γέινο του Θάνο να κουβαλάει το νεκρό παιδί του στην πλάτη και να ηγαίνει να το θάψει. Ο Νιόνιος ο φούρναρης άφησε την τελευταία του πνοή μέσα στον φούρνο. Βάσανα, σωροί, συντρίμια, θάνατος, απόγνωση... Η άγνοια και η ολιγωρία πληρώνονται.

Όταν η ηθοποιός τελειώσει το κείμενο της, ένας άλλος ηθοποιός σηκώνεται και παίρνει κάποιες φωτογραφίες από σεισμούς και τις μοιράζει στο κοινό.

- A study by the UPM argues that the Lorca earthquake was produced by a directivity effect that caused its destructive potential, when its magnitude was moderate (5.1 on the Richter scale). Directivity, says researcher Carlos Gordo, consists of the progressive rupture of the fault in a certain direction and at a speed similar to that of the propagation of shear waves from the ground. This causes a large part of the rupture energy to arrive concentrated in the form of a single direction, concentrated in an instant and in an isolated shock. The problem of this effect is the structural damage produced, since in the seismic-resistant design of public works and buildings, the effects of directivity are not explicitly included in the regulations, neither at European nor international level. Therefore, it is something that can occur at any time, but it is not contemplated.

- Ήταν τόσο συγκλονιστικό αυτό που έζησα και η εμπειρία τόσο τραυματική, τόσο στην ψυχή, όσο και στο σώμα, που φυσικά τα θυμάμαι με κάθε λεπτομέρεια. Το τραγικό βέβαια όλης αυτής της ιστορίας... Ήμουν στο δεύτερο όροφο, είχα επάνω άλλους δυο ορόφους. Από ένστικτο πήκα κάτω από το τραπέζι των συνεδριάσεων, την στιγμή που κατέρρευε το κτίριο. Παράλληλα και συνεργάτης που ήταν εκεί προσπάθησε και εκείνος να βρεθεί κάτω από το τραπέζι, μαζί με εμένα, αλλά αυτός πέθανε πριν προλάβει να μπει κάτω από το τραπέζι. Το τραγικό είναι ότι όλες τις ώρες που ήμουν εγκλωβισμένη, ήμουν κάτω από το συνεργάτη μου. Έπρεπε να το διαχειριστώ, δεν μπορώ να ξεκάσω και τις φωνές των ανθρώπων που ζητούσαν βοήθεια, άλλοι φώναζαν, άλλοι πέθαιναν. Έσκαβαν οι διασώστες να βρουν ανθρώπους κάτω από τα ερείπια. Έπρεπε όλα αυτά να τα αντιμετωπίσω για να επιβιώσω.

- Τραγική ειρωνεία, πρώτη φορά στη ζωή μου έζησα τέτοια οδυνηρή εμπειρία. Μπροστά στα μάτια μου, κατέρρευσε το

εργοστάσιο. Γινόταν ένας πανικός! Ο σεισμός ήταν καταστροφικός: 5,9 ρίχτερ, εγώ ήμουν τυχερός κατευθυνόμενος λίγο πριν την είσοδο, όταν κατάλαβα τον σεισμό, ...απομακρύνθηκα.

- Ξαφνικά είδα το εσωτερικό του σπιτιού μου να χάνεται, όλα τα πράγματα έπεφταν στο δάπεδο: τα ντουλάπια της κουζίνας μου άνοιξαν, όλα τα πιάτα έγιναν θρύψαλα. Οι τζαμαρίες του σπίτι έτριζαν, όλοι πεταχτήκαμε έξω από το σπίτι ...

- (Ξεκινά το κείμενο του κοιτώντας το κοινό ανάμεσά του)
Ο Σεισμός της Πάρνηθας: Έλαβε χώρα στις 7 Σεπτεμβρίου 1999, 14:56:50 τοπική ώρα και διήρκεσε συνολικά 15 δευτερόλεπτα. Ο αριθμός των θυμάτων του σεισμού υπολογίζεται 145, γεγονός που κατατάσσει τον σεισμό ως τον πιο θανατηφόρο που έλαβε χώρα στην Ελλάδα τα τελευταία 50 χρόνια. Με βάση αυτοψία σε 111 από τα θύματα του σεισμού, 36 άνθρωποι πέθαναν από τραύματα, 38 άνθρωποι έφεραν τραύματα από τα οποία κινδύνευε η ζωή τους ενώ 31 πέθαναν από ασφυξία. Οι περισσότεροι από τους θανάτους οφείλονται σε καταρρεύσεις κτιρίων, τρία από αυτά εργοστάσια. Από τους υπόλοιπους, 6 έχασαν τη ζωή τους λόγω εμφράγματος του μυοκαρδίου, δύο από τραύματα όταν πήδηξαν από το κτίριο στο οποίο βρίσκονταν και ένας όταν χτυπήθηκε από ένα αντικείμενο. Υπολογίστηκε ότι τουλάχιστον άλλοι 85 σώθηκαν μέσα από τα συντρίμια, 2.000 τραυματίστηκαν και 50.000 έμειναν άστεγοι. Οι καταυλισμοί που δημιουργήθηκαν για την προσωρινή στέγαση των αστέγων εξακολουθούσαν να χρησιμοποιούνται 10 χρόνια μετά. Στο εξώωρο κτίριο της Ρικομέξ, πέθαναν 39 άνθρωποι, ανάμεσα στους οποίους δύο έγκυες γυναίκες. Από τους 33 κατηγορούμενους για την κατάρρευση του εργοστασίου όλοι απαλλάχθηκαν από τις κατηγορίες με ασαφή αιτιολογία. Για την κατάρρευση της πολυκατοικίας στη Νέα Φιλαδέλφεια, όπου επτά άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους, κατηγορήθηκαν τεχνικοί εκπρόσωποι, οι οποίοι αθώωθηκαν σε α΄ βαθμό. Ο ιδιοκτήτης της ΦΙΑΛΟΠΛΑΣΤ, όπου πέθαναν 3 γυναίκες, βρέθηκε ένοχος σε α΄ βαθμό για ανθρωποκτονία

από αμέλεια, με ποιή φυλάκισης οκτώ μηνών, αλλά πέθανε πριν αυτή πραγματοποιηθεί. Για την κατάρρευση του εργοστασίου Faran, όπου έχασαν τη ζωή τους 4 άνθρωποι, οι τέσσερις κατηγορούμενοι αθώωθηκαν. Για την κατάρρευση πολυκατοικίας στην οδό Ψυχάρη, στη Μεταμόρφωση τα αδικήματα παραγράφηκαν. Εκεί πέθαναν 8 άνθρωποι, ενώ πυροσβέστες ανέσυραν ζωντανά δύο μικρά παιδιά στην αγκαλιά του νεκρού πατέρα τους. Η δίωξη του ιδιοκτήτη, του πολιτικού μηχανικού και του αρχιτέκτονα του εργοστασίου Φουρλής, όπου έχασαν τη ζωή τους 6 εργαζόμενοι, για ανθρωποκτονία από πρόθεση με ενδεχόμενο δόλο, παύθηκε το 2001 ύστερα από βούλευμα του Συμβουλίου Πλημμελειοδικών. Γιατί;

Μουσική. Από τον κύκλο που είναι ακόμα καθισμένοι οι ηθοποιοί, ένας ηθοποιός πιάνει μια άλλη να χορέψουν. Σιγά σιγά σηκώνονται όλοι να χορέψουν και δημιουργείται μια σκηνή πάρτυ και χαράς. Μέσα στον χορό μετακινούν τα αντικείμενα από τη σκηνή, αδειάζοντας τον χώρο και δημιουργούν μόνο ένα "container" με το plexiglass όπου από κάτω μπαίνει μία ηθοποιός που είναι σαν να έχει χάσει το σπίτι της και μένει στο container ως μελανό σημείο στην "γιορτή". Μέσα σε αυτή τη γιορτή ξεκινά η επόμενη σκηνή χαμηλώνοντας τη μουσική.

Τρίτο Μέρος / Αντιμετώπιση / Η ελπίδα

Ανθρωποκεντρική οπτική του σεισμού. Ζητήματα σύγκρουσης, ρίσκου, κινδύνου, φόβου κτλ. Κοινωνικοπολιτική ματιά. Ο άνθρωπος και ο σεισμός. Μαρτυρίες, ντοκουμέντα, στατιστικές μελέτες.

ΣΚΗΝΗ 9- Συναισθήματα

Κατά τη διάρκεια του κειμένου οι ηθοποιοί ανά ζευγάρια ή κατά μόνας, αναπαριστούν τα φυσικά φαινόμενα και τα συναισθήματα που αναφέρονται.

- Ο σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο όπως και τα συναισθήματα. Παραδείγματος χάρη φυσικά φαινόμενα: φωτιάς, τσουνάμι, βροχές, σεισμός, χιόνια. Όλα αυτά αποτελούν την κύρια μορφή των φυσικών φαινομένων. Όπως ακριβώς συμ-

βαίνει και με τα συναισθήματα: αγάπη, φόβος, πόνος, μίσος. Το καθένα ξεχωριστά είναι μικρές εκρήξεις συναισθημάτων και όλα μαζί μία τερατώδης αλληλουσιμπληρούμενη αλυσίδα.

Κατά τη διάρκεια του κειμένου, οι υπόλοιποι ηθοποιοί μαζεύονται στο κέντρο και δημιουργούν μια πυραμίδα με τα σώματά τους κάνοντας κάποια σχήματα και κινησιολογικά μοτίβα. Στη συνέχεια αντιδρούν με διάφορα σχήματα στον χώρο αναπαριστώντας τις κινήσεις της γης και τα σεισμικά κύματα.

- Ας πούμε στο σεισμό έχουμε δύο βασικές πράξεις όταν ανεβαίνει ένα βουνό και όταν κατεβαίνει η θάλασσα καταλαβαίνουμε τι έπεται, κάποιου είδους προειδοποίηση για το μεγάλο ξεσπασμα, έτσι και με τα συναισθήματα σαν να μας χτυπούν το καμπανάκι. Ένα πειστικό τεκμήριο είναι τα κύματα waves τα οποία από μόνα τους είναι μία ενέργεια. Σου φανερώνουν κάθε φορά τι δημιουργεί το σεισμό. Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο λειτουργεί και ο συναισθηματικός κόσμος σαν μία δράση αντίδραση. Το ένα συναίσθημα φέρει το άλλο και το άλλο το επόμενο.

- Παραδείγματος χάρι για να ξεδιαλύνω ας πούμε ότι κάνω κάποιον πρώτα θρηνώ, πονώ εν συνεχεία ίσως με πιάνει το μίσος μου για το πώς με άφησε ένας άνθρωπος πίσω, έπειτα με πιάνει ο εγωισμός μου, μετά βιώθω το απόλυτο κενό, είναι σαν το ένα να υποδέχεται το άλλο μέχρι να επανέλθω στο λογικά μου.

Κατά τη διάρκεια του επόμενου κειμένου, οι ηθοποιοί κάνουν ομαδικές κινήσεις. Έρχονται κοντά, απομακρύνονται, χαμηλώνουν εναλλάξ, πέφτουν κάτω. Πέφτουν όλοι μαζί κάτω και κουνάνε τα πόδια τους κλπ.

- Τα κύματα που προαναφέραμε χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες και θα καταλάβετε πόσο άμεσα συνδέονται με τα συναισθήματα 1) Κύματα που πάνε και έρχονται Με λίγα λόγια ότι δίνεις παίρνεις. Ας πούμε θα σου δώσω αγάπη μπορεί εσύ να μην έχεις την ικανότητα να μου τη δώσεις σύμφωνα όμως με τον καρμικό κύκλο θα γυρίσει -ελπίζω σε αυτή τη ζωή- 2)

Έντονα κύματα που ξεσπούν. Όπως τα έντονα συναισθήματα που θα δούμε τα οποία βγαίνουν κυρίως μέσω του θυμού (πουφ, η απόλυτη έκρηξη) 3) χαμηλά κύματα δύναμης, τα χλιαρά-αδιάφορα συναισθήματά.

- Κανένα συναίσθημα δεν είναι αδιάφορο, πάψε.

- OK τα χλιαρά σκέτο.

- Τα κύματα λοιπόν προκαλούνται από τον πάτο της θάλασσας, από έντονα σεισμικά κύματα, αυτό λέγεται τσουνάμι. Έτσι και τα συναισθήματα ξεκινούν από έναν πυρήνα (τον πάτο) και σιγά σιγά τα χτίζεις. Αν μάθεις να τα χειρίζεσαι από την αρχή, τότε τόσο μικρότερα τα κύματα, άρα, λιγότερα ξεσπάσματα.

- Μα πώς να το κάνω αυτό; Είναι σαν να μου λες να χειριστώ μια έκρηξη ηφαιστείου. Δεν είπαμε πριν ότι είναι ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο συνδέεται άρρηκτα με τα συναισθήματα;

- Ε, ναι.

- Τότε;

- Τότε;

- Φ Υ Σ Ι Κ Ο Τ Η Τ Α. Όλα ακολουθούν μια ροή χωρίς έλεγχο.

Όλοι: Η σειсмоγραφία! ΟΥΑΟΥ.

- ΤΙ ΟΥΑΟΥ μωρέ; Πρόλαβα να μιλήσω...; ΟΥΑΟΥΟΥΥ! (ειρωνικά)

- Η σειсмоγραφία, λέω, κάνει καταγραφή των κυμάτων του σεισμού και βρίσκει το κέντρο του σεισμού. Ακριβώς όπως η ψυχή και η καρδιά του ανθρώπου με τον πυρήνα των συναισθημάτων. (Συνειδητοποιεί τι λέει και γυρνάει κοιτάει)

- ΟΥΑΟΥ.

- Λένε ότι όταν γίνει ένας σεισμός, κάπου εκεί περιμένουμε πάντα κι ένα μεγαλύτερο ξεσπασμα.

Γυρίζει προς το τραπέζι και παίρνει μια θέση.

- Ψέμα. Κάποιες φορές μας υποδέχεται η σιγή, το κενό και το ξεχνάμε. Κι όλα κυλούν πάλι απ' την αρχή.

Γυρίζει προς το τραπέζι και παίρνει μια θέση.

- Σε έναν σεισμό ακολουθούμε κανόνες, έτσι και στα συναισθήματα, δεν μπορούμε να τα βιώσουμε μόνο ασταθή η σταθερά κι ούτε μπορούμε να τα εκδηλώσουμε σε όποιον να ναι και οποιαδήποτε στιγμή- εκτός κι αν ξεσπάμε Εκεί... όποιον πάρει η μπάλα. Αν όλο αυτό το τοποθετούσαμε σε ένα σχεδιάγραμμα θα κυλούσε ως εξής: Γη/ Σεισμός/ Σεισμικά κύματα/ ηρεμία.

Γυρίζει προς το τραπέζι και παίρνει μια θέση.

- Αντίστοιχα στα συναισθήματα: Άνθρωπος/ Ψυχή, συναισθηματικός κόσμος/ έκρηξη/ ηρεμία.

Οι υπόλοιποι ηθοποιοί γυρίζουν προς το τραπέζι και παίρνουν μια θέση. Δημιουργείται μία συλλογική εικόνα σε σχέση με το τεράστιο τραπέζι.

- Άλλη μια σημαντική πληροφορία: ποτέ στη κορυφή μην βάζετε βαριά πράγματα καθώς σε μια έκρηξη καταρρέουν. Έτσι δεν γίνεται και με τα βαριά συναισθήματα τα οποία δεν επικοινωνούμε; Στο σεισμό δεν έχει να κάνει με το αν ένα κτήριο είναι μεγάλο η μικρό έχει να κάνει με την κατασκευή. Έτσι και με τα συναισθήματα δεν μετράει αν είναι πολλά ή λίγα. Αλλά αυτά που έχεις να είναι σωστά δομημένα.

Η ηθοποιός κάνει κατακόρυφο και μπαίνει μουσική. Ακούμε λίγο τη μουσική και η ηθοποιός αρχίζει να κινεί τα χέρια της αργά. Και οι υπόλοιποι ξεκινούν μια κίνηση αργή αλλά με διαφορετικές ποιότητες, βγαίνουν από το τραπέζι και κατευθύνονται προς το κέντρο. Δημιουργείται μία μυστηριακή ατμόσφαιρα. Μέσα από το μυστήριο αυτό ξεκινά ο Ισπανός ηθοποιός τα λόγια του (βλ. εικόνα 4.8).

Ο Σεισμολόγος παίρνει το μικρόφωνο και απευθύνεται στο κοινό. Ακούγεται μουσική.

- Ενώ εσύ, εσύ, ή εσύ, εσείς. Φανταστείτε δύο λάμπες, μια μικρή και μια μεγάλη.

Οι ηθοποιοί μετακινούν τα χέρια τους ώστε να δημιουργήσουν τις εστίες φωτός.

- Η μικρή λάμπα φωτίζει μια μικρή περιοχή και στο επίκεντρο της υπάρχει περισσότερο φως, όσο απομακρυνόμαστε, το φως εξαφανίζεται. Η μεγάλη λάμπα φωτίζει μια μεγαλύτερη περιοχή και πάλι το επίκεντρο φωτίζεται περισσότερο και όσο απομακρυνόμαστε εξαφανίζεται. Η περιοχή που φωτίζει η μικρή λάμπα είναι μικρή, ενώ η περιοχή που φωτίζει η μεγάλη λάμπα είναι μεγάλη. Ο μικρός σεισμός επηρεάζει μια μικρή περιοχή και ο μεγάλος σεισμός μια μεγάλη περιοχή, Μικρή και μεγάλη λάμπα. Καταλάβατε;

Πολίτες/Όλοι: Όοοοι...

Οι ηθοποιοί κλείνουν τους φακούς και μετακινούνται έτσι ώστε να πάρουν θέσεις. Όλοι σε μια ευθεία ανάμεσα στα plexiglass εκτός από δύο που μένουν από πίσω από κάθε plexiglass. Όταν πάρουν τη θέση τους στην ευθεία ξεκινάει να προβάλλεται πάνω στα plexiglass το video φωτογραφιών ντοκουμέντων από σεισμούς.

Σεισμολόγος: Βρε παιδιά, το πόσο μεγάλος είναι ο σεισμός μπορούμε να το μετρήσουμε με τα όργανα που διαθέτουμε. Μικρή ή μεγάλη λάμπα. Αυτό όμως που δείχνει τις επιπτώσεις του σεισμού, είναι η ένταση του. Τι ζημιές έχουν γίνει μακριά ή κοντά από το επίκεντρο. Η ένταση του σεισμού είναι οι επιπτώσεις, οι συνέπειες. Δεν έχουμε όργανα μέτρησης για το πώς αισθανόμαστε τον σεισμό, μόνο την παρατήρηση... Εσείς, οι πολίτες μπορείτε να προσφέρετε πληροφορίες στους επιστήμονες για να αξιολογήσουμε την ένταση του σεισμού, τις επιπτώσεις, τι ζημιές έχει κάνει και σε πόση απόσταση. Γιατί το μέγεθος, τα ρίχτερ, το ξέρουμε από τους

σεισμογράφους... Συγκεντρώνουμε πληροφορίες από εσάς και μαζί με τις ενόργανες καταγραφές μπορούμε να δώσουμε γρήγορα πληροφορίες στις αρχές ώστε να αντιδράσουν άμεσα με τη σειρά τους... Όλα αυτά μέσω μιας απλής εφαρμογής που μπορείς να βρεις στο κινητό σου, αναζητώντας Last quake! Βοήθησε τον Σεισμολόγο στον επόμενο σεισμό! Γίνε εσύ, πολίτης σεισμολόγος!

Οι ηθοποιοί σε σειρά λένε στο μικρόφωνο τις μαρτυρίες από τα μηνύματα των πολιτών του σεισμού της Κρήτης (παράρτημα). Η μουσική σβήνει.

ΣΚΗΝΗ 12 - Μετανοείτε!

Τα plexiglass ενώνονται και φωτίζονται από πίσω με φακούς. Σκιές δύο ηθοποιών. Ακούγεται ηχογραφημένο το πιο κάτω κείμενο. Θέατρο σκιών. Οι ηθοποιοί αναπαράγουν με κινήσεις ως σκιές πίσω από τα Plexiglass τις παρακάτω οδηγίες.

- Η σωστή συμπεριφορά διαχείρισης του σεισμού, αποκτάται με την εκπαίδευση και διαχωρίζεται σε τρία μέρη.

A. Προετοιμασία πριν από το σεισμό.

- ▶ Καταστρώστε ένα σχέδιο, δράσης, μην πάτε στα κουτούρο.
- ▶ Επιμόρφωση με ομιλίες και φυλλάδια, μην τα πετάτε κάτω.
- ▶ Εκπαίδευση ομάδων πληθυσμού, να είστε σε ετοιμότητα.
- ▶ Εθελοντισμός.

Μέσα στο σπίτι

- ▶ Στερεώστε γερά στους τοίχους τα ράφια και τις βιβλιοθήκες. Απομακρύνετε από τις πόρτες τα ψηλά έπιπλα που μπορούν να ανατραπούν και να εμποδίσουν την έξοδο.
- ▶ Βιδώστε καλά στους τοίχους το θερμοσίφωνα και τις δεξαμενές καυσίμων και νερού.
- ▶ Τοποθετήστε τα βαριά αντικείμενα στα χαμηλότερα ράφια.
- ▶ Απομακρύνετε τα βαριά αντικείμενα πάνω από κρεβάτια και καναπέδες.

- ▶ Στερεώστε καλά τα φωτιστικά σώματα και τους ανεμιστήρες οροφής.
- ▶ Προσδιορίστε καλά προφυλαγμένους χώρους σε κάθε δωμάτιο του σπιτού: κάτω από ανθεκτικά γραφεία ή τραπέζια, μακριά από γυάλινες επιφάνειες και βιβλιοθήκες, μακριά από εξωτερικούς τοίχους.
- ▶ Ελέγξτε τη σωστή λειτουργία του δικτύου παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου.
- ▶ Ενημερώστε τα μέλη της οικογένειας για το πώς κλείνουν οι γενικοί διακόπτες ηλεκτρικού, νερού και φυσικού αερίου και για τα τηλέφωνα έκτακτης ανάγκης (112, 199, 166, 100 κ.λπ.)
- ▶ Προμηθευτείτε φορητό ραδιόφωνο με μπαταρίες, φακό και βαλιτσάκι πρώτων βοηθειών.

B. Αυτοπροστασία κατά τη διάρκεια του σεισμού.

ΟΤΑΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΕΙΣΜΟΣ

Αν είστε μέσα στο σπίτι:

- ▶ Διατηρείστε την ψυχραιμία σας.
- ▶ Καλυφθείτε κάτω από κάποιο ανθεκτικό έπιπλο (τραπέζι, γραφείο, θρανίο), γονατίστε και κρατήστε με τα χέρια σας το πόδι του.
- ▶ Αν δεν υπάρχει ανθεκτικό έπιπλο, γονατίστε στο μέσον του δωματίου, μειώνοντας όσο γίνεται το ύψος σας και προστατέψτε με τα χέρια το κεφάλι και τον αυχένα σας. Απομακρυνθείτε από μεγάλες γυάλινες επιφάνειες (παράθυρα, γυάλινα χωρίσματα) ή έπιπλα και αντικείμενα που μπορεί να σας τραυματίσουν.
- ▶ Μην προσπαθήσετε να απομακρυνθείτε από το σπίτι.
- ▶ Μην βγείτε στο μπαλκόνι.
- ▶ Αν είστε σε ψηλό κτίριο, καλή τύχη... Αστειεύομαι. Απομακρυνθείτε από τζάμια και εξωτερικούς τοίχους.

Αν είστε σε χώρο ψυχαγωγίας, εμπορικό κέντρο ή μεγάλο κατάστημα:

- ▶ Διατηρείστε και πάλι την ψυχραιμία σας.
- ▶ Μείνετε στο χώρο μέχρι να τελειώσει η δόνηση.

- ▶ Μην παρασυρθείτε από το πανικόβλητο πλήθος που κινείται άτακτα προς τις εξόδους γιατί κινδυνεύετε να ποδοπατηθείτε.

Αν βρίσκεστε σε ανοιχτό χώρο

- ▶ Απομακρυνθείτε από χώρους που βρίσκονται κάτω από κτίρια, τηλεφωνικά ή ηλεκτρικά καλώδια.
- ▶ Αν έχετε μαζί σας τσάντα ή χαρτοφύλακα, καλύψτε το κεφάλι σας με αυτά.

Αν βρίσκεστε μέσα στο αυτοκίνητο

- ▶ Καταφύγετε σε ανοιχτό χώρο και σταματήστε με προσοχή το αυτοκίνητο ώστε να μην εμποδίζει την κυκλοφορία.
- ▶ Αποφύγετε να περάσετε από σήραγγες, γέφυρες ή υπόγειες διαβάσεις.

Γ. Τι να κάνετε μετά το σεισμό

Αν είστε μέσα στο σπίτι

- ▶ Προετοιμαστείτε για τυχόν μετασεισμούς.
- ▶ Ελέγξτε προσεκτικά τον εαυτό σας και τους γύρω σας για πιθανούς τραυματισμούς.
- ▶ Αν υπάρχουν βαριά τραυματισμένοι μην τους μετακινείτε.
- ▶ Εκκενώστε το κτίριο από το κλιμακοστάσιο (μην χρησιμοποιείτε τον ανελκυστήρα), αφού πρώτα κλείσετε τους διακόπτες του ηλεκτρικού ρεύματος, του φυσικού αερίου και του νερού.
- ▶ Καταφύγετε σε ανοιχτό και ασφαλές χώρο.
- ▶ Ακολουθείστε τις οδηγίες των αρχών και μην δίνετε σημασία σε φημολογίες.
- ▶ Μην χρησιμοποιείτε άσκοπα το αυτοκίνητό σας ώστε να μην γίνετε εμπόδιο στο έργο των συνεργείων διάσωσης.
- ▶ Χρησιμοποιήστε το σταθερό ή κινητό τηλέφωνό σας σε εξαιρετικές περιπτώσεις, γιατί προκαλείται υπερφόρτωση των τηλεφωνικών δικτύων.
- ▶ Αποφύγετε να μπείτε στο σπίτι σας αν βλέπετε βλάβες, κομμένα καλώδια, διαρροή υγραερίου ή φυσικού αερίου.

Μπαίνει μαζί με το ηχογραφημένο που ακούμε στο τελευταίο του μέρος το μουσικό κομμάτι του rave. Γίνεται ένα fade out στο ηχογραφημένο, αρχίζουν να χαμηλώνουν οι φακοί και η ηθοποιός- τραγουδίστρια βγαίνει από το plexiglass και παίρνει το μικρόφωνο και ξεκινάει το τραγούδι της.

ΣΚΗΝΗ 13 - Φινάλε

Rave, Όσο η ηθοποιός τραγουδάει το τραγούδι στο μικρόφωνο, βγαίνουν σιγά σιγά όλοι με τους φακούς αναμμένους, αρχικά κινούνται αργά και όσο δυναμώνει ο ρυθμός χορεύουν ξέφρενα. Στα κενά των στροφών λένε όλοι μαζί, "Beat beat beat the quake!".

Κύκλοι διέπουν τον πλανήτη

Και κινείται η ζωή μας

Κάτω από το μανδύα

υπάρχει ο πυρήνας

Και προκύπτουν κάποιες μέρες

Που το φωτιστικό σου τρέμει

Τι συμβαίνει κάτω εκεί

Που το μάτι μας δεν βλέπει

Τόσες εδαφικές δονήσεις

Που αλλιώτικα γεννιούνται μέσα στη λιθόσφαιρα μας μονάχα δημιουργούνται

Αποτελείται από πλάκες

Που συγκλίνουν και αποκλίνουν

Ενέργειες μηχανικές

Που κύματα μας δίνουν

Οι πλάκες που υπάρχουν πάνω από το ρευστό, μανδουακό υλικό

Κινούνται επηρεασμένες από τα θερμικά,

Ρεύματα μεταφοράς

Κάπως έτσι αλλάζουν μορφή, οι παρυφές των πετρωμάτων

Η ενέργεια μαζεύεται

Δημιουργεί το σεισμικό ρήγμα

Όλοι όμως οι σεισμοί δεν είναι και τόσο φυσικοί

Οι άνθρωποι με εξορύξεις

Αναστατώνουν τη γη

Ίσως είναι επιφανειακοί

Ίσως και λίγο πιο βαθιοί

Όπως και να έχει όμως είναι αληθινοί

Κόντρα στη φύση δεν θα πας

Τον σεισμό δεν τον νικάς.

Διάφορες είναι οι κινήσεις

Και τα είδη των σεισμών

Μα άλλες τόσες οι προφυλάξεις

Μη σε πιάνει πανικός.

Όλοι μαζί τραγουδάνε “μη σε πιάνει πανικός”. Δυναμώνει η μουσική και μετά κόβεται απότομα και σβήνουν τα φώτα. Οι ηθοποιοί πέφτουν κάτω στο πάτωμα. Μετά ανάβουν τα φώτα, υπόκλιση.

Ταυτότητα παράστασης

Υπεύθυνες καθηγήτριες - επιμέλεια παράστασης:

Χριστίνα Ζώνιου (ΠαΠελ) και Άννα Τσίχλη (ΠαΠελ)

Επιστημονική επιμέλεια: Ιωάννης Καλογεράς (Επιστημονικός Υπεύθυνος, ΕΑΑ), Νικόλαος Μελής (ΕΑΑ) και Μαρία Ραγκούση (ΠαΔΑ)

Ενισχυτική διδασκαλία: Ζωή Δρακοπούλου (ΠαΠελ)

Επιμέλεια ολογραφικής προβολής:

Απόστολος Καστρίτσος (ΠαΔΑ)

Τεχνική υποστήριξη: Άγγελος Χαριτόπουλος,

Παναγιώτης Μοναχλής (ΠαΔΑ)

Σχεδιασμός Φωτισμών: Άγγελος Γουναράς (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)

Σύμβουλος: Pablo Berzal Cruz

(Universidad Politécnica de Madrid)

Επιμέλεια κίνησης: Θέκλα Γουναρίδη (ΠαΠελ)

Στην παράσταση συμμετείχαν οι φοιτήτριες/τές του Τμήματος Θεατρικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου: Μαρία Γαλννού, Χρήστος Ζαραϊδώνης, Σωτηρία Ιγγλέζου, Ελένη Κοτζαμάνη, Θαλασσινή Μπιτσάνσκι-Γκουλιαμάκη, Αλέξανδρος Παπαθεοδώρου, Jon Ander Ribote, Σοφία Σιμοπούλου, Δέσποινα Φραγκουλίδου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Συνοδευτικό θεατροπαιδαγωγικό πρόγραμμα
Το συνοδευτικό θεατροπαιδαγωγικό
πρόγραμμα “E(art)h(quakes)”,
από την Ειρήνη Γκότση, Μεταπτυχιακή
Φοιτήτρια, ΠΜΣ “Θέατρο και Κοινωνία”

Σχεδιάγραμμα σεμιναρίου με θέμα “E(art)h(quakes)”

Στόχοι:

- ▶ Να ενημερωθούν οι συμμετέχοντες/ουσες για το φαινόμενο του σεισμού.
- ▶ Να ανασύρουν στην μνήμη τους προσωπικά βιώματα με αφορμή το φαινόμενο.
- ▶ Να νιώσουν την αγωνία που προκαλεί ο πανικός κατά την διάρκεια του φαινομένου.
- ▶ Να σκεφθούν τρόπους αντιμετώπισης των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν κατά την διάρκεια του φαινομένου.
- ▶ Να υιοθετήσουν μια πιο θετική στάση απέναντι στο φαινόμενο και μια καλύτερη ενημέρωση.

Το εκπαιδευτικό θεατροπαιδαγωγικό πρόγραμμα “E(art)h(quakes)” μπορεί να υλοποιηθεί ως επί το πλείστον:

- ▶ με ομάδες τυπικής ή μη τυπικής εκπαίδευσης ανηλίκων.
- ▶ με ομάδες τυπικής ή μη τυπικής εκπαίδευσης ενήλικων.
- ▶ οργανώσεις νεολαίας, κοινότητες κλπ.
- ▶ σε εσωτερικούς κυρίως χώρους.

Φάκελος για τον εμπυχωτή/τρια.

Σκοπός αυτού του θεατροπαιδαγωγικού προγράμματος είναι να ενημερώσει – προετοιμάσει (στα πλαίσια της εκπαιδευτικής σεισμολογία) τους συμμετέχοντες σχετικά με το φαινόμενο του σεισμού και τους τρόπους αντιμετώπισης του. Με αφορμή το φαινόμενο οι άνθρωποι αναγκάζονται να έρθουν αντιμέτωποι (ακόμα και σε ένα ασφαλές πλαίσιο, όπως είναι ένα βιωματικό εργαστήριο) με την κατάσταση της ετοιμότητας, να αναγνωρίσουν κατά πόσο και σε ποι

βαθμό βρίσκονται σε αυτήν την “κατάσταση” στην ζωή τους, ποια είναι τα αίτια και πως διαχειρίζονται καταστάσεις που συμβαίνουν και πως αντιδρούν, όπως δηλαδή θα έπρεπε να συμβεί και στην ζωή.

Είναι σημαντικό οι εμπυχωτές να έχουν προηγουμένως λάβει γνώση του φαινομένου: ποια τα αίτια πρόκλησης του και ποιοι είναι οι τρόποι αντιμετώπισης του. Είναι επίσης σημαντικό οι εμπυχωτές να έχουν γνώση, κατανόηση και σεβασμό των συναισθημάτων που προκαλούνται κατά την διάρκεια του φαινομένου και μετά την υλοποίηση του προγράμματος καθώς μπορεί οι συμμετέχοντες/ουσες να αναβιώσουν κάποια από αυτά τα συναισθήματα ως ένα βαθμό.

Έτσι, ως ένα πρώτο βήμα της προετοιμασίας των εμπυχωτών, προτείνουμε να έχουν διαβάσει κάποιο ενδεικτικό υλικό σχετικά με για τους σεισμούς και τους τρόπους διαχείρισης και αντιμετώπισης του φαινομένου.

Πρώτο Μέρος

A) Εισαγωγή – “Προσωπικό βίωμα”

Υλικά: Ερωτηματολόγια, camera

Διάρκεια: Μισή ώρα πριν το σεμινάριο

Κατά την είσοδο στον χώρο του σεμιναρίου, οι συμμετέχοντες/ουσες συμπληρώνουν ένα έντυπο που τους δίνεται με ερωτήσεις πάνω στο φαινόμενο του σεισμού. Ενημερώνεται ότι θα μοιραστούν τα στοιχεία που θα συμπληρώσουν κατά τη διάρκεια του σεμιναρίου με την ολομέλεια ή μέρος της ομάδας. Υπάρχει και το κομμάτι των προσωπικών συνεντεύξεων (προαιρετικά). Δίνεται η ευκαιρία σε όποιον από τους συμμετέχοντες επιθυμεί να δώσει μια μικρή συνέντευξη πάνω στο θέμα, ώστε να χρησιμοποιηθεί και ως δεδομένο στην παράσταση *Beat the quake!* εφόσον παρουσιαστεί ξανά αλλά και ως υλικό που μπορεί να παραστεί ως ντοκουμέντο με σκοπό την δημιουργία video προς προβολή μετά το πέρας των εργασιών.

Ερωτήσεις που περιλαμβάνει το ερωτηματολόγιο:

1. Ποια είναι η πρώτη λέξη που σου έρχεται στο μυαλό ακούγοντας την λέξη σεισμός;
2. Τι είναι ο σεισμός;
3. Πως γεννιέται ο σεισμός;
4. Τι συνέπειες έχει;
5. Φοβάσαι τον σεισμό;
6. Έχετε ζήσει σεισμό;
7. Τι συναίσθημα σας προκάλεσε;
8. Πώς αντιδράσατε σωματικά;
9. Πώς πρέπει να αντιδράμε κατά την διάρκεια του σεισμού;
10. Πώς πρέπει να αντιδρούμε μετά το σεισμό;

Γνωριμία και ζέσταμα

Στόχος: Οι ασκήσεις σε αυτή την ενότητα έχουν στόχο τη γνωριμία, τη δημιουργία θετικού κλίματος και την απενοχοποίηση των εννοιών του “σωστού” και του “λάθους”. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία κάθε μέλος την ομάδας “αποκτά” το πρώτο αντικείμενο έκτακτης ανάγκης του.

Χρόνος: Η συγκεκριμένη ενότητα διαρκεί 30’ λεπτά.

Υλικά: Ο καθένας διαλέγει ένα προσωπικό του αντικείμενο (είτε το έχει πάνω του είτε βρίσκεται στην τσάντα του) και το κρατά χωρίς να το αποκαλύπτει ακόμα τους υπόλοιπους.

Δραστηριότητα: Ο τέλειος κύκλος

Στόχος: Δημιουργία ομάδες – πρώτη επαφή στην ολομέλεια.

Θα φτιάξουμε τον τέλειο κύκλο. Αν κάνουμε μικρά βηματάκια προς το μέσο του κύκλου μέχρι να ακουμπήσουν οι ώμοι μας μεταξύ τους σε κλάσματα του δευτερολέπτου ο τέλειος κύκλος έχει επιτευχθεί! Μπορούμε να ελέγξουμε την ποιότητά του. Ανοίγουμε το βλέμμα μας και κοιτάζουμε τους ανθρώπους στον κύκλο χαρίζοντάς τους ένα ωραίο χαμόγελο και ένα “καλησπέρα σας” στον καθένα ξεχωριστά με την σειρά.

Δραστηριότητα: Παλμοί της καρδιάς

Στόχος: Η μετάδοση της αίσθησης της “δόννησης” και του μοιράσματος – της επικοινωνίας.

Πιανόμαστε χέρι - χέρι και μοιράζουμε τους “χτύπους της καρδιάς” στον κύκλο. Ο εμπυκωτής δίνει προς την μια πλευρά του κύκλου ένα μικρό “σφίξιμο” του χεριού στον διπλανό του και αυτό μεταφέρεται από άνθρωπο σε άνθρωπο. Αφού περάσει ο “χτύπος” δυο φορές τον κύκλο, μπορεί να μοιράσει ο εμπυκωτής “χτύπους” και στις δύο πλευρές του κύκλου. Μόλις περάσουν οι “χτύποι” από όλους τρεις – τέσσερις φορές οι συμμετέχοντες αφήνουν τον κύκλο σιγά σιγά και περπατούν ελεύθερα στον χώρο.

Δραστηριότητα: Περπάτημα – Σταμάτημα

Στόχος: Ζέσταμα, γνωριμία, αναγνώριση αντικειμένων.

Περπατάμε ελεύθερα στο χώρο προσπαθώντας να καλύψουμε τα κενά με τα σώματα μας. Όταν ακουστεί το “STOP” από τον εμπυκωτή μένουν όλοι ακίνητοι στην θέση του όρθιου άξονα. Με το “Πάμε” περπατάμε πάλι καλύπτοντας τα κενά. Στο επόμενο “STOP” οι συμμετέχοντες συναντούν τον πιο κοντινό τους άνθρωπο και του συστήνονται. Με το “Πάμε” περπατάμε πάλι. Στο επόμενο “STOP” οι συμμετέχοντες συναντούν τον πιο κοντινό τους άνθρωπο του συστήνονται, ανταλλάσσουν αντικείμενα και έναν λόγο που τα διάλεξαν. Έτσι ο καθένας έχει ένα νέο αντικείμενο, που ανήκει σε κάποιον άλλο. Συνεχίζουν και περπατούν στον χώρο. Στο επόμενο “STOP” οι συμμετέχοντες συναντούν τον πιο κοντινό τους άνθρωπο του συστήνονται, του δείχνουν το αντικείμενο που κρατούν και ονομάζοντας τον κάτοχο του αντικειμένου (π.χ. “Είμαι η Ειρήνη κι αυτό είναι το καπέλο του Γιώργου και το φοράει πάντα στους περιπάτους του”). Αφού επαναληφθεί αυτό 2-3 φορές, επανερχόμαστε στον κύκλο, λέμε τα ονόματά τους και επιστρέφουμε τα αντικείμενα στους κατόχους τους.

Δεύτερο Μέρος / Εισαγωγή στο θέμα του σεισμού.

Υλικά: Μοιράζονται χαρτάκια που γράφουν έναν ρόλο.

Διάρκεια δραστηριοτήτων: 1 ώρα και 30 λεπτά

Δραστηριότητα: Η αίσθηση του χρόνου

Στόχος: Η συνειδητοποίηση της συνθήκης που βρισκόμαστε την εκάστοτε φορά.

Καθίστε σε ένα μέρος όπου δε θα σας ενοχλήσει κανείς και κλείστε τα μάτια σας. Παραμείνετε εκεί για 5 λεπτά, μη μετράτε και μη χρησιμοποιείτε κανένα τεχνητό τρόπο μέτρησης του χρόνου. Χρησιμοποιήστε την κρίση και τη διαίσθησή σας. Ανοίξτε τα μάτια σας και ελέγξτε το ρολόι σας. Σκεφτείτε πώς νιώσατε με τα μάτια σας δεμένα και γράψτε τις εντυπώσεις σας. Σκεφτείτε πώς νιώθει κανείς όταν κάθεται στο σκοτάδι, χωρίς να μπορεί να μετρήσει το χρόνο και μη έχοντας να κάνει τίποτ’ άλλο από το να περιμένει.

Δραστηριότητα: Η βόλτα

Στόχος: Η συνειδητοποίηση της συνθήκης που βρισκόμαστε την εκάστοτε φορά.

Όλοι διαλέγουν ένα σημείο στο χώρο και αρχίζουν να περπατούν προσποιούμενοι ότι βρίσκονται σε μία πολύβουη πόλη. Καθώς περπατούν προσέχουν να μην πέσουν επάνω στους άλλους, ενώ ταυτόχρονα κινούνται γρήγορα προς τον προορισμό τους. Αν το επιθυμούν ή αν απαιτείται μπορούν να κοιτάζουν τους άλλους στα μάτια επιβεβαιώνοντας με αυτό τον τρόπο την παρουσία τους. Στην πορεία ο εμπυκωτής δίνει οδηγίες για το πώς θα πρέπει να αλλάξουν το περπάτημά τους ανάλογα με το εάν: βρίσκονται μέσα σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο. Μόλις ακουστεί το STOP παγώνουν όλοι στην θέση τους. Ο εμπυκωτής ακούμπια τρία – τέσσερα άτομα οι οποίοι μένουν ακίνητοι εκεί που είναι σαν αγάλματα. Οι υπόλοιποι δίνουν τίτλους-λεζάντες στα αγάλματα.

Με την βοήθεια του εμπυκωτή προσπαθούμε να απαντήσουμε σε κάποιες ερωτήσεις όπως:

- ▶ Τι βλέπω;
- ▶ Τι νομίζω ότι συμβαίνει;
- ▶ Ποιοι είναι αυτοί;
- ▶ Τι νομίζω ότι αισθάνονται;
- ▶ Τι συναισθήματα μου γεννούνται;

Έπειτα ο εμπυκωτής, παροτρύνει τους συμμετέχοντες να παρατηρήσουν και να μαντέψουν ποιος βρίσκεται σε εσωτερικό και ποιος σε εξωτερικό χώρο, όπως επίσης και να δικαιολογήσουν πώς κατάλαβαν την διαφορά.

Ανίχνευση σκέψης

Ακουμπάμε τον ώμο κάθε αγάλματος και ακούμε τη βαθύτερη σκέψη του.

Δραστηριότητα: Ετοιμότητα

Στόχος:

Οι παίκτες σε αυτό το σημείο χωρίζονται πρώτα στις “ομάδες - οικογένειες” και πρέπει να εξοικειωθούν με τους φανταστικούς ρόλους τους και να συνειδητοποιήσουν εάν βρίσκονται σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο. Στην συνέχεια, αρχίζουν όλοι να περπατούν σαν να βρίσκονται σε ένα σημείο της πόλης, (σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο) που γνωρίζουν καλά και νοιώθουν ασφαλείς. Μετά από λίγο ο εμπυκωτής – αφηγητής δημιουργεί ένα ηχητικό περιβάλλον έντασης και τρόμου, ακούγεται ένας εκκωφαντικός ήχος (σαν το κενό του αέρα που δημιουργεί ο σεισμός). Ταυτόχρονα μπορεί να ακούγονται σειρήνες, να δημιουργείται γενικότερα θόρυβος από αντικείμενα που μπορεί να δημιουργούν αταξία στον χώρο.

Προτού εγκαταλείψουν το σπίτι τους ή τον χώρο τον οποίο βρίσκονται, πρέπει να αποφασίσουν τι θα πάρουν μαζί τους. Συνήθως έχουν μόνο μερικά λεπτά για να αποφασίσουν ποιο πράγμα είναι –ή θα τους είναι– πιο απαραίτητο. Μπορούν να αναφέρουν ένα αντικείμενο το οποίο δεν έχουν αυτή την στιγμή αλλά μπορούν να το γράψουν στο χαρτάκι στην πίσω πλευρά από τον αριθμό της ομάδας τους.

- ▶ Παρατηρούμε που βρισκόμαστε μετά τον σεισμό.
- ▶ Με ποιον είμαστε;
- ▶ Είμαστε μόνοι;
- ▶ Περπατάμε σε μια κατεστραμμένη πόλη γεμάτη συντρίμια;
- ▶ Έχει κόσμο γύρω μας;
- ▶ Πώς είναι τελικά να περπατάς ή να ζεις σε μία πόλη που δεν την αναγνωρίζεις πια;

Δραστηριότητα: Κάνε ένα βήμα μπροστά αν...

Στόχος: Μέσα από την διαδικασία του ρόλου αντιλαμβάνονται οι συμμετέχοντες τα όρια, τις επιλογές, τις ελευθερίες που μπορεί να έχουν ή όχι.

Κάθε μέλος της ομάδας έχει από ένα χαρτάκι πάνω στο οποίο αναγράφονται κάποια στοιχεία για την ταυτότητα του προσώπου που θα υποδύεται (παράδειγμα: Κύριος ηλικίας 80 ετών, με κινητικά προβλήματα). Στη συνέχεια κάνουμε μία σειρά ο ένας δίπλα στον άλλον και ο εμψυκτής αρχίζει μία σειρά ερωτήσεων (παράδειγμα: Μπόρεσες να προφυλάξεις τον εαυτό σου;). Αν η απάντηση στην ερώτηση είναι "ναι" κάνουμε ένα βήμα μπροστά. Ποιοί έχουν προχωρήσει πιο μπροστά από τους υπόλοιπους; Ποιοί έχουν μείνει στάσιμοι; Ένας – ένας αποκαλύπτουμε την ταυτότητα μας.

Τρίτο μέρος / Συνειδητοποίηση και τρόποι αντιμετώπισης

Διάρκεια: 1 ώρα και 30 λεπτά

Παγωμένες εικόνες ή δυναμικές εικόνες – Θέατρο των Εικόνων

Υλικά: άρθρο με στατιστικά στοιχεία, προσωπική μαρτυρία, φωτογραφία, ποίημα, λίστα έκτακτης ανάγκης

Σε κάθε ομάδα δίνεται ένα διαφορετικό στοιχείο για να δουλέψει για λίγη ώρα. Έχουν δεκαπέντε λεπτά η κάθε ομάδα για να ανακαλύψει το θέμα του στοιχείου που τους δόθηκε (ενδεικτικά παραδείγματα στοιχείων μπορείτε να βρείτε

στο παράρτημα) και να δημιουργήσουν μια παγωμένη εικόνα με τα σώματα τους. Κάθε φορά που παρουσιάζεται μια δυναμική εικόνα οι υπόλοιποι συμμετέχοντες προσπαθούν να "αποκωδικοποιήσουν – διαβάσουν" την εικόνα (οι ερωτήσεις, που καλούμαστε να απαντήσουμε είναι: Τι συμβαίνει; Που βρίσκονται; Ποιοί είναι; Κλπ.) που βλέπουν χωρίς όμως η εκάστοτε ομάδα να απαντά.

Παραλλαγή:

Υλικά: Κατάλογο με το "Τι κάνω πριν το σεισμό", "Τι κάνω κατά τη διάρκεια του σεισμού" και "Τι κάνω μετά από ένα σεισμό".

Σε κάθε ομάδα δίνεται ένα διαφορετικό στοιχείο για να δουλέψει για λίγη ώρα. Έχουν δεκαπέντε λεπτά η κάθε ομάδα να ανακαλύψει το θέμα του στοιχείου που τους δόθηκε και να δημιουργήσουν μια παγωμένη εικόνα με τα σώματα τους. Κάθε φορά που παρουσιάζεται μια δυναμική εικόνα οι υπόλοιποι συμμετέχοντες προσπαθούν να "αποκωδικοποιήσουν – διαβάσουν" την εικόνα (οι ερωτήσεις που καλούμαστε να απαντήσουμε είναι: Τι συμβαίνει; Που βρίσκονται; Ποιοί είναι; Κλπ.) που βλέπουν χωρίς όμως η εκάστοτε ομάδα να απαντά.

Διευκρίνιση: Κάθε ομάδα μπορεί να διαλέξει έναν αριθμό από την λίστα και να δημιουργήσει μια παγωμένη εικόνα. Μετά την πρώτη παρουσίαση οι ομάδες ξανασυγκεντρώνονται στις γωνιές τους και συζητούν τα σχόλια που εισέπραξαν σε σχέση με τον αρχικό τους στόχο. Έπειτα θα επαναληφθούν οι παρουσιάσεις των εικόνων αλλά αυτή την φορά θα έχουν οι ομάδες την επιλογή να προσθέσουν αν θελήσουν:

- ▶ Ηχητικά στοιχεία (ήχους, θορύβους τεχνητούς ή παραγόμενους από τους ίδιους)
- ▶ Κίνηση στις παγωμένες εικόνες (σύντομη ή επαναλαμβανόμενη)
- ▶ Να χρησιμοποιήσουν τα αρχικά υλικά που τους δόθηκαν
- ▶ Να χρησιμοποιήσουν στοιχεία λόγου (λέξεις ή φράσεις)

- ▶ Αντικείμενα (από τα αντικείμενα που έχουν αποκτήσει κατά την διάρκεια του εργαστηρίου
- Ζωντανή βιβλιοθήκη: Οι συμμετέχοντες μοιράζονται στην ολομέλεια προσωπικές ιστορίες – βιώματα που αφορούν το θέμα του σεισμού.

Τέταρτο μέρος / Αποφόρτιση – κλείσιμο συνάντησης **Διάρκεια:** 15 λεπτά

Προοδευτική χαλάρωση

Υλικά: Μουσική για χαλάρωση, χαμηλός φωτισμός

Ξαπλώνουμε ή καθόμαστε αναπαυτικά... ισιώστε την πλάτη... βάζουμε τα χέρια στα πλάγια με τις παλάμες γυρισμένες προς τα έξω. Κλείνουμε τα μάτια... στέλνουμε την προσοχή μας στα πόδια, τεντώνουμε τα δάχτυλα και τα πέλματα. Τώρα αφηνόμαστε, απελευθερώνουμε όλη την ένταση και αφήνουμε τα πόδια να πέσουν στο βάρος τους. Στέλνουμε την προσοχή μας στις γάμπες, στους γλουτούς, στους μηρούς, φανταζόμαστε πως βουλιάζουμε στο πάτωμα. Στέλνουμε την προσοχή μας στα χέρια, στους αγκώνες, στα μπράτσα. Στέλνουμε την προσοχή μας στην κοιλιά, αφήνουμε την αναπνοή μας ελεύθερη, να γίνει πιο απαλή και βαθιά. Στείλτε την προσοχή σας στο στομάχι, στο στήθος, στο λαιμό και στον σβέρκο συνεχίστε να αναπνέεται βαθιά και αφήστε την ένταση να φύγει. Τώρα πηγαίνετε στο κεφάλι, αφήστε τους μύς του προσώπου χαλαρούς. Αφήστε το σαγόκι να πέσει... ξεσφίξτε τα χείλη σας, τα δόντια και αφήστε την αναπνοή σας ελεύθερη να βγει με ήχο (αναστεναγμό) από το στόμα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Ερωτηματολόγια

1. Ερωτηματολόγιο κοινού

Ερώτηση 1

Ποιες σκέψεις ή/και συναισθήματα σας γεννήθηκαν από τη σημερινή παράσταση;

Ερώτηση 2

Περιγράψτε μια στιγμή που σας έμεινε ή σας έκανε ιδιαίτερη εντύπωση από την παράσταση.

Ερώτηση 3

Περιγράψτε την εμπειρία σας από τη θεατρική παράσταση που παρακολουθήσατε. Έχετε να προτείνετε στους δημιουργούς της πιθανές αλλαγές και παρεμβάσεις;

Ερώτηση 4

Μετά την παρακολούθηση της σημερινής παράστασης (Education Seismology), πώς κατανοείτε ότι η κατάθεση της εμπειρίας σας από ένα σεισμό ως αυτόπτης μάρτυρας βοηθά τους επιστήμονες και την Πολιτική Προστασία (Citizen Seismology)

Ερώτηση 5

Πώς συνδέονται κατά τη γνώμη σας η Σεισμολογία, το Θέατρο και οι ψηφιακές τεχνικές ήχου και εικόνας;

Ερώτηση 6

Πώς νομίζετε ότι ένα πρόγραμμα “Η Σεισμολογία στο Σχολείο” μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις από το σεισμό;

ΚΟΥΙΖ ΓΙΑ ΘΕΑΤΕΣ

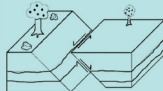
Σημειώστε σωστό **V** ή λάθος **X**



Όταν αισθανθούμε σεισμό, σπρώχνουμε για να βγούμε πρώτοι.



Για προστασία από το σεισμό έχουμε σχέδιο και κάνουμε ασκήσεις.



Ο σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο.

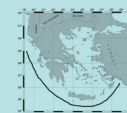


Μετά το σεισμό αναζητούμε ελεύθερους χώρους μακριά από κτήρια.



Όταν αισθανθούμε σεισμό απομακρυνόμαστε από τα παράθυρα.

Η μαύρη γραμμή στο χάρτη δείχνει το φηαισειακό τόξο στον Ελληνικό χώρο.



Όταν αισθανθούμε σεισμό στεκόμαστε κοντά σε καλώδια.

Στο σακίδιο έκτακτης ανάγκης έχουμε σφυρίχτρα για να παίζουμε το διατηπτή.



2. Ερωτηματολόγιο συμμετεχόντων/ουσών φοιτητών/ριών

Ερώτηση 1

Σας προτάθηκε να συμμετάσχετε σε μια θεατρική παράσταση με επίκεντρο το φυσικό φαινόμενο του σεισμού. Τι περιμένατε στην αρχή ότι θα μαθαίνατε μέσα από το πρόγραμμα και τη διαδικασία της επινόησης και δημιουργίας της παράστασης;

Ερώτηση 2

Περιγράψτε τις πιο σημαντικές σας εμπειρίες (γνωσιακές, δημιουργικές και άλλες) κατά τη διάρκεια του προγράμματος (Οκτώβριος 2021 - Ιούνιος 2022).

Ερώτηση 3

Ποια θεωρείτε ως πιο σημαντική στιγμή κατά τη διάρκεια της συμμετοχής σας στην προετοιμασία και υλοποίηση της παράστασης (Οκτώβριος 2021 – Ιούνιος 2022);

Ερώτηση 4

Ποιες είναι οι πιο σημαντικές γνώσεις που αποκομίσατε σχέση με: ▶Την Εκπαιδευτική Σεισμολογία και τη Σεισμολογία των Πολιτών, ▶Το θέατρο της επινόησης και το Θέατρο-Ντοκουμέντο, ▶Τις σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες (εικονική πραγματικότητα, συνύπαρξη φυσικών και ψηφιακών πηθοποιών σε υβριδικά δρώμενα κ.ά.); Ποιες από αυτές θεωρείτε πιο σημαντικές για την προσωπική σας αυτοβελτίωση (ως πολίτη) και την επαγγελματική ανάπτυξη (ως δημιουργό); Εξηγήστε για κάθε σημείο αναλυτικά.

Ερώτηση 5

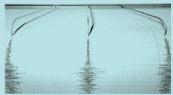
Μετά την ενημέρωση που είχατε για το φαινόμενο του σεισμού (Εκπαιδευτική Σεισμολογία), πώς κατανοείτε ότι η κατάθεση της εμπειρίας σας από ένα σεισμό ως αυτόπτης μάρτυρας βοηθά τους επιστήμονες και την Πολιτική Προστασία (Citizen Seismology);



Οι σεισμοί οφείλονται στην κίνηση των λιθωσφαιρικών πλακών.



Το σεισμό τον αισθανόμαστε λιγότερο στον πιο ψηλό όροφο και περισσότερο στον πιο χαμηλό όροφο, γιατί είμαστε πιο κοντά στο επίκεντρο.



Οι σειсмоγράφοι μας δίνουν πληροφορίες για τον καιρό.

5. Η Εκπαιδευτική Σεισμολογία μέσα από μία ψηφιακή εφαρ- μογή Εικονικής Πραγματικότητας Εμβύθισης με μορφή παιχνιδιού: σχεδίαση, ανάπτυξη και πιλοτική αξιολόγηση

Β. Μαραγκού, Μ. Ραγκούση, Δ. Μετάφας,

Α. Χαριτόπουλος, Π. Μοναχέλης

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής,

Σχολή Μηχανικών,

Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών

5.1 Εισαγωγή

Τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα αξιοποιούν συστηματικά τις σύγχρονες τεχνολογίες για να προσελκύσουν, να εμπλέξουν, να ενθαρρύνουν και να εκπαιδεύσουν τους μαθητές τους. Η Εικονική Πραγματικότητα (ΕΠ) είναι μια σύγχρονη τεχνολογία που ήδη από τα πρώτα της βήματα έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην καινοτομία και την έρευνα στο χώρο της Εκπαίδευσης, χάρη σε ορισμένα χαρακτηριστικά που καθιστούν την ΕΠ κατάλληλη για τη διδασκαλία και τη μάθηση (Dalgado & Mark, 2009; Merchant et al., 2014; Freina & Ott, 2015; Pellas et al., 2020). Ειδικότερα, η ΕΠ επιτρέπει στον μαθητή να βιώσει καταστάσεις και να βρεθεί σε περιβάλλοντα που διαφορετικά θα ήταν απρόσιτα για λόγους ασφαλείας, κόστους, μεγέθους και άλλων περιορισμών. Η ύλη στην μικροκλίμακα και την μακροκλίμακα, το Διάστημα αλλά και το εσωτερικό της γης αποτελούν τέτοια παραδείγματα (Izatt et al., 2014; Caravaca et al., 2020; Gonzalez-Morin et al., 2022). Επιπλέον, η ΕΠ επιτρέπει στον μαθητή να αλληλεπιδρά με αντικείμενα ή με χαρακτήρες στον εικονικό κόσμο. Αυτά τα χαρακτηριστικά κάνουν την ΕΠ μια ασφαλή και χαμηλού κόστους αλλά ρεαλιστική εναλλακτική λύση (ή αλλιώς, μια ομαλή εισαγωγή) στην πραγματική πειραματική διαδικασία, που είναι απαραίτητη για την απόκτηση της πρακτικής εμπειρίας. Παρά τις γνωστές αδυναμίες της ΕΠ, όπως η απαίτηση για ειδικό εξοπλισμό (χειριστήρια ή head-mounted displays), η εγκατάσταση ειδικού λογισμικού και η απαιτούμενη επένδυση σε πόρους και προσπάθεια κατά τις φάσεις σχεδίασης και ανάπτυξης, οι εφαρμογές ΕΠ και ιδιαίτερα αυτές που προσφέρουν εμπύθιση (immersion) κερδίζουν έδαφος στην εκπαίδευση και την επαγγελματική κατάρτιση (Perez-Ramirez et al., 2021), μεταξύ άλλων

τομέων (Maragkou & Rangoussi, 2018; Silva et al., 2018; Martingano & Persky, 2021).

Οι σεισμοί είναι φυσικά φαινόμενα που μελετώνται από τις επιστήμες της Γεωλογίας και της Σεισμολογίας (Elliott et al., 2016). Συμβαίνουν στο εσωτερικό της γης, συγκεκριμένα στη λιθόσφαιρα, αλλά η ενέργεια που απελευθερώνεται προκαλεί καταστροφές αισθητές στην επιφάνεια της γης, σε στεριά και θάλασσα. Η Εκπαιδευτική Σεισμολογία ενημερώνει και εκπαιδεύει το ευρύ κοινό σχετικά με τους σεισμούς, με στόχο να αυξήσει την ευαισθητοποίηση (γνώση για το φυσικό φαινόμενο, τους βασικούς μηχανισμούς του και τις επιπτώσεις του), την προετοιμασία (μέτρα και καλές πρακτικές) και την προστασία (σωστές ενέργειες ή αντιδράσεις) κατά τη διάρκεια του φαινομένου και μετά από αυτό, σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο (Balfour et al., 2014; Subedi et al., 2020). Η ΕΠ αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την επίτευξη αυτών των στόχων, κυρίως λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών του ίδιου του σεισμικού φαινομένου: οι σεισμοί δεν μπορούν να προβλεφθούν και δεν συμβαίνουν “κατά παραγγελία”, ενώ η φυσική εμπειρία ενός σεισμού μπορεί να είναι επικίνδυνη ή ακόμη και θανατηφόρα. Επομένως, έχει μεγάλη αξία η εκπαίδευση του κοινού πριν συμβεί σεισμός. Γι’ αυτό το λόγο, τεχνολογίες που μπορούν να εκπαιδεύσουν προσφέροντας ασφαλείς ‘προσομοιώσεις’, όπως η ΕΠ, είναι κατάλληλες για την υλοποίηση παρόμοιων στόχων.

Για τους προαναφερθέντες λόγους, η ΕΠ έχει ήδη εφαρμοστεί με επιτυχία στη διδασκαλία ή/και τη μάθηση σε διάφορους τομείς, μεταξύ των οποίων και η Σεισμολογία (Shu et al., 2019). Στο πλαίσιο πρόσφατων ερευνητικών έργων, έχουν σχεδιαστεί και αναπτυχθεί πληθώρα

σχετικών εφαρμογών που υποστηρίζουν διάφορους στόχους, όπως η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων ασφαλείας απέναντι στους σεισμούς (Zhang et al., 2021), η έρευνα για τη λήψη (ορθών) αποφάσεων κατά τη διάρκεια του σεισμού και για την διαδικασία εκκένωσης των κτιρίων από τους κατοίκους μετασεισμικά (Feng et al., 2020), η σεισμική εκπαίδευση μέσω της νοηματικής γλώσσας ανθρώπων με προβλήματα ακοής (Caballero et al., 2019), η ευαισθητοποίηση για την αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών γενικότερα (Ooi et al., 2021), η ανάπτυξη ενός ρεαλιστικού εικονικού περιβάλλοντος όπου έχει ξεσπάσει φωτιά μετά από σεισμό και η παροχή αξιόπιστης εκπαίδευσης για εκκένωση και διάσωση (Lu et al., 2020), η αξιολόγηση της επίδρασης της εκπαίδευσης και της προετοιμασίας στην (ορθή) λήψη αποφάσεων από τους κατοίκους κάτω από τις συνθήκες έντασης που δημιουργεί ένας σεισμός (Rajabi et al., 2022), καθώς και η διερεύνηση της επίδρασης των διαφόρων τύπων ΕΠ στα αισθήματα παρουσίας, εμπύθισης και αυτο-αποτελεσματικότητας των χρηστών, όταν έρχονται σε επαφή με ένα σύστημα ΕΠ εκπαίδευσης για σεισμούς (Shu et al., 2019). Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ανεξάρτητα είτε σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης/ασκήσεων στο φυσικό περιβάλλον του πραγματικού κόσμου, όπως είναι η αυλή ενός σχολείου (Rajabi et al., 2022).

Ανάλογα με τις συσκευές που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, οι εφαρμογές ΕΠ μπορούν να ταξινομηθούν ως **(i)** εφαρμογές ΕΠ χωρίς εμπύθιση, κατάλληλες για θέση σε επιτραπέζιους υπολογιστές ή έξυπνα κινητά τηλέφωνα, με τις οποίες ο χρήστης αλληλεπιδρά μέσω μιας οθόνης 2 διαστάσεων,

- (ii)** εφαρμογές ΕΠ εμπύθισης, όπου ο χρήστης φοράει “γυαλιά” ή “κράνος” ΕΠ (HMD), ή τέλος
- (iii)** εφαρμογές κατάλληλες και για τις δύο προηγούμενες κατηγορίες συσκευών.

Τα εικονικά περιβάλλοντα που απεικονίζονται στις εφαρμογές ΕΠ μπορεί να παρουσιάζουν εσωτερικό χώρο (Caballero et al., 2019; Feng et al., 2020; Lu et al., 2020; Zhang et al., 2021; Rajabi et al., 2022) ή εξωτερικό χώρο (Ooi et al., 2021) ή να είναι μεικτά: οι χρήστες αρχικά βρίσκονται σε έναν εσωτερικό χώρο αλλά πρέπει να βγουν σε έναν εξωτερικό χώρο μετά τον σεισμό (Feng et al., 2020).

Τα avatars χρησιμοποιούνται ήδη στον σχεδιασμό εφαρμογών ΕΠ (Caballero et al., 2019; Feng et al., 2020; Zhang et al., 2021), είτε ως ένα εικονικό μοντέλο σώματος του χρήστη, του οποίου οι κινήσεις παρακολουθούνται από αισθητήρες (Zhang et al., 2021) είτε ως δευτερεύοντες χαρακτήρες (Non-Player Characters, NPC), που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με το σενάριο για να αναπαραστήσουν, π.χ., άλλα άτομα που διαμένουν στο ίδιο κτίριο (Feng et al., 2020; Rajabi et al., 2022), τους συμμαθητές και τον δάσκαλο σε μία σχολική τάξη (Rajabi et al., 2022), κ.ά. Επιπλέον, για τη ρεαλιστικότερη εμπειρία των χρηστών, μπορεί να αξιοποιείται ειδικός εξοπλισμός όπως ένα σύστημα καθίσματος με κραδασμούς, που παρέχει φυσική αίσθηση ανακίνησης στον χρήστη που είναι καθισμένος και σε συγχρονισμό με τον εικονικό σεισμό που συμβαίνει στο εικονικό περιβάλλον (Feng et al., 2020).

Σε συμφωνία με τις προηγούμενες ερευνητικές κατευθύνσεις, στο παρόν κεφάλαιο προτείνεται και περιγρά-

φεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας εφαρμογής ΕΠ εμπύθισης με το όνομα *VRQuake*. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας για την εκπαίδευση και κατάρτιση με ελκυστικό και καθηλωτικό τρόπο. Σε σύγκριση με αντίστοιχες υπάρχουσες ερευνητικές προτάσεις, η παρούσα εφαρμογή υιοθέτησε την προσέγγιση της πλήρους εμπύθισης, προκειμένου να προσφέρει στον χρήστη το επιθυμητό αίσθημα παρουσίας και εμπύθισης. Διαδραματίζεται σε εσωτερικό χώρο (νεανικό δωμάτιο) και δεν χρησιμοποιεί τεχνικά βοηθήματα, όπως κάθισμα με δυνατότητα φυσικών κραδασμών για τον χρήστη.

Τα καινοτόμα στοιχεία της εφαρμογής *VRQuake* είναι τα εξής:

- (α) η ενσωμάτωση ενός παιχνιδιού στο εικονικό εκπαιδευτικό περιβάλλον,
- (β) δύο διαφορετικοί τρόποι μετακίνησης του χρήστη στο περιβάλλον ΕΠ, είτε με φυσική κίνηση στον πραγματικό κόσμο, είτε μέσω τηλεμεταφοράς (teleporting),
- (γ) οι λειτουργίες που επιτρέπουν στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τα εικονικά αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο και έτσι να αναδιαμορφώνουν δυναμικά οι ίδιοι το περιβάλλον τους, και
- (δ) η δυνατότητα του χρήστη να ασκηθεί εκ του ασφαλούς στην αντιμετώπιση του σεισμού, εφαρμόζοντας κανόνες και καλές πρακτικές που έχει διδαχθεί.

Ειδικότερα, η διαδραστικότητα έχει καθοριστική σημασία όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα των εφαρμογών ΕΠ. Υπάρχουσες έρευνες, όπως του Mütterlein (2018), διαπιστώνουν ότι η διαδραστικότητα επηρεάζει το αίσθημα εμπύθισης και το αίσθημα παρουσίας και εντέλει σχετίζεται με την ικανοποίηση του χρήστη από την

εφαρμογή ΕΠ. Κατά συνέπεια, η μελέτη του Mütterlein (2018) προκρίνει και υποστηρίζει την ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών ΕΠ και όχι περιβαλλόντων παθητικής θέασης / απλής περιήγησης.

Άλλη ιδιαίτερα δημοφιλής και ελκυστική μορφή διαδραστικής ΕΠ είναι τα ψηφιακά παιχνίδια ΕΠ. Η εισαγωγή των ψηφιακών παιχνιδιών στην Εκπαίδευση, με τη μορφή των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού (Serious Games), έχει μελετηθεί ήδη διεξοδικά και τα σχετικά πλεονεκτήματα έχουν καταδειχθεί σε πολλές έρευνες, όπως των Merchant et al. (2014) μεταξύ άλλων. Στην επόμενη παράγραφο συνοψίζονται ορισμένα στοιχεία για τη σχεδίαση και ανάπτυξη παιχνιδιών, καθώς και τους ρόλους και τις διαδικασίες που εμπλέκονται. Ωστόσο, η έρευνα σχετικά με τη χρήση των ψηφιακών παιχνιδιών ΕΠ ζυγίζει τα πλεονεκτήματα της ψυχαγωγίας και της μάθησης έναντι ορισμένων μειονεκτημάτων όπως η δυσφορία του χρήστη, η ζάλη από τη εμπύθιση, κ.ά. (Tan et al., 2015).

Τα ερευνητικά ερωτήματα που επιδιώκει να απαντήσει η παρούσα έρευνα είναι τα εξής:

1. Είναι η εφαρμογή *VRQuake* κατανοητή και σαφής;
2. Είναι η εφαρμογή *VRQuake* κατάλληλη για εκπαιδευτική χρήση;
3. Είναι η εφαρμογή *VRQuake* διασκεδαστική και παιχνιώδης;

Για να απαντηθούν αυτά τα ερευνητικά ερωτήματα, έλαβε χώρα ένα οιοονεί πείραμα (quasi-experiment) με εθελοντές φοιτητές/τριες Πανεπιστημίου που χρησιμοποίησαν την εφαρμογή *VRQuake* και συμμετείχαν σε μια πιλοτική αξιολόγηση της εμπειρίας, συμπληρώνοντας

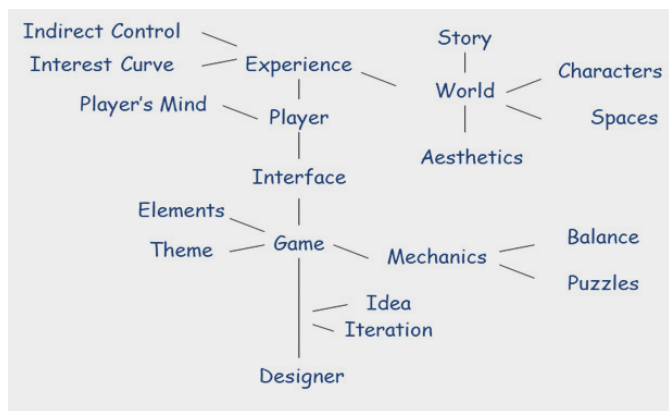
ερωτηματολογία. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ήταν ικανοποιητικά, ενώ η ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου σχετικά με προτάσεις για αλλαγές ή βελτιώσεις της εφαρμογής, ανέδειξε ενδιαφέροντα σημεία για την περαιτέρω ανάπτυξη χαρακτηριστικών και λειτουργιών.

5.1.1 Σχεδίαση και ανάπτυξη παιχνιδιών – ρόλοι και διαδικασίες

Στην παράγραφο αυτή επιχειρείται να συνοψιστούν θέματα τα οποία αφορούν τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των ψηφιακών παιχνιδιών, ξεκινώντας από τη διαπίστωση ότι πρόκειται κατά ένα μέρος για συστηματικό σχεδιασμό και ανάπτυξη και κατά ένα άλλο μέρος για τέχνη (Schell, 2019; Adams, 2013). Ένας ενδιαφέρων ορισμός της έννοιας του παιχνιδιού είναι ότι αφορά την επίλυση προβλημάτων με “παιγνιώδη” διάθεση. Για το εκπαιδευτικό παιχνίδι ειδικότερα, τα προβλήματα προς επίλυση έχουν εκπαιδευτικούς στόχους. Η εικόνα 5.1 αποτυπώνει εποπτικά τους ρόλους και τις διαδικασίες που εμπλέκονται στη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός ψηφιακού παιχνιδιού, γενικού και όχι κατ’ ανάγκην εκπαιδευτικού σκοπού (Schell, 2019).

Ο σχεδιαστής του παιχνιδιού

Ο σχεδιαστής του παιχνιδιού πρέπει να συνδυάζει γνώσεις και εμπειρία από πολλά πεδία όπως, ενδεικτικά, κινούμενα σχέδια, ανθρωπολογία, αρχιτεκτονική, επιχειρήσεις, κινηματογράφος, επικοινωνία, δημιουργική γραφή, ψυχολογία, δημόσιος λόγος - δημοσιογραφία, μηχανική, υπολογιστές, ιστορία, μαθηματικά, μουσική κ.ά. Πάνω από όλα όμως πρέπει να “ακούει” την ομάδα του, το κοινό στο οποίο απευθύνεται το παιχνίδι και τη διαίσησή του.



Εικόνα 5.1

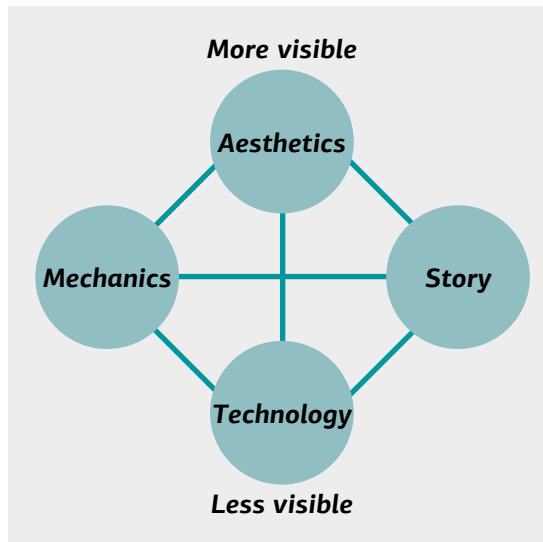
Σχεδίαση και ανάπτυξη ψηφιακών (εκπαιδευτικών) παιχνιδιών. (Πηγή: Schell, 2019).

Η εμπειρία που δημιουργεί ο σχεδιαστής

Ο σχεδιαστής δημιουργεί μια εμπειρία στο μυαλό του παίκτη. Αυτή η εμπειρία είναι ο στόχος του σχεδιαστή και όχι το ίδιο το παιχνίδι. Αυτή η παρατήρηση δεν αφορά βέβαια αποκλειστικά τα παιχνίδια. Αλλά τα παιχνίδια αποτελούν ένα προνομιακό χώρο, καθώς έχουν την ευκαιρία να δημιουργήσουν στους χρήστες τους (παίκτες) εμπειρίες επιλογών, ελευθερίας και επιτυχίας. Χρήσιμες πηγές για την εμπειρία που επιδιώκεται να έχει ο παίκτης είναι η ψυχολογία, η ανθρωπολογία, ο σχεδιασμός. Εδώ χρειάζεται η προσοχή του σχεδιαστή στην εμπιστοσύνη που (δεν) δίνει στις ατομικές του προτιμήσεις, ενδεχομένως όπως έρχονται από ενδοσκόπηση: πράγματι, δεν είναι απαραίτητο η δική του εμπειρία να ταυτίζεται με αυτή των άλλων / του κοινού του. Επιπλέον, αξίζει να τονιστεί ότι δεν είναι απαραίτητη η πιστή αντιγραφή της πραγματικότητας προκειμένου να αναπτυχθεί ένα καλό παιχνίδι που να δημιουργεί μια θετική εμπειρία. Αντιθέτως, αυτό που είναι απαραίτητο είναι ο εντοπισμός και

Εικόνα 5.2

Τα τέσσερα κύρια στοιχεία που συνθέτουν το παιχνίδι και η αλληλεπίδρασή τους. (Πηγή: Schell, 2019).



συμπερίληψη στη σχεδίαση όλων των ουσιαστών στοιχείων των εμπειριών που επιδιώκονται.

Το παιχνίδι μέσω του οποίου δημιουργείται η εμπειρία

‘Παίχνιδι’ είναι κάτι το οποίο παίζει ο παίκτης, ενώ ‘παιχνιδο-αντικείμενο’ είναι κάτι με το οποίο παίζει ο παίκτης. Ένα καλό ‘παιχνιδο-αντικείμενο’ είναι κυρίως διασκεδαστικό, και η διασκέδαση μπορεί να οριστεί ως ‘ευχαρίστηση με εκπλήξεις’. Ο εγκέφαλος είναι “φτιαγμένος” να αντιδρά θετικά στις εκπλήξεις. Πρέπει επομένως να σκεφτεί ο σχεδιαστής ποιά στοιχεία θα δώσουν ευχαρίστηση και θα εκπλήξουν τους παίκτες: η τεχνολογία; η ιστορία; τα κατάλληλα γραφικά;

Εξάλλου, υπάρχει ένα πλήθος ορισμών σχετικά με ό,τι αφορά στο παιχνίδι. Οποσδήποτε κάθε ορισμός λαμβάνει υπόψη ότι α) τα παιχνίδια παίζονται με ελεύθερη θέληση, β) τα παιχνίδια έχουν στόχους, γ) τα παιχνίδια έχουν συγκρούσεις, δ) τα παιχνίδια έχουν κανόνες, ε) στα παιχνίδια μπορεί να κερδίσεις ή να χάσεις, στ) τα παιχνίδια είναι διαδραστικά, ζ) τα παιχνίδια έχουν προκλήσεις, η) τα παιχνίδια μπορεί να δημιουργήσουν αξία δική τους, θ) τα παιχνίδια εμπλέκουν τους παίκτες, ι) τα παιχνίδια είναι κλειστά συστήματα.

Υιοθετώντας τον ορισμό του Jesse Schell (2019), το παιχνίδι ορίζεται ως η επίλυση προβλημάτων με “παιγνιώδη” διάθεση. Πρέπει επομένως να αναρωτηθεί ο σχεδιαστής ποια προβλήματα ζητά από τον παίκτη να λύσει, αν υπάρχουν κρυμμένα προβλήματα που αναδύονται καθώς ο παίκτης παίζει, καθώς και αν το παιχνίδι γεννά νέα προβλήματα, ώστε να ελκύσει και άλλους παίκτες.

Τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το παιχνίδι

Τα τέσσερα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το παιχνίδι είναι: α) οι μηχανισμοί, β) η ιστορία (το σενάριο), γ) τα αισθητικά στοιχεία και δ) η τεχνολογία. Οι σχεδιαστές παιχνιδιών τείνουν να πιστεύουν ότι οι μηχανισμοί είναι το σπουδαιότερο στοιχείο, οι συγγραφείς την ιστορία, οι καλλιτέχνες τα αισθητικά στοιχεία, οι μηχανικοί την τεχνολογία. Όμως η έρευνα έχει δείξει ότι τελικά κάθε στοιχείο είναι εξ ίσου κρίσιμο με τα άλλα και τα επηρεάζει ισχυρά, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.2.

Το θέμα το οποίο υποστηρίζουν τα στοιχεία

Σπουδαία θέματα και νοήματα χαρακτηρίζουν κάθε

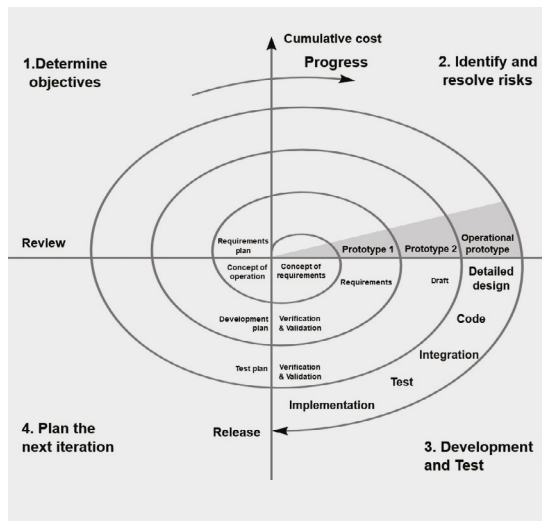
αντικείμενο τέχνης, άρα είναι σημαντικά συστατικά ενός υψηλής ποιότητας παιχνιδιού. Όσο η τεχνολογία εξελίσσεται, όλο και περισσότερες πλευρές της ζωής και της έκφρασης μπορούν με σχετικά μεγαλύτερη ευκολία να ενσωματωθούν στα παιχνίδια. Μπορεί να βάλει ο σχεδιαστής έναν πίνακα, ένα μουσικό έργο ή μια ταινία μέσα σε ένα παιχνίδι, ενώ το αντίθετο δεν ισχύει. Φυσικά, μπορούν να δημιουργηθούν παιχνίδια χωρίς ένα συγκεκριμένο θέμα, αλλά ένα ισχυρό θέμα μπορεί να δημιουργήσει πολύ δυνατότερες εμπειρίες.

Η ιδέα από την οποία γεννιέται το παιχνίδι

Για τη σύλληψη της αρχικής ιδέας, απαιτείται ανοικτό μυαλό και μεγάλη φαντασία. Ο σχεδιαστής θα πρέπει να αναρωτηθεί ποιά δική του σημαντική εμπειρία θέλει να επικοινωνήσει με το παιχνίδι και ειδικότερα ποια είναι τα ουσιώδη στοιχεία αυτής της εμπειρίας που μπορεί να εισάγει στο παιχνίδι. Θα πρέπει επίσης να αναρωτηθεί ποιο πρόβλημα ή προβλήματα θέλει να θέσει στους παίκτες μέσα από το παιχνίδι.

Η εξέλιξη της ιδέας του παιχνιδιού

Κατά την εξέλιξη της ιδέας του παιχνιδιού πρέπει να τίθενται μια σειρά από ερωτήματα, όπως αν το παιχνίδι μοιάζει σωστό, αν θα αρέσει στο κοινό στο οποίο απευθύνεται, αν είναι ένα καλοσχεδιασμένο παιχνίδι, αν είναι αρκετά καινοφανές, αν είναι τεχνικά εφικτό να κατασκευαστεί, κ.ά. Το μοντέλο της εξέλιξης που ταιριάζει στην περίπτωση σχεδίασης και ανάπτυξης παιχνιδιών είναι είτε το μοντέλο των επαναλήψεων, είτε εκείνο της σπειροειδούς ανέλιξης, με στόχο πάντα να βελτιώνεται το παιχνίδι (βλ. εικόνα 5.3). Πρέπει επίσης να απαντώνται ερωτήματα, όπως τι θα κινδύνευε να υποβαθμίσει το παιχνίδι και πώς αυτό θα αποφευχθεί. Μια καλή πο-



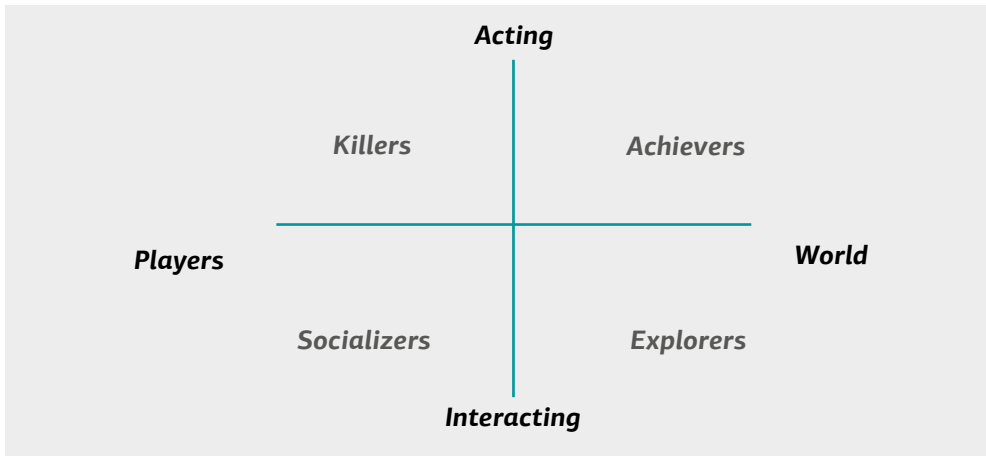
Εικόνα 5.3

Η σπειροειδής ανέλιξη του παιχνιδιού από την ιδέα στην υλοποίηση. (Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Spiral_model).

ρεία εξέλιξης του παιχνιδιού από την ιδέα στην πράξη, εστιάζει στην ανάπτυξη πρωτοτύπου όσο πιο γρήγορα γίνεται, (Sanchez-Crespo Dalmau, 2003).

Ο παίκτης στον οποίο απευθύνεται το παιχνίδι

Το παιχνίδι δημιουργείται για τους παίκτες. Υπάρχουν στοιχεία που αρέσουν κυρίως στον ανδρικό πληθυσμό και άλλα στοιχεία που αρέσουν στο γυναικείο πληθυσμό. Οι άνδρες συνήθως αρέσκονται σε παιχνίδια με στοιχεία όπως κυριαρχία, ανταγωνισμός, καταστροφές, χωρικά παζλ, μάθηση μέσω δοκιμής και αποτυχίας (trial and error). Οι γυναίκες συνήθως αρέσκονται σε παιχνίδια που περιλαμβάνουν συναισθήματα, ανταποκρίνονται στον πραγματικό κόσμο, αφορούν φροντίδα, διάλογους και προφορικά παζλ, καθώς και μάθηση με παραδείγματα.



Εικόνα 5.4

Η ταξινόμηση του Bartle για τους παίκτες. (Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Bartle_taxonomy_of_player_types).

Πέρα από το επίπεδο του φύλου, σύμφωνα με τον Bartle (2003), οι παίκτες ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες (βλ. εικόνα 5.4). Αυτοί που στοχεύουν στην επιτυχία (achievers) προσπαθούν να κερδίσουν τους στόχους του παιχνιδιού. Η ευχαρίστησή τους είναι η πρόκληση. Οι εξερευνητές (explorers) διερευνούν όλο το εύρος του παιχνιδιού. Η ευχαρίστησή τους είναι η ανακάλυψη. Οι κοινωνικοί (socializers) προσπαθούν διαμέσου του παιχνιδιού να αναπτύξουν τις σχέσεις τους με τους άλλους παίκτες. Οι δολοφόνοι (killers) επιδιώκουν μέσα από σκληρό ανταγωνισμό να 'καταστρέψουν' τους άλλους παίκτες.

Στον νου του παίκτη γεννιέται η εμπειρία

Η πλειοψηφία των διεργασιών που συμβαίνουν στον νου του ανθρώπου είναι μη συνειδητές. Οι ψυχολόγοι ερευνούν αυτές τις διεργασίες αλλά εν πολλοίς οι απαντήσεις είναι ακόμα ασαφείς. Οι τέσσερις νοητικές

ικανότητες που χρειάζονται για ένα παιχνίδι είναι α) μοντελοποίηση, β) συγκέντρωση, γ) φαντασία και δ) ενσυναίσθηση. Η μοντελοποίηση είναι μια εκπληκτική ικανότητα του εγκεφάλου μας να δουλεύει πάνω σε διάφορα μοντέλα της ισχυρότατα πολύπλοκης πραγματικότητας. Η συγκέντρωση επίσης είναι η ικανότητα να επιλέγει και να εστιάζει ο νους σε τμήματα αυτής της πραγματικότητας. Ένα ενδιαφέρον σχετικό γράφημα είναι αυτό της πρόκλησης (challenge) έναντι αποκτηθείσας τεχνικής ικανότητας (skill level), με στόχο να διατηρείται ο παίκτης στην επιθυμητή κατάσταση της ροής (flow), όπου τα δύο αυτά στοιχεία εξισορροπούνται θετικά (βλ. εικόνα 5.5, άνω δεξί τεταρτημόριο). Από την άλλη πλευρά, η φαντασία είναι κυρίως αυτή που 'βάζει τον παίκτη μέσα στο παιχνίδι' 'βάζοντας το παιχνίδι μέσα στον παίκτη'.

Ένα ουσιαστικό ερώτημα είναι γιατί ο εγκέφαλός μας βάζει σε κίνηση αυτές τις τέσσερις κρίσιμες ικανότητες. Για την απάντηση, χρειάζεται κανείς να σκεφτεί ποιες βασικές ανθρώπινες ανάγκες το παιχνίδι έχει τη δυνατότητα να ικανοποιήσει. Εξετάζοντας την ιεραρχία των ανθρώπινων αναγκών, εύκολα διαπιστώνουμε ότι οι ανάγκες που μπορεί να ικανοποιήσει ένα παιχνίδι βρίσκονται στα ανώτερα επίπεδα της ιεραρχίας, των ψυχολογικών αναγκών, της αυτο-εκτίμησης, της αυτο-πραγμάτωσης και της επιτυχίας (εικόνα 5.6). Αυτό εξηγεί σε ένα πιο αφηρημένο επίπεδο και την αξία, και τη σημασία αλλά και την επιτυχία και διαχρονική δημοφιλία των παιχνιδιών, είτε εκπαιδευτικού είτε γενικού, ψυχαγωγικού σκοπού.

5.2 Σχεδίαση

5.2.1 Ανάλυση απαιτήσεων, στοχοθεσία και δόμηση της εφαρμογής

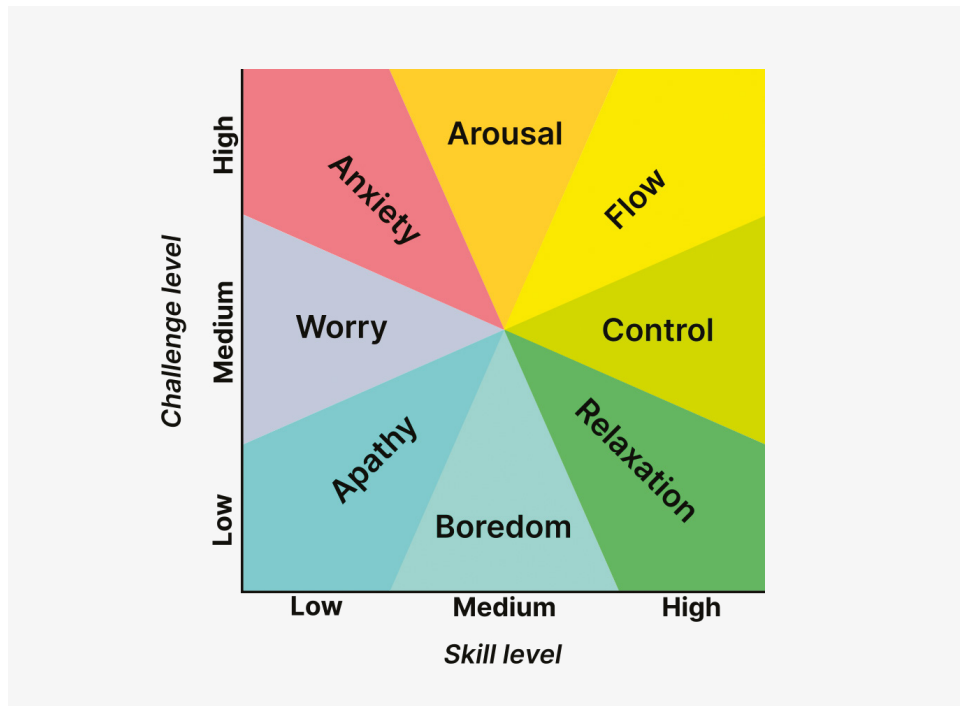
Η εφαρμογή VRQuake έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί βάσει ενός σεναρίου ορθών πρακτικών αντιμετώπισης του σεισμού σε εσωτερικό χώρο. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η εφαρμογή δίνει στον χρήστη αυξημένες δυνατότητες αλληλεπίδρασης με τα εικονικά αντικείμενα και διαμορφώνεται ως παιχνίδι. Ως κατάλληλος (εσωτερικός) χώρος έχει επιλεγεί ένα νεανικό δωμάτιο με την συνήθη επίπλωση και αντικείμενα που προσφέρονται για την εμπέδωση των καλών πρακτικών αντιμετώπισης του φαινομένου του σεισμού.

Η εφαρμογή δομείται σε 5 διαδοχικά περιβάλλοντα ('σκηνές' ή 'πίστες'):

1. Εναρκτήρια σκηνή
2. Γνωριμία-περιήγηση στο εικονικό δωμάτιο
3. Εμπειρία (εικονικού) σεισμού στο εικονικό δωμάτιο
4. Μετακίνηση αντικειμένων/επίπλων σε ασφαλέστερες θέσεις
5. Επιλογή ειδών πρώτης ανάγκης στο σακίδιο επιβίωσης

Οι 2 πρώτες σκηνές αποσκοπούν στην εξοικείωση του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον και πιο συγκεκριμένα στοχεύουν:

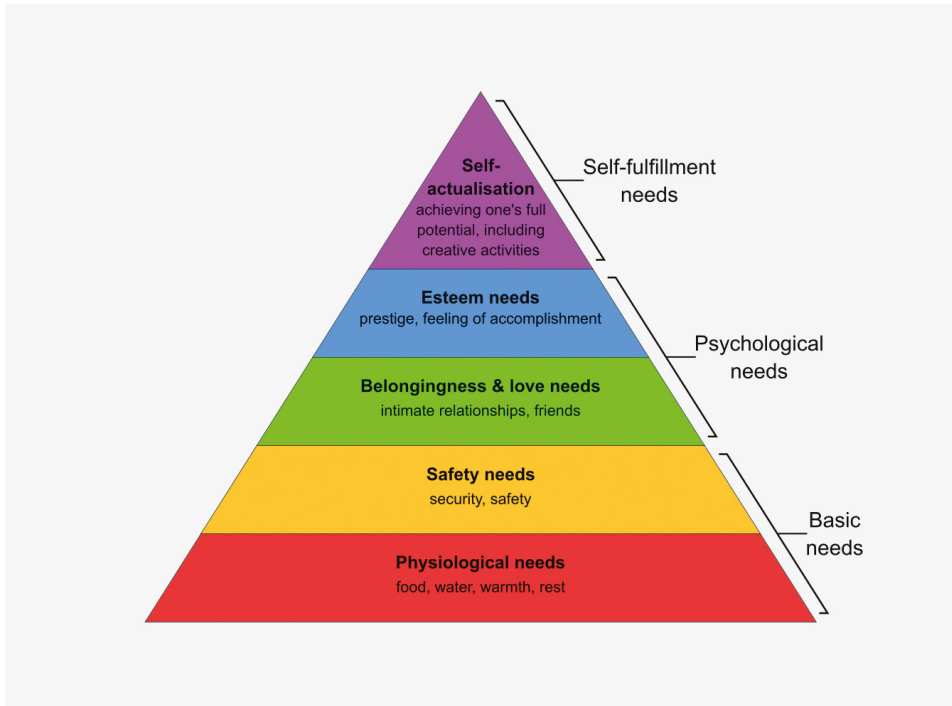
- (α) να τον εισάγουν ομαλά στην αίσθηση εικονικού περιβάλλοντος εμπύθισης 360° και
- (β) να τον εξοικειώσουν με τη χρήση του συγκεκριμένου εξοπλισμού (VR headset και χειριστήρια),



Εικόνα 5.5

Το επίπεδο πρόκλησης που συνιστά ένα παιχνίδι ως προς το επίπεδο τεχνικής ικανότητας του παίκτη στο συγκεκριμένο παιχνίδι.

(Πηγή: <https://www.gamedeveloper.com/design/understanding-the-flow-channel-in-game-design>).



Εικόνα 5.6

Οι ανθρώπινες ανάγκες που μπορεί να ικανοποιήσει ένα παιχνίδι βρίσκονται στα ανώτερα επίπεδα της ιεραρχίας των αναγκών.

(Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Maslow%27s_hierarchy_of_needs).

(γ) να τον εξοικειώσουν με τον μηχανισμό της εικονικής μετακίνησης εντός του χώρου (teleport) καθώς επίσης και με την εκτέλεση των εργασιών που θα απαιτούνται στις επόμενες σκηνές.

Η 3η σκηνή εκθέτει τον χρήστη στη βιωματική εμπειρία ενός εικονικού σεισμού στον εσωτερικό χώρο.

Οι δύο τελευταίες σκηνές αποτελούν παιχνίδια συλλογής πόντων και στοχεύουν στην εκπαίδευση του χρήστη στην εφαρμογή των καλών πρακτικών αντίδρασης και προστασίας σε περίπτωση σεισμού και πιο συγκεκριμένα:

(α) στην επανατοποθέτηση καθημερινών αντικειμένων / επίπλων ενός δωματίου που βρίσκονται σε λάθος θέσεις και πιθανόν να γίνουν εμπόδια σε περίπτωση σεισμού λόγω πτώσης ή μετακίνησης, και τέλος

(β) στα απαραίτητα αντικείμενα που πρέπει να πάρει μαζί του κάποιος που εγκαταλείπει επειγόντως το σπίτι του σε περίπτωση σεισμού.

Η εφαρμογή σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στη μηχανή παιχνιδιών (game engine) Unity 3D (<https://unity.com/>), για χρήση με το VR headset HTC Vive Pro (<https://www.vive.com/us/product/vive-pro-full-kit/>).

Στον φυσικό χώρο, στις 3 πρώτες σκηνές, ο χρήστης είναι καθιστός σε καρέκλα με ροδάκια (χωρίς μπράτσα για να μην μπερδεύεται το καλώδιο του VR headset) που έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται 360°. Στις σκηνές 4 και 5 ο χρήστης σκλώνεται όρθιος και αλληλεπιδρά μέσω των χειριστηρίων με τα εικονικά αντικείμενα. Για να χρησιμοποιηθεί από τον χρήστη η εφαρμογή και να μην συμβούν ατυχήματα, χρειάζεται ένας χώρος διαστάσεων τουλάχιστον 4 m x 4 m, εντελώς ελεύθερος από φυσικά αντικείμενα / εμπόδια.

5.2.2 Σχεδιαστικές επιλογές από εκπαιδευτικής πλευράς

Κατά τη σχεδίαση της εφαρμογής καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε να είναι ελκυστική. Σημαντικό ρόλο εδώ έχει και ο παιγνιώδης χαρακτήρας που υιοθετήθηκε, με στόχο να προκαλέσει το ενδιαφέρον σε χρήστες διαφόρων ηλικιών, από μαθητές στις μεγάλες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου ως και ενήλικες. Για τον ίδιο λόγο, τα γραφικά στοιχεία του εικονικού περιβάλλοντος (graphics) έχουν επιλεγεί ώστε να παρουσιάζουν κοινά αντικείμενα της καθημερινότητας όπως τα τυπικά έπιπλα που υπάρχουν σε ένα (υπνο-) δωμάτιο. Ωστόσο, έχει δοθεί μια επιπλέον φροντίδα στη χρωματική παλέτα (κυρίως φωτεινά χρώματα) που χρησιμοποιήθηκε για να είναι ελκυστική και σε πιο μικρές ηλικίες, αφού αυτές είναι περισσότερο εξοικειωμένες με τέτοιου είδους χρωματικούς συνδυασμούς.

Η επιλογή της ανάπτυξης ενός παιχνιδιού και όχι απλά ενός ψηφιακού μαθησιακού / εκπαιδευτικού περιεχομένου έγινε με γνώμονα τα οφέλη που προσφέρει στην εκπαίδευση η παιχνιδοποίηση. Συγκεκριμένα η εισαγωγή του παιχνιδιού σε οποιαδήποτε εκπαιδευτική διαδικασία (Gonzalez–Morin et al., 2022):

- ▶ αποτελεί ένα διασκεδαστικό τρόπο μάθησης,
- ▶ αυξάνει την εμπέδωση και την κατανόηση του μαθησιακού υλικού,
- ▶ προσφέρει εμπειρία βιωματικής μάθησης,
- ▶ ενισχύει την εμπλοκή του χρήστη-παίκτη (engagement), και
- ▶ αναπτύσσει την αυτοπαρακίνηση και τη λήψη αποφάσεων.

Η επιλογή της τεχνολογίας ΕΠ Εμβύθισης (Immersive VR) στηρίχθηκε στις διαπιστώσεις των υπάρχουσών ερευνών ότι η ΕΠ βελτιώνει την εμπειρία της μάθησης επιτρέποντας στους εκπαιδευόμενους (learners) να αλληλεπιδρούν με τα εικονικά αντικείμενα και το υλικό και να βιώνουν την εμπειρία με διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με την προσωπικότητά τους (Perez-Ramirez et al., 2021). Επίσης, χάρη στο τρισδιάστατο περιβάλλον και το αίσθημα παρουσίας που δημιουργείται στο χρήστη, η μάθηση γίνεται βιωματική και επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση σύνθετων γνώσεων ή θεμάτων.

Συνεπώς, για το στόχο της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας, η ανάπτυξη ενός παιχνιδιού σε τεχνολογία ΕΠ Εμβύθισης κρίθηκε ως ιδανική λύση, καθώς δίνει στους χρήστες την ευκαιρία να βιώσουν την προσομοίωση ενός επικίνδυνου φυσικού φαινομένου (σεισμός) αλλά σε ασφαλείς συνθήκες. Επιπλέον, ο σεισμός είναι μια κατάσταση που δεν μπορεί να προγραμματιστεί χρονικά και παρότι στη χώρα μας αποτελεί συχνό φαινόμενο σε σχέση με λιγότερο σεισμογενείς χώρες, εν τούτοις υπάρχουν πολλά άτομα, κυρίως μικρότερης ηλικίας, που δεν έχουν βιωμένη εμπειρία μικρού ή μεγαλύτερου σεισμού. Η εμπειρία ενός εικονικού σεισμού χαμηλής έντασης εντός του εικονικού περιβάλλοντος κρίθηκε ότι θα βοηθήσει το άτομο στη διατήρηση της ψυχραιμίας κατά την ώρα ενός πραγματικού σεισμού και θα περιορίσει το αίσθημα πανικού. Κι αυτό διότι ο (πραγματικός) σεισμός δεν θα είναι πλέον κάτι παντελώς άγνωστο και πρωτόγνωρο, αλλά θα βρει το χρήστη προετοιμασμένο και εκπαιδευμένο σε βασικές αρχές προφύλαξης, προνοητικότητας και μέριμνας. Η λογική των διαδοχικών σκηνών ('πίστες') και των επιβραβεύσεων με πόντους στις δύο τελευταίες σκηνές έχει σχεδιαστεί ώστε να υποστηρί-

ζει την ομαλή εξοικείωση και μετακίνηση των χρηστών εντός του εικονικού περιβάλλοντος, δημιουργώντας ένα παιγνιώδες πλαίσιο μέσω της συγκέντρωσης πόρων, το οποίο μπορεί να κινητοποιήσει τους χρήστες να ολοκληρώσουν τις σκηνές της εφαρμογής και συνεπώς να εξασκηθούν στο σύνολο των πρακτικών που προσφέρει η εφαρμογή.

Τέλος, η αρθρωτή δομή της εφαρμογής την καθιστά ευέλικτη και μελλοντικά εύκολα επεκτάσιμη με νέες σκηνές είτε παιγνιώδους χαρακτήρα είτε χαρακτήρα εμπειρίας (experience).

5.2.3 Ομάδα-στόχος και χαρακτηριστικά

Αν και δεν τίθεται από όλες τις εμπλεκόμενες πλευρές ένα ενιαίο ηλικιακό πλαίσιο ή έστω ηλικιακό κάτω όριο, υπάρχει μία συναίνεση ότι ένα τέτοιο κάτω όριο είναι απαραίτητο.

- ▶ Σύμφωνα με την HTC, κατασκευάστρια εταιρία του VR headset, δεν πρέπει να επιτρέπεται σε μικρά παιδιά να χρησιμοποιούν το VR headset HTC Vive (https://dl4.htc.com/vive/safty_guide/91H02887-05M%20Rev.A.PDF).
- ▶ Η εταιρία Sony, από την άλλη πλευρά, συνιστά στους χρήστες να είναι ηλικίας 12 ετών και άνω για το δικό της VR headset (PlayStation) (<https://www.gamesradar.com/no-playstation-vr-under-12s-says-sony/?tag=grsocial-20>).
- ▶ Τα VR headsets Oculus Rift της εταιρίας Oculus και Samsung Gear VR της εταιρίας Samsung, πολύ δημοφιλή και τα δύο, έρχονται με σύσταση από τον κατασκευαστή να είναι οι χρήστες από 13 ετών και άνω (<https://www.oculus.com/safety-center/>).

Τα 13 έτη υιοθετήθηκαν και από την παρούσα ομάδα κατά την πιλοτική χρήση και αξιολόγηση της εφαρμογής με κοινό.

5.3 Υλοποίηση

Στην παρούσα ενότητα περιγράφεται το περιεχόμενο κάθε σκηνής, όπως σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς που τέθηκαν στις προηγούμενες ενότητες.

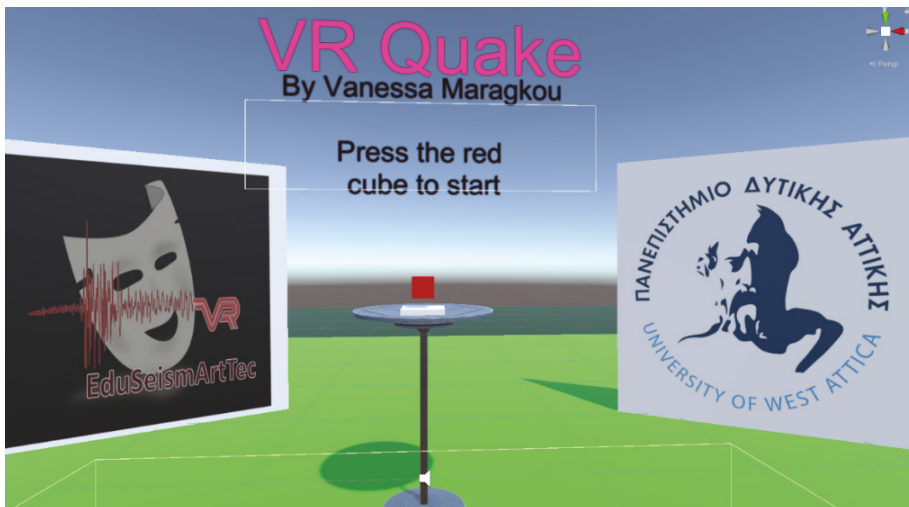
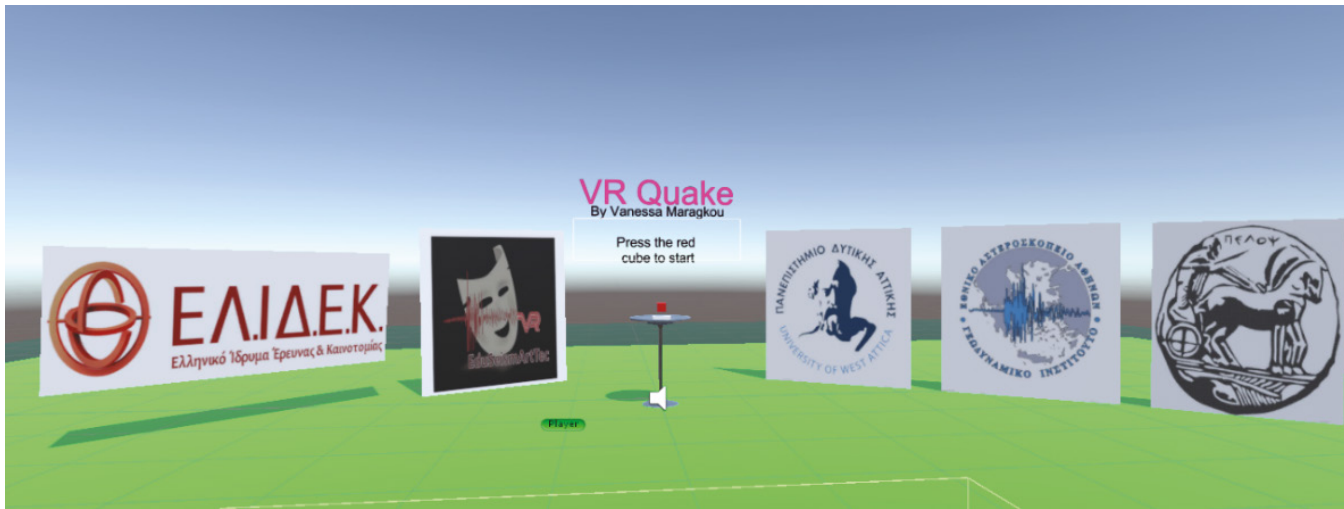
5.3.1

1η σκηνή: Εναρκτήρια σκηνή

Σκοπός: Σκοπός του χρήστη είναι να χρησιμοποιήσει την εικονική λειτουργία “teleport” της εφαρμογής (εικόνα 5.9) και να βρεθεί μπροστά στο τραπεζάκι με τον κόκκινο κύβο (εικόνα 5.8).

Περιγραφή σκηνής: Στην πρώτη σκηνή ο χρήστης βρίσκεται σε ένα χώρο χωρίς αυστηρά όρια ή πλαίσιο (εικόνα 5.7). Στη δεξιά πλευρά παρουσιάζονται σε σειρά οι λογότυποι των φορέων που συμμετέχουν στο έργο (Αστεροσκοπείο Αθηνών / Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου / Τμήμα Θεατρικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής / Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών), ενώ στην αριστερή πλευρά παρουσιάζονται οι λογότυποι του φορέα χρηματοδότησης (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) και του ίδιου του έργου (EduSeismArtTec). Στο κέντρο της σκηνής και ανάμεσα στους λογότυπους είναι τοποθετημένο ένα ψηλό τραπεζάκι. Πάνω στο τραπεζάκι βρίσκεται ένας κόκκινος κύβος (εικόνα 5.7). Μπροστά από το τραπεζάκι είναι ένα σημείο τηλεμεταφοράς (teleport), το οποίο επισημαίνεται με γαλάζιο χρώμα.

Λειτουργίες: (α) Σκοπεύοντας προς το δάπεδο και κρατώντας πιεσμένο το άνω πλήκτρο στο χειριστήριό του,



Εικόνα 5.7

Το περιβάλλον της 1ης σκηνής με τους λογότυπους (α) Αριστερά: του φορέα χρηματοδότησης (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) και του ίδιου του έργου (EduSeismArtTec), και (β) Δεξιά: των 3 φορέων υλοποίησης του έργου.

Εικόνα 5.8

Σκηνή 1n: Το κεντρικό σημείο με το ψηλό τραπεζάκι όπου βρίσκεται ο κόκκινος κύβος.

Εικόνα 5.9

Επισημαίνεται με κόκκινο βέλος το σημείο του άνω πλήκτρο του controller που πρέπει να πιέσει ο χρήστης για τη λειτουργία τηλεμεταφοράς (teleport).

ο χρήστης σαρώνει τον χώρο, αναζητώντας σημείο που επιτρέπει την τηλεμεταφορά. (β) Όταν σημαδέψει το σωστό σημείο τηλεμεταφοράς, το γαλάζιο χρώμα του δαπέδου μετατρέπεται σε πράσινο, οπότε ο χρήστης ελευθερώνει το πλήκτρο του χειριστηρίου του και τηλεμεταφέρεται στο σημείο. (γ) Στη συνέχεια ο χρήστης πρέπει να πιέσει με το εικονικό του χέρι τον κόκκινο κύβο κατακόρυφα προς τα κάτω και να τον κρατήσει πατημένο για 1 δευτερόλεπτο, δίνοντας έτσι την εντολή να ξεκινήσει η επόμενη (2n) σκηνή.

Τερματισμός: Η 1n σκηνή διαρκεί απροσδιόριστο χρόνο και τερματίζει όταν ο χρήστης πιέσει κάτω τον κόκκινο κύβο για 1 δευτερόλεπτο, εκκινώντας έτσι τη 2n σκηνή.

5.3.2

2n σκηνή: Γνωριμία-περιήγηση στο εικονικό δωμάτιο

Σκοπός: Σκοπός αυτής της σκηνής είναι η γενικότερη εξοικείωση του χρήστη με την τεχνολογία ΕΠ και η αντίληψη του για την λειτουργία της παρουσίας (presence) του μέσα στο εικονικό περιβάλλον.

Περιγραφή σκηνής: Ο χρήστης εξοικειώνεται με τον εικονικό εσωτερικό χώρο ενός απλού δωματίου. Πρόκειται για ένα (υπνο-)δωμάτιο με μπαλκονόπορτα, πόρτα προς τον κήπο (ισόγειο), κρεβάτι, συρταριέρα, καλόγερο, γραφείο με καρέκλα, επίτοιχο ράφι με διακοσμητικά, επίτοιχο ράφι με τηλεόραση και επιδαπέδιο έπιπλο-βιβλιοθήκη. Ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί το δωμάτιο τηλεμεταφερόμενος σε κατάλληλες θέσεις μέσω teleport και να περιεργαστεί απόψεις του δωματίου και έπιπλα ή αντικείμενα. Για τη διευκόλυνση της περιήγησης του χρήστη στο δωμάτιο και στον κήπο που το περιβάλλει, έχουν προκαθοριστεί 4 επιτρεπόμενες θέσεις τηλεμεταφοράς εντός του δωματίου και 1 θέση

τηλεμεταφοράς εκτός του δωματίου, στον εικονικό κήπο (εικόνες 5.10α, 5.10β). Από κάθε θέση ο χρήστης μπορεί να παρατηρήσει καλύτερα συγκεκριμένα έπιπλα και αντικείμενα του δωματίου.

Λειτουργίες: Για οικονομία χώρου αλλά και ασφάλεια, δεν υπάρχει μετακίνηση του χρήστη στον πραγματικό κόσμο: εκεί ο χρήστης παραμένει καθιστός. Η αλλαγή θέσης για περιήγηση του χρήστη μέσα στο εικονικό περιβάλλον γίνεται με τη λειτουργία teleport (βλ. 1n Σκηνή).

Τερματισμός: Η 2n σκηνή διαρκεί συνολικά 60 δευτερόλεπτα και με την εξάντληση του χρόνου ξεκινά αυτόματα η επόμενη σκηνή. Ο χρόνος που απομένει στο χρήστη εντός της 2ης σκηνής παρουσιάζεται με μορφή αντίστροφης μέτρησης μέσα σε έντονο ροζ πλαίσιο στον τοίχο του δωματίου.

5.3.3

3n σκηνή: Εμπειρία (εικονικού) σεισμού στο εικονικό δωμάτιο

Σκοπός: Στην 3n σκηνή ο χρήστης βιώνει έναν εικονικό σεισμό και παρατηρεί τα οπτικά και ακουστικά γεγονότα-αποτελέσματα του σεισμού.

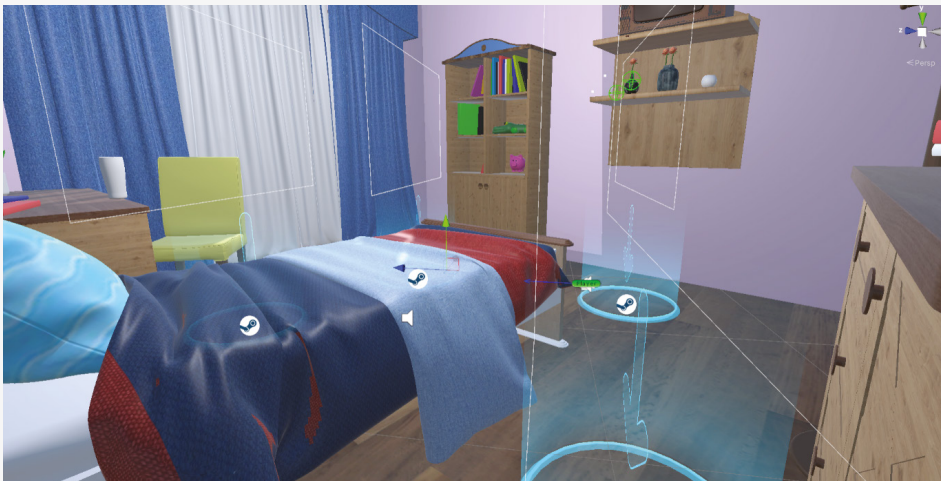
Περιγραφή σκηνής: Μετά από ορισμένα δευτερόλεπτα ηρεμίας, συμβαίνει ο εικονικός σεισμός. Τα έπιπλα ταλαντεύονται, ορισμένα αντικείμενα πέφτουν και κάποια σπάνε. Τα πιο βαριά αντικείμενα του χώρου ταλαντώνονται, ενώ τα πιο ελαφρά πέφτουν στο πάτωμα. Με το ξεκίνημα του σεισμού έχει προγραμματιστεί ο καλόγερος, που είναι δίπλα στην πόρτα, να χτυπάει στο τζάμι της πόρτας και να το σπάει, ενώ στη συνέχεια πέφτει στο πάτωμα (εικόνες 5.11 και 5.12).

Τα σπασμένα γυαλιά της πόρτας εμφανίζονται μπροστά της στο πάτωμα, ενώ τη στιγμή που σπάνε ο χρήστης



Εικόνα 5.10a

Πρώτη άποψη του εικονικού δωματίου. Τα γαλάζια βέλη υποδεικνύουν στον χρήστη τα σημεία εντός και εκτός του δωματίου που μπορεί να τηλεμεταφερθεί.



Εικόνα 5.10b

Δεύτερη άποψη του εικονικού δωματίου. Τα γαλάζια βέλη υποδεικνύουν στον χρήστη τα σημεία εντός και εκτός του δωματίου που μπορεί να τηλεμεταφερθεί.

Εικόνα 5.11

Μία άποψη του δωματίου με τα αποτελέσματα του σεισμού. Ο καλόγερος έχει πέσει στο πάτωμα αφού πρώτα έχει χτυπήσει και σπάσει την γυάλινη πόρτα. Τα τζάμια που έχουν σπάσει φαίνονται στο πάτωμα.



Εικόνα 5.12

Άλλη άποψη του δωματίου με τα αποτελέσματα του σεισμού. Ο καλόγερος έχει πέσει, τα αντικείμενα από το γραφείο βρίσκονται στο πάτωμα.



ακούει τον αντίστοιχο χαρακτηριστικό ήχο σπασίματος γυαλιών. Καθ' όλη τη διάρκεια του σεισμού στο γενικό ηχοτοπίο ακούγεται η βοή του σεισμού, συναγερμένος που ενεργοποιείται εκτός του δωματίου και αντικείμενα να πέφτουν. Η κίνηση των επίπλων και των αντικειμένων έχει προγραμματιστεί να εμφανίζει στοιχεία τυχαιότητας: δεν επαναλαμβάνονται δηλαδή ακριβώς τα ίδια γεγονότα κάθε φορά που τρέχει η συγκεκριμένη σκηνή. Επιπλέον, το κρεβάτι έχει επίπεδες αφαιρεθεί από τη συγκεκριμένη σκηνή για να εξοικονομηθεί χώρος στο εικονικό περιβάλλον και να μη νιώσει ο χρήστης αίσθημα ασφυξίας.

Λειτουργίες: Η 3η σκηνή είναι σκηνή εμπειρίας (experience) και όχι αλληλεπίδρασης. Ο χρήστης παραμένει σε σταθερή θέση, τόσο στον πραγματικό κόσμο (καθιστός) όσο και στον εικονικό (έχει απενεργοποιηθεί το teleport). Παρακολουθεί τα τεκταινόμενα, βλέπει και ακούει αλλά δεν κάνει καμμία κίνηση ή λειτουργία ο ίδιος.

Τερματισμός: Η 3η σκηνή διαρκεί 21 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια ξεκινά αυτόματα η επόμενη σκηνή. Ο χρόνος που απομένει στο χρήστη εντός της 3ης σκηνής παρουσιάζεται με μορφή αντίστροφης μέτρησης μέσα σε έντονο ροζ πλαίσιο στον τοίχο.

5.3.4

4η σκηνή: Μετακίνηση αντικειμένων/επίπλων σε ασφαλέστερες θέσεις

Σκοπός: Στην 4η σκηνή, που έχει παιγνιώδη χαρακτήρα, ο χρήστης καλείται (α) να εντοπίσει αντικείμενα ή έπιπλα που είναι τοποθετημένα σε λάθος θέσεις (μη ασφαλείς σε περίπτωση σεισμού) και (β) να τα επανατοποθετήσει (μετακινήσει) σε άλλη πιο κατάλληλη, δηλαδή πιο ασφαλή θέση.

Συγκεντρώνει πόντους και από τις δύο αυτές δράσεις.

Περιγραφή σκηνής: Στο δωμάτιο έχουν σχεδιαστεί 3 αντικείμενα που δεν βρίσκονται σε ασφαλή θέση για περίπτωση σεισμού, σύμφωνα με τους σχετικούς κανόνες προστασίας. Αυτά θα πρέπει να εντοπιστούν από το χρήστη και να μετακινηθούν σε νέες, ασφαλέστερες θέσεις. Αυτά τα αντικείμενα είναι

- (α) ένα γυάλινο διακοσμητικό βάζο τοποθετημένο σε ψηλό ράφι στον τοίχο πάνω από το κρεβάτι (εικόνα 5.13),
- (β) μια παλιά, βαριά συσκευή τηλεόρασης τοποθετημένη σε ψηλό ράφι στον τοίχο απέναντι από το κρεβάτι (εικόνα 5.14), και
- (γ) ένας καλόγερος που βρίσκεται δίπλα στη γυάλινη πόρτα του δωματίου (εικόνα 5.15).

Αν τα αντικείμενα αυτά παραμείνουν στις αρχικές τους θέσεις, σε περίπτωση σεισμού η μεν τηλεόραση και το βάζο πιθανότατα θα πέσουν και θα σπάσουν, και ίσως τραυματίσουν τον ένοικο του δωματίου, ενώ ο καλόγερος θα πέσει, θα σπάσει το τζάμι της πόρτας αλλά και θα γίνει εμπόδιο για την έξοδο του ένοικου στον κήπο.

Για καθένα από τα 3 αντικείμενα έχει οριστεί ένα πιο ασφαλές μέρος εντός του δωματίου: για το γυάλινο βάζο η άνω επιφάνεια της συρταριέρας (εικόνα 5.16), για την τηλεόραση ένα χαμηλό τραπέζακι που βρίσκεται κάτω από το ψηλό ράφι (εικόνα 5.17), και για τον καλόγερο ο χώρος στη γωνία του δωματίου, μεταξύ συρταριέρας και τοίχου (εικόνα 5.18). Έτσι, σε περίπτωση σεισμού, αφενός θα είναι μακριά από την είσοδο, αφετέρου αν πέσει θα είναι αυξημένες οι πιθανότητες να στηριχθεί από την οπίσθια και δεξιά πλευρά στον τοίχο και από την αριστερή πάνω στη συρταριέρα.

Εικόνα 5.13

Το γυάλινο βάζο αρχικά βρίσκεται λανθασμένα τοποθετημένο σε ψηλό ράφι στον τοίχο πάνω από το κρεβάτι.

Εικόνα 5.14

Η παλιά, βαριά συσκευή τηλεόρασης αρχικά βρίσκεται λανθασμένα τοποθετημένη σε ψηλό ράφι στον τοίχο απέναντι από το κρεβάτι.

Εικόνα 5.15

Ο καλόγερος αρχικά βρίσκεται λανθασμένα τοποθετημένος δίπλα στην (γυάλινη) πόρτα εξόδου του δωματίου προς τον κήπο.

Εικόνα 5.16

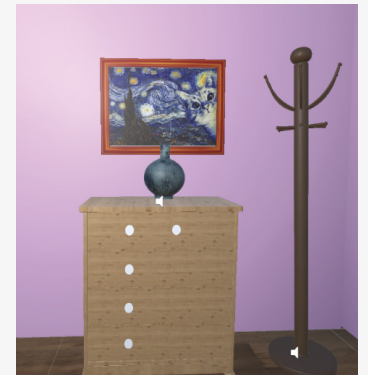
Το γυάλινο βάζο θα πρέπει να τοποθετηθεί στην πάνω επιφάνεια της συρταριέρας.

Εικόνα 5.17

Η παλιά, βαριά συσκευή τηλεόρασης τελικά θα πρέπει να τοποθετηθεί στο χαμηλό τραπέζακι κάτω από το ράφι.

Εικόνα 5.18

Ο καλόγερος τελικά θα πρέπει να τοποθετηθεί στη γωνία του δωματίου, μεταξύ συρταριέρας και τοίχου.



Λειτουργίες: (α) Εντοπισμός: Όταν ο χρήστης εντοπίζει ένα αντικείμενο που θεωρεί ότι είναι λανθασμένα τοποθετημένο και πρέπει να μετακινηθεί, αρχικά πρέπει να το αγγίξει με το εικονικό χέρι.

- ▶ Αν η επιλογή του αντικειμένου είναι σωστή, τότε εμφανίζεται γύρω από το αντικείμενο ένα έντονο κίτρινο περίγραμμα ενώ ακούγεται η λέξη “ΟΚ!” με παιδική φωνή. Επιπλέον ο χρήστης κερδίζει 10 πόντους για τη σωστή επιλογή του.
- ▶ Αν η επιλογή του αντικειμένου δεν είναι σωστή, δηλαδή αν αγγίξει αντικείμενο που είναι ήδη σε ασφαλή θέση, δεν εμφανίζεται το κίτρινο περίγραμμα, δεν ακούγεται το “ΟΚ!” και δεν παίρνει πόντους.

(β) Μετακίνηση σε νέα θέση: Προκειμένου να μετακινήσει το αντικείμενο σε νέα, ασφαλέστερη θέση, ο χρήστης “πιάνει” το αντικείμενο πιέζοντας τη σκανδάλη στο πίσω μέρος του χειριστηρίου του ενώ το αγγίζει. Τότε το αντικείμενο “κολλάει” πάνω στο εικονικό χέρι και ο χρήστης, κουνώντας το εικονικό χέρι, μετακινεί και το αντικείμενο στη νέα θέση. Το “αφήνει” εκεί ελευθερώνοντας τη σκανδάλη του χειριστηρίου.

- ▶ Αν η επιλογή της νέας θέσης είναι σωστή (ασφαλέστερη), ακούγεται η λέξη “ΟΚ!” με γυναικεία φωνή και ο χρήστης παίρνει 10 πόντους.
- ▶ Αν η επιλογή της νέας θέσης δεν είναι σωστή, δεν ακούγεται το “ΟΚ!” και ο χρήστης δεν παίρνει τους 10 πόντους.

Συνολικά ο χρήστης πρέπει να μαζέψει 60 πόντους, 30 από τον σωστό εντοπισμό 3 αντικειμένων και 30 από τη σωστή μετακίνησή τους σε νέες, ασφαλέστερες θέσεις. Ανά πάσα στιγμή το σκορ αναγράφεται σε έντονο ροζ πλαίσιο στον τοίχο, δίπλα από το χρονόμετρο.

Τερματισμός: Η 4η σκηνή διαρκεί 240 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια ξεκινά αυτόματα η επόμενη σκηνή. Ο χρόνος που απομένει στο χρήστη εντός της 4ης σκηνής παρουσιάζεται με μορφή αντίστροφης μέτρησης μέσα σε έντονο ροζ πλαίσιο στον τοίχο.

5.3.5

5η σκηνή: Επιλογή ειδών πρώτης ανάγκης στο σακίδιο επιβίωσης

Σκοπός: Στην 5η σκηνή ο χρήστης καλείται να επιλέξει συγκεκριμένα αντικείμενα πρώτης ανάγκης, μεταξύ διάφορων αντικειμένων που βρίσκονται πάνω στο γραφείο του, και να τα βάλει στο σακίδιο επιβίωσης που ετοιμάζει, για να εγκαταλείψει βιαστικά το σπίτι σε περίπτωση σεισμού. Η σκηνή είναι παιγνιώδους χαρακτήρα και ο χρήστης συγκεντρώνει πόντους για κάθε σωστό αντικείμενο πρώτης ανάγκης που βάζει στο σακίδιο επιβίωσης.

Περιγραφή σκηνής: Βρισκόμαστε και πάλι στο εσωτερικό του δωματίου που είναι ακέραιο και χωρίς ζημιές λόγω σεισμού. Πάνω στο γραφείο βρίσκεται τοποθετημένο ένα ροζ σακίδιο, ανοιχτό, και 10 συνολικά αντικείμενα σε τυχαίες θέσεις: χαρτί υγείας, σφυρίχτρα, μπουκάλι νερό, κονσέρβα τόνου, φακός, τετράδιο, χάρακας, λούτρινο αρκουδάκι, κροκόδειλος-παιχνίδι, γυάλινο διακοσμητικό βάζο (εικόνα 5.19). Τα 5 πρώτα είναι είδη πρώτης ανάγκης, τα 5 επόμενα όχι.

Λειτουργίες: Αρχικά ο χρήστης πρέπει να μετακινηθεί μέσα στο δωμάτιο και να σταθεί μπροστά στο έπιπλο-γραφείο. Αυτό μπορεί να το επιτύχει μέσω teleport. Στη συνέχεια, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει ένα-ένα τα αντικείμενα που θεωρεί πρώτης ανάγκης σε περίπτωση σεισμού και να τα βάλει μέσα στο σακίδιο επιβίωσης. Όταν ο χρήστης αγγίξει με το εικονικό χέρι οποιοδήποτε αντικείμενο, εμφανίζεται γύρω από αυτό ένα κίτρινο πε-

Εικόνα 5.19

Το σακίδιο επιβίωσης και τα 10 υποψήφια αντικείμενα πρώτης ανάγκης, τοποθετημένα πάνω στο γραφείο.



ρίγραμμα. Ο χρήστης “πιάνει” το αντικείμενο πιέζοντας τη σκανδάλη ενώ το αγγίζει. Το αντικείμενο “κολλάει” πάνω στο εικονικό χέρι, οπότε ο χρήστης κουνώντας το χέρι μετακινεί το αντικείμενο μέσα στο σακίδιο. Το “αφήνει” εκεί ελευθερώνοντας τη σκανδάλη.

► Αν η επιλογή του αντικειμένου ήταν σωστή (είναι είδος πρώτης ανάγκης), τότε το αντικείμενο εξαφανίζεται μέσα στο σακίδιο και ακούγεται η λέξη “OK!”. Ο χρήστης παίρνει 10 πόντους.

► Αν η επιλογή του αντικειμένου ήταν λάθος (δεν είναι είδος πρώτης ανάγκης), τότε το αντικείμενο εκτινάσσεται έξω από το σακίδιο, πέφτει σε τυχαία θέση πάνω στο γραφείο ή στο πάτωμα, και ακούγεται ένας ήχος αποτυχίας. Ο χρήστης δεν παίρνει πόντους.

Συνολικά ο χρήστης πρέπει να μαζέψει 50 πόντους, 10 για κάθε σωστό αντικείμενο που έβαλε στο σακίδιο. Ανά πάσα στιγμή το σκορ αναγράφεται σε έντονο ροζ πλαίσιο στον τοίχο, δίπλα από το χρονόμετρο.

Τερματισμός: Η 5η σκηνή διαρκεί 60 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια τερματίζεται αυτόματα η εφαρμογή. Ο χρόνος που απομένει στο χρήστη εντός της 5ης σκηνής παρουσιάζεται με μορφή αντίστροφης μέτρησης μέσα σε έντονο ροζ πλαίσιο στον τοίχο.

5.3.6 Τεχνικές απαιτήσεις για την καλή λειτουργία της εφαρμογής

Η ανάπτυξη της εφαρμογής έγινε για το VR headset HTC Vive Pro (εικόνα 5.20). Ένας λόγος επιλογής του συγκεκριμένου VR headset είναι ότι προσφέρει ένα ικανοποιητικό πεδίο όρασης (Field of Vision, FoV) 110 μοιρών κάθετα, 150 μοιρών οριζόντια και υψηλό ρυθμό ανανέωσης (refresh rate) 90 Hz. Αυτά τα χαρακτηριστικά προσφέρουν στον χρήστη μία εμπειρία ΕΠ καλής ποιότητας. Ακόμη ένας σημαντικός λόγος επιλογής του συγκεκριμένου VR headset είναι ότι, κατά τη διάρκεια χρήσης του, δεν απαιτείται σύνδεση με λογαριασμό χρήστη που χρησιμοποιείται και σε άλλες εφαρμογές όπως π.χ. σε πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης και συνεπώς δεν αποθηκεύει προσωπικά δεδομένα των χρηστών του.

Για τη σχεδίαση του εικονικού περιβάλλοντος της κάθε σκηνής και των εικονικών αντικειμένων που περιέχει χρησιμοποιήθηκαν δύο κατηγορίες γραφικών.

- ▶ Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει γραφικά τα οποία σχεδιάστηκαν ειδικά για το VRQuake στο πρόγραμμα Blender [<https://www.blender.org/>] και στη συνέχεια εισήχθησαν στο Unity για τελειοποίηση και ένταξη στην αντίστοιχη σκηνή της εφαρμογής VRQuake.
- ▶ Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει έτοιμα γραφικά που διατίθενται δωρεάν από το Asset Store της Unity [<https://assetstore.unity.com/3d>] και άλλες παρόμοιες

ιστοσελίδες. Αυτά είτε χρησιμοποιήθηκαν ως είχαν είτε τροποποιήθηκαν ώστε να ταιριάζουν καλύτερα στο εικονικό περιβάλλον της αντίστοιχης σκηνής του VRQuake.

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στη μηχανή παιχνιδιών (game engine) Unity 3D Pro 2019.4. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη πλατφόρμα διότι υποστηρίζει τεχνολογίες ΕΠ εμπύθισης, διαθέτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που διευκολύνουν το έργο του προγραμματισμού και, παράλληλα, χρησιμοποιείται από μεγάλο πλήθος προγραμματιστών που έχουν δημιουργήσει μια διεθνή κοινότητα, αλληλοϋποστηρίζεται online και συνεισφέρουν στη λύση τεχνικών προβλημάτων.

Για να “τρέξει” η εφαρμογή χρειάζονται:

- ▶ Ένα VR headset (εν προκειμένω το HTC Vive Pro Full Kit) με έναν controller και δύο αισθητήρες,
- ▶ Ένα VR-ready PC με τα ελάχιστα προτεινόμενα τεχνικά χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στην εικόνα 5.21.

5.4 Πιλοτική αξιολόγηση

Η εφαρμογή VRQuake υποβλήθηκε σε πιλοτική αξιολόγηση, κυρίως ως προς την εμπειρία χρήσης της. Η αξιολόγηση έγινε από εθελοντές/τριες φοιτητές/τριες στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Σαράντα δύο (42) φοιτητές/τριες ανταποκρίθηκαν στο σχετικό κάλεσμα και δοκίμασαν την εφαρμογή σε εργαστηριακές συνθήκες, σε ελεγχόμενο και ασφαλές περιβάλλον, μετά από σύντομη ενημέρωση από την πρώτη συγγραφέα, για την διεξαγωγή της διαδικασίας. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες/ουσες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης που περιλάμβανε ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου, οι οποίες αναλύθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά, αντίστοιχα.



Εικόνα 5.20

Το VR headset HTC VIVE Pro, τα 2 χειριστήρια και οι 2 αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης.

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε σε φορητό υπολογιστή Schenker με επεξεργαστή Intel (R) Core (TM) i7-10875H, μνήμη 16.0 GB, κάρτα γραφικών NVIDIA GeForce RTX 2070 και λειτουργικό σύστημα Windows 10.

Εικόνα 5.21

Ελάχιστες προδιαγραφές για τον Η/Υ που απαιτεί η εφαρμογή VRQuake.

Recommended Specs

Graphics Card

NVIDIA GTX 1060 / AMD Radeon RX 480 or greater

Alternative Graphics Card

NVIDIA GTX 970 / AMD Radeon R9 290 or greater

CPU

Intel i5-4590 / AMD Ryzen 5 1500X or greater

Memory

8 GB+ RAM

Video Output

DisplayPort™ 1.2 / Mini DisplayPort
(with adapter included in the box)

USB Ports

1 x USB 3.0 port

OS

Windows 10

Minimum Specs

Graphics Card

NVIDIA GTX 1050T1 / AMD Radeon RX 470 or greater

Alternative Graphics Card

NVIDIA GTX 960 / AMD Radeon R9 290 or greater

CPU

Intel i3-6100 / AMD Ryzen 3 1200, FX4350 or greater

Memory

8 GB+ RAM

Video Output

DisplayPort™ 1.2 / Mini DisplayPort
(with adapter included in the box)

USB Ports

1 x USB 3.0 port

OS

Windows 10

5.4.1 Ποσοτική Ανάλυση

Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται οι 12 ερωτήσεις κλειστού τύπου της αξιολόγησης καθώς και τα αποτελέσματα σε απόλυτους αριθμούς και ποσοστό επί τοις εκατό.

Ερωτήσεις για τη συνολική εμπειρία χρήσης της εφαρμογής VRQuake		
1. Η προηγούμενη εμπειρία με VR headset είναι:	μηδενική	19 (45.2%)
	μικρή	13 (30.9%)
	μέτρια	6 (14.2%)
	μεγάλη	4 (9.5%)
2. Παίζω videogames / computer games:	ποτέ	6 (14.2%)
	σπάνια	9 (21.4%)
	συχνά	14 (33.3%)
	καθημερινά	13 (30.9%)
3. Η συγκεκριμένη εφαρμογή VR:	με κούρασε/ με ζάλισε	0 (0.0%)
	ήταν οριακά ανεκτή	2 (4.7%)
	δεν με κούρασε/ ζάλισε καθόλου	40 (95.2%)
4. Οι χειρισμοί που είχα να κάνω εντός του εικονικού περιβάλλοντος:	με δυσκόλεψαν πολύ	0 (0.0%)
	με δυσκόλεψαν λίγο	1 (2.3%)
	δεν με δυσκόλεψαν ιδιαίτερα	6 (14.2%)
	δεν με δυσκόλεψαν καθόλου	35 (83.3%)
Ερώτηση για την 3η σκηνή της VRQuake (εικονικός σεισμός)		
5. Η πίστα παρουσίαζε τον εικονικό σεισμό με κατανοητό τρόπο:	πάρα πολύ	30 (71.5%)
	μέτρια	12 (28.5%)
	καθόλου	0 (0%)

Πίνακας 5.1

Απαντήσεις στις ερωτήσεις κλειστού τύπου του ερωτηματολογίου αξιολόγησης της εφαρμογής.

Ερωτήσεις για την 4η σκηνή της VRQuake (παιχνίδι μετακίνησης αντικειμένων σε ασφαλέστερη θέση)		
6. Το παιχνίδι μετακίνησης αντικειμένων σε ασφαλέστερη θέση ήταν (δώστε 2 απαντήσεις):	διασκεδαστικό	42 (100.0%)
	διδακτικό, έμαθα κάτι καινούριο	31 (73.8%)
	βαρετό	0 (0.0%)
	δεν έμαθα κάτι καινούριο	9 (21.4%)
7. Πριν από αυτό το παιχνίδι, δεν είχα εφαρμόσει τις γνώσεις μου για την σωστή τοποθέτηση αντικειμένων σε περίπτωση σεισμού:	ναι	37 (88.0%)
	όχι	6 (14.2%)
8. Αυτό το παιχνίδι με έκανε να σκεφτώ ότι πρέπει να μετακινήσω μερικά έπιπλα / αντικείμενα σε ασφαλέστερο μέρος στο σπίτι:	ναι	36 (85.7%)
	όχι	6 (14.2%)
Ερωτήσεις για την 5η σκηνή της VRQuake (παιχνίδι προετοιμασίας σακιδίου επιβίωσης για περίπτωση σεισμού)		
9. Το παιχνίδι προετοιμασίας σακιδίου για περίπτωση σεισμού ήταν (δώστε δύο απαντήσεις):	διασκεδαστικό	40 (95.2%)
	διδακτικό, έμαθα κάτι καινούριο	31 (73.8%)
	βαρετό	2 (4.7%)
	δεν έμαθα κάτι καινούριο	11 (26.1%)
10. Πριν από αυτό το παιχνίδι, δεν είχα εφαρμόσει τις γνώσεις μου για την προετοιμασία ενός σακιδίου για περίπτωση σεισμού:	ναι	38 (90.4%)
	όχι	4 (9.6%)
11. Αυτό το παιχνίδι με έκανε να σκεφτώ ότι πρέπει να έχω πάντα έτοιμο στο σπίτι μου ένα σακίδιο με τα απαραίτητα σε περίπτωση σεισμού:	ναι	37 (88.1%)
	όχι	5 (11.9%)
Ερώτηση για τη δυναμική χρήση της ΕΠ ως εκπαιδευτικό εργαλείο		
12. Για την εκπαίδευση σε καταστάσεις που δεν είναι εφικτές, προσβάσιμες ή ασφαλείς στον πραγματικό κόσμο θεωρώ ότι η ΕΠ είναι ένα μέσο:	ιδανικό	32 (76.1%)
	μέτρια ικανοποιητικό	10 (23.8%)
	προβληματικό	0 (0.0%)
	απαράδεκτο	0 (0.0%)

* Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι πρέπει να σημειώσουν μία απάντηση ανά ερώτηση, εκτός από τις περιπτώσεις όπου αναγραφόταν ότι μπορούν να δώσουν περισσότερες απαντήσεις.

5.4.2 Ποιοτική Ανάλυση

Οι ερωτήσεις ανοικτού τύπου που περιλαμβάνονται στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης αναφέρονται στη Σκηνή 3 (εικονικός σεισμός), στη Σκηνή 4 (μετακίνηση αντικειμένων / επίπλων δωματίου σε ασφαλέστερη θέση) και στη Σκηνή 5 (προετοιμασία σακιδίου έκτακτης ανάγκης). Στη συνέχεια αναλύονται οι απαντήσεις και συνοψίζονται τα αποτελέσματα.

5.4.2.1 Για να γίνει πιο εμπυθιστική η Σκηνή 3 (εικονικός σεισμός), θα πρότεινα...

Οι περισσότεροι χρήστες βρήκαν την σκηνή του σεισμού κατανοητή, ρεαλιστική και αρκετά καθηλωτική. Μάλιστα 9 στους 42 χρήστες ή το 21,5% τη βρήκαν αρκετά ικανοποιητική και δεν ζήτησαν καμία βελτίωση. Κάποιοι χρήστες ανέφεραν ότι ένιωσαν την επιθυμία να καλυφθούν κάτω από ένα γραφείο ή ένα κρεβάτι κατά τη διάρκεια του σεισμού, ενώ 3 χρήστες πρότειναν να προστεθεί η επιλογή ο παίκτης να καλύπτεται κάτω από το γραφείο, όταν συμβαίνει ο σεισμός. Ζήτησαν επίσης πιο δυνατά ηχητικά εφέ από (περισσότερα) αντικείμενα που σπάνε από πτώση μέσα στο δωμάτιο, όπως ράφια ή ακόμα και τοίχους, ή πιο δυνατούς συναγεγμούς που ηχούσαν έξω από το δωμάτιο. Από λίγους χρήστες προτάθηκαν επίσης πιο έντονα εφέ, όπως τα φώτα του δωματίου να αναβοσβήνουν ή να πέφτουν θραύσματα από την οροφή. Άλλοι χρήστες πρότειναν να χρησιμοποιηθεί μια καρέκλα με δόννηση αντί για κανονική (4 από 42 ή 9,5%) ή/και να προστεθεί λειτουργικότητα δόννησης στα χειριστήρια (6 από 42 ή 14%). Ακόμα προτάθηκε να τρέμει η εικόνα που προβάλλεται στον χρήστη εντός του HMD, λειτουργία που, προφανώς, θέτει σε κίνδυνο ζάλη του χρήστη. Τέλος, εκφράστηκαν και αντικρουόμενες απόψεις: ένας χρήστης ζήτησε πιο έντονο κούνημα

αντικειμένων, ενώ ένας άλλος σημείωσε ότι το κούνημα είναι πολύ δυνατό και πρέπει να μειωθεί.

5.4.2.2 Για να γίνει πιο διασκεδαστική ή/και διδακτική η Σκηνή 4 (μετακίνηση αντικειμένων / επίπλων σε ασφαλέστερη θέση) θα πρότεινα...

Οι περισσότεροι χρήστες βρήκαν αυτή τη σκηνή πολύ διδακτική όσο και διασκεδαστική, ενώ όλοι οι χρήστες, εκτός από 5 είχαν να κάνουν ενδιαφέρουσες προτάσεις. Συγκεκριμένα, 13 από τους 42 χρήστες ή το 31% ζήτησαν περισσότερα αντικείμενα / έπιπλα διαθέσιμα για μετακίνηση σε ασφαλέστερη θέση, ενώ λίγοι χρήστες ζήτησαν αυξημένη αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και των αντικειμένων / επίπλων του δωματίου, π.χ. να υπάρχει πρόβλεψη ο χρήστης να μπορεί να κάθεται στο κρεβάτι ή σε μια καρέκλα. Επίσης, λίγοι χρήστες ζήτησαν να γίνει πιο λεπτομερής και φυσική η κίνηση των αντικειμένων, π.χ., τυχόν αντικείμενα που μεταφέρουν οι χρήστες και πέφτουν κάτω, να σπάνε. Τέλος, 8 στους 42 χρήστες (19%) ζήτησαν να υπάρχουν πιο λεπτομερείς οδηγίες ή/και επεξηγήσεις, είτε κατά τη διάρκεια της σκηνής, είτε πριν. Ένας χρήστης πρότεινε να δοθεί περισσότερος χρόνος για την αρχική εξοικείωση του χρήστη στο δωμάτιο, ενώ ένας άλλος την προσθήκη οθονών ανακεφαλαίωσης, μετά την ολοκλήρωση της σκηνής, για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Πέντε από τους 42 χρήστες (12%) ζήτησαν να συμβαίνει ένας εικονικός σεισμός ή μετασεισμός στο τέλος της σκηνής. Μερικοί χρήστες πρότειναν πιο εμπορικούς μηχανισμούς παιχνιδιών, π.χ. ηχητικά εφέ, σπάσιμο τοίχων, τρομακτική ατμόσφαιρα, διατήρηση βαθμολογίας για παίκτης για λόγους ανταγωνισμού και πιο αναλυτική αντίστροφη μέτρηση χρόνου των τελευταίων δευτερολέπτων.

5.4.2.3 Για να γίνει πιο διασκεδαστική ή/και διδακτική η Σκηνή 5 (προετοιμασία σακιδίου επιβίωσης για περίπτωση σεισμού), θα πρότεινα...

Η πλειονότητα των αξιολογητών βρήκε τη Σκηνή 5 εκπαιδευτική, αλλά και διασκεδαστική. Παράλληλα, όλοι οι αξιολογητές, εκτός από 3, είχαν ενδιαφέρουσες προτάσεις για τη βελτίωσή της. Ειδικότερα, οι 9 από τους 42 αξιολογητές (21,5%) πρότειναν να αυξηθεί το πλήθος των κατάλληλων και ακατάλληλων αντικειμένων για το σακίδιο επιβίωσης, ώστε να γίνει πιο απαιτητική για το χρήστη η σωστή επιλογή. Τέσσερις χρήστες πρότειναν να εισαχθεί κάλαθος αχρήστων για την απόρριψη των ακατάλληλων αντικειμένων, ενώ 5 χρήστες πρότειναν τα υποψήφια αντικείμενα να σκορπίσουν σε όλο το δωμάτιο, αντί να εκτίθενται πάνω στο γραφείο, ώστε ο χρήστης να πρέπει να μετακινήθει, είτε φυσικά είτε με τηλεμεταφορά, για να τα αναζητήσει. Από 3 χρήστες προτάθηκαν και λεπτομερέστερα γραφικά καθώς και η αυξημένη ανταπόκριση στους νόμους της μηχανικής φυσικής κατά την μετακίνηση των εικονικών αντικειμένων. Ένας χρήστης πρότεινε περισσότερα ηχητικά εφέ για τη σήμανση των επιτυχιών του χρήστη (σωστή επιλογή αντικειμένων για το σακίδιο) ή για το τέλος του παιχνιδιού, ενώ άλλος χρήστης πρότεινε ένα πιο ολοκληρωμένο σενάριο που θα επιτρέψει στους χρήστες να συνειδητοποιήσουν την ανάγκη ενός τέτοιου (σωστά ετοιμασμένου) σακιδίου.

5.5 Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της πιλοτικής αξιολόγησης της VRQuake στην τρέχουσα μορφή της, ως προς την εμπειρία που παρέχει στο χρήστη, είναι ενθαρρυντικά ως προς τις δυνατότητες αυτής της εφαρμογής να εξυ-

πηρετήσει το σκοπό της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας. Παρά το γεγονός ότι η πλειονότητα των συμμετεχόντων (προπτυχιακοί φοιτητές/τριες πανεπιστημίου) είναι παίκτες ηλεκτρονικών παιχνιδιών / βιντεοπαιχνιδιών (Ερώτηση 2), η προηγούμενη εμπειρία τους σε ΕΠ είναι περιορισμένη: το 45% δήλωσε ότι δεν είχε προηγούμενη εμπειρία ΕΠ, ενώ μόνο το 10% δήλωσε είχε χρησιμοποιήσει ΕΠ (Ερώτηση 1). Δεν ένιωσαν καμία ενόχληση από τη χρήση του HMD κατά τη διάρκεια του VRQuake (Ερώτηση 3) και δήλωσαν ότι βρήκαν τη χρήση του εξοπλισμού ΕΠ εύκολη και απλή (Ερώτηση 4). Θεωρούν ότι η Σκηνή 3, της εμπειρίας εικονικού σεισμού, ήταν πολύ (70%) ή μέτρια (30%) κατανοητή και σαφής (Ερώτηση 5). Στην αντίστοιχη ποιοτική ερώτηση (ενότητα 5.4.2.1), όλοι οι χρήστες δήλωσαν ότι βρήκαν τον εικονικό σεισμό αρκετά ρεαλιστικό. Ωστόσο, η πλειοψηφία είχε ενδιαφέρουσες προτάσεις για τη βελτίωσή του. Η συχνή αναφορά σε καθίσματα εξοπλισμένα με μηχανισμό κραδασμών και παρόμοιο εξοπλισμό προηγμένης τεχνολογίας αποκαλύπτει το επίπεδο τεχνολογικού εγγραμματισμού και τεχνολογικής αποδοχής από τους αξιολογητές. Είναι σαφές ότι αν υιοθετηθούν πιο έντονα εφέ, αυτό θα καταστήσει την εμπειρία του χρήστη πιο ρεαλιστική και θα αυξήσει το αίσθημα εμπύθισης και το αίσθημα παρουσίας του/της.

Το σύνολο των χρηστών (100%) δήλωσε ότι διασκεδάσε με το παιχνίδι μετακίνησης αντικειμένων / επίπλων σε ασφαλές μέρος (Σκηνή 4), ενώ περισσότερο από το 70% δήλωσε ότι έμαθε κάτι νέο από αυτή τη σκηνή (Ερώτηση 6). Για το 88% των αξιολογητών, αυτή ήταν η πρώτη φορά που είχαν την ευκαιρία να εφαρμόσουν γνώσεις σχετικές με την ασφαλή τοποθέτηση επίπλων / αντικειμένων εντός δωματίου (Ερώτηση 7). Τέλος

το 85,7% των αξιολογητών ανέφεραν ότι το παιχνίδι τους έκανε να σκεφτούν το ενδεχόμενο μετακίνησης σε ασφαλέστερο μέρος των πραγματικών αντικειμένων / επίπλων στο σπίτι τους (Ερώτηση 8).

Το 95% των συμμετεχόντων βρήκε απολαυστικό το παιχνίδι προετοιμασίας ενός σακιδίου έκτακτης ανάγκης (Σκηνή 5), ενώ μόνο 2 από τους 42 αξιολογητές το βρήκαν βαρετό. Πάνω από το 70% των συμμετεχόντων δηλώνουν ότι έμαθαν κάτι νέο από τη σκηνή αυτή, ενώ 11 συμμετέχοντες (30%) αισθάνονται ότι δεν έμαθαν (Ερώτηση 9). Για το 90% από αυτούς, αυτή ήταν η πρώτη φορά που είχαν την ευκαιρία να εφαρμόσουν τις σχετικές γνώσεις (Ερώτηση 10). Τέλος, το 88% των αξιολογητών δήλωσε ότι το παιχνίδι τους έκανε να σκεφτούν ότι πρέπει να έχουν πάντα έτοιμο ένα σακίδιο έκτακτης ανάγκης στο σπίτι (Ερώτηση 11).

Τα παραπάνω ευρήματα αποτελούν ισχυρή ένδειξη ως προς την αποτελεσματικότητα και την καταλληλότητα της ΕΠ για τους σκοπούς της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας. Όπως προκύπτει και από τις απαντήσεις τους στην Ερώτηση 12, οι συμμετέχοντες επαληθεύουν τη γενική εικόνα που σχηματίζεται από τις πρώτες 11 ερωτήσεις: το 76% θεωρεί την ΕΠ ως ιδανικό εργαλείο και το 24% ως αποδεκτό εργαλείο για εκπαίδευση και κατάρτιση. Αυτά τα αποτελέσματα συνάδουν με αποτελέσματα υπαρχουσών αντίστοιχων ερευνών, όπως των Pellas et al. (2020) όπου η ΕΠ θεωρείται τεχνολογία που προάγει τη μάθηση, των Merchant et al. (2014) όπου η διδασκαλία που βασίζεται στην ΕΠ χαρακτηρίζεται ως αρκετά αποτελεσματική, των Rajabi et al. (2022) όπου η ΕΠ χαρακτηρίζεται ως επιτυχημένη εκπαιδευτικό εργαλείο, των Caballero et al. (2019) όπου η ΕΠ

χωρίς εμβύθιση (θέαση σε επιτραπέζιο Η/Υ) θεωρείται ως εναλλακτικό εργαλείο για την ανάπτυξη ικανοτήτων και των Shu et al. (2019) όπου η ΕΠ χαρακτηρίζεται ως “κατάλληλη μέθοδος για μαθήματα πρακτικής εκπαίδευσης σε καταστάσεις κινδύνου και καταστροφών”, ενώ η ΕΠ εμβύθισης “μπορεί να προσφέρει πραγματική, χαμηλού κόστους, υψηλής κινητικότητας πρόληψη και ετοιμότητα απέναντι σε φυσικές καταστροφές, χωρίς επικινδυνότητα”.

Στις αντίστοιχες ερωτήσεις ανοικτού τύπου για τη Σκηνή 4 (ενότητα 5.4.2.2) και τη Σκηνή 5 (ενότητα 5.4.2.3), οι χρήστες πρότειναν αρκετές βελτιώσεις στη σχεδίαση, όπως π.χ. περισσότερα έπιπλα και αντικείμενα στο δωμάτιο, πιο έντονα / πιο δυνατά ηχητικά εφέ καθώς και εισαγωγή μηχανισμών που θα γεννούν φυσικούς κραδασμούς / δονήσεις. Πρότειναν επίσης να υλοποιηθούν πιο σύνθετα εκπαιδευτικά σενάρια, προκειμένου οι χρήστες-μαθητές να κατανοήσουν πλήρως τους λόγους των επιλογών τους και να βιώσουν τις συνέπειες των αποφάσεών τους. Οι συμμετέχοντες προτείνουν, για παράδειγμα, το παιχνίδι στη Σκηνή 4 να συνεχιστεί με έναν δεύτερο σεισμό, που συμβαίνει στο αναδιαταγμένο, ασφαλέστερο πλέον εσωτερικό δωματίου, ώστε οι (πιο περιορισμένες πλέον) ζημιές που θα προκληθούν να βοηθήσουν τον χρήστη να συνειδητοποιήσει πλήρως τις επιλογές του.

Μια άλλη πρόταση για τη Σκηνή 5 είναι να επεκταθεί το τρέχον σενάριο, ώστε ο χρήστης να πρέπει να φύγει επειγόντως από το σπίτι και να χρειάζεται για την επιβίωσή του εκτός σπιτιού τα αντικείμενα που είναι τοποθετημένα μέσα στο σακίδιο – και πάλι με στόχο την ανατροφοδότηση, ώστε να συνειδητοποιήσει πλήρως τις συνέπειες των επιλογών του.

Αν εξεταστούν από κοινού, οι προτάσεις αυτές ουσιαστικά σημαίνουν ότι:

(α) Ως προς την εμπειρία του χρήστη: υπάρχει ανάγκη για πιο ρεαλιστικούς εικονικούς κόσμους που θα αυξάνουν το αίσθημα εμπύθισης και το αίσθημα παρουσίας. Αυτή η ανάγκη για αυξημένη πιστότητα του εικονικού κόσμου ως προς τον φυσικό κόσμο, καθώς και για αυξημένη διαδραστικότητα, καταγράφεται σε υπάρχουσες σχετικές έρευνες όπως των Feng et al. (2020) και Lu et al. (2020). Επιπλέον, η σύνδεση μεταξύ του αισθήματος εμπύθισης, του αισθήματος παρουσίας και της διευκόλυνσης της μάθησης με χρήση ΕΠ, κάθε άλλο παρά επιφανειακή είναι. Υπάρχουσες έρευνες έχουν δείξει ότι η εμπύθιση, μεταξύ άλλων, είναι ένας ισχυρός προγνωστικός παράγοντας για το αίσθημα παρουσίας, ενώ το αίσθημα παρουσίας είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για την μάθηση που διαμεσολαβείται από τη χρήση ΕΠ (Dengel & Mägdefrau, 2019). Αντίστροφα, άλλη έρευνα καταλήγει ότι το αίσθημα παρουσίας καταγράφεται ως προβλεπτικός παράγοντας της εμπύθισης (Mütterlein, 2018). Κατά τη μία ή κατά την άλλη κατεύθυνση, είναι σαφές ότι αυτές οι δύο έννοιες συνδέονται στενά. Τέλος, όπως συμπεραίνεται στο (Shu et al., 2019), το αυξημένο επίπεδο εμπύθισης που προσφέρει η ΕΠ με τη χρήση HDM διευκολύνει τη διανοητική εμπλοκή των συμμετεχόντων.

(β) Ως προς την εκπαιδευτική διάσταση: υπάρχει ανάγκη για καλύτερα επεξεργασμένα, πιο σύνθετα και περιεκτικά εκπαιδευτικά σενάρια που παρέχουν ανατροφοδότηση στους χρήστες όχι μόνο με τη μορφή πόντων στα παιχνίδια αλλά και με το να φέρνουν το

χρήστη αντιμέτωπο με τις συνέπειες των επιλογών του. Αυτό είναι ένα ενδιαφέρον εύρημα της ποιοτικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα και που αξίζει περισσότερης προσοχής και διερεύνησης.

5.6 Συμπεράσματα - Περαιτέρω Έρευνα

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η πιλοτική αξιολόγηση μιας καινοτόμου εφαρμογής ΕΠ στο αντικείμενο της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας. Οι σεισμοί ανήκουν σε ένα ευρύτερο φάσμα φυσικών καταστροφών, που κάνουν αναγκαία την εκπαίδευση του κοινού. Οι επιστήμονες, τα κράτη και οι θεσμοί εκμεταλλεύονται ήδη τις δυνατότητες σύγχρονων και ελκυστικών τεχνολογιών όπως η ΕΠ για να ευαισθητοποιήσουν το κοινό, να διδάξουν καλές πρακτικές και μέτρα προστασίας και να εκπαιδεύσουν το κοινό να συμπεριφερθεί κατάλληλα, τόσο κατά τη διάρκεια καταστροφικών γεγονότων ή φαινομένων, αλλά και μετά από αυτά. Η καταλληλότητα και η αποδοχή της ΕΠ εμπύθισης για τους σκοπούς αυτούς, όπως αναδεικνύονται και σε προηγούμενες παρόμοιες μελέτες (Shu et al., 2019; Feng et al., 2020), επιβεβαιώνονται στην παρούσα έρευνα και παρά τους εγγενείς περιορισμούς της, όπως είναι ο πιλοτικός χαρακτήρας, το περιορισμένο δείγμα και η εστίαση σε συγκεκριμένο εύρος ηλικιών χρηστών.

Ένα ενδιαφέρον συμπέρασμα που προέκυψε από την ποιοτική ανάλυση είναι ότι, εκτός από την ανάγκη για αυξημένο ρεαλισμό (αίσθημα παρουσίας και αίσθημα εμπύθισης), καταγράφεται και η ανάγκη για πιο επεξεργασμένα, σύνθετα και ολοκληρωμένα εκπαιδευτικά σενάρια που θα προσφέρουν ουσιαστικότερη ανατρο-

φοδότηση πέραν της βαθμολογίας του παιχνιδιού και θα επιτρέπουν έτσι στους χρήστες να επωφεληθούν πληρέστερα από την εκπαιδευτική διάσταση της εφαρμογής. Το εύρημα αυτό υποδεικνύει ότι οι μελλοντικοί ερευνητικοί σχεδιασμοί θα έπρεπε να ενσωματώσουν ειδικούς της εκπαίδευσης και της παιδαγωγικής μέσα στις ήδη διεπιστημονικές ομάδες, που αναπτύσσουν σχετικές εφαρμογές αντιμετώπισης φυσικών καταστροφών όπως η *VRQuake*. Μια παρόμοια πρόταση γίνεται και στη μελέτη των Pellas et al. (2020), όπου τονίζεται η ανάγκη να “συμπεριληφθεί ο διδάσκων” στην ομάδα ανάπτυξης εφαρμογών VR. Πράγματι, δεδομένου του πολύπλοκου και πολυδιάστατου χαρακτήρα των σχετικών ερευνητικών προγραμμάτων, η εκπαιδευτική και παιδαγωγική πτυχή συχνά παραμελούνται υπέρ της επιστημονικής ακρίβειας και της τεχνικής αξιοπιστίας. Παρόλα αυτά, διαπιστώνεται ότι το εκπαιδευτικό στοιχείο δεν παύει να αναδύεται στις σχετικές έρευνες ως ένας καθοριστικός παράγοντας ως προς την επιτυχή μετάδοση των εκπαιδευτικών μηνυμάτων. Αρκετά νωρίς και πολύ επίκαιρα, οι συγγραφείς στην (Dalgarno & Mark, 2009) κάνουν έκκληση για ένα “στιβαρό εκπαιδευτικό και παιδαγωγικό σχεδιασμό”, που θα πρέπει να προέχει έναντι της τεχνολογικής καινοτομίας. Ακολουθώντας την ίδια συλλογιστική, ο σχεδιασμός της μελλοντικής έρευνάς μας κατευθύνεται στη βελτίωση της εφαρμογής *VRQuake* τόσο επιστημονικά και τεχνικά, ώστε να βελτιώσει την εμπειρία του χρήστη, όσο και εκπαιδευτικά και παιδαγωγικά, ώστε να ενισχύσει τις εκπαιδευτικές διαστάσεις της ΕΠ. Αξίζει να σημειωθεί, ως ένα τελευταίο σχόλιο, ότι ο συνδυασμός των δύο προηγούμενων στόχων απαιτεί μία προσεκτική ηλικιακή στόχευση της εφαρμογής.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Adams, E. (2013). *Fundamentals of Game Design* (3rd edition). New Riders.
- Balfour, N.J., Salmon, M. & Sambridge, M. (2014). The Australian Seismometers in Schools Network: Education, Outreach, Research and Monitoring. *Seismol. Res. Lett.*, 85, 1063–1068.
- Bartle, R. (2003). *Designing Virtual Worlds*. New Riders.
- Caballero, A. R., Niguidula, J. D. & Caballero, J. M. (2019). Disaster Risk Management Training Simulation for People with Hearing Impairment: A Design and Implementation of ASL Assisted Model Using Virtual Reality. In *Proceedings of the 4th International Conference on Information Technology (InCIT)*, Bangkok, Thailand, 24-25 October.
- Caravaca, G. Le Mouélic, S., Mangold, N., L'Haridon, J., Le Deit, L. & Massé, M. (2020). 3D Digital Outcrop Model reconstruction of the Kimberley outcrop (Gale crater, Mars) and its integration into Virtual Reality for simulated geological analysis. *Planet. Space Sci.*, 182, 104808.
- Dalgarno, B. & Mark, J.W.L. (2009). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *Br J Educ Technol.*, 41, 10-32.
- Dengel, A. & Mägdefrau, J. (2019). Presence Is the Key to Understanding Immersive Learning. In: *Immersive Learning Research Network. In Proceedings of iLRN 2019. London, UK, 23–27 June*.
- Elliott, J., Walters, R. & Wright, T. (2016). The role of space-based observation in understanding and responding to active tectonics and earthquakes. *Nat. Commun.*, 7, 13844.
- Feng, Z., Gonzalez, V., Trotter, M. Spearpoint, M., Thomas, J., Ellis, D. & Lovreglio, R. (2020). How people make decisions during earthquakes and post-earthquake evacuation: Using Verbal Protocol Analysis in Immersive Virtual Reality. *Saf. Sci.*, 129, 104837.
- Freina, L. & Ott, M. (2015). A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State of the Art and Perspectives. In *Proceedings of the International Scientific Conference E-Learning and Software for Education, Bucharest, Romania, 23-24 April*.

- Gonzalez–Morin, D., Gonzalez–Sosa, E., Perez–García, P. & Villegas, A. (2022). Bringing Real Body as Self-Avatar into Mixed Reality: A Gamified Volcano Experience. In *Proceedings of the IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, Christchurch, New Zealand, 12-16 March.
- Izatt, E., Scholberg, K. & Kopper, R. (2014). Neutrino-KAVE: An immersive visualization and fitting tool for neutrino physics education. In *Proceedings of the IEEE Virtual Reality, Minneapolis, Minnesota, 29 March – 2 April*.
- Lu, X., Yang, Z., Xu, Z. & Xiong, C. (2020). Scenario simulation of indoor post-earthquake fire rescue based on building information model and virtual reality. *Adv Eng Softw.*, 143.
- Maragkou, V. & Rangoussi, M. (2018). French as a foreign language: design, development and evaluation of an immersive Virtual Reality learning environment. In *Proceedings of International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain, 5-7 March*.
- Martingano, A. J. & Persky, S. (2021). Virtual reality expands the toolkit for conducting health psychology research. *Soc. Personal. Psychol. Compass*, 15, e12606.
- Merchant, Z., Goetz, E.T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W. & Davis, T.J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Comput Educ.*, 70, 29–40.
- Mütterlein, J. (2018). The Three Pillars of Virtual Reality? Investigating the Roles of Immersion, Presence, and Interactivity. In *Proceedings of the 51th Hawaii International Conference on System Sciences, Big Island, Hawaii, 3-6 January*.
- Ooi, S., Kikuchi, A., Goto, T. & Sano, M. (2021). Development and Verification of Mixed Disaster Training System in Virtual Reality Based on Experience Learning. In *Proceedings of the 10th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)*, Chengdu, China, 18-20 January.
- Pellas, N., Dengel, A. & Christopoulos, A. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Trans Learn Technol.*, 13, 748-761.
- Perez-Ramirez, M., Arroyo-Figueroa, G. & Ayala, A. (2021). The use of a virtual reality training system to improve technical skill in the maintenance of live-line power distribution networks. *Interact. Learn. Environ.*, 29, 527-544.
- Rajabi, M.S., Taghaddos, H. & Zahrai, S.M. (2022). Improving Emergency Training for Earthquakes through Immersive Virtual Environments and Anxiety Tests: A Case Study. *Bldg.*, 12, 1850.
- Sanchez-Crespo Dalmau, D. (2003). *Core Techniques and Algorithms in Game Programming*. New Riders.
- Schell, J. (2019). *The Art of Game Design: A Book of Lenses* (3rd edition). A K Peters/CRC Press.
- Shu, Y., Huang, Y.Z., Chang, S.H. & Chen, M.Y. (2019). Do virtual reality head-mounted displays make a difference? A comparison of presence and self-efficacy between head-mounted displays and desktop computer-facilitated virtual environments. *Virtual Real.* 2019, 23, 437–446.
- Silva, J.N.A., Southworth M., Raptis, C. & Silva, J. (2018). Emerging Applications of Virtual Reality in Cardiovascular Medicine. *JACC Basic Transl Sci.*, 3, 420–430.
- Subedi, S., Hetényi, G., Denton, P. & Sauron, A. (2020). Seismology at School in Nepal: A Program for Educational and Citizen Seismology Through a Low-Cost Seismic Network. *Front. Earth Sci.* 2020, 8.
- Tan, C., Leong, T., Shen, S., Dubravs. C. & Si, C. (2015). Exploring Gameplay Experiences on the Oculus Rift. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. London, UK.
- Zhang, F., Xu, Z., Yang, Y., Qi, M. & Zhang, H. (2021). Virtual reality- based evaluation of indoor earthquake safety actions for occupants. *Adv. Eng. Inform.*, 49, 101351.

6. Η αξιοποίηση των τεχνολογιών Ολογραφικής Προβολής και Εικονικής Πραγματικότητας σε υβριδικό θεατρικό δρώμενο, στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας

A. Καστίτσας

Ινστιτούτο Επεξεργασίας του Λόγου,
Ερευνητικό Κέντρο ΑΘΗΝΑ

M. Ραγκούση, Δ. Μετάφας,

A. Χαριτόπουλος, Π. Μοναχέλης

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολή Μηχανικών,
Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών

6.1 Εισαγωγή

Το κύριο αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου είναι οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες και οι δυνατότητες που προσφέρουν για την σχεδίαση και υλοποίηση υβριδικών θεατρικών παραστάσεων. Ειδικότερα, παρουσιάζονται και διερευνώνται στην πράξη οι τεχνολογίες της Ολογραφικής Προβολής (ΟΠ) και της Εικονικής Πραγματικότητας (ΕΠ), όπως αξιοποιήθηκαν στο πλαίσιο του έργου EduSeismArtTec, για την υπέρταση του κεντρικού στόχου της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας και της Σεισμολογίας των Πολιτών διαμέσου θεατρικής παράστασης υβριδικού τύπου – μεταξύ άλλων δράσεων του έργου. Σε προηγούμενο κεφάλαιο έχουν αναδειχθεί τα ουσιαστικά πλεονεκτήματα της θεατροπαιδαγωγικής προσέγγισης για την εκπαίδευση του ευρύτερου κοινού σε σημαντικά αλλά και κρίσιμα θέματα, όπως η εκκλιση της επιστήμης και η αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών – στόχοι και τα δύο της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας και της Σεισμολογίας των Πολιτών. Η έμφαση στο παρόν κεφάλαιο δίνεται στην προστιθέμενη αξία που έρχονται να συνεισφέρουν οι ψηφιακές τεχνολογίες σ' αυτό το πλαίσιο, συνδυάζοντας το φυσικό με το ψηφιακό στοιχείο, ώστε να μετατρέψουν ένα θεατρικό δρώμενο σε υβριδικό, (AEA Consulting for Arts Council, 2016; Tsiouostas et al., 2020).

Ένα ενδιαφέρον σημείο, που αποτέλεσε και πρόκληση για το έργο, αφορά στην εξής εγγενή ποιοτική διαφορά μεταξύ των δύο τεχνολογιών που εξετάστηκαν: η ΟΠ είναι τεχνολογία που επιτρέπει τη συλλογική θέαση του ψηφιακού περιεχομένου από το κοινό, διότι η προβολή έχει τις διαστάσεις και επιτρέπει την απόσταση που εξυπηρετεί τη συλλογική θέαση. Από την άλλη πλευρά, η ΕΠ και ειδικότερα η ΕΠ τύπου εμβύθισης υποστηρίζει την

ατομική θέαση, διότι το υποκείμενο φορά/φέρει ατομικό εξοπλισμό (head-mounted display ή ειδικά γυαλιά ή/και χειριστήρια), που περιορίζει τη θέαση/διάδραση σε αυστηρά ατομικό επίπεδο. Η συλλογική θέαση/διάδραση στο επίπεδο αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω συστημάτων CAVE ή μέσω της διάθεσης ατομικού εξοπλισμού σε κάθε μέλος του κοινού – λύσεις και οι δύο μη πρακτικές για λόγους πόρων αλλά ενδεχομένως και μη επιθυμητές από μερίδα του κοινού. Κατά συνέπεια, και με την ανωτέρω έννοια, η ΟΠ προσφέρεται καλύτερα για ενσωμάτωση σε ένα θεατρικό δρώμενο που αποτελεί συλλογικό γεγονός, σε αντίθεση με την ΕΠ που ευνοεί την ατομική προσέγγιση. Στην πρόκληση αυτή, το έργο EduSeismArtTec έδωσε τη δική του δημιουργική απάντηση όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

Με βάση την ανωτέρω λογική, αλλά και για την υπέρταση των στόχων του έργου, η σχεδίαση, η ανάπτυξη και η ενσωμάτωση του ψηφιακού υλικού προχώρησε σε 4 φάσεις, που δίνονται εδώ επιγραμματικά και αναλύονται στις επόμενες παραγράφους:

- ▶ **Φάση 1n:** Αρχικά σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε το ψηφιακό υλικό εφαρμογής ΕΠ τύπου εμπειρίας (Experience VR), προοριζόμενο για ατομική θέαση μέσω VR headset, με εκπαιδευτικό περιεχόμενο επί του φυσικού φαινομένου του σεισμού.
- ▶ **Φάση 2n:** Στη συνέχεια το ίδιο ψηφιακό εκπαιδευτικό περιεχόμενο τροποποιήθηκε, ώστε να γίνει κατάλληλο για ΟΠ. Στη μορφή αυτή ενσωματώθηκε και προβλήθηκε στη θεατρική παράσταση *Beat the Quake!*
- ▶ **Φάση 3n:** Παράλληλα, στην ίδια παράσταση, πραγματοποιήθηκε η ένθεση ψηφιακού υλικού σε προβολή 360 μοιρών (επαυξημένη σκηνογραφία). Το ψηφιακό

περιεχόμενο λειτούργησε ως σκηνικό για την παράσταση του θεάτρου-ντοκουμέντο.

► **Φάση 4n:** Τέλος, πραγματοποιήθηκε ένθεση ψηφιακού περιεχομένου (animation με θέμα τον σεισμό και τα σεισμικά κύματα, καθώς και εικονικός εκπαιδευτής) στη βιντεοσκοπημένη θεατρική παράσταση με εκ των υστέρων ψηφιακή επεξεργασία του βίντεο (post-processing), για μελλοντική εκπαιδευτική χρήση.

Ειδικότερα και κατ' αντιστοιχία με τις ανωτέρω 4 φάσεις, στις επόμενες παραγράφους 6.2 έως και 6.5 περιγράφονται τα στάδια σχεδιασμού, σπασίματος και υλοποίησης της υβριδικής παράστασης, όπου συνδυάστηκε το φυσικό και το ψηφιακό στοιχείο, αναλύονται οι απαιτήσεις του συστήματος, οι σχεδιαστικές αποφάσεις που πάρθηκαν με γνώμονα τους εκπαιδευτικούς στόχους και τους όποιους περιορισμούς, καθώς και η υλοποίηση του συνόλου των παρεμβάσεων που δημιουργήσαν υβριδικές μορφές παράστασης και προβολής στοιχείων του σεναρίου. Περιγράφεται η ψηφιακή επεξεργασία του υλικού που προήλθε από μαγνητοσκοπημένες εκπαιδευτικές ομιλίες και την βιντεοσκοπημένη παράσταση καθώς και η μεθοδολογία ενσωμάτωσης των εικονικών στοιχείων τόσο στη θεατρική παράσταση όσο και στη βιντεοσκοπήσή της.

6.2 Φάση 1n: Εκπαιδευτική Σεισμολογία μέσω εφαρμογής τύπου Experience VR

Οι τεχνολογίες ΕΠ Εμβύθισης (Immersive VR) χρησιμοποιούνται σήμερα σε πολλούς τομείς όπως η Ιατρική, η Ψυχολογία, η Εκπαίδευση, η επαγγελματική κατάρτιση, τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, κ.α. (Silva et al., 2018; Martingano & Persky, 2021; Maragkou & Rangoussi, 2018; Perez-Ramirez et al., 2021; Turkey et al., 2021).

Η ΕΠ Εμβύθισης προσφέρει στον χρήστη μια εικονική μεν, αλλά αρκετά ρεαλιστική και εν τέλει βιωματική εμπειρία. Το επίπεδο της προσοχής, της συγκέντρωσης και της αφοσίωσης των χρηστών μπορεί να αυξηθεί χάρη στο αίσθημα της εμβύθισης και στο αίσθημα “παρουσίας” (presence) που δημιουργεί η τεχνολογία αυτή (Dengel & Mägdefrau, 2019).

Ειδικότερα, όσον αφορά στην αξιοποίηση της ΕΠ Εμβύθισης στην Εκπαίδευση, η ενσωμάτωση νέων μέσων και ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία δίνει μια καινούρια διάσταση στην εκπαιδευτική εμπειρία, (Fromm et al., 2021). Οι εφαρμογές ΕΠ ως εκπαιδευτικού εργαλείου επαυξάνουν την εμπειρία του εκπαιδευόμενου, εντυπώνοντας εικόνες και πληροφορίες με τρόπο δυνπτικά αξέχαστο, (Kamíńska et al., 2019). Μέσω της εμβύθισης, ο εκπαιδευόμενος συμμετέχει σε μια βιωματική διαδικασία στον εικονικό χώρο. Στη διάρκεια της, μπορεί παράλληλα

- (α) να εισαχθεί και να αποκτήσει γνώσεις πάνω στο αντικείμενο της εκπαίδευσης – εν προκειμένω, τα σεισμολογικά και γεωδυναμικά φαινόμενα που σχετίζονται με τη δομή και τη σύσταση της Γης και τις βασικές έννοιες που εμπλέκουν τα φαινόμενα αυτά, καθώς και τους κανόνες και καλές πρακτικές προσαρτάσας από τις συνέπειες του σεισμού, αλλά και
- (β) να ασκηθεί στην εφαρμογή των κανόνων και καλών πρακτικών που διδάχθηκε, για να προστατεύσει τον εαυτό του και τους γύρω του από τις επιπτώσεις του σεισμού σε διάφορα περιβάλλοντα.

Αρκετά νωρίς οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι για να διασφαλιστεί το ζητούμενο, που είναι η διανοητική εμβύθιση

του χρήστη (mental immersion), απαιτείται ένα κάποιο επίπεδο αισθητηριακής αποκοπής του από τα ερεθίσματα του φυσικού περιβάλλοντος (sensory immersion). Οι διαφορετικές τεχνολογικές λύσεις καθορίζουν και διαφορετικά σημεία ισορροπίας μεταξύ αισθητηριακής αποκοπής και διανοητικής εμπύθισης, (Sherman & Craig, 2003). Έτσι, διακρίνονται τα εικονικά περιβάλλοντα σε fully immersive, semi-immersive ή non-immersive. Η καθμία από αυτές τις προσεγγίσεις απαιτεί και διαφορετικό τεχνικό υπόβαθρο και προδιαγραφές υλικού και λογισμικού, αλλά και θέτει διαφορετικούς περιορισμούς στη λειτουργικότητα και αλληλεπίδραση του χρήστη-εκπαιδευόμενου με το εικονικό ψηφιακό υλικό.

Λαμβάνοντας υπόψη τα προηγούμενα, στην παρούσα παράγραφο περιγράφεται η σχεδίαση, ανάπτυξη και χρήση μίας εφαρμογής ΕΠ πλήρους εμπύθισης, τύπου Εμπειρίας (Experience VR). Η εφαρμογή έχει τη μορφή περιήγησης-ξενάγησης του χρήστη-εκπαιδευόμενου στον εικονικό χώρο και συγκεκριμένα στο εσωτερικό της γης, στη λιθόσφαιρα, όπου γεννιούνται οι σεισμοί. Ο στόχος είναι, αφενός η εφαρμογή να λειτουργήσει αυτόνομα για ατομική θέαση, αφετέρου, μετά από επεξεργασία, να αποτελέσει ψηφιακό υλικό για ΟΠ και συλλογική θέαση. Με τη μορφή αυτή θα ενσωματωθεί στη θεατρική παράσταση *Beat the Quake!* που οργανώθηκε στο πλαίσιο του παρόντος έργου, εισάγοντας μέσω της εμπειρίας τους θεατές στη θεματολογία της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας (βλ. επόμενη παράγραφο 6.3).

Στις επόμενες ενότητες καταγράφονται η ανάλυση απαιτήσεων και στοχοθεσία, οι τεχνικές προδιαγραφές, η σχεδίαση, η ανάπτυξη, ο έλεγχος / ρύθμιση / διόρθωση / βελτιστοποίηση και τέλος η χρήση της εφαρμογής.

6.2.1 Ανάλυση απαιτήσεων και στοχοθεσία

Οι απαιτήσεις μίας εφαρμογής Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας σε περιβάλλον ΕΠ εμπύθισης μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες:

- (α) Στις ανάγκες σε υλικό και λογισμικό και γενικότερα στις τεχνολογικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται, έτσι ώστε να αναπτυχθεί και να λειτουργήσει σωστά η εφαρμογή και (β) Στις ανάγκες σε χώρο εντός του οποίου υλοποιείται η εφαρμογή.

Για την υλοποίηση της εφαρμογής απαιτείται Η/Υ με χαρακτηριστικά που υποστηρίζουν τις απαιτήσεις των εφαρμογών ΕΠ, σε υλικό και λογισμικό (κάρτες γραφικών, μνήμη, επεξεργαστής, προγράμματα γραφικών πραγματικού χρόνου κλπ.). Η απρόσκοπτη περιήγηση σε περιβάλλον ΕΠ απαιτεί διάδραση σε πραγματικό χρόνο και οι υπολογιστικοί πόροι που απαιτούνται χρειάζονται για την διαχείρισή τους ισχυρά υπολογιστικά συστήματα. Εκτός από τον Η/Υ στον οποίο θα γίνει η ανάπτυξη, απαιτείται και μία κάσκα εικονικής πραγματικότητας (VR headset) συνοδευόμενη από τους απαραίτητους αισθητήρες / ελεγκτές (controllers) για την περιήγηση του χρήστη στον εικονικό κόσμο και τη διάδρασή του με αυτό, εφόσον προβλέπεται, καθώς και το κατάλληλο λογισμικό οδήγησης (driver) (εικόνα 6.1).

Για την ανάπτυξη του λογισμικού απαιτείται πλατφόρμα γραφικών πραγματικού χρόνου που να υποστηρίζει εφαρμογές ΕΠ, καθώς και τις κατάλληλες βιβλιοθήκες προγραμμάτων για την διασύνδεση των διαφόρων στοιχείων υλικού με την τεχνολογία λογισμικού της υλοποίησης. Τέλος, μια σειρά από διάφορα προγράμματα και εφαρμογές απαιτούνται για την μοντελοποίηση

των τρισδιάστατων αντικειμένων και του τρόπου αναπαράστασης των επιφανειών τους, καθώς και για την κατασκευή των υλικών και των υφών τους.

Ως προς τα χαρακτηριστικά του χώρου χρήσης της εφαρμογής, το όλο σύστημα θα πρέπει να εγκατασταθεί σε χώρο που να έχει ικανές διαστάσεις (τουλάχιστον 4m X 4m) και να παρέχει δυνατότητες ασφαλούς περιήγησης του χρήστη στον εικονικό κόσμο, έτσι ώστε να αποφευχθούν ατυχήματα από ζάλη που μπορεί να προκαλέσει στο χρήστη η κίνηση στον εικονικό χώρο (motion sickness). Ιδανικά, ο χώρος αυτός θα πρέπει να είναι κενός από έπιπλα και να έχουν επενδυθεί οι τοίχοι από το δάπεδο μέχρι και το ύψος του ανθρώπου με μαλακή επένδυση (αφρολέξ ή άλλο προστατευτικό στρώμα).

Τέλος, θα πρέπει ο φωτισμός του χώρου να είναι όσο το δυνατόν περιορισμένος για την καλύτερη λειτουργία των διάφορων αισθητήρων που δίνουν τη δυνατότητα διάδρασης στο χώρο σε εύρος 360°.

(β) Στις απαιτήσεις του χρήστη και στην ικανοποίηση των εκπαιδευτικών στόχων που έχουν τεθεί.

Η εφαρμογή ΕΠ εμβύθισης έχει ως σκοπό να παρουσιάσει στους εκπαιδευόμενους τις βασικές έννοιες σεισμολογίας που απαιτούνται για την κατανόηση των χαρακτηριστικών του φυσικού φαινομένου του σεισμού. Η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών και τα γεωλογικά και γεωδυναμικά χαρακτηριστικά του πλανήτη Γη, που επεξηγούν το φυσικό αυτό φαινόμενο, βοηθούν στο να παραμείνει ο εκπαιδευόμενος ασφαλής και ψύχραιμος κατά τη διάρκεια εξέλιξης του φαινομένου, αλλά και να λειτουργήσει σωστά κατά τη διάρκειά του και μετά τη

λήξη του. Έτσι το περιεχόμενο της εφαρμογής θα πρέπει να παρουσιάζει τις διαδικασίες αυτές και να αναφέρεται στις σύγχρονες επιστημονικές θεωρίες για τον τρόπο γέννησης των σεισμών, διάδοσης των σεισμικών κυμάτων και επίπτωσης των σεισμών σε διάφορα περιβάλλοντα, με σκοπό της καλύτερη κατανόηση του φυσικού φαινομένου.

Επιπλέον, η σχεδίαση της εφαρμογής πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τα χαρακτηριστικά της ομάδας-στόχου (target group) που θα εκπαιδεύσει, δηλαδή την ηλικία, το πλήθος και το μορφωτικό επίπεδο του κοινού της όπως επίσης και την κατάσταση (από άποψη υποδομών) που ισχύει στους χώρους χρήσης της εφαρμογής. Δεδομένου ότι οι νέες τεχνολογίες ελκύουν ιδιαίτερα τις νεότερες ηλικίες, ένα προφανές κοινό είναι το σχολικό (Γυμνάσιο-Λύκειο) και νεανικό (φοιτητικό ή μη).

Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να σχεδιαστεί η εφαρμογή, ώστε να είναι ασφαλής για το μαθητικό-φοιτητικό κοινό της, περιορίζοντας ίσως τους βαθμούς ελευθερίας κίνησης του υποκειμένου μέσα στο φυσικό χώρο την ώρα που περιηγείται στον εικονικό χώρο, ώστε να αποφευχθούν πιθανές συγκρούσεις με τοίχους ή έπιπλα στο φυσικό χώρο, πτώσεις ή άλλα παρόμοια ατυχήματα. Επιπρόσθετα, επειδή το πλήθος των χρηστών αυτών των ομάδων μπορεί να είναι μεγάλο, το χρονικό διάστημα θέασης και εικονικής περιήγησης θα πρέπει να είναι ελεγχόμενο.



Εικόνα 6.1

Σύστημα ΕΠ επί κεφαλής (VR Headset) και ελεγκτές χειρός (controllers).

6.2.2 Σχεδιασμός της εφαρμογής και αρχιτεκτονική

Κατά τη φάση του σχεδιασμού της εφαρμογής και λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση των απαιτήσεων, των περιορισμών και των αναγκών του χρήστη, καθορίζονται τα διάφορα στοιχεία που συναποτελούν την αρχιτεκτονική της εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα καθορίζονται τα εξής στοιχεία:

1. Σενάριο και αφήγηση,
2. Διάδραση του χρήστη με την εφαρμογή,
3. Περιδιάβαση του χρήστη στον εικονικό κόσμο,
4. Τα τρισδιάστατα αντικείμενα του εικονικού κόσμου και η εμπύχλωσή τους (animation),
5. Τα ηχητικά στοιχεία του εικονικού κόσμου.

Τα διάφορα στοιχεία και τα διάφορα επίπεδα αρχιτεκτονικής θα πρέπει να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με τρόπο που να μην διαταράσσεται η εμπύθιση του χρήστη μέσα στην αφήγηση του εικονικού κόσμου, (Bormann &

Greitemeyer, 2015). Η αλληλεπίδραση των στοιχείων της αρχιτεκτονικής και η απόκριση του συστήματος στις κινήσεις του χρήστη θα πρέπει να επιτελούνται σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, θα πρέπει να επιτευχθεί μια καλή ισορροπία μεταξύ απόδοσης και ποιότητας ως προς την αναπαράσταση του εικονικού κόσμου και την περιδιάβασή του.

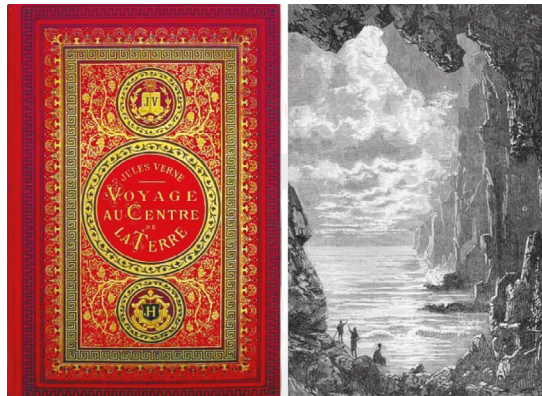
6.2.2.1 Σενάριο και Αφήγηση

Η βασική ιδέα (concept) της εφαρμογής είναι εμπνευσμένη από το βιβλίο “Ταξίδι στο κέντρο της Γης” του Ιούλιου Βερν (εικόνα 6.2). Τα ψηφιακά μέσα και οι νέες τεχνολογίες δίνουν τη δυνατότητα να ανακατασκευαστούν τρισδιάστατοι χώροι, όπου ο άνθρωπος δεν μπορεί να φτάσει με φυσική παρουσία (π.χ. το κέντρο της Γης). Το σενάριο της παρούσας εκπαιδευτικής εφαρμογής αφορά ένα ταξίδι στο κέντρο της Γης, όπως, αυτό που περιγράφει ο Βερν στο βιβλίο του. Καθώς ο χρήστης που περιηγείται την εικονική εφαρμογή σταδιακά διαπερνά από έξω προς τα μέσα τα βασικά στρώματα του φλοιού της Γης μέχρι το μανδύα, έρχεται αντιμέτωπος και γνωρίζει βασικές έννοιες που σχετίζονται με το φαινόμενο του σεισμού, τη γέννησή του και τη διάδοση των κυμάτων, που εκτονώνουν την ενέργειά του πίσω, προς την επιφάνεια.

Η αφήγηση ξεκινά με θέαση του πλανήτη Γη από το διάστημα. Η εφαρμογή σταδιακά πλησιάζει τη Γη και εστιάζει στην Ευρώπη, στην Ελλάδα, στη νήσο Κρήτη και νοτιότερα της, μέσα στη Μεσόγειο. Μέσα από το ρήγμα νότια της Κρήτης, βυθίζεται υποβρύχια και μέσα στο έδαφος του βυθού, προς το φλοιό της Γης (λιθόσφαιρα και μανδύας - μάγμα). Επιστρέφοντας στη λιθόσφαιρα, ο χρήστης βιώνει έναν εικονικό σεισμό που συμβαίνει

Εικόνα 6.2

«Ταξίδι στο κέντρο της Γης» (Ιούλιος Βερν). Εξώφυλλο (αριστερά) και γκραβούρα από την εικονογράφηση (δεξιά).



στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Η εφαρμογή παρακολουθεί αντίστροφα προς την επιφάνεια την εκτόνωση της ενέργειας του σεισμού, που καταλήγει σε μια έκρηξη ηφαιστείου. Το ρευστό υλικό (μάγμα) του μανδύα, βρίσκοντας διέξοδο μέσα από το ρήγμα που άνοιξε στη λιθόσφαιρα ο σεισμός, απελευθερώνεται προς την επιφάνεια της γης και την ατμόσφαιρα.

Στη διάρκεια αυτής της αμφίδρομης εικονικής περιήγησης στο εσωτερικό της Γης, ο χρήστης εμβυθίζεται σε μια εμπειρία ΕΠ ενώ ταυτόχρονα η αφήγηση (narration), που συνοδεύει την περιήγηση, του δίνει χρήσιμες πληροφορίες για την δομή και το εσωτερικό της Γης, τις δυνάμεις που λειτουργούν εκεί και την ενέργεια που συγκρατούν ή ελευθερώνουν (λιθόσφαιρα, τεκτονικές πλάκες, ηφαίστεια και ρήγματα, φλοιός, μανδύας, κλπ.) καθώς και για τα υλικά που αποτελούν το κάθε στρώμα (πετρώματα, μέταλλα όπως πυρίτιο, νικέλιο, σίδηρο, κλπ.).

Η έκπληξη που δημιουργεί η ΕΠ εμβύθισης αναμένεται να οξύνει την προσοχή του χρήστη, με αποτέλεσμα την αποδοτικότερη πρόσληψη των πληροφοριών που σχετίζονται με τα διάφορα γεωλογικά και γεωδυναμικά φαινόμενα. Χάρη στη μεσολάβηση της τεχνολογίας, επιτυγχάνεται, με ελκυστικό και όχι συμβατικά διδακτικό τρόπο, η εισαγωγή των χρηστών στην κατανόηση των βασικών εννοιών του σεισμικού φαινομένου, των αιτίων γέννησής του (θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών στα όρια των οποίων συμβαίνουν οι σεισμοί) αλλά και η κατανόηση της σχέσης των σεισμών με την φυσική γεωγραφία που παρατηρούμε στην επιφάνεια της Γης (οροσειρές, ηφαίστεια, ωκεανοί –μεσσοωκεάνειες ράχες και ηφαίστεια κλπ.).

6.2.2.2 Διάδραση του χρήστη με την εφαρμογή

Όπως αναφέρθηκε κατά τη στοχοθεσία, η αρχική ομάδα-στόχος είναι νεανικό κοινό (μαθητές ή φοιτητές/τριες) και ο χώρος χρήσης της κυρίως εκπαιδευτήρια (σχολεία ή πανεπιστημιακοί χώροι). Κατά συνέπεια θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν πως το περιβάλλον που θα εγκατασταθεί το αναγκαίο υλικό (hardware) δεν θα είναι ένα ερευνητικό εργαστήριο με ελεγχόμενες συνθήκες. Επιπλέον η εγκατάσταση και ρύθμιση των διάφορων υποσυστημάτων για την σωστή λειτουργία και θέαση της εφαρμογής (εγκατάσταση αισθητήρων, οριοθέτηση του χώρου, εγκατάσταση και χειρισμός των controllers κλπ.), καθώς και κάποιες συνθήκες που θα πρέπει να ισχύουν στο χώρο (αποκλεισμός φωτός, ικανού εμβαδού χώρος μέσα στην εμβέλεια των αισθητήρων, κλπ.) αποτελούν σημαντικούς παράγοντες δυσκολίας.

Έτσι στο πλαίσιο του σχεδιασμού της εφαρμογής, θεωρήθηκε ως καλύτερη πρακτική η ελαχιστοποίηση της διάδρασης των χρηστών με τον εικονικό κόσμο και ο αποκλεισμός της χρήσης controllers, καθώς η εγκατάσταση και ο χειρισμός τους μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα και να χαθεί πολύτιμος χρόνος. Εξάλλου, ενώ βοηθούν το χρήστη να αλληλεπιδράσει με τα αντικείμενα του εικονικού χώρου, οι controllers μπορούν να αποσπάσουν την προσοχή του, με κίνδυνο να αντιμετωπιστεί επιπόλαια η εφαρμογή ως απλά ψυχαγωγική και έτσι να μην επιτευχθούν οι εκπαιδευτικοί στόχοι. Επιπλέον, ελλείψει αλληλεπίδρασης, μπορεί να προκαθοριστεί με ακρίβεια ο χρόνος χρήσης του εξοπλισμού κεφαλής ΕΠ (VR headset), ώστε, αφενός να τηρηθούν οι οδηγίες ασφαλούς χρήσης για κάθε ηλικία και αφετέρου να προλάβουν πρακτικά να δουν την εφαρμογή περισσότεροι χρήστες.

6.2.2.3 Περιδιάβαση του χρήστη στον εικονικό κόσμο (Walk-through and Navigation)

Στη φάση του σχεδιασμού του τρόπου περιήγησης στον εικονικό κόσμο, θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν τις διάφορες απαιτήσεις, καθώς και τους περιορισμούς που ισχύουν σε σχέση με την εφαρμογή μας. Θα πρέπει να καθορίσουμε τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης περιηγείται στον εικονικό κόσμο, τον αριθμό των επιπέδων που μπορεί να επισκεφθεί, την ταχύτητα εναλλαγής των σκηνών και τον χρόνο που αναμένουμε να διαρκέσει η όλη εμπειρία σε κάθε σκηνή. Σύμφωνα με το σενάριο, κάθε επίπεδο της εφαρμογής αντιστοιχεί και σε κάποιο επίπεδο από το εσωτερικό της γης, που μας δίνει τη δυνατότητα να παρουσιάσουμε πληροφορίες σε σχέση με γεωλογικές και γεωδυναμικές διαδικασίες που εξηγούν το φαινόμενο του σεισμού. Έτσι, θα πρέπει να κατασκευάσουμε κάποια επίπεδα του εικονικού κόσμου, που να αναπαριστούν την εσωτερική δομή της γης με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξυπηρετούνται οι σκοποί και οι εκπαιδευτικοί στόχοι που έχουμε θέσει κατά τη φάση του σχεδιασμού.

Έχοντας ως σκοπό την κατανόηση του σεισμικού φαινομένου, ο χρήστης περιηγείται στο ψηφιακό χώρο σε προκαθορισμένη πορεία και διασχίζει συγκεκριμένες σκηνές που ενσωματώνουν χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών στόχων που έχουν τεθεί. Η περιδιάβαση στον εικονικό κόσμο ξεκινά από το ατμοσφαιρικό στρώμα (0-100 χλμ. απόσταση από την επιφάνεια της Γης), μια εισαγωγική σκηνή της εφαρμογής κατά την οποία μπορούν να περιγραφούν πιο γενικής φύσης χαρακτηριστικά του πλανήτη Γη. Στη συνέχεια μέσω της εφαρμογής ο χρήστης πλησιάζει στην επιφάνειά της, κατευθύνεται προς το υποθαλάσσιο ρήγμα νότια της νήσου Κρήτης και

μέσα από αυτό βυθίζεται υπόγεια στον ηπειρωτικό και ωκεάνιο φλοιό (0-30 χλμ. υπόγειο βάθος). Εκεί συναντά τις λιθοσφαιρικές πλάκες, οι οποίες με την κίνησή τους γεννούν στα σύνορά τους τριβές και σπασίματα, οπότε προκύπτει το φαινόμενο του σεισμού. Ο χρήστης επισκέπτεται και το βαθύτερο στρώμα (30-150 χλμ. βάθος κάτω από την επιφάνεια της Γης), τον μανδύα, το πάνω μέρος του οποίου μαζί με το φλοιό αποτελούν τη λιθόσφαιρα ενώ το κατώτερο τμήμα του, επειδή είναι σε ρευστή μορφή δεν ευνοεί τη γένεση σεισμών. Στη συνέχεια επιστρέφει αντίστροφα πίσω προς την επιφάνεια, δια της λιθόσφαιρας, όπου βιώνει εικονικό σεισμό. Παρακολουθώντας την εκτόνωση της ενέργειας προς τα έξω, ο χρήστης βλέπει μια έκρηξη ηφαιστείου και την εκτόξευση υλικών και μάγματος έξω προς την ατμόσφαιρα. Η περιήγηση στον εικονικό κόσμο, καθώς και το σύνολο των animation, ακολουθούν κυκλική πορεία προσομοιώντας τον κύκλο της ζωής και συμπληρώνοντας έτσι την πληρότητα της αφήγησης, με αρχή, μέση και τέλος. Συγκεκριμένα η εφαρμογή διαρθρώνεται στις εξής σκηνές:

- ▶ Η ατμόσφαιρα (0-100 χλμ. πάνω από την επιφάνεια της Γης). Εισαγωγική σκηνή της εφαρμογής όπου μπορούν να περιγραφούν πιο γενικής φύσης χαρακτηριστικά σε σχέση με τη Γη και τη δομή της.
- ▶ Ο ηπειρωτικός και ο ωκεάνιος φλοιός (0-30 χλμ. κάτω από την επιφάνεια της Γης). Φυσική Γεωγραφία και θεωρία λιθοσφαιρικών πλακών, το “Ελληνικό Τόξο” (ρήγμα της Κρήτης), η γενεσιουργός αιτία των σεισμικών φαινομένων κλπ.
- ▶ Ο άνω μανδύας (30-150 χλμ. κάτω από την επιφάνεια της Γης). Υλικά, γεωδυναμικά φαινόμενα, σεισμικά φαινόμενα στον μανδύα, ηφαιστεια, κλπ.
- ▶ Η ατμόσφαιρα (0-100 χλμ. πάνω από την επιφάνεια της Γης). Τελική σκηνή της εφαρμογής όπου αναφέρε-

ται η σχέση των σεισμών με τις εκρήξεις ηφαιστείων, την άνοδο ρευστού υλικού στην επιφάνεια και την εκτόξευσή του στην ατμόσφαιρα.

Ο αριθμός των σκηνών που κατασκευάζονται για την υλοποίηση της εφαρμογής σε περιβάλλον ΕΠ σχεδιάστηκε με βάση τις συναντήσεις με όλους τους συνεργάτες για την πληρέστερη προσέγγιση στην υλοποίηση της αναπαράστασης.

6.2.2.4 Τρισδιάστατα αντικείμενα και εμψύχωσή τους (3D object animation)

Τα τρισδιάστατα αντικείμενα που θα χρησιμοποιηθούν ως συστατικό στοιχείο της κάθε σκηνής, θα πρέπει να είναι εναρμονισμένα με την αφήγηση περί των διάφορων χαρακτηριστικών του κάθε επιπέδου που θα αναπαρασταθούν στον εικονικό κόσμο. Κατά συνέπεια και για κάθε επίπεδο, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα αντικείμενα εκείνα που ολοκληρώνουν τον χώρο, φτιάχνοντας έτσι μια συνεκτική αφήγηση και ενισχύοντας τον βαθμό εμβύθισης του χρήστη στον εικονικό χώρο. Ως γενικός κανόνας, διατηρείται μικρός ο αριθμός των πολυγώνων που ορίζουν ένα τρισδιάστατο αντικείμενο, για λόγους απόδοσης της εφαρμογής. Η διαδικασία της μοντελοποίησης τρισδιάστατων αντικειμένων είναι μια χρονοβόρα και εξειδικευμένη εργασία που απαιτεί την εύρεση μιας καλής ισορροπίας ανάμεσα στην ποιότητα, την πιστότητα, την διαθεσιμότητα υπολογιστικών πόρων καθώς και τον διαθέσιμο χρόνο σχεδιασμού και υλοποίησης.

Παράλληλα κατασκευάζονται και οι υφές (textures) και τα υλικά (materials) που θα εφαρμοστούν σε κάθε τρισδιάστατο αντικείμενο, όπως επίσης και διάφορες

παραλλαγές των υφών αυτών, που μεταφέρουν καλύτερα την πληροφορία για τη φύση και τα χαρακτηριστικά των επιφανειών που προσομοιώνονται. Η σχέση των υλικών αυτών με το φως θα πρέπει να υλοποιηθεί ξεχωριστά για κάθε σκηνή, αφού κάθε επίπεδο αποτελείται από τελείως διαφορετικά υλικά. Η απόδοση και η σωστή ροή των frames δεν θα πρέπει να διαταράσσεται και να αλλοιώνει την εμπειρία του χρήστη. Κατά συνέπεια, απαιτείται μια καλή ισορροπία μεταξύ ποιότητας και απόδοσης όσον αφορά την σχέση των διάφορων επιφανειών με το φως και τις διάφορες αντανακλάσεις που προσομοιώνονται στον εικονικό χώρο.

Τίποτα στον φυσικό κόσμο, δεν είναι στατικό. Αντίστοιχα και στον εικονικό κόσμο χρησιμοποιώντας την τεχνική της εμψύχωσης (animation), αναπαριστώνται οι φυσικές διαδικασίες που διέπουν και τον πραγματικό κόσμο. Στην αντίθετη περίπτωση, ο χρήστης δεν θα μπορούσε να “εμβυθιστεί” στον εικονικό κόσμο, διότι θα αντιλαμβανόταν ότι οι καταστάσεις που βιώνει είναι πλαστές και δεν ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά του πραγματικού κόσμου που έχει συνηθίσει.

Έτσι, για το πρώτο μέρος της αφήγησης, όπου ο χρήστης βρίσκεται στην ατμόσφαιρα και πλησιάζει προς τον πλανήτη Γη, θα πρέπει να υλοποιηθεί animation για την κίνηση και την περιστροφή και της Γης αλλά και των γειτονικών της πλανητικών σωμάτων. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να υλοποιηθεί και ο τρόπος κίνησης του χρήστη προς τη Γη, με ρυθμό που να είναι επαναπρογραμματιζόμενος και ανάλογος με την εκάστοτε αφήγηση.

Στο δεύτερο και στο τρίτο μέρος, όπου ο χρήστης βρίσκεται στο φλοιό της Γης και στον άνω μανδύα, θα

πρέπει να κατασκευαστεί animation για τις φυσικές διαδικασίες των συγκεκριμένων χώρων, όπως επίσης και animation για τον τρόπο που (δεν) εξελίσσονται τα σεισμικά φαινόμενα σε κάθε επίπεδο. Μετά τον εικονικό σεισμό, τα διάφορα σεισμικά κύματα που προκύπτουν, και που έχουν ανά κατηγορία συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (ένταση, κατεύθυνση, συχνότητα, κλπ.), θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη για το σχεδιασμό της κίνησης και της εμψύχωσης των διάφορων τρισδιάστατων αντικειμένων του εικονικού χώρου.

Τεχνικά, θα χρησιμοποιηθούν δυο βασικές μέθοδοι για την κατασκευή των διάφορων animation, ανάλογα με την κάθε περίπτωση:

- ▶ **Keyframe animation:** τα αντικείμενα ακολουθούν προδιαγεγραμμένη πορεία που έχει οριστεί κατά την διάρκεια της κατασκευής της κίνησης για κάθε frame. Είναι ο τυπικός τρόπος εμψύχωσης τρισδιάστατων αντικειμένων όταν οι διάφορες παράμετροι πρέπει να είναι ελεγχόμενες.
- ▶ **Procedural and interactive animation:** είναι ένας τύπος animation όπου οι διάφορες παράμετροι των κινήσεων των τρισδιάστατων αντικειμένων εξαρτώνται τόσο από την κίνηση και την θέση του χρήστη, όσο και από την κίνηση των άλλων τρισδιάστατων αντικειμένων μέσα στον εικονικό κόσμο, άρα δεν είναι αυστηρά προδιαγεγραμμένες εκ των προτέρων (Shaker et al., 2016).

6.2.3 Υλοποίηση: Μεθοδολογία και Εργαλεία

Η υλοποίηση της εφαρμογής έγινε στην μηχανή γραφικών πραγματικού χρόνου Unity 3D. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 2019.3.15f1, με γλώσσα προγραμματισμού την C#. Εγκαταστάθηκαν οι κατάλληλες

βιβλιοθήκες, έτσι ώστε να διασυνδεθεί το VR Headset με τα γραφικά πραγματικού χρόνου που θα κατασκευαστούν για την συγκεκριμένη υλοποίηση και επιλέχθηκε η χρήση της βιβλιοθήκης λογισμικού SteamVR. Για την κατασκευή των τρισδιάστατων αντικειμένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό τρισδιάστατης μοντελοποίησης Blender, ενώ για την επεξεργασία εικόνας χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ανοικτού λογισμικού Gimp.

Με βάση την αρχιτεκτονική της εφαρμογής που περιγράφηκε στα προηγούμενα, αναπτύχθηκαν τέσσερα (4) επίπεδα με έξι (6) σκηνές, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε διαφορετικό στρώμα της Γης, έτσι ώστε να τονιστεί η γεωλογική και γεωδυναμική σχέση με το σεισμικό φαινόμενο. Για κάθε σκηνή κατασκευάστηκαν τα διάφορα στοιχεία που συναποτελούν τον εικονικό κόσμο στον οποίο θα εμβυθίζεται ο χρήστης, όπως τον περιβάλλοντα χώρο (skybox), τα τρισδιάστατα αντικείμενα που θα βρίσκονται μέσα στον περιβάλλοντα χώρο, το φως με την ένταση και την κατεύθυνσή του, τα υλικά και τις υφές (materials and textures) που αναπαριστούν πληροφορίες της επιφάνειας των αντικειμένων και της σχέσης τους με το φως κλπ.

6.2.3.1 Κατασκευή Skybox και Προσομοίωση του Φωτός

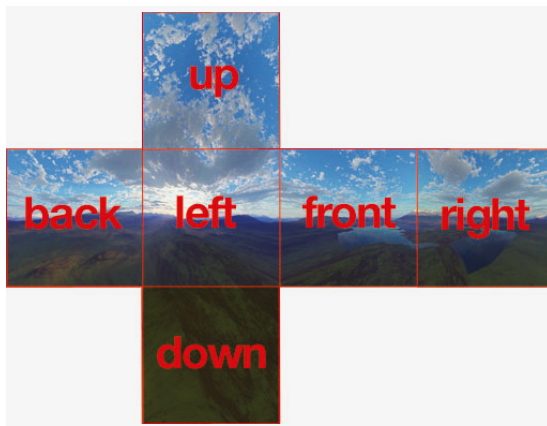
Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν κάποιες φωτογραφίες (textures) για να αναπαρασταθεί ο τρισδιάστατος χώρος. Η πολυπλοκότητα των υπολογισμών που απαιτούνται στα γραφικά πραγματικού χρόνου και οι συνεπικόλουθοι περιορισμοί στην αναπαράσταση του βάθους (depth buffer), επιβάλλουν την χρησιμοποίηση ενός κύβου (skybox) που αποτελείται από έξι πλευρές, με έξι διαφορετικά textures για την κάθε μια (βλ. εικόνα 6.3).

Οι υφές (textures) αυτές θα πρέπει να είναι στοιχισμένες και προσανατολισμένες προς τις έξι διαστάσεις σε γωνία 90 μοιρών. Με την κατασκευή αυτού του κύβου και με τη σωστή ευθυγράμμιση (alignment), ο χρήστης ευρισκόμενος στο ακριβές μέσο του κύβου, έχει την ψευδαίσθηση ενός πραγματικά τρισδιάστατου κόσμου που αποτελείται από τις έξι πλευρές του κύβου.

Κάθε μια από τις σκηνές που κατασκευάζεται αποτελεί και ένα διαφορετικό επίπεδο με τα δικά του χαρακτηριστικά και κατά συνέπεια το δικό του Skybox. Με την προαναφερθείσα τεχνική κατασκευάστηκαν οι υφές που περικλείουν την κάθε σκηνή, έτσι ώστε στη συνέχεια να προστεθούν τα τρισδιάστατα αντικείμενα και να μοντελοποιηθεί η σχέση που έχουν με το φως του κάθε περιβάλλοντος.

6.2.3.2 Κατασκευή τρισδιάστατων αντικειμένων και εμψύχωση

Εκτός από τον περιβάλλοντα χώρο και το φως, η κατασκευή της κάθε σκηνής περιέχει και τα τρισδιάστατα αντικείμενα που περιγράφουν τον κάθε χώρο και τονίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Η μοντελοποίηση των τρισδιάστατων αντικειμένων γίνεται στο περιβάλλον τρισδιάστατης μοντελοποίησης Blender, με προσοχή να διατηρηθεί μικρός ο αριθμός των πολυγώνων που απαιτούνται για την αναπαράσταση της επιφάνειας του κάθε αντικειμένου. Όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα της σχεδίασης, η απρόσκοπτη λειτουργία της εφαρμογής απαιτεί καλή ισορροπία ανάμεσα στην πολυπλοκότητα των υπολογισμών και στον έλεγχο του επιθυμητού ρυθμού προβολής των frames, fps (frames per second).



Εικόνα 6.3
Περιβάλλον κύβου εικονικού χώρου (Skybox).

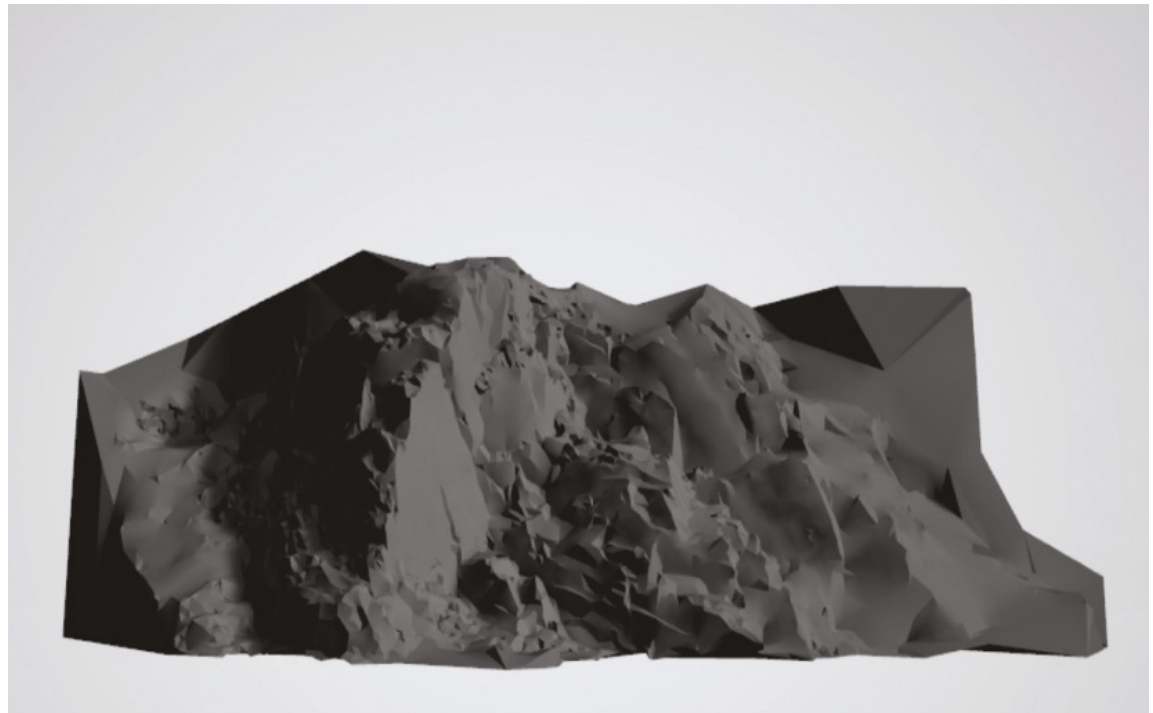
Αφού σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν τα τρισδιάστατα αντικείμενα του κάθε επιπέδου, εν συνεχεία τοποθετήθηκαν και παραμετροποιήθηκαν στην κάθε σκηνή ξεχωριστά. Ανάλογα με τον τρόπο περιδιάβασης του εικονικού κόσμου, προγραμματίστηκε και η ανάλογη κίνηση του κάθε αντικειμένου σε σχέση με τον χρήστη όπως επίσης και σε σχέση με τα άλλα αντικείμενα του χώρου.

Η αίσθηση του βάθους όπως επίσης και η εκάστοτε σχέση μεταξύ φωτός, περιβάλλοντος χώρου και αντικειμένων, επιδιώχθηκε να είναι συνεπής ως προς τη κίνηση και την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον εικονικό κόσμο. Υλοποιήθηκε η κίνηση του κάθε τρισδιάστατου αντικειμένου χρησιμοποιώντας κατά βάση διαδικασιακή εμψύχωση (procedural animation), καθώς είναι επιθυμητό η όποια κίνηση να μην είναι πάντα σταθερή και προβλέψιμη αλλά να εξαρτάται από τις διάφορες παραμέτρους του τρόπου περιδιάβασης του εικονικού κόσμου καθώς και από την όποια αλληλεπίδραση με τον χρήστη.

6.2.3.3 Κατασκευή των υλικών και των υφών τους

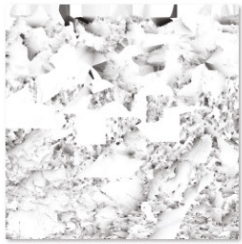
Εδώ χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφίες υφής (textures) με τις οποίες “τυλίχθηκαν” τα τρισδιάστατα αντικείμενα που εμφανίζονται στον εικονικό χώρο. Για λόγους οικονομίας υπολογισμών και καλύτερης αναπαράστασης του τρόπου που το φως πέφτει σε κάθε μια από αυτές τις επιφάνειες, κατασκευάστηκαν normal maps για κάθε ένα από αυτά τα textures. Τα normal maps είναι έγχρωμες φωτογραφίες τύπου RGB όπου κάθε συνι

στώσα χρώματος αντιστοιχεί στις x, y και z συντεταγμένες της αναπαράστασης της επιφάνειας του τρισδιάστατου αντικειμένου, (βλ. εικόνα 6.4). Καθώς η επιφάνεια του κάθε τρισδιάστατου αντικειμένου αποτελείται από πολύγωνα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν 3D αντικείμενα με λίγα πολύγωνα (low polygon models) και normal maps υψηλής ανάλυσης. Με αυτόν τον τρόπο αναπαρίστανται αποδοτικά πληροφορίες της επιφάνειας και της σχέσης της με το φως σε διάφορα επίπεδα.



Εικόνα 6.4

Τρισδιάστατη αναπαράσταση επιφάνειας (3d Object Mesh).



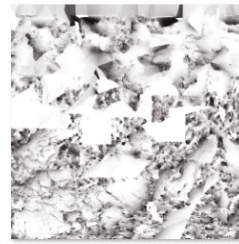
default_Ambient_occlusion



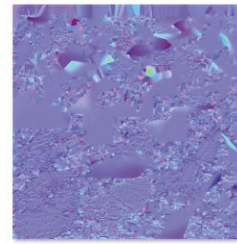
default_Base_Color



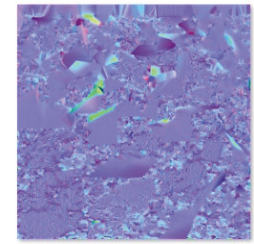
default_Metallic



default_Mixed_AO



default_Normal



default_Normal_OpenGL

Αντίστοιχα και με παρόμοιες τεχνικές επεξεργασίας της εικόνας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ένα σύνολο από φωτογραφίες που κάθε μια αναπαριστά και κάποια διαφορετική επιθυμητή φυσική ιδιότητα των εικονικών αντικειμένων, για την πειστική αναπαράστασή τους στον εικονικό κόσμο. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν:

- ▶ albedo maps (το texture επεξεργασμένο ώστε να μην έχει σκιές και highlights),
- ▶ ambient occlusion maps (το texture επεξεργασμένο ώστε να έχει περισσότερες σκιές),
- ▶ displacement maps (απ' όπου παίρνουμε πληροφορία σε σχέση με το σχήμα του αντικειμένου),
- ▶ specular maps (απ' όπου παίρνουμε πληροφορία για τις αντανακλάσεις πάνω στην επιφάνεια) και
- ▶ gloss maps (που αναπαριστούν την τραχύτητα των αντανακλάσεων).

Αφού δημιουργήθηκαν και παραμετροποιήθηκαν κατάλληλα τα τρισδιάστατα αντικείμενα που εμφανίζονται στις σκηνές της εφαρμογής, εφαρμόστηκαν τα υλικά (materials) που έχουν δημιουργηθεί με τον συνδυασμό των textures που αναπαριστούν τις διάφορες ιδιότητες σε σχέση με την ένταση και την γωνία που πέφτει το φως (εικόνα 6.5). Η διαδικασία αυτή είναι πολύ ση-

μαντική για την ποιότητα και την πιστότητα των υφών καθώς αποτελεί ένα οικονομικό, από άποψη υπολογισμών, βήμα για μια ποιοτική αναπαράσταση των διάφορων επιφανειών και των λεπτομερειών τους. Στην εικόνα 6.6 εμφανίζεται ως παράδειγμα το τρισδιάστατο αντικείμενο πλανήτη Γη, με εφαρμοσμένες πάνω του τις υφές και τα υλικά.

6.2.4 Ανάπτυξη και ολοκλήρωση της εφαρμογής

Συνδυάζοντας όλα τα στοιχεία που συναποτελούν τον εικονικό κόσμο, αναπτύχθηκε μια εύρωστη εφαρμογή όπου το ένα επίπεδο διαδέχεται το άλλο με αρμονικό τρόπο. Η απρόσκοπτη λειτουργία όλων των επιμέρους μερών είναι από τους βασικούς στόχους της εφαρμογής διότι είναι εντελώς ανεπιθύμητο να υπάρχουν καθυστερήσεις στην εξέλιξη της πορείας και της ενδεχόμενης αλληλεπίδρασης του χρήστη με στοιχεία του εικονικού κόσμου. Η ανάγκη για γρήγορη παραμετροποίηση σε σχέση με τον τρόπο με τον οποίο εμφανίζονται τα τρισδιάστατα στοιχεία του εικονικού κόσμου καθώς και η απαίτηση για ευέλικτο χρονοισμό αυτών, οδήγησε στην υλοποίηση της εφαρμογής ώστε όλες αυτές οι παράμετροι να είναι ανοικτές, διαφανείς και δυναμικές.

Εικόνα 6.5

Φωτογραφίες, υφές και υλικά.

Εικόνα 6.6

Τρισδιάστατο μοντέλο της Γης με υφές και υλικά.



Η μετάβαση από την μία σκηνή στην άλλη είναι εύλικτη ως προς τον χρονισμό, γεγονός που περιορίζει τον βαθμό του keyframe animation που χρησιμοποιείται. Σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η εφαρμογή έτσι ώστε στοιχεία όπως η διάρκεια, η χρόνος μετάβασης και ο χρόνος παραμονής σε κάθε επίπεδο να είναι εύκολα παραμετροποιήσιμα σε διαφορετικά περιβάλλοντα και για χρήστες με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Αφού τοποθετήθηκαν όλα τα αντικείμενα στη σκηνή και ορίστηκε η συμπεριφορά και η κίνησή τους, το τελευταίο στάδιο ήταν η παραμετροποίηση των shaders ανάλογα με τις εστίες φωτός έτσι ώστε να καθοριστεί ο τρόπος που το φως αλληλεπιδρά με τις επιφάνειες καθώς κινούνται. Το τελικό στάδιο της κατασκευής περιλαμβάνει παραδοσιακή επεξεργασία εικόνας με κλασικά φίλτρα για βελτίωση του χρώματος, των αντανάκλασεων, του θορύβου κλπ.

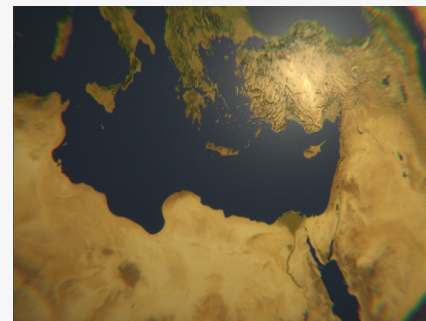
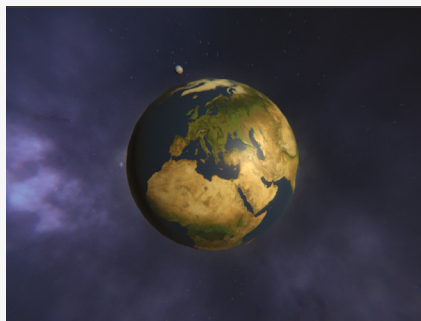
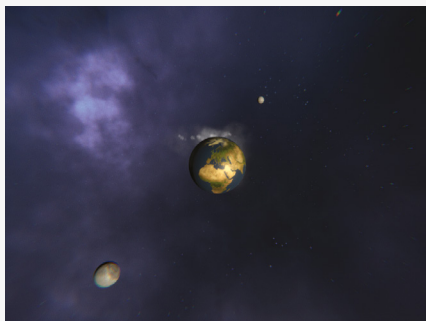
Όταν πλέον το αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό, η εφαρμογή πέρασε από μετάφραση (compiler) και παράχθηκε ένα αρχείο με το εκτελέσιμο πρόγραμμα (executable) που μπορεί να εκτελεστεί (να “τρέξει”) σε οποιονδήποτε υπολογιστή διαθέτει κάποια minimum τεχνικά χαρακτηριστικά για την υποστήριξη γραφικών πραγματικού χρόνου. Η εφαρμογή μπορεί να διατεθεί από οποιαδήποτε πλατφόρμα και κοινότητα διανομής λογισμικού στους χρήστες για “κατέβασμα” (download).

Κατά την εκτέλεση του προγράμματος ξεκινά η περιήγηση στον εικονικό κόσμο. Παρουσιάζονται διαδοχικά τα εξής επίπεδα:

6.2.4.1 Επίπεδο 1

Στην εισαγωγική σκηνή της εφαρμογής, ο χρήστης ταξιδεύει μέσα από την ατμόσφαιρα προς την Γη, όπου και παρουσιάζονται κάποια βασικά χαρακτηριστικά του πλανήτη. Ο χρήστης μπορεί να παρατηρήσει τους πλανήτες και την κίνησή τους, καθώς το ενδιαφέρον εστιάζεται σταδιακά στον πλανήτη Γη και κάποιες από τις ιδιότητες της επιφάνειάς του (εικόνα 6.7).

Παράλληλα, η αφήγηση κάνει μια πρώτη εισαγωγή στη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών, καθώς ο χρήστης οδηγείται στο εικονικό αυτό ταξίδι πάνω από τον Ελλαδικό χώρο, μια περιοχή με έντονη σεισμική δραστηριότητα λόγω της τοποθεσίας της καθώς βρίσκεται στο σημείο όπου συναντώνται δύο λιθοσφαιρικές πλάκες, η Αφρικανική και η Ευρασιατική, και στο σύνορό τους δημιουργούνται τριβές. Συγκεκριμένα η Αφρικανική πλάκα προχωρά Βόρεια-Βορειοανατολικά, βυθιζόμενη κάτω από την Ευρασιατική πλάκα.



Κατευθυνόμενοι προς το ρήγμα που βρίσκεται νότια της Κρήτης, οι χρήστες μέσω της αφήγησης εισάγονται σε βασικές έννοιες που αφορούν τα σεισμικά φαινόμενα, όπως λιθοσφαιρικές πλάκες, φλοιός της γης, γεωλογικά υλικά και ρήγματα κ.ά.

6.2.4.2 Επίπεδο 2

Ο χρήστης βρίσκεται στην επιφάνεια (στον φλοιό) της Γης, και ταξιδεύει πάνω από τη θάλασσα για να φτάσει στο νησί της Κρήτης, πάνω από τα όρια των δύο λιθοσφαιρικών πλακών. Ταξιδεύοντας μέσα από την φυσική γεωγραφία της περιοχής, περνάει στον υποβρύχιο κόσμο και στη συνέχεια στο υπόγειο κόσμο κάτω από το βυθό (εικόνα 6.8). Βυθίζεται όλο και πιο βαθιά με πορεία προς το κέντρο της Γης, διαπερνώντας πετρώματα και γεωλογικούς σχηματισμούς. Μέσω των ψηφιακών τεχνολογιών, το εκπαιδευτικό υλικό παρουσιάζεται δεσμεύοντας όλες τις αισθήσεις του χρήστη με τρόπο εντυπωσιακό και αποδοτικό ως προς την εκπλήρωση των εκπαιδευτικών στόχων που έχουν τεθεί.

Προχωρώντας από το γενικό στο ειδικό, στοιχεία της φυσικής γεωγραφίας επεξηγούνται με βάση την σεισμική δραστηριότητα και τα διάφορα γεωδυναμικά φαινόμενα. Η περιδιάβαση και η αλληλεπίδραση στον εικονικό κόσμο αναμένεται να ερεθίσει τις αισθήσεις του χρήστη και να τον βοηθήσει να μάθει και να καταλάβει κάποιες έννοιες με τρόπο βιωματικό.

6.2.4.3 Επίπεδο 3

Ο χρήστης βρίσκεται στο υπόγειο βάθος όπου συναντά τις λιθοσφαιρικές πλάκες (λιθόσφαιρα, εικόνα 6.9). Εκεί παρακολουθεί την κίνησή τους και τις δονήσεις που αυτή παράγει, τη σύγκρουση των πλακών που δημιουργεί σεισμικά φαινόμενα. Καθώς ο χρήστης εισχωρεί μέσα στο ρήγμα για να βυθιστεί στο επόμενο, εσωτερικότερο επίπεδο, η σχέση της κίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών με τα υλικά που αποτελούν το κάθε στρώμα γίνεται όλο και πιο ξεκάθαρη.

Εικόνα 6.7

Πρώτο επίπεδο της εφαρμογής: η Γη από ψηλά.

Εικόνα 6.8

Δεύτερο επίπεδο της εφαρμογής: Ο ηπειρωτικός φλοιός (αριστερά) και ο ωκεάνιος φλοιός (δεξιά).



Εικόνα 6.9

Τρίτο επίπεδο, εντός της λιθόσφαιρας: οι λιθοσφαιρικές πλάκες.

6.2.4.4 Επίπεδο 4

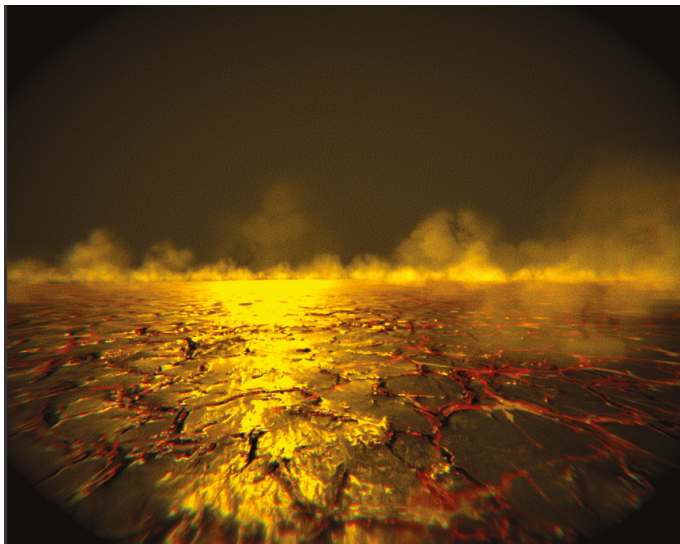
Στο τέταρτο επίπεδο, ο χρήστης βρίσκεται πλέον στον άνω μανδύα, με τα ρευστά υλικά του και τις μεγάλες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται εκεί. Ο μανδύας της γης βρίσκεται, χονδρικά, σε βάθος μεταξύ 30 χλμ. και 2.900 χλμ. κάτω από την επιφάνεια της γης και καταλαμβάνει το 70% του όγκου της. Ο χρήστης μαθαίνει ότι λόγω της ρευστότητας, στον μανδύα δεν δημιουργούνται σεισμοί, διότι δεν μπορεί να υπάρξει τριβή και σπάσιμο (εικόνα 6.10). Πάνω στο ρευστό μάγμα του μανδύα ακουμπούν οι λιθοσφαιρικές πλάκες με αποτέλεσμα να κινούνται.

6.2.4.5 Επίπεδο 5

Αφού ο χρήστης περιηγηθεί στον άνω μανδύα, ακολουθεί την αντίστροφη πορεία προς την επιφάνεια πλέον της Γης, κατά την οποία ξανασυναντά τη λιθόσφαιρα. Εκεί συμβαίνει εικονικός σεισμός και η ενέργεια εκτονώνεται προς τα πάνω. Λάβια ξεπηδά μέσα από ένα ρήγμα που ο σεισμός άνοιξε στη λιθόσφαιρα δημιουργώντας έκρηξη ηφαιστείου. Ο χρήστης βρίσκεται πάλι πίσω στην επιφάνεια της Γης και παρατηρεί την εκτόξευση πετρωμάτων και μάγματος από το ηφαίστειο έξω προς την ατμόσφαιρα (εικόνα 6.11).

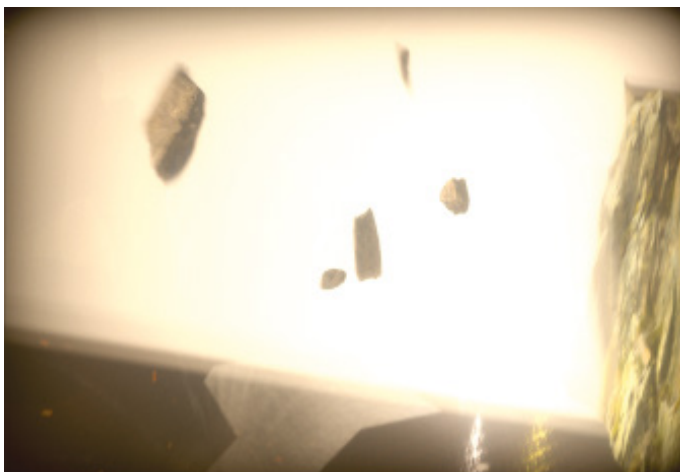
6.2.4.6 Επίπεδο 6

Ο χρήστης συνεχίζει να απομακρύνεται από την επιφάνεια της Γης, ακολουθώντας πορεία προς το Διάστημα. Μπορεί να ξαναδεί από μακριά τη Γη να περιστρέφεται, όπως και στην αρχική σκηνή (Επίπεδο 1), αλλά πλέον έχει κατακτήσει ένα άλλο επίπεδο κατανόησης γι' αυτήν και τις δυνάμεις που δρουν στο εσωτερικό της. Ένας κύκλος έχει έτσι κλείσει – και από το σημείο αυτό φυσικά ο κύκλος μπορεί να ξεκινήσει ξανά.



Εικόνα 6.10

Τέταρτο επίπεδο: ο άνω μανδύας και το ρευστό μάγμα.



Εικόνα 6.11

Πέμπτο επίπεδο: ο σεισμός προκάλεσε έκρηξη ηφαιστείου. Πετρώματα και μάγμα εκτινάσσονται προς την ατμόσφαιρα.

Στο σημείο αυτό έχει ολοκληρωθεί η περιγραφή της εφαρμογής, η οποία μετά την σχεδίαση και ανάπτυξη ελέγχθηκε, δοκιμάστηκε, διορθώθηκε και ρυθμίστηκε ώστε να επιβεβαιωθεί η λειτουργικότητά της.

6.3 Φάση 2η: Μετατροπή της εφαρμογής VR για Ολογραφική Προβολή

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η μετατροπή της εφαρμογής Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας τύπου Experience VR που αναπτύχθηκε για ατομική θέαση (βλ. παράγραφο 6.2) σε μορφή κατάλληλη για Ολογραφική Προβολή, με σκοπό την ενσωμάτωση στη θεατρική παράσταση και τη συλλογική θέαση και ακρόαση.

6.3.1 Ανάλυση Απαιτήσεων και Σχεδιασμός

Οι νέες τεχνολογίες και τα ψηφιακά μέσα παρέχουν την δυνατότητα επαύξησης της εμπειρίας των θεατών και όξυνσης (stimulation) των αισθήσεων τους μέσω οπτικοακουστικού υλικού (Biggin, 2017; Srinivasan & Schott, 2022). Ακριβώς στο σημείο της όξυνσης των αισθήσεων των θεατών στηρίζεται η προσδοκία ότι θα αυξηθεί το ενδιαφέρον τους για το περιεχόμενο της εφαρμογής (Εκπαιδευτική Σεισμολογία), διευκολύνοντας την κατανόηση των διάφορων γεωδυναμικών φαινομένων. Η προσθήκη οπτικοακουστικού ψηφιακού υλικού τόσο στην θεατρική παράσταση, όσο και σε μετέπειτα χρόνο στην βιντεοσκόπηση της, απαιτεί τη συνδιαμόρφωση του υλικού με όλους του συντελεστές του έργου σε διάφορα επίπεδα και με ευέλικτες αρχιτεκτονικές. Η ζωντανή θεατρική παράσταση και η συλλογική συμμετοχή των θεατών σε αυτή αποτελεί από μόνη της μια ανεκτίμητη εκπαιδευτική εμπειρία, που δύναται να συνεχιστεί και μετά το πέρας της παράστασης μεταξύ των μελών του κοινού (κριτική, συζητήσεις, ανάλυση

κλπ.). Από την άλλη πλευρά, η παρακολούθηση μιας θεατρικής παράστασης σε μαγνητοσκόπηση, παρόλο που στην περίοδο του Covid-19 ήταν ένα κάποιο υποκατάστατο για τους θεατρόφιλους, δεν μπορεί επ' ουδενί να αντικαταστήσει την εμπειρία που αποκομίζει ο θεατής μιας ζωντανής παράστασης.

Κατά τη φάση της ανάλυσης απαιτήσεων λήφθηκε υπόψη η αξία της συμμετοχής του κοινού στη ζωντανή θεατρική παράσταση. Επιπρόσθετα, συμφωνήθηκε πως θα είχε μεγαλύτερο ενδιαφέρον να αξιολογηθεί η εμπειρία που θα αποκομίσουν οι θεατές από μια ζωντανή υβριδική θεατρική παράσταση με ένθεση εικονικών / ψηφιακών στοιχείων, σε σχέση με μια μαγνητοσκοπημένη παράσταση.

Συνεπώς, κατά τη φάση σχεδιασμού με όλους τους συντελεστές του ερευνητικού έργου, κρίθηκε πως το όποιο ψηφιακό/εικονικό υλικό θα έπρεπε να προστεθεί κατά τη διάρκεια της παράστασης και μετά να γίνει μαγνητοσκόπηση αυτής. Η δυνατότητα δημιουργικής συνδιαλλαγής ανάμεσα στα παραδοσιακά στοιχεία μιας θεατρικής παράστασης με τις νέες τεχνολογίες και τα γραφικά πραγματικού χρόνου για την παραγωγή μιας υβριδικής θεατρικής παράστασης, κρίθηκε πως αποτελεί μια πρόκληση που άξιζε να αντιμετωπιστεί. Έτσι συνδιαμορφώθηκε (α) το ψηφιακό υλικό και (β) τα στοιχεία της υβριδικής αυτής παράστασης, με σκοπό την μεγαλύτερη συνοχή της αφήγησης σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς σκοπούς για τους οποίους οργανώθηκε και υλοποιήθηκε το δρώμενο. Αν το ψηφιακό υλικό είχε προστεθεί σε μεταγενέστερο χρόνο, σε μια παράσταση που ήδη είχε γίνει, παρότι θα ήταν πιά “ασφαλές” ως προς τα ποιοτικά του αποτελέσματα, θα υστερούσε στη συνοχή

του με το υπόλοιπο υλικό, χαρακτηριστικό πολύ σημαντικό για την κατανόηση των εννοιών που θέλαμε να διαπραγματευτούμε. Το μικρό ενδιαφέρον του κόσμου για μαγνητοσκοπημένες θεατρικές παραστάσεις (ίσως λόγω της προαναφερθείσας “ασφάλειας”) καθώς και η πρόκληση μιας ζωντανής θεατρικής παράστασης όπου το εικονικό/ψηφιακό αλληλεπιδρά με τους φυσικούς ηθοποιούς και την σκηνογραφία, μας ώθησε να σχεδιάσουμε πραγματικού χρόνου αρχιτεκτονικές που να μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μιας ζωντανής θεατρικής παράστασης. Η εφαρμογή ΕΠ που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου και προσομοιώνει ένα ταξίδι προς το κέντρο της Γης (βλ. παράγραφο 6.2), παρότι μέσω της εμπύθισης, της έκκληξης και της παρουσίας φάνηκε να ερεθίζει το ενδιαφέρον των χρηστών για τα διάφορα γεωδυναμικά φαινόμενα, διατηρεί τους εγγενείς στην ΕΠ εμπύθισης περιορισμούς που είχαν να κάνουν με τον εξοπλισμό, την προσβασιμότητα σε υλικό και λογισμικό κλπ. Επιπρόσθετα η τεχνολογία VR είναι μια ατομική εμπειρία σε αντίθεση με μια θεατρική παράσταση που είναι συλλογική. Στα πλαίσια του σχεδιασμού της υβριδικής παράστασης, ένα βασικό ερώτημα που είχε να κάνει με τη σχέση ατομικού – συλλογικού ήταν το πώς θα μπορούσε να ενσωματωθεί υλικό από την εφαρμογή ΕΠ στην θεατρική παράσταση ώστε ένα μέρος της να βιωθεί ως μια συλλογική εμπειρία.

Η ψηφιακή επεξεργασία της βιντεοσκοπημένης παράστασης και το ψηφιακό υλικό που σκοπεύαμε να εισάγουμε σ’ αυτή θα θέλαμε να είναι αποτέλεσμα της αποτίμησης της ζωντανής θεατρικής παράστασης από τους θεατές. Θα θέλαμε δηλαδή να συμπληρώνει το υλικό της παράστασης μέσω της ανατροφοδότησης από το

θεατρικό κοινό και όχι αυθαίρετα. Επίσης το ψηφιακό υλικό που θα προστίθεται στο βίντεο της παράστασης και θα επεξηγούσε κάποιες έννοιες που δεν έγιναν κατανοητές, στόχος ήταν να “στέκει” και ως αυτόνομο υλικό τύπου εκπαιδευτικού βίντεο.

Για τους ανωτέρω λόγους, αποφασίστηκε η σχεδίαση και υλοποίηση της υβριδικής μορφής παράστασης να κινηθεί στους εξής άξονες:

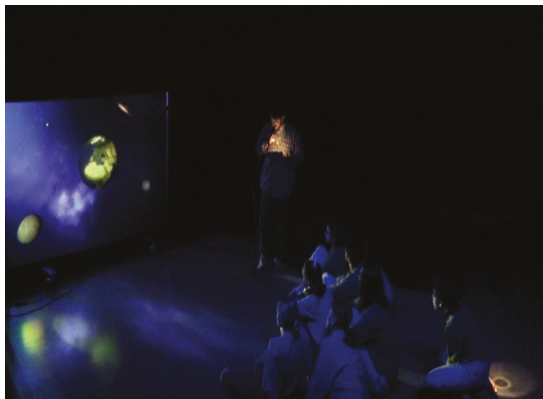
- ▶ Υβριδική θεατρική παράσταση με ολογραφική προβολή εικονικών κόσμων και animation,
- ▶ Προβολή υλικού ΕΠ με ολογραφικά μέσα και αλληλεπίδραση με ηθοποιούς,
- ▶ Προβολή πάνω σε σκηνικές επιφάνειες αρχειακού υλικού σε περιδιάβαση 360 μοιρών/ψηφιακή σκηνογραφία,
- ▶ Βίντεο animation εκπαιδευτικού σκοπού που να συνδυάζεται με την βιντεοσκοπημένη παράσταση αλλά να μπορεί να στέκεται και αυτοτελώς ως εκπαιδευτικό βίντεο υλικό.

6.3.2 Μεθοδολογία και Υλοποίηση

Το “στίσιμο” μιας ΟΠ και η ενσωμάτωσή της στη θεατρική σκηνή, πέρα από τους διάφορους περιορισμούς και τις τεχνικές δυσκολίες που παρουσιάζει, αποτέλεσε μια πρόκληση που ενέπλεξε όλους τους συντελεστές του έργου EduSeismArtTec, τόσο κατά τη φάση σχεδιασμού, όσο και κατά τη φάση υλοποίησης και της ενσωμάτωσης του υλικού στο κείμενο, στην αισθητική και στο γενικότερο ρυθμό της παράστασης. Με χρήση ολογραφικών μέσων (προβολικό και φιλμ) επιχειρήθηκε να καταστεί συλλογικό ένα μέρος της εμπειρίας ΕΠ που ήδη είχε αναπτυχθεί για ατομική θέαση, εισάγοντας παράλληλα και στοιχεία του εικονικού κόσμου με εντυπω-

Εικόνα 6.12

Το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό που προήλθε από την εφαρμογή ΕΠ προβάλλεται στη σκηνή κατά τη διάρκεια της θεατρικής παράστασης και πλαισιώνεται κατάλληλα από το κείμενο (ο Σεισμολόγος εξηγεί βασικές έννοιες).



σιακό τρόπο στη θεατρική σκηνή. Η ΟΠ του εικονικού κόσμου και η περιδιάβαση στα διάφορα επίπεδά του με βάση τη ζωντανή αφήγηση ηθοποιού στα πλαίσια της θεατρικής παράστασης *Beat the quake!* σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με γνώμονα τον εκπαιδευτικό στόχο του έργου. Έτσι, το μέρος της ΟΠ εστίαζε στη δομή της Γης, σε γεωλογικές και γεωδυναμικές ιδιότητές της καθώς και στη σύνδεση όλων αυτών των χαρακτηριστικών με το φαινόμενο του σεισμού.

Η προβολή εικονικών κόσμων ως μέρος της θεατρικής σκηνής με εργαλεία ΟΠ και η αλληλεπίδραση των ηθοποιών με οντότητες και διαδικασίες της ψηφιακής σκηνογραφίας επί σκηνής, ευελπιστούμε ότι επαύξησε όχι μόνο τα δημιουργικά και εκφραστικά μέσα αλλά και την γενικότερα εμπειρία των θεατών (βλ. εικόνα 6.12). Για τις ανάγκες της παράστασης, χρησιμοποιήθηκε η μηχανή γραφικών πραγματικού χρόνου Unity 3D. Κατασκευάστηκαν και παραμετροποιήθηκαν οι σκηνές που

περιγράφουν τα επίπεδα του εσωτερικού της Γης, αλλάζοντας με επιλεγμένα στοιχεία έτσι ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα σε μια προβολή πάνω σε ολογραφική επιφάνεια. Χρησιμοποιήθηκαν διάφορες παραδοσιακές τεχνικές επεξεργασίας εικόνας, έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα επί σκηνής. Έτσι ενσωματώθηκε σε μεγάλο βαθμό το ψηφιακό υλικό που αναπτύχθηκε για την εφαρμογή ΕΠ στη σκηνογραφία και τη ροή της ζωντανής θεατρικής παράστασης.

Η τελική παράσταση ήταν αποτέλεσμα πολλών δοκιμών μαζί με τους ηθοποιούς, τις καθηγήτριες και τις φοιτήτριες που επιμελήθηκαν την παράσταση, πάνω στο ψηφιακό υλικό που θα παρουσιαζόταν. Έτσι, σχεδιαστικά χρειαζόταν μια ευέλικτη μορφή όσον αφορά το συγχρονισμό των animation με δυναμική ρύθμιση και παραμετροποίηση των διάφορων χαρακτηριστικών της εφαρμογής (συγχρονισμός με αφήγηση ηθοποιού, οπτική θέασης, μεταβάσεις, διάρκειες κλπ.).



Εικόνα 6.13

Αριστερά: Προετοιμασία και στήριξη του ολογραφικού φιλμ στο Εργαστήριο ECTLab του ΠΑΔΑ. Δεξιά: Χρήση στη σκηνή κατά τη διάρκεια της θεατρικής παράστασης *Beat the Quake!*, Δημοτικό Θέατρο Πειραιά, 6.6.22.

Το εικονικό σκηνικό παραμετροποιήθηκε από την αρχή έτσι ώστε να μπορεί να υποστηρίξει το συγχρονισμό με την αφήγηση και το λόγο του ηθοποιού, όπως επίσης και να μπορεί να ανταποκριθεί σε ποικίλες αλλαγές που μπορεί να απαιτούνταν να γίνουν κατά τη διάρκεια των προβών. Οι σκηνές που αντιπροσωπεύουν το κάθε επίπεδο στο οποίο οι θεατές “εμβυθίζονται”, σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν εύκολα και γρήγορα να αλλάξουν όσον αφορά σε βασικά στοιχεία του εικονικού κόσμου που αναπαρίσταται.

6.3.3 Τεχνικά προβλήματα της Ολογραφικής Προβολής και λύσεις

Για να υλοποιηθεί η ΟΠ στο πλαίσιο της θεατρικής παράστασης, σε πρακτικό επίπεδο χρειάστηκε να εισαχθούν στη σκηνή (α) ο προβολέας και (β) το ολογραφικό φιλμ. Αυτό απαιτούσε προεργασία που έγινε στο οικείο Εργαστήριο ECTLab του ΠΑΔΑ (εικόνα 6.13). Αρχικά το ολογραφικό φιλμ εφαρμόστηκε σε επιφάνεια plexiglass

διαστάσεων 1.5m x 2.2m, με επιλογή στη συνέχεια είτε να αναρτηθεί στη σκηνή με συρματόσχοινα είτε να σταθεί στη σκηνή εντός πλαισίου. Επιλέχθηκε για λόγους σταθερότητας η δεύτερη λύση, καθώς στην περίπτωση ανάρτησης η παραμικρή ταλάντωση θα σήμαινε απώλεια εστίασης του προβολέα πάνω στο φιλμ, θόλωμα της εικόνας και απώλεια του ολογραφικού αποτελέσματος (τρισιδιάστατης εντύπωσης). Για το λόγο αυτό, το plexiglass τοποθετήθηκε σε μεταλλική τροχήλατη βάση με πλαίσιο που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε επί τούτου, προσφέροντας πρακτικότητα στη μεταφορά προς το θέατρο και στη μετακίνηση πάνω στη σκηνή, προκειμένου να βρεθεί η βέλτιστη θέση. Η λύση της τροχήλατης βάσης που προτιμήθηκε, αποδείχθηκε στην πράξη κατάλληλη, καθώς πράγματι απαιτήθηκαν πολλές μετακινήσεις πάνω στη σκηνή σε συνδυασμό με το σημείο τοποθέτησης του βιντεοπροβολέα, έτσι ώστε να αποφευχθούν τυχόν προβλήματα παραμόρφωσης ή μη σωστής εστίασης της δέσμης φωτός πάνω στο φιλμ.

Το πιο σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε ήταν το βάθος της συγκεκριμένης σκηνής (Σκηνή Ωμέγα, Δημοτικό Θέατρο Πειραιά), το οποίο ήταν μόλις 3 m, με αποτέλεσμα ο βιντεοπροβολέας να μην έχει την απαιτούμενη απόσταση από το φιλμ για σωστή προβολή. Το ολογραφικό φιλμ είναι τύπου οπίσθιας προβολής (backprojection) δηλαδή η θέαση γίνεται από την μπροστινή πλευρά του φιλμ και ο βιντεοπροβολέας τοποθετείται από την πίσω πλευρά του φιλμ. Πρακτικά δηλαδή το φιλμ βρίσκεται ανάμεσα στον προβολέα και τους θεατές. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό να μπορεί ο προβολέας να τοποθετηθεί σε κάποιο ύψος από το έδαφος, π.χ. να αναρτηθεί / κρεμαστεί από το ταβάνι. Έτσι θα προβάλει υπό κλίση στο φιλμ, αλλά δεν θα ενοχλεί η δέσμη του προβολέα τους θεατές στα μάτια. Επιπλέον, η ελαφρά παραμόρφωση που δημιουργεί η κλίση μπορεί να αντισταθμιστεί από τις ρυθμίσεις του ίδιου του προβολέα. Στη συγκεκριμένη θεατρική σκηνή, δεν υπήρχε η υποδομή για τοποθέτηση του προβολέα σε ψηλό σημείο. Αναγκαστικά, η τοποθέτησή του έγινε στο πίσω μέρος της σκηνής. Λόγω του μικρού βάθους της σκηνής, η απόσταση μεταξύ προβολέα και ολογραφικού φιλμ μπορούσε να είναι αποδεκτή μόνο με τοποθέτηση του προβολέα όχι στο κέντρο αλλά στο πλαϊνό μέρος της σκηνής ώστε να αυξηθεί η απόσταση από το φιλμ αλλά και να μην εμποδίζει την θέαση.

Με τη λύση που δόθηκε (εικόνα 6.13β), η προβολή πάνω στο ολογραφικό φιλμ απέδωσε με υψηλή ευκρίνεια το ψηφιακό περιεχόμενο. Μία αισθητική ατέλεια που καταγράφηκε ήταν η εξής: το πλαίσιο της τροχήλατης βάσης είχε επιλεγεί σε μαύρο χρώμα ώστε να εξαφανίζεται μέσα στο σκοτεινό χώρο, να μη διαγράφεται με σαφήνεια δηλαδή το όριο του φιλμ. Παρόλα αυτά, στην

πράξη ο χώρος δεν ήταν εντελώς σκοτεινός, με αποτέλεσμα να είναι σχετικά ορατό το πλαίσιο του φιλμ κατά τη διάρκεια της προβολής, χωρίς όμως να δημιουργεί αντιαισθητικό αποτέλεσμα (εικόνα 6.13α, 6.13β).

6.4 Φάση 3η: Ένθεση στη θεατρική παράσταση ψηφιακού υλικού σε προβολή 360° – επαυξημένη σκηνογραφία

Η επόμενη φάση παρέμβασης στη θεατρική παράσταση με ένθεση εικονικών ψηφιακών στοιχείων διάδρασης με τους ηθοποιούς και τη σκηνογραφία ήταν η προβολή πάνω σε επιφάνειες εικόνων σε ρόλο σκηνικού – τεχνική που προσιδίδιαζε στο projection mapping (Berner et al., 2004; Lakka et al., 2019; Antoniou et al., 2020). Χρησιμοποιήθηκαν κατασκευές από plexiglass σε σχήμα κύβου, οι οποίες τοποθετήθηκαν επί σκηνής με τέτοιο τρόπο, ώστε η προβολή να ταιριάζει ακριβώς με την χωροδιάταξη των κύβων. Χρησιμοποιώντας έναν δεύτερο προβολέα που ήταν τοποθετημένος στο χώρο πίσω από τους θεατές, ακριβώς απέναντι από την κατασκευή με τους κύβους πάνω στη σκηνή, προβλήθηκε αρχαιακό υλικό από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

Το φωτογραφικό υλικό χρησιμοποιήθηκε και μετασχηματίστηκε για την κατασκευή ενός εικονικού κόσμου που είχε ως skybox επιλεγμένες φωτογραφίες από τα καταστροφικά αποτελέσματα των σεισμών εκείνης της χρονιάς. Χρησιμοποιώντας μια σφαίρα στην οποία αντιστρέψαμε τα normal maps και τα textures έτσι ώστε να είναι ορατά από μέσα, κατασκευάσαμε ένα σύνολο σκηνών όπου η κάμερα περιστρέφεται στο κέντρο της σφαίρας, με αποτέλεσμα να βλέπουμε το αρχαιακό υλικό ως προβολή 360°.



Εικόνα 6.14

Το σύστημα κύβων από plexiglass επί σκηνής και η προβολή αρχαιακού υλικού από επιπτώσεις σεισμών (σεισμός Κεφαλλονιάς), από το αρχείο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, σε 'διάλογο' με τους ηθοποιούς, στο πλαίσιο της παράστασης θεάτρου ντοκουμέντο *Beat the Quake!*, Δημοτικό Θέατρο Πειραιά, 6.6.22.

Η ψηφιακά επαυξημένη αυτή σκηνογραφία αξιοποιήθηκε σε δύο σημεία του κειμένου της θεατρικής παράστασης. Το πρώτο σημείο αφορούσε το θέατρο-ντοκουμέντο. Σύμφωνα με το κείμενο, οι ηθοποιοί βγαίνουν μέσα από τα χαλάσματα-κύβους και διηγούνται προσωπικές ιστορίες και εμπειρίες από μεγάλους σεισμούς, έχοντας ως σκηνικό μια πανοραμική θέαση των κατεστραμμένων κτιρίων του μεγάλου σεισμού της Κεφαλλονιάς (εικόνα 6.14). Η ένθεση ψηφιακών στοιχείων πάνω στα ήδη υπάρχοντα σκηνογραφικά στοιχεία και η συνδιαμόρ-

φωση κατά τη διάρκεια των προβών ενός επαυξημένου και δυναμικού σκηνικού, θεωρείται ότι επαύξησε και την πληρότητα της εμπειρίας των θεατών της παράστασης. Σκοπός ήταν να προστεθούν περισσότερα επίπεδα αφήγησης σαν αποτέλεσμα μιας διαλογικής σχέσης μεταξύ ψηφιακής και κλασικής σκηνογραφίας με την εμπλοκή όλων των συντελεστών του ερευνητικού έργου. Το δεύτερο σημείο αφορούσε ένα περισσότερο εκπαιδευτικής – διδακτικής φύσης τμήμα, όπου εκφωνούνται με κατάλληλο ύφος ανακοίνωσης οι οδηγίες για την αντιμε-



Εικόνα 6.15

Το σύστημα κύβων από plexiglass επί σκηνής κατά την εκφώνηση των οδηγιών αντιμετώπισης του σεισμού, όπως αποδόθηκαν με παντομίμα από τους ηθοποιούς.

τώπιση του σεισμού και τις ενδεδειγμένες κινήσεις και αντιδράσεις που είναι αποδεδειγμένα οι ασφαλέστερες (drop-cover-hold). Οι ίδιοι κύβοι από plexiglass εντάχθηκαν και εδώ στο σκηνικό, όπου με τον κατάλληλο συνδυασμό φωτισμού και συσκότησης αποδόθηκαν οι οδηγίες με παντομίμα (εικόνα 6.15).

6.5 Φάση 4η: Ενθεση ψηφιακού περιεχομένου στη θεατρική παράσταση και ψηφιακή επεξεργασία

Η αποτίμηση της θεατρικής παράστασης μετά την ολοκλήρωσή της έδωσε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά στην προσέγγιση των εννοιών της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας με θεατρικά μέσα και νέες τεχνολογίες. Ειδικά μέσα από τα ανώνυμα ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν στους θεατές αμέσως μετά την παράσταση, επιχειρήθηκε να εντοπιστούν κενά, ασάφειες ή σημεία που δεν αποτυπώθηκαν σωστά μέσω της παράστασης στους θεατές, σε σχέση πάντα με τις έννοιες που διαπραγματεύτηκε η παράσταση. Μετά από την ανάλυση των απαντήσεων στα ερωτηματολόγια και των προσωπικών συνεντεύξεων διαφάνηκε πως ένα ασαφές σημείο για αρκετούς θεατές ήταν το είδος και η σημασία των διαφόρων ειδών σεισμικών κυμάτων.

Η διαπίστωση αυτή οδήγησε στην απόφαση να γίνει ψηφιακή μετεπεξεργασία (post-processing) του βίντεο της παράστασης. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε να προστεθεί ψηφιακό υλικό όπως εικονικοί ηθοποιοί, animation, προσομοίωση επιφανειακών σεισμικών κυμάτων κλπ. στην βιντεοσκόπηση της παράστασης, με στόχο την αποσαφήνιση των εννοιών που φάνηκαν ασαφείς στους θεατές της παράστασης. Η φύση και οι ιδιότητες των διαφόρων σεισμικών κυμάτων τέθηκαν στο επίκεντρο

και συγκεντρώθηκε υλικό από ομιλίες και παρουσιάσεις που θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο για την υλοποίηση του εκπαιδευτικού βίντεο animation και τον τρόπο προσέγγισης του θέματος. Οργανώθηκαν παρουσιάσεις από τους ερευνητές του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και ακολουθώντας το σπειροειδές μοντέλο και με συνεχόμενες ανατροφοδοτήσεις και βελτιστοποιήσεις, όλοι οι συντελεστές του έργου συμμετείχαν στην παραγωγή του υλικού. Το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό τύπου animation που παράχθηκε είναι συνεπώς προϊόν αλληλεπίδρασης της άποψης του θεατρικού κοινού, της προσέγγισης του σκηνοθέτη, της απόδοσης των ηθοποιών και του σχεδιασμού και της υλοποίηση των ερευνητών.

Προκειμένου να ενσωματωθεί το νέο ψηφιακό υλικό στο βίντεο της παράστασης, απαιτήθηκε η 'έξοδος' να έχει τη μορφή βίντεο για συλλογική θέαση, μολοντί οι σκηνές κατασκευάστηκαν σε πλατφόρμα γραφικών πραγματικού χρόνου και με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και κάσκα εικονικής πραγματικότητας για την ατομική θέαση και περιήγηση σε αυτούς. Η απαίτηση για αρθρωτή (modular) σχεδίαση της μορφής του animation έτσι ώστε να μπορεί να προστεθεί τόσο στο βίντεο της παράστασης όσο και να στέκει ως αυτοτελές εκπαιδευτικό υλικό ή σαν δυνατότητα εφαρμογής ΕΠ, οδήγησε στην απόρριψη των τυπικών 2D τεχνικών και εργαλείων επεξεργασία και στην επιλογή να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση η μηχανή γραφικών πραγματικού χρόνου Unity 3D. Για τις ανάγκες της αφήγησης του animation, που θα έπρεπε να έχει συγκεκριμένη διάρκεια ως βίντεο, επιλέχθηκε συγκεκριμένα οπτική θέασης (viewpoint), καρέ (frame) και κίνηση (animation) της αρεσκείας των συντελεστών του έργου, και χωρίς δυνατότητα δυναμικής αλληλεπίδρασης με το χρήστη (Tinwell, 2014).

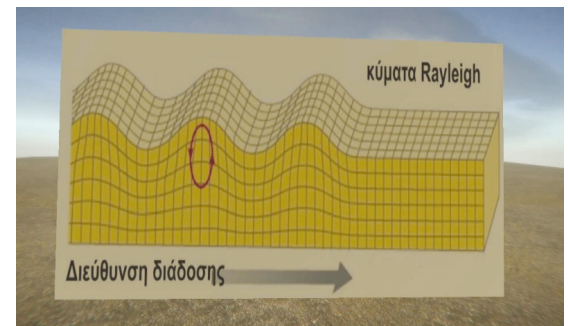
Εικόνα 6.16

Όψη του ψηφιακού υλικού που σχεδιάστηκε και ενσωματώθηκε εκ των υστέρων στο βίντεο της παράστασης, με αντικείμενο την επεξήγηση των διαφορετικών τύπων σεισμικών κυμάτων.



Εικόνα 6.17

Το terrain (αριστερά) και το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό (δεξιά) για την εξήγηση της λειτουργίας και της σημασίας των κυμάτων Rayleigh.



Οι σκηνές που υλοποιήθηκαν στην μηχανή γραφικών πραγματικού χρόνου έχουν την εξής διάρθρωση:

- ▶ Εισαγωγή: λιθοσφαιρικές πλάκες, επίκεντρο σεισμού κλπ.
- ▶ Εγκάρσια κύματα
- ▶ Επιμήκη κύματα
- ▶ Κύματα Rayleigh
- ▶ Ιδιότητες κυμάτων σε σύνδεση με τα χαρακτηριστικά του σεισμού.

Η απαίτηση για συγχρονισμό του βίντεο με την audio αφήγηση του εικονικού ηθοποιού καθώς και η σταθερή διάρκεια και frame rate που θα έπρεπε να έχει η εφαρμογή σε μορφή βίντεο, οδήγησε στη χρήση της τεχνικής των playables και των timelines για τον συγχρονισμό των διάφορων οπτικοακουστικών ροών. Χρησιμοποιήθηκαν τόσο keyframe animation τεχνικές όσο και procedural/generative animation τεχνικές, κυρίως για την προσομοίωση των φυσικών φαινομένων όπως για παράδειγμα στη σκηνή με την επεξήγηση των επιφανειακών κυμάτων Rayleigh (εικόνα 6.16).

Για τις ανάγκες αυτής της σκηνής (προσομοίωση επιφανειακών κυμάτων Rayleigh) κατασκευάστηκε αρχικά ένα terrain. Στη συνέχεια έγινε ένθεση του texture και των normal maps στο μοντέλο που αναπαριστούσε το έδαφος, προγραμματίστηκε η κίνηση (animation) των ακμών και των πολυγώνων του μοντέλου με βάση μαθηματικές συναρτήσεις (π.χ. Perlin noise) που προσομοιώνουν φυσικές διαδικασίες με τρόπο πειστικό και υπολογιστικά οικονομικό σε πόρους. Παραμετροποιήθηκε κατάλληλα η σχέση των διαφόρων μεταβλητών με το χρόνο και το frame rate της εφαρμογής, με αποτέλεσμα

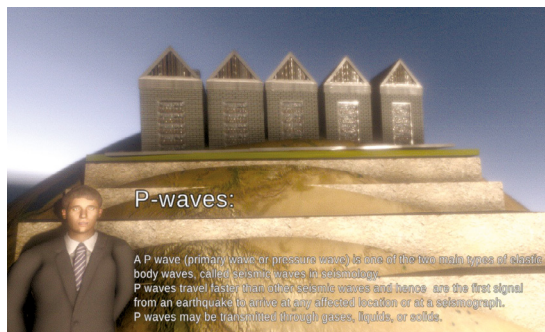
να αποδίδεται η παλλόμενη επιφάνεια του τριδιάστατου αντικειμένου και να διακρίνεται η ταλάντωσή της, αποδίδοντας την εντύπωση που θα είχε ο παρατηρητής αν έβλεπε από κοντά τις ταλαντώσεις στην επιφάνεια της Γης (εικόνα 6.17).

Ένας εικονικός ηθοποιός – σεισμολόγος επεξηγεί την φύση και τις ιδιότητες των διαφόρων κυμάτων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια ενός σεισμού, εστιάζοντας στις πλέον βασικές έννοιες της κυματικής φυσικής (πλάτος κύματος, συχνότητα κλπ.). Ξεκινώντας από τα εγκάρσια και τα επιμήκη κύματα που μεταδίδονται στο σώμα της Γης και καταλήγοντας στα επιφανειακά κύματα (κύματα Love και Rayleigh), επιχειρείται η σύνδεση των ιδιοτήτων των διάφορων τύπων κυμάτων (διεύθυνση διάδοσης, πλάτος ταλάντωσης κλπ.) με χαρακτηριστικά που οι επιστήμονες αποδίδουν στους σεισμούς (επίκεντρο, εστιακό βάθος, ένταση κλπ.) και με βάση τα οποία τους ταυτοποιούν (εικόνα 6.18). Για την κατασκευή του τριδιάστατου μοντέλου του εικονικού ηθοποιού χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές μοντελοποίησης, rigging, texturing, skinning, καθώς και τα εργαλεία λογισμικού Makehuman (Briceno & Gunther, 2018) και Blender (www.blender.org) – και τα δύο ανοικτού κώδικα. Κατασκευάστηκε ο σκελετός (armature) του εικονικού ηθοποιού με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι σύνδεσμοι (joints) να αντιστοιχούν με τον αριθμό και την ιεραρχία που ακολουθείται στη μηχανή γραφικών πραγματικού χρόνου Unity και να μπορεί να κινηθεί πειστικά ο εικονικός ηθοποιός.

Η audio αφήγηση του ηθοποιού ηχογραφήθηκε από τον επιστημονικό υπεύθυνο του ερευνητικού έργου και ειδικό της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας. Έτσι ο ρυθμός

Εικόνα 6.18

Ο εικονικός ηθοποιός σε εκπαιδευτικό ρόλο, μπροστά στις κατασκευές της Εικόνας 6.16.



εναλλαγής των εικόνων και η αφήγηση από σκηνή σε σκηνή εξαρτήθηκε από τον ρυθμό και τον τρόπο αφήγησης της audio περιγραφής. Για τον συγχρονισμό των διάφορων ροών πάνω στο audio κανάλι χρησιμοποιήθηκε η τεχνική των playables και τα timelines.

6.6 Αξιοποίηση και πρακτικοί περιορισμοί

Στην τελική έκδοση του βίντεο αποφασίστηκε από κοινού η μη χρησιμοποίηση του ανθρωποειδούς τρισδιάστατου μοντέλου ηθοποιού-σεισμολόγου που κατασκευάστηκε, αλλά μόνο η χρήση της φωνής του. Η πειστική εμπύκωση (animation) του εικονικού ηθοποιού με εκφραστικό λόγο (κίνηση χαρακτηριστικών προσώπου) και κίνησης σώματος είναι μια χρονοβόρα και κοστοβόρα σε υπολογιστικούς πόρους διαδικασία (Gilbert et al., 2018). Ο τρόπος που επιλέχθηκε να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί το υλικό του παρόντος έργου είχε ως κύριες συνιστώσες την πραγματοποίηση της θεατρικής παράστασης, την μαγνητοσκόπησης της και την αποτίμηση της παράστασης μέσω ερωτηματολογίων. Αυτό σήμαινε πως το εκπαιδευτικό βίντεο έπρεπε να κατασκευαστεί στο

τέλος του έργου και με το πέρας όλων των προηγούμενων διαδικασιών οι οποίες καθυστέρησαν λόγω των έκτακτων συνθηκών της πανδημίας COVID-19. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε να αξιοποιηθούν οι πόροι και η ανθρωπο-προσπάθεια του έργου επικεντρώνοντας στην αναπαράσταση και επεξήγηση των φυσικών διαδικασιών και των χαρακτηριστικών τους.

Τέλος, το βίντεο της επεξεργασμένης μορφής της θεατρικής παράστασης, με την ένθεση του ψηφιακού υλικού σχετικά με τα σεισμικά κύματα, αναρτήθηκε αυτόνομα τόσο στο Youtube όσο και στις ιστοσελίδες και τα social media του έργου, ώστε να είναι διαθέσιμο για εκπαίδευση του κοινού σχετικά με τη φύση των διάφορων σεισμικών κυμάτων που γεννιούνται και διαδίδονται κατά τη διάρκεια του σεισμικού φαινομένου.

6.7 Συμπεράσματα – Περαιτέρω έρευνα

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η πειραματική διερεύνηση των σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών και των δυνατοτήτων που προσφέρουν για την σχεδίαση και υλοποίηση υβριδικών θεατρικών παραστάσεων, όπως εξελίχθηκε στο πλαίσιο του έργου EduSeismArtTec. Ειδικότερα αξιοποιήθηκαν στην πράξη οι τεχνολογίες της Ολογραφικής Προβολής (ΟΠ) και της Εικονικής Πραγματικότητας (ΕΠ) σε συνδυασμό με τη θεατροπαιδαγωγική προσέγγιση για την εκλαίκευση βασικών εννοιών της Εκπαιδευτικής Σεισμολογίας και της Σεισμολογίας των Πολιτών. Διαμορφώθηκαν τέσσερις διαφορετικές παρεμβάσεις, οι δύο εκ των οποίων (ολογραφική προβολή και ψηφιακά επαιζημένη σκηνογραφία) δοκιμάστηκαν στην θεατρική παράσταση *Beat the Quake!* μετατρέποντάς την ουσιαστικά σε υβριδικού τύπου δράμα, όπου το φυσικό με το

ψηφιακό στοιχείο συνεργάζονται για να υπηρετήσουν τους αισθητικούς αλλά και εκπαιδευτικούς στόχους του έργου. Η ολογραφική προβολή υπηρέτησε το στόχο της εκπαίδευσης με φιλικό προς το κοινό τρόπο ενώ η ψηφιακά επαυξημένη σκηνογραφία έδωσε στο θεατρικό δρώμενο δυναμική και ευελιξία που θα ήταν δύσκολο και απαιτητικό να επιτευχθούν με συμβατικά σκηνικά, (Jacquemin & Gagneré, 2007).

Συμπερασματικά, μπορεί να υποστηριχθεί ότι ο συνδυασμός που επιχειρήθηκε αφενός υπηρέτησε ικανοποιητικά τους στόχους της παράστασης και αφετέρου ανέδειξε νέες προοπτικές και δυνατότητες. Πράγματι, οι τρόποι συνδυασμού του φυσικού και του ψηφιακού στοιχείου είναι πολλοί, και το ζήτημα αυτό αποτελεί μία διαρκή πρόκληση, ειδικά καθώς η ισορροπία μεταξύ των δύο στοιχείων μπορεί να μετατοπίζεται ανάλογα με το επιδιωκόμενο ύψος, την αισθητική και το κοινό. Επιστρέφοντας στον εκπαιδευτικό στόχο του έργου, πρέπει να σημειωθεί ότι η καθυστέρηση που οι συνθήκες COVID-19 επέβαλαν στην πορεία του έργου δυστυχώς δεν επέτρεψε τη συστηματική του εκπαιδευτική αξιολόγηση εντός του χρονικού ορίζοντα ολοκλήρωσής του. Ειδικότερα η συστηματική αξιολόγηση της εκπαιδευτικής συνεισφοράς τόσο της θεατρπαιδαγωγικής προσέγγισης όσο και των ψηφιακών τεχνολογιών ΕΠ και ΟΠ απομένει να γίνει ως μελλοντική δράση της ομάδας του έργου. Τα αναμενόμενα οφέλη είναι ουσιαστικά όχι τόσο στην απολογιστική τους διάσταση όσο ως ευκαιρία ανάδειξης νέων κατευθύνσεων στην προοπτική της περαιτέρω έρευνας στο πεδίο αυτό.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- AEA Consulting for Arts Council (2016). Theatre and Society of London Theatre. From live to digital - Understanding the Impact of Digital Developments in Theatre on Audiences, *Production and Distribution*. England, UK.
- Antonίου, Α., Lepouras, G., Kastritsis, A., Diakoumakos, J., Aggelakos, Y. & Platis, N. (2020). Take me Home: Augmented Reality to connect exhibits to excavation sites. *In Proceedings of Workshop on Advanced Visual Interfaces and Interactions in Cultural Heritage 2020. Ischia, Italy, September 29.*
- Berner, U., Braun, N. & Kolebinova, S. (2004). Graphical System for Interactive Rendering of Objects in an Augmented Reality Scenery. *In M. Rauterberg (Ed.): ICEC 2004, LNCS 3166, 266–269.*
- Biggin, R. (2017). Immersive Theatre and Audience, Experience: Space, Game and Story in the Work of Punchdrunk. *Springer International Publishing AG.*
- Bormann, D. D. & Greitemeyer, T. (2015). Immersed in virtual worlds and minds: effects of in-game storytelling on immersion, need satisfaction, and affective theory of mind. *Soc Psychol Personal Sci, 6(6), 646652.*
- Briceno, L., Gunther, P. (2018) MakeHuman: A review of the modelling framework. *In Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association 2018, 224–232. Florence, Italy, August 26–30.*
- Dengel, A. & Mägdefrau, J. (2019). Presence Is the Key to Understanding Immersive Learning. *In: Immersive Learning Research Network. In Proceedings of iLRN 2019. London, UK, 23–27.*
- Fromm, J., Radianti, J., Wehking, C., Stieglitz, S., Majchrzak, T. A. & vom Brocke, J. (2021). More than experience? On the unique opportunities of virtual reality to afford a holistic experiential learning cycle. *Internet High Educ., 50, 100804. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2021.100804>*

- Gilbert, M., Demarchi, S. & Urdapilleta, I. (2018). FACSHuman: A software to experimental material by modelling 3D Facial expression. In *Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents*, 333-334. Sydney, NSW, Australia, November 5–8, <https://doi.org/10.1145/3267851.3267865>
- Jacquemin, C. & Gagneré, G. (2007). Revisiting the Layer/Mask Paradigm for Augmented Scenery. *Intl. J. Perf. Arts Dig. Media*, 2:3, 237-257. https://doi.org/10.1386/padm.2.3.237_1
- Kamińska, D., Sapiński, T., Wiak, S., Tikk, T., Haamer, R. E., Avots, E., Helmi, A., Ozcinar, C. & Anbarjafari, G. (2019). Virtual Reality and Its Applications in Education: Survey. *Information* 10(10), 318. <https://doi.org/10.3390/info10100318>
- Lakka, E., Malamos, A. G., Pavlakis, K. G. & Ware, A. J. (2019). Designing a Virtual Reality Platform to Facilitate Augmented Theatrical Experiences Based on Auralization. *MDPI Designs*, 3, 33. <https://doi.org/10.3390/designs3030033>
- Maragkou, V. & Rangoussi, M. (2018). French as a foreign language: design, development and evaluation of an immersive Virtual Reality learning environment. In *Proceedings of International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain, 5-7 March*.
- Martingano, A. J. & Persky, S. (2021). Virtual reality expands the toolkit for conducting health psychology research. *Soc. Personal. Psychol. Compass*, 15, e12606.
- Perez-Ramirez, M., Arroyo-Figueroa, G. & Ayala, A. (2021). The use of a virtual reality training system to improve technical skill in the maintenance of live-line power distribution networks. *Interact. Learn. Environ.*, 29, 527–544.
- Shaker, N., Togelius, J. & Nelson, J. M. (2016). *Procedural content generation in games*. Springer.
- Sherman, W. R. & Craig, A. B. (2003). Understanding Virtual Reality Interface, Application, and Design. *The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics*.
- Silva, J.N.A., Southworth M., Raptis, C. & Silva, J. (2018). Emerging Applications of Virtual Reality in Cardiovascular Medicine. *JACC Basic Transl Sci.*, 3, 420–430.
- Srinivasan, S. & Schott, G. (2022). Envisioning New Virtual Spaces for Performance and Theatre artists. In *Proceedings 13th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics IMCIC, I*, 175-180 (virtual event). <https://doi.org/10.54808/IMCIC2022.01.175>
- Tinwell, A. (2014). *The Uncanny Valley in Games and Animation*. A K Peters/CRC Press.
- Tsiouostas, C., Petratou, D., Kaliakatsos-Papakostas, M., Katsouras, V., Kastritsis, A., Christantonis, K., Diamantaras, K. & Loupis, M. (2020). Innovative Applications of Natural Language Processing and Digital Media in Theatre and Performing Arts. In *Proceedings of ENTRENOVA Conference 2020*, 6(1), 84–96. Split, Croatia, 10-12 September.
- Turkay, S., Formosa, J., Cuthbert, R., Adinolf, S. & Brown, R. A. (2021). Virtual Reality E-sports - Understanding Competitive Players' Perceptions of Location Based VR E-sports. In *Proceedings of CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '21)*, article 322, 1–15. ACM, New York, NY, USA, <https://doi.org/10.1145/3411764.3445073>.

**Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών,
Γεωδυναμικό Ινστιτούτο**
Λόφος Νυμφών, 11851 Αθήνα

**Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής,
Σχολή Μηχανικών,
Τμήμα Ηλεκτρολόγων
και Ηλεκτρονικών Μηχανικών**
Θηβών 250 & Π. Ράλλη,
12241, Αθήνα-Αιγάλεω

**Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου,
Σχολή Καλών Τεχνών,
Τμήμα Θεατρικών Σπουδών**
Βασ. Κωνσταντίνου 21 & Τερζάκη,
21100, Ναύπλιο

Το ερευνητικό έργο υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.Ι.Δ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.Ι.Δ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου:1752)

ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ



ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ



Επιμέλεια έκδοσης: Ιωάννης Καλογεράς,
Νικόλαος Μελής, Μαρία Ραγκούση, Χριστίνα
Ζώνιου, Άννα Τσίχλη, Δανάη Καλογερά

Γραφικό εξωφύλλου: Μαριωάννα Κατσούλη

Σχεδιασμός: Μόιρα Δουράνου

Παραγωγή: A4_Design

© Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2023



Το ερευνητικό έργο υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών ραγών ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου:1752)

ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ



ISBN 978-618-00-4779-0



9 786180 047790