



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



Πτυχιακή Εργασία

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΘΕΜΑΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΓΙΑ
ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΣΤΙΣ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

της

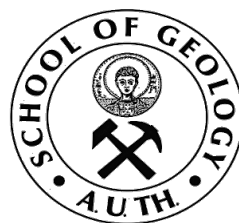
Αναστασίας Ειρήνης Μπουγέλη

Επιβλέπων: Αντώνιος Μουρατίδης

Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2016



ARISTOTLE UNIVERSITY of THESSALONIKI
FACULTY of SCIENCES
SCHOOL of GEOLOGY



Diploma Thesis

DEVELOPMENT OF A THEMATIC CONTENT
FOR INTERACTIVE EDUCATION
ENVIRONMENTS IN GEOSCIENCES

Anastasia Eirini Bougeli

Supervisor: Antonios Mouratidis

Thessaloniki, November 2016



“Η μάθηση που προκύπτει μέσα από φυσικές και περιβαλλοντικές επιστήμες, συμβάλλει αποτελεσματικά στη δημιουργία επιστημονικά καλλιεργημένων πολιτών, οι οποίοι φροντίζουν για την ανάπτυξη ενός βιώσιμου πλανήτη” ⁽¹⁾.

Στον μικρό Αλέξανδρο.



Για την διεκπεραίωση της πτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα, κ. Μουρατίδη Αντώνιο, Λέκτορα του τμήματος Γεωλογίας, για την ευκαιρία που μου έδωσε να αναπτύξω αυτό το θέμα το οποίο άπτεται άμεσα των ακαδημαϊκών ενδιαφερόντων μου, καθώς και για την αμέριστη υποστήριξη, τη συνεχή παρουσία και την καθοδήγησή του σε κάθε μου βήμα.

Θα ήταν παράλειψη να μην εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον Άρη Λαζαρίδη για την υπέροχη και παραγωγική μας συνεργασία.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτρη Κωστόπουλο, αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ, για την άμεση ανταπόκριση στο αίτημά μου για παραχώρηση δεδομένων σχετικών με την απολιθωματοφόρο θέση Απολλωνία 1, στη Μυγδονία. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν στη δραστηριότητα που έχει αντικείμενο την Παλαιοντολογία στο 4^ο Κεφάλαιο (§ 4.2).

Την οικογένεια μου, για την πολύτιμη ενίσχυση και την αέναη συμπαράσταση τους σε όλες τις επιλογές μου. Χωρίς εκείνους, τίποτα δε θα ήταν εφικτό.

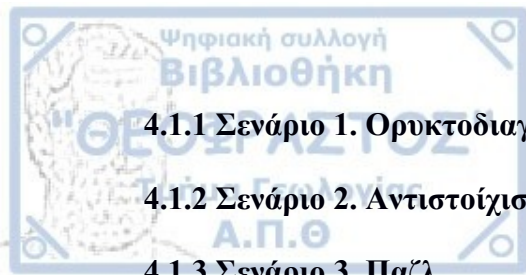
Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς την αγαπημένη μου Μαριάννα Μάνδραλη, εκπαιδευτικό της Α'βάθμιας εκπαίδευσης, για την ηθική στήριξη και τις συζητήσεις μας, που αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης και πυξίδα για μέρος της εν λόγω εργασίας, καθώς και την Δέσποινα Σωτηρέλη ...για όλα.

Μπουγέλη Αναστασία Ειρήνη
Θεσσαλονίκη 2016



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Προσδιορισμός προβλημάτων της σύγχρονης εκπαιδευτικής διαδικασίας	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Θεωρητικό υπόβαθρο	10
2.1 Γενικά	10
2.2 Αποσαφήνιση βασικών εννοιών	11
2.2.1 Διαδραστικά Περιβάλλοντα (Interactive Environments)	11
2.2.2 Γεωχωρικές Τεχνολογίες / Πληροφορίες (geospatial technology/ data)	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μεθοδολογία	13
3.1 Σκοπός και στόχοι της εργασίας	13
3.2 Διαδικασία Σχεδίασης Θεματικού Περιεχομένου	14
3.2.1 Πρώτη Φάση: Διερεύνηση σχολικών εγχειριδίων	14
3.2.2 Δεύτερη Φάση: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας Διδακτικής Θετικών Επιστημών	15
3.2.3 Τρίτη Φάση: Σχεδιασμός εκπαιδευτικών σεναρίων	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Δραστηριότητες και Εκπαιδευτικά Σενάκια	16
4.1 Σενάκια εργασίας γραφείου	16



4.1.1 Σενάριο 1. Ορυκτοδιαγνωστική	16
4.1.2 Σενάριο 2. Αντιστοίχιση λέξεων	23
4.1.3 Σενάριο 3. Παζλ	26
4.1.4 Σενάριο 4. Εντοπισμός γεωγραφικής θέσης	27
4.1.5 Σενάριο 5. Διόρθωση γραπτών εξετάσεων	30
4.1.6 Σενάριο 6. Διαφορές μεταξύ δυο εικόνων	31
4.1.7 Σενάριο 7. Κρεμάλα	33
4.2 Σενάριο Εργασίας Πεδίου (Field work)	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα	39
5.1 Προοπτικές	39
5.2 Περιθώρια βελτίωσης	40
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	41

Σκοπό του παρόντος πονήματος αποτελεί ο σχεδιασμός ενός θεματικού περιεχομένου σχετικού με τις γεωεπιστήμες, το οποίο θα αποτελέσει το θεωρητικό υπόβαθρο διάφορων μορφών διαδραστικών περιβαλλόντων εκπαίδευσης. Απευθύνεται σε μαθητές των τελευταίων τάξεων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και σε πρωτοετείς φοιτητές Σχολών Θετικών Επιστημών, ενώ ακολουθεί τις αρχές της σύγχρονης Διδακτικής και εκπαιδευτικής αξιολόγησης. Η διαδικασία σχεδιασμού του θεματικού περιεχομένου της εν λόγω εφαρμογής, πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις. Επίσης, κρίνεται χρήσιμο να αναφερθεί, ότι ένα δοκιμαστικό (demo) εκπαιδευτικό διαδραστικό περιβάλλον, εν μέρει βασισμένο στο θεματικό περιεχόμενο της παρούσας εργασίας, είναι υπό ανάπτυξη στα πλαίσια άλλης, ανεξάρτητης μεταπτυχιακής εργασίας ειδίκευσης.

Λέξεις-κλειδιά: Γεωλογία, Διδακτική, Διαδραστικά Περιβάλλοντα, ΤΠΕ, Προσομοίωση



The purpose of this study is the development (design) of a thematic content related to geosciences, which shall eventually constitute the theoretical background for a variety of interactive education environments.

It is addressed both, to secondary school students (aged 13-18) and university freshmen (typically first-year) in Science and/or Engineering, while following the principles of modern teaching and educational evaluation.

The planning process of the thematic content of this application, has been accomplished in three phases. The completion of the application's demo is also expected.

It is also considered important to note that the development of a demo version of an interactive educational environment, partly based on the thematic content of this study, is underway within an independent master thesis.

Key words: Geology, Educational, Interactive Environments, ICT, Simulation



Η παρούσα εργασία αποτελείται από τέσσερα επιμέρους κεφάλαια.

Στο **πρώτο** κεφάλαιο επιχειρείται η θεωρητική τεκμηρίωση του θεματικού περιεχομένου της υπό παρουσίαση εφαρμογής, μέσω της περιγραφής των τριών βασικών χώρων/αξόνων στους οποίους δραστηριοποιείται ο μαθητής/χρήστης, ενώ ταυτόχρονα δίνεται και η αποσαφήνιση των βασικών εννοιών της εργασίας.

Το **δεύτερο** κεφάλαιο αποτελεί τη μεθοδολογία, όπου παρατίθενται αρχικά ο σκοπός του πονήματος και οι επιμέρους στόχοι. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται λεπτομερώς οι τρεις φάσεις της διαδικασίας σχεδιασμού του θεματικού περιεχομένου της εφαρμογής.

Στο **τρίτο** κεφάλαιο αναπτύσσονται και αναλύονται οι προτεινόμενες δραστηριότητες και τα εκπαιδευτικά σενάρια της εφαρμογής. Οι δραστηριότητες διαχωρίζονται με βάση το χώρο εφαρμογής τους σε σενάρια γραφείου και πεδίου.

Τέλος, στο **τέταρτο** κεφάλαιο παρατίθενται ορισμένα συμπεράσματα και διαπιστώσεις από την ενασχόληση με την υπό μελέτη θεματική, ενώ προτείνονται και πιθανές μελλοντικές παρεμβάσεις στην εφαρμογή για τη βελτιστοποίησή της.

Η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα του εκπαιδευτή να αντιλαμβάνεται τις ανάγκες των εκπαιδευόμενων υπό το δικό τους πρίσμα, και να επιστρατεύει διδακτικές μεθόδους και μέσα, εύχρηστα κι ευχάριστα γι' αυτούς. Ωστόσο, αν αναλογιστούμε το ισχύον εκπαιδευτικό σύστημα, γίνεται σαφές ότι ως επί το πλείστον, η σύγχρονη εκπαιδευτική διαδικασία είναι προσανατολισμένη και άρρηκτα συνδεδεμένη με την εισαγωγή στη τριτοβάθμια εκπαίδευση. Οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με μεγάλο φόρτο, αδιάφορων για αυτούς εργασιών, συχνά σε τέτοιο βαθμό που η μάθηση φτάνει να εκλαμβάνεται ως αγγαρεία. Επιπλέον, οι απαρχαιωμένες μέθοδοι διδασκαλίας που επιστρατεύονται, όπως για παράδειγμα η αποστήθιση, συμβάλλουν στην έλλειψη ενδιαφέροντος των μαθητών για γενική μόρφωση. Τέλος, όταν η μάθηση πηγάζει μόνο μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια -όπου συνήθως περιλαμβάνεται περιορισμένη ύλη- ο εκπαιδευόμενος δεν έχει την ευκαιρία να εντρυφήσει και να συνδέσει τη γνώση με την πραγματική ζωή, έτσι ώστε να αποκτήσει χρήσιμα εφόδια για το μέλλον. Πρόκειται λοιπόν για μια ανεπαρκή διαδικασία, η οποία, ωστόσο, επιδέχεται αρκετές βελτιώσεις.

Για όλους τους παραπάνω λόγους κρίνεται αναγκαίο να δοθεί περισσότερη προσοχή στον τρόπο που προσφέρεται η μάθηση και να αναπτυχθούν μέσα που θα καταστήσουν τη διαδικασία χρήσιμη κι ελκυστική για τους μαθητές. Αυτή η σκέψη αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για τη συγγραφή της εν λόγω εργασίας και την ανάπτυξη θεματικού περιεχομένου για ένταξη σε διαδικτυακές και άλλες εφαρμογές, με την ελπίδα ότι θα αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

2.1 Γενικά

Το περιεχόμενο της συγκεκριμένης εφαρμογής λειτουργεί συμπληρωματικά στην κατανόηση των θεμελιωδών διαθεματικών εννοιών που οδηγούν στη δημιουργία ενός ενιαίου πλαισίου γνώσεων και δεξιοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, φιλοδοξεί να ωθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν επιστημονικό γίγνεσθαι μέσω της ανάληψης του ρόλου του βασικού χαρακτήρα της εφαρμογής, ο οποίος κινείται μέσα σε ένα περιβάλλον, που τον τροφοδοτεί με γνώσεις φυσικών επιστημών. Η ανάπτυξη αυτού του περιβάλλοντος προσομοιώνει ρεαλιστικά την ακαδημαϊκή κι ερευνητική δραστηριότητα του χαρακτήρα (avatar), ο οποίος διαδραματίζει το ρόλο του «καθηγητή/ερευνητή». Ο χαρακτήρας αυτός δραστηριοποιείται μεταξύ τριών βασικών χώρων.

Ο πρώτος χώρος αποτελεί το γραφείο του «καθηγητή». Έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να προσεγγίζει όσο το δυνατόν την πραγματικότητα. Ο χαρακτήρας έχει στη διάθεσή του τον υπολογιστή του, την βιβλιοθήκη του και γενικότερα έχει πρόσβαση σε όλα τα εργαλεία, αντικείμενα, πηγές αναζήτησης που μπορεί να χρειαστεί. Σε αυτό το χώρο ο χαρακτήρας καλείται να πραγματοποιήσει εργασία γραφείου (office work), αντίστοιχη με την πραγματικότητα. Τέτοιες εργασίες ενδεικτικά, θα μπορούσαν να είναι η διόρθωση γραπτών εξετάσεων, η προετοιμασία μιας παρουσίασης για φοιτητές ή μιας διάλεξης για το ευρύ κοινό, η ερμηνεία δεδομένων που προέκυψαν από δική του έρευνα κ.α..

Ο δεύτερος χώρος αφορά την εργασία πεδίου (field work). Εκεί ο χρήστης καλείται να εκτελέσει αποστολές στο πεδίο (missions). Για παράδειγμα, ως ερευνητής καλείται να διερευνήσει in situ, σπάνια, επικίνδυνα κι ενδιαφέροντα γεωλογικά φαινόμενα, να χαρτογραφήσει μια περιοχή μελέτης, να συλλέξει αντιπροσωπευτικά δείγματα για περαιτέρω έρευνα (σύνδεση με office work). Ως παλαιοντολόγος, καλείται να οργανώσει και να διεκπεραιώσει μια ανασκαφική διαδικασία. Ως μετεωρολόγος, να ταξιδέψει με ελικόπτερο για να παρατηρήσει “εξ όψεως” τα φαινόμενα που εμφανίζονται στην ατμόσφαιρα. Ως σπηλαιολόγος, να χαρτογραφήσει και να εξερευνήσει ένα σπήλαιο κ.ο.κ..

Στον τρίτο χώρο (3D Cave), ο χρήστης κινείται σε ένα δωμάτιο όπου μπορούν να προσομοιωθούν σημαντικά γεωλογικά γεγονότα που συνέβησαν στο παρελθόν (simulation).

Αυτό το δωμάτιο (virtual reality room) βρίσκεται στο Πανεπιστήμιο κι αναπαριστά χώρους και φαινόμενα στα οποία είναι αδύνατη η φυσική παρουσία του καθηγητή/ερευνητή. Στο χώρο αυτό, ο χρήστης έχει την ευκαιρία να λαμβάνει πληροφορίες (γνώση) οι οποίες προκύπτουν μέσα από παραστατικές τρισδιάστατες εικόνες και βίντεο, κι όχι μέσω στείρας περιγραφής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα ιστορικών φαινομένων που θα μπορούσαν να προσομοιωθούν, είναι η έκρηξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης, η καταστροφή της Πομπηίας από τη σφοδρή έκρηξη του Βεζούβιου, ο ισχυρός σεισμός που έπληξε την Ινδονησία, η πτώση του αστεροειδούς που συνέβαλε στην εξαφάνιση των δεινοσαύρων.

Σημειώνεται, ότι επί της ουσίας, ο χώρος του 3D Cave, δεν διαφοροποιείται ως προς τη διδακτική χρήση από την εργασία πεδίου. Συνεπώς ο τύπος των πιθανών δραστηριοτήτων δεν διαφέρει για αυτόν το λόγο στην παρούσα εργασία δεν παρουσιάζονται διακριτά παραδείγματα σεναρίων μεταξύ των δύο χώρων. Εντούτοις, η έννοια του 3D Cave (η οποία, με παραλλαγές, υπάρχει ήδη υλοποιημένη σε διάφορα ιδρύματα και ανά τον κόσμο) χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει ένα κατά το δυνατόν ρεαλιστικό σενάριο, ώστε να μπορούν να μελετηθούν γεγονότα του παρελθόντος σαν να ήταν σημερινά.

2.2 Αποσαφήνιση βασικών εννοιών

2.2.1 Διαδραστικά Περιβάλλοντα (Interactive Environments)

Βασική έννοια της παρούσας εργασίας αποτελεί η διαδραστικότητα, η δυνατότητα δηλαδή που προσφέρει ένα μέσο, για αμφίδρομη επικοινωνία. Κύριο γνώρισμά της, αποτελεί η αλληλεπίδραση που αναπτύσσεται μεταξύ μέσου και χρήστη. Ο χρήστης είναι εκείνος που καθορίζει πότε και με ποιο τρόπο θα του αποκαλύπτονται οι πληροφορίες που περιέχονται στο μέσο. Έχει δυναμικό ρόλο και συμμετέχει ενεργά στην εξέλιξη της διαδικασίας.

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στη συνέχεια της εργασίας, μπορούν να αποτελέσουν το περιεχόμενο ενός διαδραστικού περιβάλλοντος –όπως για παράδειγμα, μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής. Ήδη είναι σε εξέλιξη η δημιουργία τέτοιου περιβάλλοντος, για την ανάπτυξη του οποίου χρησιμοποιείται κυρίως η μηχανή Unreal Engine 4 (UE4 version 4.12). Το κύριο χαρακτηριστικό της είναι τα blueprints. Πρόκειται για έναν διαφορετικό τρόπο προγραμματισμού και διαχείρισης του συνόλου των στοιχείων ενός παιχνιδιού. Επίσης, η UE4 επιτρέπει και τον προγραμματισμό σε C++, ο οποίος μπορεί να συνδυαστεί

και με τα blueprints για ένα πιο ολοκληρωμένο αποτέλεσμα. Τα πιο σύνθετα και πολύπλοκα τμήματα του κώδικα, προγραμματίζονται σε C++.

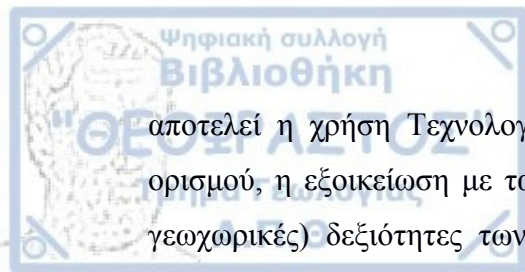
Το τελικό προϊόν σχεδιάζεται να είναι διαθέσιμο online, μέσω browser (πακεταρισμένο σε μορφή HTML5), αλλά πιθανότητα τελικά να είναι διαθέσιμο κι ως εφαρμογή για Windows. Άλλα εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι το Maya και το Photoshop για τον σχεδιασμό και τη διαχείριση τρισδιάστατων (3D) μοντέλων και σχεδίων. Προς το παρόν δεν υπάρχουν ήχοι, όμως σχεδιάζεται να χρησιμοποιηθούν εργαλεία για την προσθήκη τους.

2.2.2 Γεωχωρικές Τεχνολογίες / Πληροφορίες (geospatial technology/ data)

Η έννοια της γεωχωρικής τεχνολογίας σχετίζεται με τον κλάδο των επιστημών που έχουν ως αντικείμενο τη συλλογή, επεξεργασία, διαχείριση, απεικόνιση κι ερμηνεία πληροφοριών με γεωγραφική αναφορά και σχετίζονται με το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Τέτοιου είδους πληροφορίες μπορούν να μας παρέχουν οι δορυφόροι, τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Geographical Information Systems/G.I.S.), αλλά και τα Παγκόσμια Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης (Global Navigation Satellite Systems/GNSS), όπως είναι το Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (Global Positioning System/G.P.S.). Η συνεισφορά τους είναι ανυπολόγιστη, καθώς αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται, αφενός με την επιστήμη, την έρευνα τις επενδύσεις και με την αγορά εργασίας, κι αφετέρου με την καθημερινότητα του σύγχρονου ανθρώπου.

Πιο συγκεκριμένα, η παρατήρηση της Γης από το διάστημα, παρέχει μεγάλο όγκο εικόνων κι άλλων δορυφορικών δεδομένων, που μπορούν να αξιοποιηθούν κατά την παρατήρηση, εξερεύνηση και χαρτογράφηση της Γης. Επιπλέον, η ανάλυση κι η ερμηνεία τους, μπορεί να οδηγήσει με σχετική ασφάλεια σε προβλέψεις, να προσδιορίσει προληπτικά μέτρα για την προστασία του Περιβάλλοντος και να καθορίσει τις απαιτούμενες παρεμβάσεις για τη διαχείριση καταστροφών.

Δεδομένου ότι τα παραπάνω εντάσσονται στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, μέσω των προγραμμάτων σπουδών, η ανάπτυξη των δυσνόητων, πολλές φορές, γεωχωρικών δεξιοτήτων με ευχάριστο τρόπο για τους μαθητές, κρίνεται αναγκαία. Μια τέτοια αποτελεσματική και καινοτόμο μέθοδο για την εισαγωγή της χωρικής σκέψης,



αποτελεί η χρήση Τεχνολογιών της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.). Εξ ορισμού, η εξοικείωση με τα συστήματα πλοήγησης ενισχύει τις χωρομετρικές (ή αλλιώς γεωχωρικές) δεξιότητες των εκπαιδευόμενων, επομένως η καταλληλότητα της μεθόδου αυτής φαίνεται να προκύπτει αβίαστα για το συγκεκριμένο αντικείμενο.

3.1 Σκοπός και στόχοι της εργασίας

Κύριο στόχο της εργασίας, αποτελεί η δημιουργία ενός θεματικού περιεχομένου σχετικού με τις γεωεπιστήμες, που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε μορφής διαδραστικά περιβάλλοντα εκπαίδευσης. Το θεματικό περιεχόμενο που παρουσιάζεται στη συνέχεια της εργασίας, πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια της ανάπτυξης μιας εποικοδομητικής εφαρμογής, προσιτής σε μαθητές των τελευταίων τάξεων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και σε πρωτοετείς φοιτητές Σχολών Θετικών Επιστημών.

Η προσπάθειά εστιάζεται στην ανάπτυξη ενός εύχρηστου διαδραστικού περιβάλλοντος που θα παρακινήσει τους εκπαιδευόμενους να αφιερώσουν χρόνο χρησιμοποιώντας το. Η ενασχόληση με την εφαρμογή, θα πρέπει να εκλαμβάνεται ως ευκαιρία να επιτευχθούν οι στόχοι του εκπαιδευτή και να αποκτηθούν οι απαιτούμενες δεξιότητες, μέσα από μια ευχάριστη και ταυτόχρονα αποτελεσματική διαδικασία. Απώτερος σκοπός είναι η ποιοτική αναβάθμιση του προσφερόμενου εκπαιδευτικού έργου.

Απαραίτητη προϋπόθεση για το σχεδιασμό της εφαρμογής ορίζεται η εξής: Η ενασχόληση του χρήστη με την εφαρμογή να εμπλουτίζει το γνωστικό του πεδίο, δίχως αυτό να γίνεται αντιληπτό ως διεργασία επίπονης κι ανιαρής εκμάθησης. Επιπλέον, με το πέρας κάθε “αποστολής”, ο εκπαιδευόμενος αναμένεται να απαντά επιτυχώς σε οποιαδήποτε μορφή σχετικής αξιολόγησης. Πιο ειδικά, η εφαρμογή θα συμβάλλει:

- Στην απόκτηση ικανότητας εκ μέρους του εκπαιδευόμενου να ανακαλεί βασικές αρχές και θεωρίες των Φυσικών Επιστημών, ούτως ώστε να ερμηνεύει μέσω του συνδυασμού δεδομένων, φυσικοχημικά ή γεωλογικά φαινόμενα και διαδικασίες.
- Στην αναγνώριση της άρρηκτης σχέσης που συνδέει τις Θετικές Επιστήμες, καθώς και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων.
- Στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης και στην απόκτηση λογικής κι επιστημονικής θεώρησης για την αντιμετώπιση καταστάσεων και την επίλυση προβλημάτων.

➤ Στην εξοικείωση του εκπαιδευόμενου με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την χρήση της επιστημονικής μεθοδολογίας (παρατήρηση → υπόθεση → πείραμα → ανάλυση & ερμηνεία δεδομένων → εξαγωγή συμπερασμάτων).

- Επιπλέον, η εφαρμογή συμβάλλει στην εξοικείωση με τη χρήση εξειδικευμένων μεθόδων μελέτης που σχετίζονται με τη Γεωλογία, όπως: χρήση χαρτών, ερμηνεία γραφημάτων, πλοήγηση με πυξίδα κλπ.
- Στην ανάπτυξη περιβαλλοντικής ευαισθησίας μέσα από τη συνειδητοποίηση της αναγκαιότητας αρμονικής συνύπαρξης του ανθρώπου με το περιβάλλον.
- Στην αντίληψη της καθοριστικής συνεισφοράς των φυσικών επιστημών στην ποιότητα ζωής των πολιτών.
- Στην ανάπτυξη της δεξιότητας να συγκεντρώνει, να αξιοποιεί και να αξιολογεί πληροφορίες και κατά συνέπεια να προτείνει λύσεις σε συγκεκριμένα ζητήματα. Ακόμη, να επικοινωνεί και να συνεργάζεται με άλλους φορείς, να διατυπώνει τις σκέψεις και τους προβληματισμούς του και τελικά να παρουσιάζει τα αποτελέσματα της έρευνάς του.

3.2 Διαδικασία Σχεδίασης Θεματικού Περιεχομένου

3.2.1 Πρώτη Φάση: Διερεύνηση σχολικών εγχειριδίων

Στην πρώτη φάση της εκπόνησης της εργασίας, πραγματοποιήθηκε έρευνα στα σχολικά εγχειρίδια μέσω της σελίδας του Υπουργείου Πολιτισμού, Παιδείας & Θρησκευμάτων ([url1](http://www.minedu.gov.gr)). Τα βιβλία που μελετήθηκαν ήταν «Διαχείριση Φυσικών Πόρων» της Β' Λυκείου και «Βιομηχανική Παραγωγή και Ενέργεια». Η διαδικασία αυτή, είχε διττή σημασία. Αρχικά, τον εντοπισμό της ακριβούς διδακτέας ύλης καθώς και το ποσοστό εμβάθυνσης στα θέματα που διδάσκονται κι απευθύνονται στους μαθητές της Β' και Γ' Λυκείου. Δευτερευόντως, την επιλογή των επί μέρους θεμάτων που λόγω της σπουδαιότητάς τους στην καθημερινότητα, του ενδιαφέροντος που συγκεντρώνουν γύρω τους, ή της αδυναμίας να διδαχθούν επαρκώς στα περιορισμένα πλαίσια της τάξης, επιδέχονται περαιτέρω ανάλυση και παρουσίαση με χρήση τεχνολογικών μέσων (Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών στην εκπαίδευση. Τ.Π.Ε.).

Έτσι λοιπόν, δημιουργήθηκε ένας κατάλογος με θέματα στα οποία παρατηρήθηκαν κενά ή κρίθηκε ότι έχουν περιθώρια συμπλήρωσης. Τα θέματα αυτά παρουσιάζονται λεπτομερώς στη συνέχεια της εργασίας και προτείνονται δραστηριότητες που δίνουν την δυνατότητα στον εκπαιδευτικό, να εμπλουτίσει τη διδασκαλία στην τάξη αλλά και εξωσχολικά.

3.2.2 Δεύτερη Φάση: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας Διδακτικής Θετικών Επιστημών

Εφόσον προσδιορίστηκαν τα επί μέρους ζητήματα, για τα οποία θα αναπτυχθεί το θεματικό περιεχόμενο που πρόκειται να ενσωματωθεί σε διαδραστικά περιβάλλοντα, σειρά είχε η εξοικείωση και η κατά το δυνατόν κατάρτιση σε θέματα που άπτονται της Διδακτικής. Αυτή ήταν και η προϋπόθεση για την κατανόηση κρίσιμων παραμέτρων στην εκπαίδευση, έτσι ώστε οι προτάσεις που θα παρουσιαστούν παρακάτω να είναι εφαρμόσιμες, ενδιαφέρουσες και αποτελεσματικές.

Αρχικά έλαβε χώρα βιβλιογραφική ανασκόπηση, τόσο στην βιβλιοθήκη του τμήματος Γεωλογίας, όσο και σε μεταπτυχιακές και διδακτορικές διατριβές, καθώς και σε δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα, σε έντυπα και διαδικτυακά περιοδικά.

Τέλος, αφιερώθηκε μέρος της έρευνας, στην αναζήτηση ιστοσελίδων με εκπαιδευτικές δραστηριότητες υπό μορφή διασκεδαστικών κι επιμορφωτικών παιχνιδιών, που σχετίζονταν με θετικές επιστήμες. Συγκεντρώθηκε, επομένως, πλήθος δεδομένων προς οργάνωση και προσαρμογή σε πακέτα σύντομων και διδακτικών δραστηριοτήτων. Έτσι, ακολούθησε η τρίτη φάση, που περιελάμβανε το αμιγώς δημιουργικό κομμάτι της παρούσας εργασίας.

3.2.3 Τρίτη Φάση: Σχεδιασμός εκπαιδευτικών σεναρίων

Στην τελευταία φάση της εργασίας, αναπτύχθηκαν τα σενάρια των δραστηριοτήτων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαδραστικές εφαρμογές υποστήριξης της διδασκαλίας, μέσω ευχάριστου και καθόλου επίπονου τρόπου εκμάθησης. Η δημιουργία και το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων βασίστηκε στη βιβλιογραφία που βρέθηκε από την ανασκόπηση, αλλά και στα επιστημονικά συγγράμματα σχεδόν όλων των Τομέων του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ.

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται ορισμένες δραστηριότητες οι οποίες προορίζονται να ενταχθούν στον πρώτο χώρο της εφαρμογής, στο γραφείο του χαρακτήρα (office work), και στο δεύτερο χώρο εφαρμογής, το πεδίο (field work). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι πρόκειται για ρεαλιστικά σενάρια, που προσομοιάζουν τις πραγματικές ευθύνες του «καθηγητή», προσφέροντας την αληθινή αίσθηση της όποιας δραστηριότητας στο χρήστη.

4.1 Σενάρια εργασίας γραφείου

4.1.1 Σενάριο 1. Ορυκτοδιαγνωστική

Κατά την έναρξη της εφαρμογής, ο χαρακτήρας βρίσκεται στο γραφείο του, όπου καλείται να λύσει ορισμένα “προβλήματα” προτού να προχωρήσει στο πεδίο (field work) ή στην αίθουσα προσομοίωσης (3D Cave). Η πρώτη πρόκληση με την οποία έρχεται αντιμέτωπος, σχετίζεται θεματικά με τη διάκριση ορυκτών και πετρωμάτων καθώς και με την αναγνώρισή τους μέσω των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων του καθενός.

Πιο συγκεκριμένα, το σενάριο έχει ως εξής: ο “καθηγητής” πρόκειται να δώσει διάλεξη στους φοιτητές για το προαναφερθέν θέμα. Για την παραστατικότερη διδασκαλία επιλέγει να τους παρουσιάσει, πραγματικά δείγματα της προσωπικής του συλλογής. Ωστόσο, διαπιστώνει ότι τα δείγματα και οι καρτέλες με τα χαρακτηριστικά τους, έχουν μπερδευτεί. Έτσι, η πρώτη δραστηριότητα του χρήστη, είναι να διακρίνει ποια από αυτά είναι ορυκτά και ποια πετρώματα, κι εν συνεχεία να αντιστοιχήσει το κάθε δείγμα με την καρτέλα που το περιγράφει.

Διδακτικός στόχος αυτής της δραστηριότητας, είναι να βοηθήσει το χρήστη να διακρίνει την ειδοποιό διαφορά μεταξύ ορυκτών και πετρωμάτων. Ως ορυκτό ορίζεται “ένα φυσικώς εμφανιζόμενο ομογενές στερεό, το οποίο συνήθως σχηματίζεται με ανόργανες διαδικασίες, χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό ταξινομημένης ατομικής διατάξεως, και έχει χημική σύσταση και φυσικές ιδιότητες, οι οποίες είτε είναι σταθερές είτε κυμαίνονται εντός ορισμένων ορίων” (url2). Τα ορυκτά συνίστανται από ένα ή περισσότερα χημικά στοιχεία

και αποτελούν τα δομικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων, τα οποία με τη σειρά τους συνθέτουν το στερεό φλοιό της Γης. Επιλέχθηκαν ορισμένα αντιπροσωπευτικά ορυκτά και πετρώματα για να χρησιμοποιηθούν στην δραστηριότητα.

◆ ΟΡΥΚΤΑ

Ως χαρακτηριστικά ορυκτά χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω:

Σιδηροπυρίτης, Γαληνίτης, Χρυσός, Γραφίτης, Σανδαράχη (κίτρινη και κόκκινη), Μαλαχίτης, Αζουρίτης, Τάλκης, Γύψος, Μοσχοβίτης, Αλίτης, Θείο, Ασβεστίτης, Βαρύτης, Φθορίτης, Σερπεντίνη, Γλαυκοφανής, Ακτινόλιθος, Χαλαζίας, Ολιβίνης κι Επίδοτο.

Για τον προσδιορισμό των ορυκτών, ο χρήστης καλείται να διαγνώσει ποιοτικά μία ή περισσότερες από τις φυσικές τους ιδιότητες.

Ένα πρωταρχικό κριτήριο είναι η λάμψη, που σχετίζεται με την ανάκλαση του φωτός στην επιφάνεια του δείγματος. Εξετάζεται εάν το ορυκτό ομοιάζει με μεταλλικό υλικό ή όχι. Έτσι, προκύπτουν δύο μεγάλες ταξινομικές ομάδες, τα ορυκτά με μεταλλική λάμψη και τα ορυκτά με μη μεταλλική λάμψη.

Αμέσως μετά, η παρατήρηση του χρώματος μπορεί να οδηγήσει σε έναν σχετικά ασφαλή προσδιορισμό, μιας και αποτελεί βασικό διαγνωστικό γνώρισμα των ορυκτών. Ανάλογα με τη μεταβλητότητα του χρώματος με το οποίο απαντώνται στη φύση, τα ορυκτά χωρίζονται σε ιδιοχρωματικά και αλλοχρωματικά. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν ορυκτά τα οποία εμφανίζονται με ένα συγκεκριμένο χρώμα. Χαρακτηριστικά είναι ο Μαλαχίτης (πράσινος), ο Αζουρίτης (μπλε), ο Κινναβαρίτης (κόκκινος). Στην δεύτερη, ανήκουν ορυκτά το χρώμα των οποίων μπορεί να μην είναι σταθερό από εμφάνιση σε εμφάνιση, λόγω χημικών προσμίξεων. Τέτοια ορυκτά είναι ο Χαλαζίας κι ο Γρανάτης, των οποίων οι αποχρώσεις μπορεί να ποικίλουν.

Ένα ακόμη διαγνωστικό κριτήριο, είναι η **σκληρότητα**, η οποία σχετίζεται άμεσα με τις δυνάμεις συνοχής. Πρόκειται για την αντίσταση που προβάλλει η επιφάνεια του ορυκτού, όταν χαράσσεται. Η συγκεκριμένη ιδιότητα προσδιορίζεται με τη βοήθεια μιας εμπειρικής σκληρομετρικής κλίμακας, της κλίμακας του Mohs. Σε αυτήν παρατίθενται -από τα μαλακότερα προς τα σκληρότερα- δέκα αντιπροσωπευτικά ορυκτά με την αντίστοιχη τιμή της σκληρότητάς τους (πίνακας 1).

Ορυκτό	Σκληρότητα
Τάλκης	1
Γύψος	2
Ασβεστίτης	3
Φθορίτης	4
Απατίτης	5
Άστριος (ορθόκλαστο)	6
Χαλαζίας	7
Τοπάζιο	8
Κορούνδιο	9
Διαμάντι	10

Πίνακας 1. Κλίμακα Mohs

Ανάλογα με το χρώμα της **γραμμής σκόνης** που αφήνουν τα ορυκτά, προστριβόμενα σε λευκή, αστίλβωτη πορσελάνη, διακρίνονται σε αυτόχρωα κι ετερόχρωα. Αυτόχρωα καλούνται εκείνα, των οποίων η γραμμή σκόνης είναι χρωματισμένη, π.χ. αιματίτης: καστανέρυθρη, μαλαχίτης: πράσινη, γαληνίτης: μαύρη.

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα, τα ετερόχρωα αφήνουν λευκή ή άχρωμη γραμμή σκόνης π.χ. ασβεστίτης, τάλκης, γύψος, μοσχοβίτης κ.α.. Πρέπει να σημειωθεί ότι η πορσελάνη έχει σκληρότητα 6.5, επομένως η δοκιμή αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο σε ορυκτά με σκληρότητα μικρότερη από 6.5 της κλίμακας Mohs.

Το **ειδικό βάρος** (ουσιαστικά η πυκνότητα), είναι μια ακόμη σταθερή ιδιότητα που μπορεί να συνδράμει στη διάγνωση του ορυκτού, εφόσον είναι χαρακτηριστική για το καθένα. Ως ειδικό βάρος νοείται, το βάρος που ζυγίζει κάθε ορυκτό στη μονάδα όγκου του. Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται τα ειδικά βάρη, ορισμένων γνωστών ορυκτών (πίνακας 2).

Ορυκτό	Ειδικό Βάρος
Γύψος	2.3
Χαλαζιάς	2.65
Φθορίτης	3.2
Χαλκός	8.9
Βαρύτης	4.5
Σιδηροπυρίτης	5.0
Γαληνίτης	7.5
Κιναβαρίτης	8.1
Αρσеноπυρίτης	5.9 - 6.2

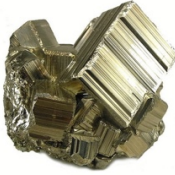
Πίνακας 2. Ειδικά βάρη ορυκτών

Τέλος, ο **σχισμός** είναι ακόμη μια χαρακτηριστική διαγνωστική ιδιότητα, η οποία ανιχνεύεται κατά τη μηχανική κρούση. Αν το ορυκτό, διαρρηγνύεται παράλληλα σε ορισμένες κατευθύνσεις, τότε αυτές οι επιφάνειες ονομάζονται σχισμογενείς επιφάνειες. Ανάλογα με τη τελειότητά τους, ο σχισμός διακρίνεται σε πολύ τέλειο, τέλειο, καλό, σαφή και ασαφή.

Επομένως, στα πλαίσια της εφαρμογής, σε κάθε ορυκτό αντιστοιχεί μια ορισμένη καρτέλα, στην οποία υπάρχει αντιπροσωπευτική φωτογραφία του δείγματος και αναγράφονται οι φυσικές του ιδιότητες (πίνακας 3). Η καρτέλα, ενδεικτικά για το σιδηροπυρίτη, θα μπορούσε να έχει την παρακάτω μορφή (πίνακας 4).

Φωτογραφία	Όνομα
Λάμψη	-
Χρώμα	-
Γραμμή Σκόνης	-
Σκληρότητα	-
Ειδικό Βάρος	-
Σχισμός	-

Πίνακας 3. Ενδεικτική καρτέλα ορυκτών

	Σιδηροπυρίτης
Λάμψη	Μεταλλική
Χρώμα	Χρυσοκίτρινο
Γραμμή Σκόνης	Μαύρη
Σκληρότητα	6-6.5
Ειδικό Βάρος	5,1 gr/cm ³
Σχισμός	Ατελής

Πίνακας 4. Καρτέλα με φυσικές ιδιότητες σιδηροπυρίτη

◆ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Τα πετρώματα ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, τα πυριγενή, τα ιζηματογενή και τα μεταμορφωμένα. Ως χαρακτηριστικά πετρώματα από κάθε κατηγορία, επιλέχθηκαν τα παρακάτω:

ι. Πυριγενή

Πρόκειται για πετρώματα που προέρχονται από στερεοποίηση μάγματος μέσα στο φλοιό σε διάφορα βάθη ή από στερεοποίηση λάβας στην επιφάνεια της Γης. Ταξινομούνται με βάση την περιεκτικότητά τους σε Χαλαζία (SiO₂), όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα .

Περιεκτικότητα σε SiO ₂	Κατηγορία	Πέτρωμα	Είδος
>63%	Όξινα	Γρανίτης	Πλουτωνικό
		Οψιδιανός	Ηφαιστειακά
		Ρυόλιθος	
		Κίσσηρις	
		Πηγματίτης	Φλεβικά
		Απλίτης	
63-52%	Ενδιάμεσα	Διορίτης	Πλουτωνικό
		Τραχείτης	Ηφαιστειακό
45-52%	Βασικά	Γάββρος	Πλουτωνικό
		Βασάλτης	Ηφαιστειακό
		Δολερίτης	Φλεβικά
<45%	Υπερβασικά	Περιδοτίτης	Πλουτωνικά
		Δουνίτης	

Πίνακας 5. Ταξινόμηση πυριγενών πετρωμάτων, βάσει της περιεκτικότητάς τους σε χαλαζία

ii. Ιζηματογενή

Σχηματίζονται από την απόθεση και συγκόλληση κλαστικών υλικών, αιωρούμενων στην ατμόσφαιρα ή στην υδρόσφαιρα, τα οποία προέρχονται από φυσική ή χημική αποσάθρωση προϋπαρχόντων πετρωμάτων.

Παραδείγματα ιζηματογενών πετρωμάτων, αποτελούν τα παρακάτω :



- Κροκαλοπαγές
- Λατερίτης
- Κρητίζ
- Πηλόλιθος
- Λατυποπαγές
- Ασβεστόλιθος
- Ψαμμίτης
- Τόφος
- Βωξίτης
- Τραβερίνης
- Άργιλος
- Κερατόλιθος

iii.Μεταμορφωμένα

Πετρώματα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία, προκύπτουν από ορυκτολογικές και ιστολογικές μεταβολές προϋπαρχόντων πετρωμάτων, υπό την επίδραση αυξημένων συνθηκών πίεσης, θερμοκρασίας και παραμορφωτικών τάσεων. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Χαλαζίτης
- Αμφιβολίτης
- Σερπεντίνης
- Μάρμαρο

Σε κάθε πέτρωμα αντιστοιχεί μία καρτέλα, παρόμοια με αυτήν της προηγούμενης δραστηριότητας, στην οποία υπάρχει αντιπροσωπευτική φωτογραφία και μία λίστα με τα χαρακτηριστικά του (πίνακες 6 & 7). Κάθε καρτέλα θα περιλαμβάνει τα εξής:

Φωτογραφία	Όνομα
Προέλευση: 1) Υλικό 2) Χώρος	
Είδος	
Ορυκτά	
Χρήση	
Άλλες ιδιότητες και χαρακτηριστικά	

Πίνακας 6. Ενδεικτική καρτέλα πετρωμάτων

	Γρανίτης
Προέλευση: 1) Υλικό 2) Χώρος	1) Μάγμα 2) Εσωτερικό του φλοιού σε μεγάλο βάθος
Είδος	Πυριγενές-Πλουτωνικό
Ορυκτά	Άστριοι (Αλκαλιούχοι, Πλαγιόκλαστα), Χαλαζίας, ±Βιοτίτης
Χρήση	Διακόσμηση σε κτήρια και σκυ-ρόδεμα στην οδοποιία
Άλλες ιδιότητες και χαρακτηριστικά	Μεγάλη σκληρότητα

Πίνακας 7. Καρτέλα με φυσικές ιδιότητες γρανίτη

Το πλεονέκτημα αυτής της δραστηριότητάς, είναι ότι δεν απαιτείται σημαντικό γνωστικό γεωλογικό υπόβαθρο. Ο χρήστης, είτε γνωρίζει, είτε όχι, τις ιδιότητες ορυκτών και πετρωμάτων, έχει τη δυνατότητα να φέρει εις πέρας την αποστολή, απλά και μόνο παρατηρώντας προσεχτικά τις εικόνες των δειγμάτων και προσπαθώντας να εντοπίσει σε αυτές, τα χαρακτηριστικά που αναγράφονται σε κάθε καρτέλα. Η ενασχόληση με αυτή τη δραστηριότητα, δίνει την ευκαιρία στον εκπαιδευόμενο, να επιτύχει προοδευτικά τον διδακτικό στόχο που έχει τεθεί.

4.1.2 Σενάριο 2. Αντιστοίχιση λέξεων

Αυτή η μέθοδος ενθαρρύνει το χρήστη να εντοπίσει ζευγάρια ή ομάδες λέξεων (αντικειμένων ή εννοιών), κι έπειτα να εμπεδώσει την άρρηκτη σχέση που τα συνδέει. Ένα κατάλληλο πεδίο εφαρμογής γι' αυτού του είδους την δραστηριότητα, είναι η αντιστοίχιση των πετρωμάτων με τα ορυκτά από τα οποία αποτελούνται. Η δοκιμασία αυτή στοχεύει πρωτίστως στην κατανόηση της διαφοράς ορυκτού-πετρώματος και της μεταξύ τους σχέσης, και δευτερευόντως στην εκμάθηση των κυριότερων ορυκτών που αποτελούν δομικά συστατικά των πετρωμάτων.

Η παράθεση των δεδομένων θα μπορούσε να γίνει σε δύο στήλες. Στην πρώτη θα εμφανίζονται τα ορυκτά και στη δεύτερη τα πετρώματα (Πίνακας 8). Εναλλακτικά, σε κάθε μεμονωμένο πέτρωμα, θα εμφανίζονται διάφορα ορυκτά κι ο εκπαιδευόμενος θα πρέπει να επιλέξει μόνο εκείνα που μπορεί να εντοπιστούν στο πέτρωμα (Πίνακας 9).

Οι σωστές απαντήσεις στις παρακάτω δοκιμασίες, προκύπτουν από την ακόλουθη σύσταση. Πρώτα αναφέρεται το πέτρωμα κι έπειτα τα ορυκτά που το συγκροτούν.

- Γρανодиρίτης: Χαλαζίας, Άστριοι, Πλαγιόκλαστα, Κεροσίλβη, Βιοτίτης
- Γρανίτης: Χαλαζίας, Αστρίους, Πλαγιόκλαστα, Βιοτίτης
- Δουνίτης: Ολιβίνης
- Απλίτης: Χαλαζίας Άστριοι, Μοσχοβίτης

ΟΡΥΚΤΑ		ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	
	Ολιβίνης	Γρανοδιορίτης	
	Βιοτίτης		
	Πλαγιόκλαστα	Γρανίτης	
	Κεροσίλβη		
	Μοσχοβίτης	Δουνίτης	
	Χαλαζίας		
	Αστριοι	Απλίτης	

Πίνακας 8. Αντιστοίχιση ορυκτών στα πετρώματα που εντοπίζονται

ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	ΟΡΥΚΤΑ
 Γρανίτης	Ολιβίνης
	
	Βιοτίτης
	
	Πλαγιόκλαστα
	
	Κεροσίλβη
	
	Μοσχοβίτης
	
	Χαλαζίας
	
	Άστριοι
	

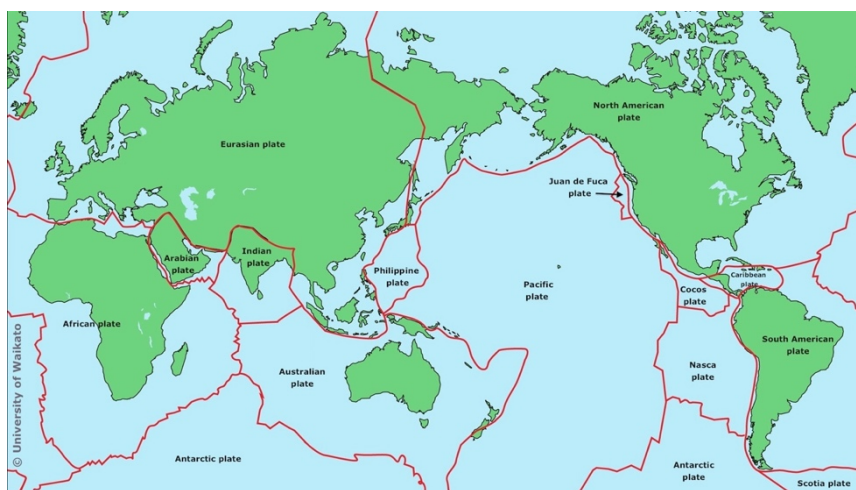
Πίνακας 9. Αντιστοίχιση πετρώματος στα ορυκτά που το δομούν

4.1.3 Σενάριο 3. Παζλ

Μια ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος για την εκμάθηση οποιουδήποτε αντικειμένου που σχετίζεται με εικόνες, είναι η ενασχόληση του εκπαιδευόμενου με κατάλληλα σχεδιασμένα παζλ. Κι αυτό, διότι στην προσπάθειά του να συνδυάσει και να τοποθετήσει σωστά τα κομμάτια, μαθαίνει τη σχετική θέση των ζητούμενων δεδομένων.

Ιδανικό πεδίο εφαρμογής αυτού του τύπου δραστηριότητας, αποτελεί η Γεωγραφία. Μέσω ειδικά σχεδιασμένων παζλ, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει στο χάρτη τη θέση ποικίλων συστημάτων γεωμορφών καθώς και την σχετική τους τοποθέτηση. Έτσι, η παρατήρηση αυτή, μπορεί να αποτελέσει τροφή για περαιτέρω σκέψη και σύνδεση με τα γενεσιουργά γεωλογικά φαινόμενα, αλλά και πρόβλεψη της πιθανής εξέλιξης των συστημάτων. Ενδεικτικά συστήματα στα οποία έχει απτή εφαρμογή η συγκεκριμένη δραστηριότητα, είναι τα υδρογραφικά δίκτυα, παράκτια συστήματα, οροσειρές, τεκτονικές πλάκες, ηφαίστεια, ρήγματα κ.α..

Παρακάτω, ακολουθεί ένα παράδειγμα όσων προαναφέρθηκαν σε αυτή την παράγραφο. Η δραστηριότητα που ακολουθεί, έχει ως διδακτικό στόχο την κατανόηση της διαφοράς μεταξύ ηπείρων και τεκτονικών πλακών, καθώς και την εμπέδωση της μεταξύ τους τοποθέτησης. Στην εικόνα 1, με κόκκινες γραμμές απεικονίζονται τα όρια των τεκτονικών πλακών, και στο εσωτερικό κάθε πλάκας αναγράφεται το όνομά της. Σκοπός της δραστηριότητας, είναι να ωθήσει το χρήστη να βρει τη σωστή θέση των πλακών, οι οποίες θα εμφανίζονται μεπρδεμένες. Σε δεύτερο επίπεδο, ο χρήστης πρέπει να μπορεί να αναγνωρίσει την ονομασία κάθε πλάκας.



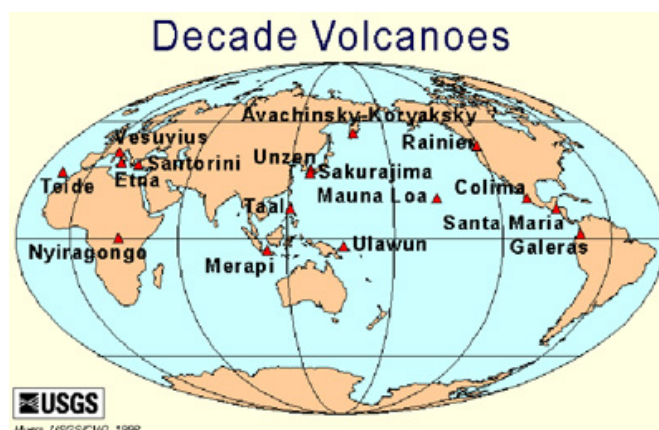
Εικόνα 1. Τεκτονικές πλάκες της Γης. © University of Waikato, 2014

4.1.4 Σενάριο 4. Εντοπισμός γεωγραφικής θέσης

Σε αυτή τη δραστηριότητα ο χαρακτήρας (καθηγητής) διαβάζει ένα άρθρο σχετικά με την ένταξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης, στα «ηφαίστεια Δεκαετίας». Το άρθρο πραγματεύεται τον κίνδυνο που μπορεί να προκύψει από φυσικές καταστροφές, κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Πιο ειδικά, στη δεκαετία του '90, τα Ηνωμένα Έθνη ανέπτυξαν το συγκεκριμένο πρόγραμμα, με τίτλο «Διεθνής δεκαετία μείωσης των φυσικών καταστροφών» (International Decade for Natural Disaster Reduction). Κοινό και βασικό χαρακτηριστικό των ηφαιστειών που χαρακτηρίστηκαν ως "Ηφαίστεια Δεκαετίας", ήταν η ύπαρξη περισσότερων του ενός, κινδύνου, όπως πτώση τέφρας, πυροκλαστικές ροές, ροές λάβας, lahars, αστάθεια στον κώνο, κατάρρευση θόλου. Το δεύτερο χαρακτηριστικό για να οριστεί ένα ηφαίστριο "Δεκαετίας", ήταν η καταγραφή έντονης και πρόσφατης ηφαιστειακής δραστηριότητας. Τρίτος παράγοντας αποτέλεσε, η θέση του σε σχέση με ανθρωπογενείς κατασκευές και παρεμβάσεις. Αν λόγω χάρη, βρίσκεται πλησίον κατοικημένης περιοχής, γίνεται σαφές ότι οποιαδήποτε δραστηριότητά του, μπορεί να επιφέρει σημαντικές απώλειες. Άρα, η έγκαιρη πρόγνωση μιας έκρηξης, θα είχε ζωτική σημασία στη πρόληψη μιας μεγάλης καταστροφής.

Πράγματι, το παραπάνω πρόγραμμα είναι αποτελεσματικό, καθώς έχει σημειωθεί βελτίωση στην πρόβλεψη ηφαιστειακών εκρήξεων με αποτέλεσμα την μείωση των καταστροφικών γεγονότων. Ωστόσο, έχουν προκύψει σημαντικές δυσκολίες στην εφαρμογή του, αφενός λόγω πολιτικών αναταραχών σε περιοχές εμφυλίου πολέμου, και αφετέρου λόγω του ανταγωνισμού μεταξύ των προγραμμάτων, για εξασφάλιση μέρους της χρηματοδότησης από τους ήδη περιορισμένους πόρους.

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ένωση Ηφαιστειολογίας και Χημείας του Εσωτερικού της Γης, (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior - IAVCEI), υπάρχουν δεκαέξι ηφαίστεια δεκαετίας (εικόνα 2).



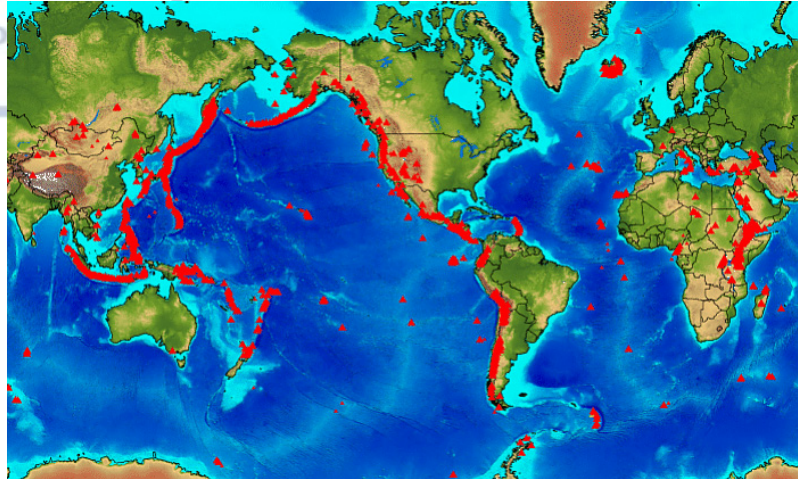
Εικόνα 2. Χάρτης ηφαιστειών δεκαετίας

Ηφαίστεια Δεκαετίας έχουν αναδειχθεί τα ακόλουθα:

- 1.Αβάτσινσκι - Καμτσάτκα, Ρωσία
- 2.Colima - Μεξικό
- 3.Galeras - Nariño, Κολομβία
- 4.Mauna Loa- Χαβάη, ΗΠΑ
- 5.Αίτνα - Σικελία, Ιταλία
- 6.Όρος Μεράπι - Κεντρική Ιάβα, Ινδονησία
- 7.Νιραγκόνγκο - Βόρειο Κίβου, Λαϊκή Δημοκρατία Κονγκό
8. Όρος Rainier - Ουάσιγκτον, ΗΠΑ
- 9.Βεζούβιος - Καμπάνια, Ιταλία
- 10.Όρος Unzen - Ναγκασάκι, Ιαπωνία
- 11.Sakurajima - Καγκοσίμα, Ιαπωνία
- 12.Σάντα Μαρία - Quetzaltenango, Γουατεμάλα
- 13.Σαντορίνη - Νότιο Αιγαίο, Ελλάδα
- 14.Taal - Calabarzon, Φιλιππίνες
- 15.Teide - Κανάριοι Νήσοι, Ισπανία
- 16.Ulawun - Νέα Βρετανία, Παπούα Νέα Γουινέα

Συνεπώς, στόχος της δραστηριότητας είναι η εξοικείωση των εκπαιδευόμενων με τον εντοπισμό των σημαντικότερων ηφαιστείων στον παγκόσμιο χάρτη. Ο χαρακτήρας της εφαρμογής, διαβάζοντας το άρθρο, μπαίνει στη διαδικασία να επαληθεύσει ποια είναι η γεωγραφική θέση του κάθε ηφαιστείου, κάνοντας «κλικ» στον παγκόσμιο χάρτη που είναι αναρτημένος σε κάποιο τοίχο του γραφείου του. Σε περίπτωση αστοχίας έχει τη δυνατότητα να ξαναπροσπαθήσει, έως ότου να δώσει τη σωστή απάντηση. Κάθε φορά που ο χρήστης αστοχεί, η εφαρμογή εμφανίζει βοηθητικά μηνύματα με πληροφορίες που προοδευτικά οδηγούν στην απάντηση, περιορίζοντας βαθμιαία την επιφάνεια στην οποία περιλαμβάνεται το ηφαίστειο.

Παρακάτω, φαίνεται ο χάρτης με το σύνολο των πιο σημαντικών ηφαιστείων στον πλανήτη (εικόνα 3). Υποθετικά, αυτός είναι ο χάρτης που βρίσκεται, αναρτημένος στο γραφείο του «καθηγητή», όπως προαναφέρθηκε.



Εικόνα 3. Smithsonian Global Volcanism Program

Σε αυτή τη θεματική ενότητα, είναι ευκαιρία να παρουσιαστούν και οι διαφορετικοί ηφαιστειακοί σχηματισμοί καθώς και οι τύποι εκρήξεων που σχετίζονται με καθέναν από αυτούς (εικόνα 4). Η διαδικασία έχει ως εξής:

Το καθένα από τα ηφαίστεια που αποκαλύπτονται σταδιακά –μέσω του επιστημονικού άρθρου- συνοδεύεται από μια φωτογραφία που το απεικονίζει. Έτσι, κάτω από τη φωτογραφία εμφανίζονται οι τρεις πιθανές απαντήσεις, υπό μορφή ερώτησης πολλαπλής επιλογής. Οι σχηματισμοί των ηφαιστειών είναι τρεις, επομένως κάθε φορά καλείται να καταλήξει σε ποια από αυτές τις μορφές ανήκει η κάθε περίπτωση.

ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΗΦΑΙΣΤΕΙΩΝ

Μολονότι η ιστορία κάθε ηφαιστείου είναι ξεχωριστή, τα περισσότερα ηφαίστεια εμπίπτουν σε τρεις βασικούς τύπους που βασίζονται κυρίως στην εκρηκτική δράση, τη μορφή και τη σύστασή τους όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

ΤΥΠΟΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΟΥ	ΣΧΗΜΑ	ΣΥΣΤΑΣΗ	ΤΥΠΟΣ ΕΚΡΗΞΗΣ
Κώνος σκωριών	 Ευθείες και απότομες πλευρές. Μεγάλος κρατήρας κορυφής.	Βασαλτική τέφρα. Ενότια ανδραειτική.	Στρόμφοι
Ασπίδομορφο ηφαίστειο	 Πολύ ομαλές πλευρές. Κυρτό σχήμα.	Βασαλτικές ροές λάβας.	Χαβής
Στρωματοηφαίστειο	 Ομαλές πλευρές στο χαμηλό, απότομες πλευρές στο ψηλό. Μικρός κρατήρας κορυφής.	Ποικίλες πολύ. Εναλλαγές από βασαλτικές έως ρυολιθικές λάβες και τέφρα. Μέση σύσταση ανδραειτική.	Πλινιακή



Κώνος σκωριών (Parícutin, Μέξικο). Εικόνα: Luhr J.



Ασπίδομορφο ηφαίστειο (Mauna Loa, Χαβάη). Εικόνα: Little D.



Στρωματοηφαίστειο (Mayon, Φιλιππίνες). Εικόνα: Tam third

Εικόνα 4. Βασική ταξινόμηση ηφαιστειακών σχηματισμών. Url 3)

4.1.5 Σενάριο 5. Διόρθωση γραπτών εξετάσεων

Καθώς το σενάριο εξελίσσεται, ο καθηγητής έχει προγραμματίσει την αξιολόγηση των φοιτητών του, μέσω της διόρθωσης των γραπτών εξετάσεων στις οποίες υποβλήθηκαν. Ο χρήστης επομένως, καλείται να ελέγξει ορισμένες λυμένες ασκήσεις και να εκτιμήσει εάν οι απαντήσεις, είναι οι ζητούμενες. Οι ασκήσεις τις οποίες πρόκειται να αξιολογήσει, είναι ερωτήσεις κλειστού τύπου, όπως ερωτήσεις Σωστού-Λάθους, Πολλαπλής Επιλογής, Συμπλήρωσης Κενών, Σταυρόλεξα.

Πρόκειται για μια πολύ ενδιαφέρουσα κι ευπροσάρμοστη αποστολή, καθώς παρέχει τη δυνατότητα να φιλοξενήσει ποικίλα γνωστικά αντικείμενα. Συνεπώς, ο χρήστης είναι δυνατό, να κληθεί να εκτελέσει αυτή την ενέργεια περισσότερες από μια φορές στην πορεία της εφαρμογής, χωρίς ωστόσο να χάνει το ενδιαφέρον του, εφόσον κάθε φορά ο διδακτικός στόχος θα έχει εντελώς διαφορετικό αντικείμενο.

Για παράδειγμα, την πρώτη φορά ο «καθηγητής» εξετάζει τους φοιτητές σχετικά με τη Μετεωρολογία. Συνεπώς, όταν έρθει η ώρα να διορθώσει τα γραπτά, τα θέματα των εξετάσεων, έχουν αυτή τη μορφή:

I. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

A. Η βροχόπτωση προϋποθέτει:

- i. τη συνύπαρξη των τριών φάσεων του νερού στο νέφος
- ii. την ύπαρξη αναταρακτικών κινήσεων μέσα στο νέφος.
- iii. την ύπαρξη διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των γειτονικών περιοχών του νέφους.
- iv. Όλα τα παραπάνω.

B. Το ύψος της Τροπόσφαιρας, μειώνεται

- i. Με την αύξηση του γεωγραφικού πλάτους
- ii. Με την αύξηση του γεωγραφικού μήκους
- iii. Με τη μείωση του γεωγραφικού πλάτους
- iv. Με τη μείωση του γεωγραφικού μήκους

(Απαντήσεις: A. iv, B i)

II. Ερωτήσεις σωστού - λάθους

- A. Νέφωση 8/8 δηλώνει: ουρανός τελείως ακάλυπτος από νέφη. ☐
- B. Οι χαλαζόκοκκοι δημιουργούνται μόνο μέσα σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης, Cumulonimbus (Cb). ☐
- Γ. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται η γη, παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια του έτους. ☐

(Απαντήσεις: A. Λάθος. Ουρανός τελείως καλυμμένος από νέφη –νεφοσκεπής. B. Σωστό. Γ. Λάθος. Αυξομειώνεται λόγω της ελλειπτικής τροχιάς της γης γύρω από τον ήλιο.)

III. Συμπλήρωση κενών

Τα νέφη, ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους, διακρίνονται σε:

- i. σύννεφα λόγω _____,
- ii. σύννεφα λόγω _____ και
- iii. σύννεφα λόγω _____.

(Απαντήσεις: ανοδικών κινήσεων του υγρού αέρα, ατμοσφαιρικών διαταράξεων, ορογραφίας)

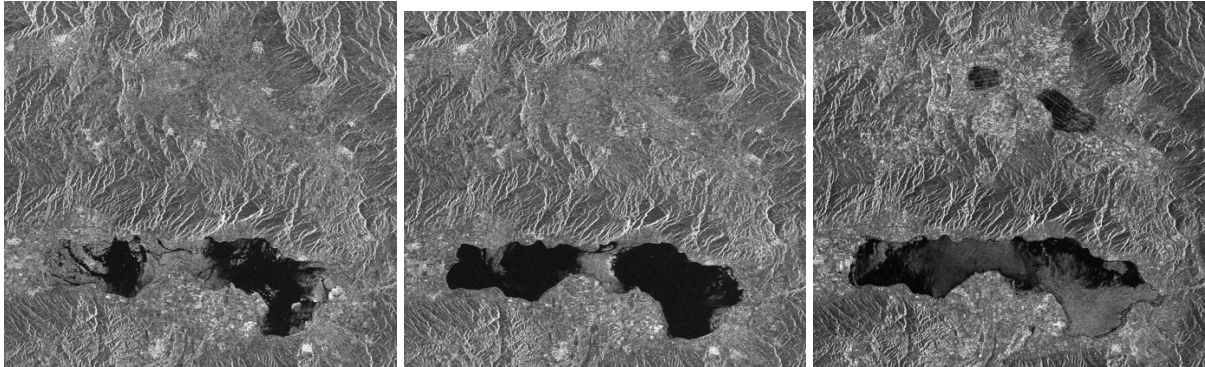
Ασφαλώς, τα θέματα θα είναι απαντημένα, με τυχαίο τρόπο άλλοτε σωστά κι άλλοτε λανθασμένα. Ο χρήστης θα πρέπει να αντιληφθεί ποιες από τις δωσμένες απαντήσεις είναι πράγματι σωστές και ποιες χρειάζονται διόρθωση.

4.1.6 Σενάριο 6. Διαφορές μεταξύ δυο εικόνων

Όπως γίνεται αντιληπτό, αυτή η δραστηριότητα αφορά στην προσπάθεια του χρήστη να εντοπίσει μορφολογικές διαφορές μεταξύ δυο εικόνων, κι εφαρμόζεται άριστα στη σύγκριση δορυφορικών εικόνων. Εικόνες που έχουν ληφθεί υπό τις ίδιες συνθήκες, πριν και μετά από ένα γεωλογικό φαινόμενο που προκάλεσε ορατή αλλαγή, παρέχουν πλήθος πληροφοριών και δεδομένων χρήσιμων για τη διερεύνησή του και για την πρόβλεψη της εξέλιξής του. Η πρόβλεψη της εξέλιξης ενός γεωλογικού φαινομένου, που λαμβάνει χώρα πλησίον αστικού περιβάλλοντος, παίζει καθοριστικό ρόλο στην πρόληψη δυσάρεστων επιπτώσεων.

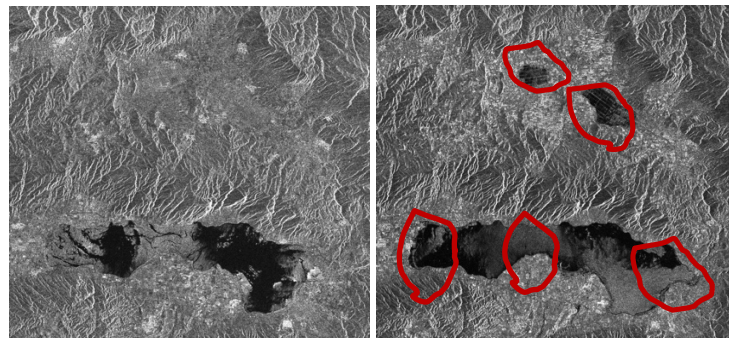
Για την ένταξη, λοιπόν, αυτού του τύπου δραστηριότητας στην εφαρμογή, θα

Χρησιμοποιηθούν δορυφορικές εικόνες ραντάρ¹, από τη Μυγδονία λεκάνη, πριν και μετά από ένα έντονο πλημμυρικό επεισόδιο, που συνέβη στις 8 Οκτωβρίου 2006 (εικόνες 5, 6, 7).



Εικόνες 5, 6, 7 Μυγδονία Λεκάνη²

Η εφαρμογή, σε αυτό το σημείο, εμφανίζει στο χρήστη την πρώτη και την τρίτη εικόνα (2004-2006) πριν και μετά το πλημμυρικό φαινόμενο, και ζητά να εντοπιστούν οι διαφορές και σε δεύτερο επίπεδο να δοθεί μια ερμηνεία για τη μεταβολή των εντάσεων που παρατηρούνται (εικόνες 5, 6^α).



(Εικόνες 5, 6^α. Μυγδονία Λεκάνη)

¹ Τα ραντάρ συνθετικού ανοίγματος παρατήρησης της γης (SAR) είναι ενεργοί αισθητήρες πλευρικής σκόπευσης σε δορυφόρους που μπορούν να παρέχουν εικόνες κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Επίσης, το μήκος κύματος αυτών των ραντάρ επιτρέπει τη διείσδυση σε σύννεφα, καπνό και ορισμένα είδη βλάστησης, σε αντίθεση με οπτικά συστήματα τα οποία, στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι χρήσιμα μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας και υπό ευνοϊκές καιρικές συνθήκες.

(© European Space Agency)

² Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτήν την άσκηση είναι τρεις εικόνες Envisat/ASAR με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Ημερομηνία λήψης: 10/10/2006, κατερχόμενη τροχιά, ίχνος 7, ζώνη σάρωσης IS2, γωνία πρόσπτωσης: 19,20° – 26,70°, χωρική ανάλυση: περίπου 28m, μέγεθος εικονοστοιχείου: 12,5m
2. Ημερομηνία λήψης: 25/10/2005, κατερχόμενη τροχιά, ίχνος 7, ζώνη σάρωσης IS2, γωνία πρόσπτωσης: 19,20° – 26,70°, χωρική ανάλυση: περίπου 28m, μέγεθος εικονοστοιχείου: 12,5m
3. Ημερομηνία λήψης: 5/10/2004, κατερχόμενη τροχιά, ίχνος 7, ζώνη σάρωσης IS2, γωνία πρόσπτωσης: 19,20° – 26,70°, χωρική ανάλυση: περίπου 28m, μέγεθος εικονοστοιχείου: 12,5m

(© European Space Agency)

Αυτή δραστηριότητα, αποτελεί ίσως έναν από τους πιο αποτελεσματικούς και διασκεδαστικούς τρόπους για να φέρει σε επαφή τον εκπαιδευόμενο, με την παρατήρηση και την ερμηνεία αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων.

4.1.7 Σενάριο 7. Κρεμάλα

Ακόμα μια ιδέα για δραστηριότητα στον χώρο του γραφείου, είναι η γνωστή κρεμάλα. Υποθετίστω ότι σε μια στιγμή χαλάρωσης, ο χαρακτήρας δέχεται μια συναδελφική πρόκληση, με αυτή τη μορφή. Ο χαρακτήρας, αποδέχεται την πρόκληση και δοκιμάζει να ανακαλύψει τη λέξη που αναζητείται. Οι λέξεις θα προέρχονται αποκλειστικά από τη γεωλογική ορολογία, και προοδευτικά θα κλιμακώνεται το επίπεδο δυσκολίας. Παραδείγματος χάρη:

Σ _____ ς (Σμισθονίτης)

Αυτή η δραστηριότητα στοχεύει, στον εμπλουτισμό του γεωλογικού λεξιλογίου και στην περίπτωση να δοθεί η ευκαιρία στον χρήστη, να αναζητήσει την ερμηνεία, τυχόν αγνωστων όρων.

4.2 Σενάριο Εργασίας Πεδίου (Field work)

Απολιθωματοφόρος θέση

Στον δεύτερο χώρο της εφαρμογής, ο χαρακτήρας, με την ιδιότητα του ερευνητή, βρίσκεται και δραστηριοποιείται στην υπαίθρο. Στόχος αυτού του περιβάλλοντος είναι να εξοικειώσει τον χρήστη με την υπαίθρια εργασία και την έρευνα στο πεδίο, όπου έλαβε χώρα κάποιο γεωλογικό φαινόμενο καθώς και με την προετοιμασία που απαιτείται. Μέσα από τις εν λόγω δραστηριότητες, ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει ποιο είναι το αντικείμενο που μελετά ο Γεωλόγος, ποιες παραμέτρους λαμβάνει υπόψη και ποια μέσα χρησιμοποιεί για να προσεγγίσει και να λάβει τις μετρήσεις που χρειάζεται. Για σενάριο υπαίθριας μελέτης, επιλέχθηκε η ανακάλυψη ορισμένης απολιθωματοφόρου θέσης, έπειτα από κάποιο τυχαίο συμβάν. Ο ερευνητής ενημερώθηκε σχετικά και κλήθηκε να μελετήσει περαιτέρω την περιοχή και τα δείγματα. Βεβαίως, πριν την επίσκεψή του στον χώρο ενδιαφέροντος,

απαιτείται ορισμένη προετοιμασία στο γραφείο, όπως λόγου χάρη η αγορά του σχετικού εξοπλισμού, για την οποία ο χρήστης θα πρέπει να έχει φροντίσει εγκαίρως.

Συνεπώς, για να ξεκινήσει η διεκπεραίωση της αποστολής, αρχικά θα πρέπει να εντοπίσει την ακριβή θέση και τη γεωμορφολογία της περιοχής. Για να το πετύχει αυτό, θα χρησιμοποιήσει το gps του (που ανήκει στον εξοπλισμό που προαναφέρθηκε) και το google earth από τον υπολογιστή του. Αυτό θα συμβάλει στην ευκολότερη δυνατή πρόσβαση στην περιοχή και στην αντίληψη των γεωμορφών που πρόκειται να συναντήσει.

Ακολούθως, θα ανατρέξει στον αντίστοιχο γεωλογικό χάρτη της περιοχής, ούτως ώστε να αποκτήσει μια πληρέστερη εικόνα για την γεωλογία, τους σχηματισμούς, την τεκτονική και την εξέλιξη της περιοχής. Έτσι θα κατανοήσει τους μηχανισμούς που συνετέλεσαν στη διαδικασία της απολίθωσης, αλλά ταυτόχρονα, θα υποδείξει χονδρικά ποια είναι τα πιθανά όρια της απολιθωματοφόρου θέσης, προλαμβάνοντας την άσκοπη αναζήτηση. Αμέσως μετά, θα επιστρατεύσει τον ανασκαφικό του εξοπλισμό εφόσον υπάρχει στην κατοχή του, κι αν δεν υπάρχει θα πρέπει να τον αγοράσει. Ο εξοπλισμός του παλαιοντολόγου αποτελείται από: σημειωματάριο, γεωλογικό σφυρί, gps/πυξίδα, πινέλα, φτυάρια, μικροεργαλεία, υλικά συντήρησης και χώρους αποθήκευσης των απολιθωμάτων, πασαλάκια, σχοινί. Τώρα είναι έτοιμος να επισκεφθεί το σημείο ενδιαφέροντος, να καταγράψει και να ερμηνεύσει τις γεωλογικές διεργασίες που έλαβαν χώρα.

Με τη χρήση του GPS του, φτάνει με ακρίβεια στην περιοχή. Πρώτη του δουλειά είναι να σχεδιάσει ένα σκαρίφημα της εικόνας που αντικρύζει, όπως ακριβώς εντοπίστηκε, χωρίς καμιά παρέμβαση. Σε αυτή τη φάση, συνηθίζεται και η φωτογραφική αποτύπωση, για τη λεπτομερέστερη απεικόνιση του φυσικού περιβάλλοντος. Αυτά τα δεδομένα κρατιούνται πάντοτε στο αρχείο της ανασκαφής.

Εν συνεχεία, σχεδιάζεται ένας κάναβος, ακριβώς πάνω από τα ευρήματα, οι διαστάσεις του οποίου είναι ελαφρώς μεγαλύτερες από την έκταση που πιθανολογείται ότι φιλοξενεί απολιθώματα (εικόνα 8). Ο κάναβος είναι ένα πλέγμα που αποτελείται από τετράγωνα ίσων διαστάσεων και τοποθετείται πάνω από αντικείμενα που πρόκειται να σχεδιαστούν. Επομένως, κάθε απολίθωμα που θα εντοπίζεται κατά τη διάρκεια της ανασκαφής, θα σχεδιάζεται σε αυτόν, με τις ανάλογες διαστάσεις και τον ορθό προσανατολισμό του. Ο ρόλος του είναι κρίσιμος, καθώς η πιστή απεικόνιση των ευρημάτων στο κάναβο, παρέχει πλήθος πληροφοριών που σχετίζονται με τις βιολογικές, ταφονομικές και γεωλογικές διεργασίες κατά την απολίθωση.



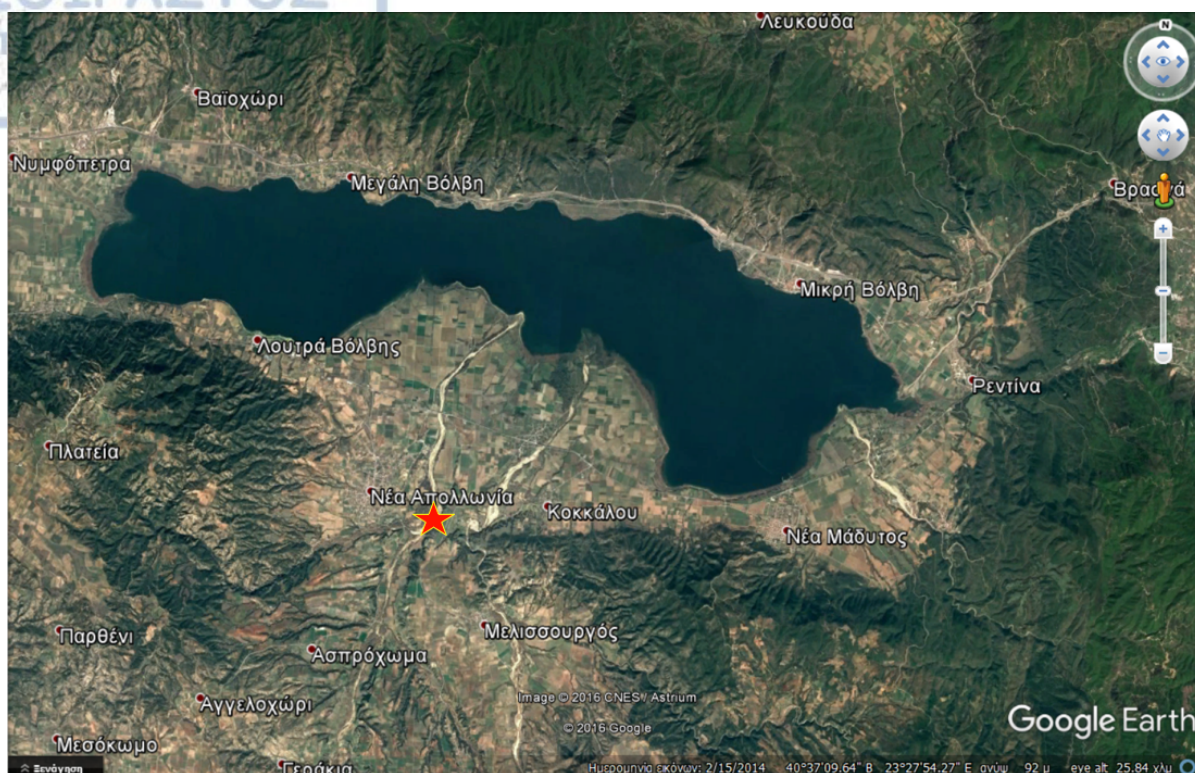
Σχήμα 11.11 Η θέση Μηλιάς Γρεβενών και η in situ αποκάλυψη των ευρημάτων του προβοσκιδωτού Mammuth borsoni το 2007 (αριστερά διακρίνονται οι χαυλιόδοντες και η κάτω γνάθος) (φωτογραφία από Ε. Τσουκαλά© με την άδεια της δημιουργού).

Εικόνα 8. Κάναβος στην απολιθωματοφόρο θέση της Μηλιάς, Γρεβενών

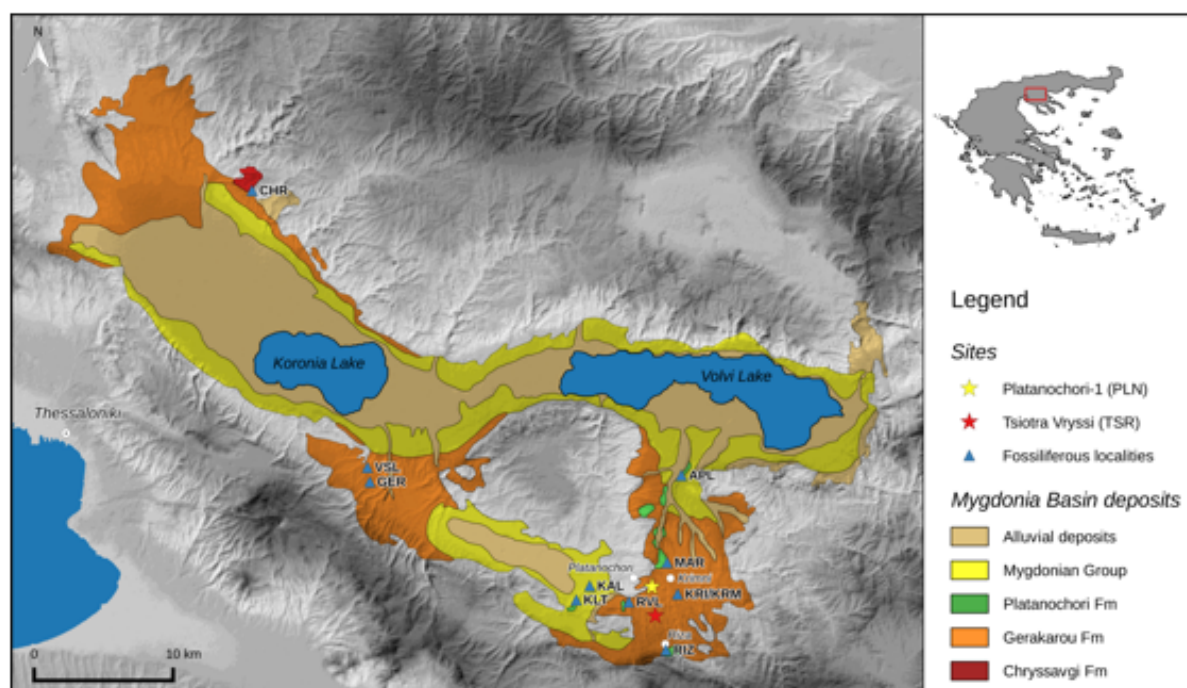
Ακολουθεί η αμιγώς ανασκαφική διαδικασία, για την οποία χρησιμοποιείται ο εξοπλισμός που προαναφέρθηκε. Μέλημα του παλαιοντολόγου είναι να καταγράψει τις συνθήκες στις οποίες βρέθηκε το δείγμα, να το απομακρύνει με ασφάλεια και να φροντίζει για την προστασία του από εξωτερικούς παράγοντες, εφαρμόζοντας σε αυτό, τα κατάλληλα συντηρητικά υλικά. Στο τέλος, αφού έχει συλλέξει όλα τα δείγματα, τα μεταφέρει με ασφάλεια στο πανεπιστήμιο, όπου πρόκειται να ταυτοποιηθούν, να καταγραφούν με κωδικούς σε λίστα, να μελετηθούν ενδελεχώς και να εκτεθούν ως μια νέα συλλογή του μουσείου.

Στόχος αυτής της δραστηριότητας, είναι να παρουσιάσει στον εκπαιδευόμενο την ανάγκη και τη σημαντικότητα της συστηματικής εργασίας, μέσα από τη γραμμικότητα των δοκιμασιών που καλείται να εκτελέσει.

Το σενάριο που προτείνεται να αξιοποιηθεί σε αυτο το τμήμα της εφορμογης, αφορά μία υπάρχουσα απολιθωματοφόρο θέση, 60km ανατολικά της Θεσσαλονίκης. Η θέση έχει κωδική ονομασία APOLLONIA 1, και βρίσκεται πολύ κοντά στο χωριό Ν. Απολλωνία στη Μυγδονία λεκάνη. Οι πληροφορίες αυτές θα εκμαιευτούν από τον χρήστη, μέσω αναζήτησης του χαρακτήρα στο Google Earth του εικονικού του υπολογιστη (εικόνα 9).



Εικόνα 9. Περιοχή Ν. Απολλωνίας κι ευρύτερη περιοχή. Google Earth



Εικόνα 10. Γεωλογικός χάρτης Νεογενών και Τεταρτογενών λιθοστρωματογραφικών ενοτήτων της λεκάνης της Μυγδονίας. (τροποποιημένος από D. Giusti in Konidaris et al. 2015).

Στη συνέχεια, ο χρήστης θα πρέπει να αναζητήσει στους γεωλογικούς χάρτες της εφαρμογής, εκείνον που περιλαμβάνει την περιοχή ενδιαφέροντος (Εικόνα 10). Έτσι, θα

παρατηρήσει τη γεωμορφολογία, αλλά κυρίως τη γεωλογία της περιοχής. Πρέπει να διαπιστώσει ότι η λεκάνη οριοθετείται από ρήγματα που αποτέλεσαν τη γενεσιουργό αιτία για τη δημιουργία της. Επιπλέον, θα ενημερωθεί για τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής, που εν προκειμένω είναι ιζηματογενείς.

Αμέσως μετά θα ελέγξει εάν βρίσκονται στην κατοχή του όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την ανασκαφή, και σε περίπτωση που διαπιστώσει ελλείψεις, θα πρέπει να ανατρέξει στο σημείο από όπου μπορεί να “αγοράσει” εξοπλισμό. Μετά από αυτό, μπορεί να μεταβεί στο δεύτερο χώρο της εφαρμογής, το πεδίο (field).

Κατά την άφιξή του στη θέση APOLLONIA 1, παρατηρεί ότι Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα που πλήρωσαν τη λεκάνη, φιλοξενούν πλήθος απολιθωμάτων φυτοφάγων κυρίως οργανισμών. Μέχρι σήμερα έχουν εντοπιστεί απολιθώματα που άνηκαν σε μικροθηλαστικά (τρωκτικά, σκίουρους, λαγούς), άλογα, ρινόκερους, ιπποπόταμους, χοίρους, προβοσκιδωτά, κυνίδες (λύκους, ύαινες, τσακάλια), ελαφοειδή (γαζέλες/αντιλόπες) και βοοειδή (Εικόνα 12). Επομένως, η εφαρμογή παρακινεί τον χρήστη να «σκάψει» στα σημεία που υποδεικνύονται, κι έτσι αρχίζουν να αποκαλύπτονται φωτογραφίες ευρημάτων από τους οργανισμούς που προαναφέρθηκαν.



Εικόνα 11. Σταδιακή αποκάλυψη απολιθωμάτων, Ν. Απολλωνία. Φωτ: Δ. Σ. Κωστόπουλος



Εικόνα 12 Απολιθώματα της περιοχής Ν. Απολλωνίας

Επιπλέον, είναι ζητούμενο να σχεδιαστεί μια πρόχειρη τομή (σκαρίφημα) στο οποίο θα απεικονίζονται τα διάφορα στρώματα καθώς και ο ακριβής σχηματισμός μέσα στον οποίο ανακαλύφθηκαν τα απολιθώματα (εικόνα 13).

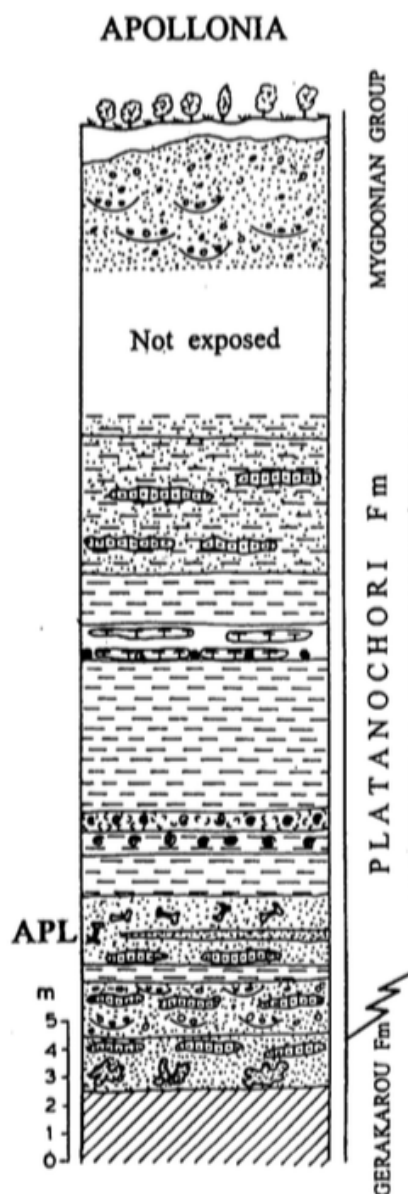


Figure 5 - Geological section of the locality "Apollonia 1", (APL) with the transition from Premygdonian to Mygdonian Group (after Koufos *et al.* 1992). For the legend see Fig. 3.

Εικόνα 13. Στρωματογραφική τομή της Ν. Απολλωνίας

5.1 Συμπεράσματα/Προοπτικές

Όπως προκύπτει από το σύνολο της εργασίας, το θεματικό περιεχόμενο που αναπτύχθηκε δύναται να χρησιμοποιηθεί, ενδεχομένως με παραλλαγές, σε οποιασδήποτε μορφής διαδραστική εφαρμογή. Μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να ενταχθεί επικουρικά στο σχολικό περιβάλλον, σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ακόμη, μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για τους φοιτητές των πρώτων ετών, τμημάτων Γεωεπιστημών. Ωστόσο, δεν παύει να είναι προσιτή στο ευρύτερο κοινό που ενδιαφέρεται να διευρύνει τις γνώσεις του όσον αφορά τις Επιστήμες της γης και το περιβάλλον.

Η ένταξη αυτού του προγράμματος στην εκπαιδευτική διαδικασία, αποτελεί ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού. Η σπουδαιότητά του είναι σαφής, καθώς:

- Καθιστά την εκπαιδευτική διαδικασία, ιδιαίτερα παραστατική κι ευχάριστη, διατηρώντας το ενδιαφέρον των μαθητών αμείωτο, δεδομένης της ενεργής συμμετοχής τους καθόλη τη διάρκεια της διδασκαλίας.
- Είναι εφικτό να αξιοποιηθεί για ανάθεση εργασιών στο σπίτι (homework), άλλα και για περαιτέρω διερεύνηση θεμάτων, καθώς σε κάθε δραστηριότητα παραθέτονται επιπλέον πληροφορίες, υπό μορφή συνδέσμων.
- Δίνει την ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να επιστρατεύσει μεθόδους σύγχρονης αξιολόγησης των μαθητών, έναντι της παραδοσιακής πρακτικής (διαγωνίσματα με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, αποστήθιση). Κάτι τέτοιο, μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μια αίθουσα με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, όπου θα ζητείται από τους μαθητές να επιτύχουν ορισμένους στόχους και να εκτελέσουν κάποιες συγκεκριμένες αποστολές.

Άλλες δυνατότητες που προσφέρονται μέσω αυτού του εγχειρήματος, είναι:

- Η ενθάρρυνση των μαθητών για διαδικτυακή αναζήτηση κι έρευνα μέσω της πρόσβασης σε online διαδραστικά εργαλεία και ψηφιακές πηγές στον παγκόσμιο ιστό.

- Η διεύρυνση της διδασκαλίας της επιστήμης, πέρα από τα πλαίσια του αυστηρού διδακτικού προγράμματος και η εξοικείωση με την εξωσχολική μάθηση, πέρα από τα στενά όρια της τάξης.
- Η προσομοίωση της επιστημονικής έρευνας, εφόσον αυτού του είδους η εφαρμογή, θα αναπαριστά πιστά και ρεαλιστικά τη διαδικασία αυτή.
- Η ουσιαστική υποστήριξη που παρέχει ένα τέτοιο εργαλείο στον εκπαιδευτικό, σε επίπεδο διδασκαλίας, αξιολόγησης και ανατροφοδότησης.

5.2 Περιθώρια βελτίωσης

Παρόλα τα προτερήματα και τις θετικές προοπτικές της εν λόγω εφαρμογής, σαφώς πρόκειται για μια ιδέα σε πολύ πρώιμο στάδιο, η οποία επιδέχεται βελτιώσεις αλλά κι επιπλέον προτάσεις για την εξέλιξή της.

Ως αδυναμία στον πρωταρχικό σχεδιασμό της, μπορεί να προσμετρηθεί το γεγονός ότι η ενασχόληση με την εφαρμογή, δεν προάγει άμεσα την ομαδικότητα, καθότι οι μαθητές δεν συνεργάζονται για την επίτευξη του διδακτικού στόχου, αλλά δρουν ως μονάδες. Ωστόσο, αυτό το ζήτημα μπορεί να παρακαμφθεί σε δεύτερο χρόνο, με την ένταξη ομαδικών αποστολών οι οποίες θα απαιτούν την ενεργή συμμετοχή περισσότερων του ενός χρήστη.

Επιπρόσθετο στόχο αποτελεί η ολοκλήρωση του demo που αναφέρθηκε στην εισαγωγή, και η πιλοτική εφαρμογή του στην τάξη, σε μαθητές λυκείου, ούτως ώστε να καταγραφεί η ανταπόκρισή τους σε αυτό, να εντοπιστούν αδυναμίες και να συλλεχθούν δεδομένα που θα αξιοποιηθούν για μελλοντικές βελτιώσεις. Η ρεαλιστική χρήση του σε σχολικό περιβάλλον, θα αποτελέσει αφορμή για ενδελεχή έρευνα της απόδοσης του προγράμματος, της αποτελεσματικότητάς του, αλλά και της επίδρασής του στους μαθητές.

Τέλος το πεδίο του θεματικού περιεχομένου, έχει τη δυνατότητα να διευρυνθεί μελλοντικά και πέραν της Γεωλογίας. Θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο, αν σταδιακά προστίθενται δραστηριότητες από συναφείς κλάδους των θετικών επιστημών, όπως η Χημεία και η Φυσική, που θα συνέδραμαν στην καλύτερη κατανόηση της Γεωλογίας, εφόσον οι θετικές επιστήμες είναι αλληλένδετες. Απότερος στόχος, είναι η δημιουργία μιας ευρείας πλατφόρμας, με δραστηριότητες θετικών –κι όχι μόνο- επιστημών, η οποία θα κάλυπτε όλο το φάσμα της εκπαίδευσης.



- (1) “Διδακτική της Γεωλογίας και των περιβαλλοντικών επιστημών.” Γεωργία Φερμελή, Μιχάλης Δερμιτζάκης. Αθήνα 2008
- (2) “Σενάρια διδασκαλείας με υπολογιστή”, Τάσος Α. Μικρόπουλος, Ιωάννα Μπέλου. Αθήνα 2010
- (3) “Ορυκτολογία-Πετρολογία”, Στέργιος Σ. Θεοδορίκας. Θεσσαλονίκη 2002
- (4) “Η εξέλιξη του έμβιου κόσμου: χορδωτά” [ηλεκτρ. βιβλ.] Κωστόπουλος, Δ., Κουφός, Γ. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Αθήνα 2015
- (5) “Τηλεπισκόπηση - Φωτοερμηνεία Στις Γεωεπιστήμες”, Θεόδωρος Αστάρας
- (6) "Πολυμέσα - Δίκτυα", Γ' Ενιαίου Λυκείου, ΥΠ.Ε.Π.Θ - Π.Ι., Αθήνα 1999
- (7) KOUFOS G.D., SYRIDES G.E., KOSTOPOULOS D.S. & KOLIADIMOU I~IC 1995. “Preliminary results about the stratigraphy and the palaeoenvironment of Mygdonia Basin, Macedonia, Greece.”
- (8) George E. Konidaris, Vangelis Turloukis, Dimitris S. Kostopoulos, Nicholas Thompsonc, Domenico Giusti, Dimitrios Michailidis, George D. Koufos, Katerina Harvati. 2015. “Two new vertebrate localities from the Early Pleistocene of Mygdonia Basin (Macedonia, Greece): Preliminary results”



<http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge770e/> (Κεφ. 8)

http://ea.gr/ods/ise_activities_2014_15.pdf

<http://www.inspiringscience.eu/>

<http://aesop.iep.edu.gr/>

http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Disasters_GR/SEMY9KN2KLH_0.html

http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Disasters_GR/SEMXPHTFQG_0.html#subhead

3



<http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge770e/>

http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Disasters_GR/SEM8HHFTFQG_0.html

http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/

<http://sciencelearn.org.nz/>

Αναφορές σε URLs

1. <http://www.minedu.gov.gr/>
2. <http://www.geo.auth.gr/courses/gmo/gmo106y/>
3. <http://www.geo.auth.gr/courses/gmo/gmo765e/>