

Η ένταξη των ψηφιακών τεχνολογιών μέσω των δορυφορικών εικόνων στο σχολείο: Αξιολόγηση του σχεδίου εργασίας της ESA “Κλιματική αλλαγή και παγετώνες” - Προτάσεις

Αθηνά Καρατζά, Αποστολία Γαλάνη, Γεώργιος Κουτρομόνος
athinakaratz92@gmail.com, lia.galani@primedu.uoa.gr, koutro@math.uoa.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών

Περίληψη

Οι δορυφορικές εικόνες και η αξιοποίησή τους στη διδασκαλία, έχουν σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, θετικά αποτελέσματα στην εκπαίδευση μεταξύ των οποίων η ανάπτυξη της γεωγραφικής σκέψης και η ολιστικότερη κατανόηση του κόσμου και των προβλημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει και να λύσει ο συνειδητοποιημένος πολίτης του μέλλοντος. Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας για τις δορυφορικές εικόνες στην εκπαίδευση. Αφορά στην αξιολόγηση του υλικού που έχει δημιουργήσει ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (ESA), το οποίο αξιοποιεί τις δορυφορικές εικόνες για την προσέγγιση ποικίλων θεματικών εννοιών, ανάμεσά τους η θεματική με τίτλο “Κλιματική αλλαγή και παγετώνες”. Μέσα από τη μελέτη θα εντοπιστούν τα σημεία που χρειάζονται βελτίωση και θα ερευνηθούν προτάσεις ποιοτικής αναβάθμισης του υλικού ώστε να είναι χρηστικό στο ελληνικό σχολείο.

Λέξεις κλειδιά: δορυφορικές εικόνες, ESA, κλιματική αλλαγή, παγετώνες, LEOWorks 4

Εισαγωγή

Η ένταξη των δορυφορικών εικόνων στην εκπαίδευση, είναι ένα ζήτημα που έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές τα τελευταία χρόνια. Τα δεδομένα παρατήρησης της Γης χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο, λόγω της σημασίας τους για την ερμηνεία του χώρου, το σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων που στοχεύουν στην αειφόρο διαχείριση του περιβάλλοντος. Οι σημερινοί μαθητές, που μελλοντικά θα χρειαστεί ως πολίτες να συμμετέχουν στο σχεδιασμό και να ενεργούν, θα πρέπει να γνωρίσουν τις τεράστιες δυνατότητες της τηλεπισκόπησης (Dransfeld et al., 2009). Η κατάλληλη χρήση και αξιοποίηση των δορυφορικών εικόνων μπορεί να αποφέρει ποικίλα πλεονεκτήματα στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως η αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, η κινητοποίηση για συμμετοχή, η ενασχόληση με σύγχρονα περιβαλλοντικά ζητήματα και η βελτίωση της χωρικής σκέψης (Voss et al., 2011). Οι μαθητές επεξεργάζονται και ερμηνεύουν δορυφορικές εικόνες, ενώ παράλληλα αναπτύσσουν δεξιότητες αξιοποίησης των Νέων Τεχνολογιών, που αποτελούν απαραίτητο επαγγελματικό προσόν στη σύγχρονη κοινωνία (Voss et al., 2011).

Πολλοί οργανισμοί, όπως η NASA (National Aeronautics and Space Administration) κι η ESA (European Space Agency), προσφέρουν πλούσιο διαδικτυακό υλικό με δορυφορικές εικόνες αλλά και το λογισμικό επεξεργασίας τους, που είναι σχεδιασμένο ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί στο σχολείο.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (ESA), παρέχει στους μαθητές δευτεροβάθμιας κυρίως εκπαίδευσης, εκπαιδευτικό υλικό δομημένο σε ενότητες που αφορούν σύγχρονα περιβαλλοντικά θέματα. Κάθε ενότητα περιλαμβάνει εκτός από την περιγραφή του

θεωρητικού πλαισίου και φύλλα εργασίας με προτάσεις προσέγγισης, σχετικές δορυφορικές εικόνες και το εκπαιδευτικό λογισμικό επεξεργασίας τους, που διατίθεται δωρεάν. Το εκπαιδευτικό υλικό είναι μεταφρασμένο στις γλώσσες εννέα χωρών (Mouratidis et al., 2015) από τις 22 χώρες - μέλη της ESA που την απαρτίζουν και τη χρηματοδοτούν, μεταξύ των οποίων βρίσκεται και η Ελλάδα. Το υλικό που προσφέρει η ESA, έχει δημιουργηθεί ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί στις σχολικές τάξεις των σχολείων της Ευρώπης, ενώ σκοπός της εκπαιδευτικής της ιστοσελίδας Eduspace είναι η παρατήρηση της Γης να αποτελεί μέρος του σχολικού προγράμματος (Ghaye et al., 2006). Φαίνεται λοιπόν πως οι διδακτικές ενότητες της ESA προσφέρονται προκειμένου να αξιοποιηθούν εκτός των υπολοίπων και στα ελληνικά σχολεία.

Η έρευνα αυτή, η οποία αποτελεί το πρώτο μέρος μιας ευρύτερης έρευνας, έχει ως στόχο τη μελέτη και ανάλυση του εκπαιδευτικού υλικού μιας εκ των εννοιών που προσφέρει η ESA για εφαρμογή στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με τίτλο “Κλιματική αλλαγή και παγετώνες”. Μέσα από την ανάλυση της εφαρμογής βάσει κριτηρίων, θα εντοπιστούν τα δυνατά σημεία του υλικού και σημεία που χρήζουν βελτιώσεων ώστε να διατυπωθούν προτάσεις που θα βοηθήσουν στην ποιοτική της βελτίωση.

Θεωρητικό πλαίσιο

Οι δορυφορικές εικόνες, που συλλέγονται με τη μέθοδο της απομακρυσμένης ανίχνευσης δηλαδή της Τηλεπισκόπησης (Remote Sensing - RS), κατέχουν σημαντική θέση στην επιστήμη, τη βιομηχανία και την καθημερινή ζωή, ενώ συμπεριλαμβάνονται σε πολλά σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών (Ditter et al., 2015). Η χρήση τους στην εκπαίδευση μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα, με κυρίαρχα τη βελτίωση χωρικών δεξιοτήτων και την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης (Bodzin, 2011; Voss et al., 2011).

Η ανάλυση, επεξεργασία και ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων, υπό προϋποθέσεις (π.χ. επιμόρφωση εκπαιδευτικών, ύπαρξη κατάλληλων εκπαιδευτικών υλικών, κτλ.), μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση του περιβάλλοντος και σε βελτίωση των χωρικών δεξιοτήτων των μαθητών (π.χ. αναγνώριση των χωρικών μοτίβων), με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης. Σύμφωνα με έρευνα σε 110 μαθητές της Β΄ Γυμνασίου στην Αμερική οι δορυφορικές εικόνες συνδέονται με την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης, που αποτελεί κοινό στοιχείο περιβαλλοντικών και άλλων επιστημών (Bodzin, 2011).

Οι Dhimitri J. και Duri V. (2014), σε έρευνα που πραγματοποίησαν με δείγμα 120 μαθητών δύο λυκείων, μελέτησαν μέσω ερωτηματολογίου την απόκτηση πληροφοριών από χάρτες και δορυφορικές εικόνες. Διαπιστώθηκε πως οι μαθητές προτιμούσαν να δουλεύουν με δορυφορικές εικόνες σε θέματα Γεωγραφίας, ενώ βελτίωσαν τις γνωστικές τους ικανότητες και τις γεωγραφικές τους δεξιότητες.

Η τηλεπισκόπηση παρέχει στη σχολική τάξη μια πλούσια πηγή επίκαιρων δεδομένων για τη μελέτη φαινομένων (Cheung et al., 2011). Οι Ditter et al. (2015) υποστηρίζουν πως οι δορυφορικές εικόνες χρησιμεύουν ως πρώτη ύλη για τον σχεδιασμό, την έρευνα και τη διαχείριση πολλών σύγχρονων προβλημάτων, ενώ βοηθούν στη λήψη αποφάσεων. Το 2008 μελέτησαν μέσω ερωτηματολογίου που ήταν διαθέσιμο διαδικτυακά, τις απόψεις 64 καθηγητών Γεωγραφίας και 1.657 μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (ηλικίας 12 - 18 ετών), σχετικά με την αναλογία και το είδος των δορυφορικών εικόνων που χρησιμοποιούνται στο σχολείο, την ενίσχυση του ενδιαφέροντος και τη βελτίωση των δεξιοτήτων των μαθητών στην ανάγνωση και ερμηνεία εικόνων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι δορυφορικές εικόνες χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία από τους καθηγητές για ποικίλους λόγους: είναι εύκολα και γρήγορα διαθέσιμες, προβάλλουν έναν τόπο σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, παρέχουν ποικίλες πληροφορίες, και ενθαρρύνουν

τους μαθητές να συμμετέχουν. Οι μαθητές της έρευνας σημειώνουν μεγάλο ενδιαφέρον για τις δορυφορικές εικόνες, ενώ η πλειοψηφία συμφωνεί πως τις κατανοεί εύκολα.

Οι δορυφορικές εικόνες απεικονίζουν τα χωρικά δεδομένα παραστατικά, με υψηλού βαθμού περιγραφικότητα (Voss et al., 2011) και συντελούν στην ταχύτερη και ορθότερη ερμηνεία γεωγραφικών στοιχείων από τους μαθητές (Dhimitri & Duri, 2014).

Η πρώτη προτεραιότητα της τηλεπισκόπησης στο σχολείο είναι η ενθάρρυνση των μαθητών να επιλύουν μόνοι τους γεωγραφικά ζητήματα, ώστε να βελτιώσουν τις χωρικές τους ικανότητες και τη μεθοδολογία τους (Ditter et al., 2015), καλλιεργώντας παράλληλα τις πρακτικές τους δεξιότητες (Voss et al., 2011).

Με τη χρήση δορυφορικών εικόνων καλλιεργείται, μεταξύ των άλλων, ο χωρικός γραμματισμός, που περιλαμβάνει πλήθος δεξιοτήτων, όπως τη δυνατότητα κατάκτησης και επικοινωνίας της γνώσης με μορφή χάρτη, την αναγνώριση διαδοχών και την κατανόηση ότι η Γεωγραφία δεν είναι μόνο η γνώση τοπωνυμίων, αλλά η βάση για την οργάνωση της χωρικής πληροφορίας (Γαλάνη, 2016).

Ωστόσο, οι δορυφορικές εικόνες χρησιμοποιούνται συχνά στα σχολικά εγχειρίδια ως απλά εικονογραφικά στοιχεία (Jahn et al., 2011) και καταλαμβάνουν μικρό μέρος στα προγράμματα των ευρωπαϊκών σχολείων (Voss et al., 2011), με κύριο επιχείρημα την πολυπλοκότητα της ανάγνωσης των εικόνων, ή τον χαρακτηρισμό του εκπαιδευτικού λογισμικού που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία τους ως ακατάλληλο.

Η αξιοποίηση των δορυφορικών εικόνων στα ελληνικά Προγράμματα Σπουδών

Στο ελληνικό σχολείο (Α/βάθμια και Β/θμια εκπαίδευση) η συστηματική εισαγωγή των δορυφορικών εικόνων φαίνεται να καθυστερεί, παρά την ωφέλεια που προκύπτει σύμφωνα με τη βιβλιογραφία μέσα από τη χρήση τους για την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης των μαθητών.

Στο ΠΣ της Γεωγραφίας Δημοτικού, οι μαθητές ενθαρρύνονται να χρησιμοποιούν δορυφορικές εικόνες για να αναγνωρίσουν, να περιγράψουν (σελ. 475) και να παρατηρήσουν στοιχεία (σελ. 482), χωρίς ωστόσο να προτείνονται συγκεκριμένες δορυφορικές εικόνες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Στο θεωρητικό πλαίσιο του ΠΣ Γεωγραφίας Δημοτικού και Γυμνασίου για το Νέο Σχολείο (Π.Ι., 2011), γίνεται λόγος για τη χρήση δορυφορικών εικόνων - Νέων Τεχνολογιών (GIS) από τους μαθητές και τα οφέλη που απορρέουν από αυτήν (σελ. 8). Ωστόσο, στα αντίστοιχα ΑΠΣ οι σχετικές αναφορές είναι ελάχιστες. Οι δορυφορικές εικόνες, ενώ προτείνονται ως υλικό, χρησιμοποιούνται ως απλό μέσο οπτικοποίησης δεδομένων. Απουσιάζουν προτάσεις και οδηγίες για το είδος των δορυφορικών εικόνων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη σχολική τάξη, τον τρόπο αξιοποίησης και ανάγνωσής τους, όπως επίσης και προτάσεις για τις ενότητες στις οποίες μπορούν να ενταχθούν.

Δορυφορικές εικόνες κι εκπαιδευτικό υλικό για σχολεία

Πολλοί οργανισμοί (National Geographic Society, NASA, ESA, United States Geological Survey (USGS) κ.ά.) συμβάλλουν στον χωρικό γραμματισμό με χρήση δορυφορικών εικόνων, προσφέροντας πλούσιο δωρεάν για εκπαιδευτικούς σκοπούς υλικό.

Κάποιοι από τους οργανισμούς αυτούς, όπως οι μεγάλοι οργανισμοί διαστήματος του κόσμου, NASA και ESA, προσφέρουν δωρεάν όχι μόνο διαδικτυακό υλικό με δορυφορικές εικόνες, αλλά και το λογισμικό επεξεργασίας τους, με στόχο την εκπαίδευση των μαθητών

πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας κυρίως εκπαίδευσης στην ανάλυση κι ερμηνεία δεδομένων παρατήρησης της Γης.

Η ESA, απευθυνόμενη στις ευρωπαϊκές κυρίως χώρες, μέσω της ιστοσελίδας Eduspace http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/ αποσκοπεί στο να εισάγει στη σχολική τάξη τεχνικές κι εφαρμογές παρατήρησης της Γης από το διάστημα (Mouratidis et al., 2015). Ειδοποιός διαφορά του Eduspace από άλλες εκπαιδευτικές ιστοσελίδες, είναι το γεγονός ότι παρέχει στα σχολεία μια ολοκληρωμένη εικόνα των εφαρμογών της παρατήρησης της Γης σε ποικίλα ζητήματα πάνω στα οποία εργάζονται οι επιστήμονες (Dransfeld et al., 2009).

Το εκπαιδευτικό υλικό που προσφέρει είναι δορυφορικές εικόνες που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της τηλεοπκόπησης, η επεξεργασία των οποίων γίνεται μέσα από δομημένα φύλλα εργασίας. Κύριος σκοπός της ιστοσελίδας είναι να παρέχει ελκυστικό υλικό και ψηφιακά εργαλεία στα σχολεία για την ενίσχυση της διδασκαλίας και της μάθησης με χρήση δορυφορικών εικόνων (Lichtenegger et al., 2006; Mouratidis et al., 2015). Το υλικό, είναι κατάλληλο κυρίως για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αλλά και για προπτυχιακούς φοιτητές (Mouratidis et al., 2015).

Η ιστοσελίδα είναι οργανωμένη στις θεματικές “Καιρός και κλίμα”, “Παγκόσμια αλλαγή”, και “Φυσικές καταστροφές”. Κάθε θεματική αποτελείται από μελέτες περίπτωσης για καθεμία από τις οποίες παρέχεται το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο και προτείνονται ασκήσεις ενώ διατίθεται σε διάφορες γλώσσες, συμπεριλαμβανομένης και της ελληνικής (Mouratidis et al., 2015), κάνοντας εύκολη τη χρήση του προσφερόμενου υλικού από Έλληνες εκπαιδευτικούς στα σχολεία.

Η ιστοσελίδα Eduspace αποτελεί πολύτιμη εκπαιδευτική πηγή με καταλόγους εικόνων παρατήρησης της Γης, που έχουν ληφθεί από αποστολές υποστηριζόμενες από την ESA. Εκτός από θεματικές προσεγγίσεις και δορυφορικές εικόνες προσφέρει επίσης πακέτα ελεύθερου λογισμικού επεξεργασίας εικόνων με την ονομασία ArcExplorer και LEOWorks.

Οι θεματικές ωστόσο που προσφέρονται από την ESA δεν έχουν εφαρμοστεί πιλοτικά στη σχολική τάξη. Αυτές οι ενότητες, που είναι σχεδιασμένες για εκπαιδευτικούς σκοπούς, είναι πιθανό να επιδέχονται τροποποιήσεις και βελτιώσεις ώστε το προσφερόμενο υλικό να είναι αποτελεσματικό και προσαρμοσμένο στο ελληνικό σχολείο.

Στην παρούσα εργασία θα προσπαθήσουμε εξετάζοντας βάσει κριτηρίων μία θεματική να διαπιστώσουμε αν το υλικό και η προσέγγιση της συγκεκριμένης θεματικής μπορεί να βελτιωθεί ώστε οι μαθητές να οδηγούνται σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ερευνητικό Μέρος

Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας, η οποία αποτελεί το πρώτο μέρος μιας μεγαλύτερης έρευνας που θα δοκιμάσει την αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού υλικού της ESA στη σχολική τάξη, είναι η μελέτη και ανάλυση της διδακτικής προσέγγισης μίας εκ των θεματικών εννοιών που προσφέρει η ESA με τίτλο “Κλιματική αλλαγή και παγετώνες” και μέσω αυτής ο προσδιορισμός τόσο των δυνατών σημείων του, όσο και των σημείων που μπορεί να βελτιωθούν.

Η επιλογή της θεματικής έγινε με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

1. Το θέμα αυτό καθ’ αυτό, είναι ένα θέμα με το οποίο οι μαθητές έρχονται σε επαφή από το δημοτικό σχολείο και αποτελεί θέμα αναφοράς και συζήτησης στα ΜΜΕ. Ωστόσο, η ανάλυση της μεταβολής του παγκοσμίου κλίματος συνήθως περιορίζεται στην αναγκαιότητα λήψης μέτρων για την επιβράδυνση της μεταβολής αυτής, χωρίς να υπάρχει σαφής εκτίμηση της σημασίας του φαινομένου. Αν και το «λιώσιμο των πάγων» είναι έκφραση που χρησιμοποιείται συχνά στα ΜΜΕ, οι αναφορές στις αιτίες και τις συνέπειες της

μεταβολής των παγετώνων είναι λιγότερες, ενώ οι μαθητές δεν έχουν το υπόβαθρο για να ερμηνεύσουν τις πτυχές του φαινομένου.

2. Η δραστηριότητα έχει μεταφραστεί στα ελληνικά επομένως είναι εύκολο να διδαχθεί σε οποιοδήποτε ελληνικό σχολείο. Ελάχιστη απαίτηση είναι η ύπαρξη τουλάχιστον ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή το οποίο διαθέτει το λογισμικό LEOWorks 4.

Το ερευνητικό ερώτημα που συνδέεται και απορρέει από το στόχο της έρευνας είναι το ακόλουθο: Πληροί το εκπαιδευτικό υλικό της ενότητας “Κλιματική αλλαγή και παγετώνες” της ESA ως προς τους γνωστικούς στόχους, την αντιστοιχισή του με το επίπεδο των μαθητών και τη μεθοδολογία την οποία ακολουθεί τις προϋποθέσεις για τη διδασκαλία της ενότητας αυτής με χρήση δορυφορικών εικόνων στο ελληνικό σχολείο;

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη μελέτη της ενότητας ήταν η ανάλυση περιεχομένου, που σύμφωνα με τον Krippendorff (2004, 18) αποσκοπεί στην εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων από κείμενα. Το πρώτο στάδιο για την ανάλυση περιεχομένου είναι η ύπαρξη ενός κειμένου και ο ορισμός των μονάδων ανάλυσης και των κατηγοριών που θα χρησιμοποιηθούν. Στη συνέχεια εξετάζονται τα κείμενα και, τέλος, ερμηνεύονται τα αποτελέσματα (Cohen et al., 2007, 475-476).

Προκειμένου να απαντηθεί το ερευνητικό ερώτημα μελετήσαμε το εκπαιδευτικό υλικό της ενότητας «Κλιματική αλλαγή και παγετώνες» με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

1. Γνωστικοί στόχοι (περιεχόμενο που αναμένεται να διδαχθούν οι μαθητές)
2. Αντιστοιχισή του υλικού με το ηλικιακό/γνωστικό επίπεδο των μαθητών
3. Μεθοδολογία που ακολουθείται

Για την αξιολόγηση των γνωστικών στόχων, δηλαδή των εννοιών/φαινομένων που προτείνεται να διδαχθούν οι μαθητές, θα χρησιμοποιήσουμε ως μονάδες ανάλυσης τις έννοιες οι οποίες παρουσιάζονται στα ΠΣ του Γυμνασίου, καθώς το μάθημα της Γεωγραφίας περιορίζεται έως αυτήν την βαθμίδα. Το Γυμνάσιο αποτελεί τμήμα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, βαθμίδα στην οποία απευθύνονται κυρίως τα φύλλα εργασίας του υλικού (Mouratidis et al., 2015).

Αναφορικά με το δεύτερο κριτήριο, θα αξιολογήσουμε την προσαρμογή των διδασκόμενων εννοιών και διαδικασιών στο γνωστικό και λεκτικό επίπεδο των μαθητών του Γυμνασίου.

Ως προς τη μεθοδολογία, μονάδα ανάλυσης είναι η πορεία της διδασκαλίας, δηλαδή τα διδακτικά βήματα που ακολουθούνται κατά τη διδασκαλία και ο συνολικός τρόπος προσέγγισης.

Στη συνέχεια μελετήσαμε την εισαγωγή - γενικό πλαίσιο, τις ασκήσεις και τα συμπεράσματα της ενότητας, εντοπίζοντας με τη βοήθεια των κριτηρίων δυνάτα σημεία και σημεία που χρήζουν βελτιώσεων.

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Το εκπαιδευτικό υλικό αποτελείται από δύο υποενότητες: α) τη γενική εισαγωγή, που περιλαμβάνει τη θεωρία και λειτουργεί ως προοργανωτής της γνώσης και, β) την εισαγωγή στα φύλλα εργασίας, τις έξι ασκήσεις δομημένες σε φύλλα εργασίας και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτές. Διατίθενται επίσης οι δορυφορικές εικόνες των Άνδεων (1988, 2010), το εκπαιδευτικό λογισμικό LEOWorks 4, και ένα αρχείο Google Earth με τόπους όπου εντοπίζονται παγετώνες.

Α΄ μέρος - Εισαγωγή - Γενικό Πλαίσιο

Στην εισαγωγή παρουσιάζεται η εικόνα ενός παγετώνα της Ελβετίας (2010) και αναφέρεται το σκεπτικό - στόχος της άσκησης, ο οποίος εστιάζει αφενός στο ότι ο εντοπισμός μεταβολών στους παγετώνες βοηθά στην κατανόηση της κλιματικής αλλαγής και αφετέρου στο ότι η τηλεπισκόπηση συνεισφέρει στη μελέτη των παγετώνων και στην ανίχνευση των μεταβολών τους. Στο τέλος αναφέρεται πως οι μαθητές θα μάθουν τον τρόπο ανίχνευσης μεταβολών στους παγετώνες σε επαναλαμβανόμενες πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες.

Στην αρχή του γενικού πλαισίου παρουσιάζεται σε μορφή προσομοίωσης η υποχώρηση των παγετώνων στις Άνδεις. Άλλη προσομοίωση αποτυπώνει την εναλλαγή θετικού - αρνητικού ισοζυγίου. Στο τέλος δίνονται εικόνες ενός παγετώνα στην Ελβετία, μέσω των οποίων παρουσιάζεται η υποχώρηση του παγετώνα.

Οι βασικές έννοιες - φαινόμενα που η θεματική προτείνει ως προαπαιτούμενη γνώση, είναι οι ακόλουθες: θετικό - αρνητικό ισοζύγιο, περιοχή συσσώρευσης - αφαίρεσης, μη ισορροπημένη συσσώρευση - αφαίρεση, εποχές παγετώνων, τροχιά της Γης, κύκλοι Milankovitch: εκκεντρότητα, κλίση, μετάπτωση της Γης, φαινόμενο λευκαύγειας, ανάκλαση - απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας, αύξηση ατμοσφαιρικών θερμοκρασιών, φαινόμενο θερμοκηπίου, υποχώρηση παγετώνα, τελική λίμνη, μοραίνη, γλώσσα παγετώνα.

Σε κάποιες από αυτές τις έννοιες γίνεται μικρή ανάλυση (θετικό ή αρνητικό ισοζύγιο, κύκλοι του Milankovitch, εποχή παγετώνων, φαινόμενο της λευκαύγειας), ενώ σε όλες τις υπόλοιπες γίνεται απλή αναφορά.

Οι πληροφορίες που προσφέρονται αποτελούν μέρος της προαπαιτούμενης γνώσης για μια πρώτη προσέγγιση της θεματικής. Οι φωτογραφίες και οι δορυφορικές εικόνες αφορούν τον πραγματικό κόσμο και προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών. Η προσομοίωση (θετικό - αρνητικό ισοζύγιο) αποτελεί μια καλή οπτικοποίηση του φαινομένου.

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων: Προτείνεται να διατυπωθεί με σαφήνεια ο στόχος του φύλλου εργασίας. Στην προσέγγιση φαίνεται να εξυπηρετείται μόνο το τεχνοκρατικό κομμάτι του εντοπισμού μεταβολών στον παγετώνα και όχι η ερμηνεία των μεταβολών του παγετώνα και ο συσχετισμός τους με την κλιματική αλλαγή. Επίσης, είναι σημαντικό να γίνει επεξήγηση του όρου «επαναλαμβανόμενες πολυφασματικές εικόνες».

Η άσκηση αναφέρει πως η ανίχνευση και η ποσοτικοποίηση μεταβολών των παγετώνων είναι σημαντική για την καλύτερη κατανόηση της κλιματικής αλλαγής, με κίνδυνο να θεωρηθεί πως οι μεταβολές αυτές αποτελούν την αποκλειστική ένδειξη της κλιματικής αλλαγής.

Η ενότητα ξεκινάει με την εισαγωγή της νέας γνώσης, χωρίς να γίνεται αναφορά σε προαπαιτούμενες γνώσεις, έλεγχος της προϋπάρχουσας, ή των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τους παγετώνες.

Οι έννοιες είναι πολλές σε αριθμό (21 συνολικά), ενώ οι περισσότερες δεν αναλύονται. Οι μαθητές ήδη από τη Φυσική Ε΄ Δημοτικού διδάσκονται για την ανάκλαση του φωτός που αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του φαινομένου λευκαύγειας. Επίσης, διδάσκονται την κλίση του άξονα περιστροφής της Γης και την ελλειπτική τροχιά της γύρω από τον ήλιο στη Γεωγραφία Στ΄ Δημοτικού. Οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δεν έχουν διδαχθεί συστηματικά τους παγετώνες και την κλιματική αλλαγή στην τυπική εκπαίδευση. Στο ΠΣ Γεωλογίας - Γεωγραφίας του Δημοτικού και του Γυμνασίου (Π.Ι., 2003) δεν γίνεται αναφορά στην κλιματική αλλαγή. Όσον αφορά τους παγετώνες, στο ΠΣ της Α΄ Γυμνασίου αναφέρεται ως στόχος οι μαθητές να διακρίνουν τη θέση των μεγαλύτερων παγοκαλυμμάτων της Γης και να τους συνδέουν με συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες (σελ. 491).

Στο σχολικό βιβλίο Φυσικά (Στ΄ Δημοτικού) αναφέρεται πως στη διάρκεια της ιστορίας της Γης, πολλές φορές συνέβησαν αλλαγές στο κλίμα και πως η επιβάρυνση της

ατμόσφαιρας μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες για τη Γη όπως η αύξηση της θερμοκρασίας και το λιώσιμο των πάγων, μεταξύ άλλων (σελ. 78), χωρίς να δίνονται περαιτέρω εξηγήσεις. Σχετική αναφορά για τους παγετώνες γίνεται στο βιβλίο της Α΄ Γυμνασίου - τι είναι ο παγετώνας, κίνηση του παγετώνα - (σελ.49), ενώ γίνεται αναφορά στους κλιματικούς τύπους (σελ. 82). Στο βιβλίο της Β΄ Γυμνασίου, γίνεται αναφορά στη διάβρωση από παγετώνες και τους τελευταίους παγετώνες της Ευρώπης (σελ. 30-31).

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι οι περισσότερες έννοιες που παρουσιάζονται στην ενότητα αυτή δεν διδάσκονται σύμφωνα με τα ΠΣ στο ελληνικό σχολείο. Συνεπώς, οι μαθητές θα αντιμετωπίσουν δυσκολία να αντιληφθούν τις έννοιες αυτές και τη συμβολή της τηλεοπκόπησης στην καταγραφή της κλιματικής αλλαγής. Προτείνεται οι έννοιες να περιοριστούν στις ακόλουθες: παγετώνες και γεωμορφές, δημιουργία παγετώνων, δυναμική παγετώνων, φαινόμενο λευκαύγειας, ευαισθησία παγετωνικών συστημάτων.

Για να είναι ικανοί οι μαθητές να εργαστούν με επιστημονικό τρόπο, θα πρέπει να διδαχθούν έννοιες προσαρμοσμένες στο επίπεδό τους σχετικά με την τηλεοπκόπηση, ώστε οι διαδικασίες που διενεργούν να έχουν νόημα γι' αυτούς. Συνεπώς, προτείνεται να προηγηθεί μια εισαγωγική παρουσίαση για την τηλεοπκόπηση και τη χρησιμότητά της, τις δορυφορικές εικόνες, τα φασματικά κανάλια, τις εικόνες πραγματικών χρωμάτων (RGB) και τις ψευδέγχρωμες εικόνες.

Β΄ μέρος - Ασκήσεις

I. Εισαγωγή στα Φύλλα Εργασίας

Η εισαγωγή στα φύλλα εργασίας επιδιώκει να συνδέσει την κλιματική αλλαγή με τη μεταβολή των παγετώνων. Το μήνυμα που μεταφέρεται στους μαθητές μέσω αυτής είναι ότι η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη μεταβολή των παγετώνων και οι παγετώνες, έμμεσα, υποδεικνύουν την κλιματική αλλαγή.

Το κείμενο εισάγει τους μαθητές στις ασκήσεις που θα ακολουθήσουν. Σημαντική επίσης κρίνεται η παρουσίαση των δεδομένων και των προγραμμάτων που θα χρησιμοποιηθούν.

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων: Θα έπρεπε συνοπτικά να αναφέρεται ο στόχος του φύλλου εργασίας, όπως επίσης και των επιμέρους ασκήσεων ώστε να γίνεται κατανοητό πώς οι ασκήσεις αυτές συμβάλλουν στη μελέτη και να αποκτά ο μαθητής μια συνολικότερη εικόνα των βημάτων της άσκησης.

Το κείμενο επικεντρώνεται σε συνέπειες στις παγετωνικές λίμνες και στην απορροή των ποταμών, με αποτέλεσμα οι συνέπειες του φαινομένου να μη παρουσιάζονται σε όλη τους την έκταση, ενώ η σύνταξη του κειμένου δεν διευκολύνει την κατανόηση.

II. Φύλλα Εργασίας - Ασκήσεις

Η ενότητα, όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, περιλαμβάνει έξι ασκήσεις.

Στην πρώτη άσκηση, («Έλεγχος σύνθετων εικόνων RGB πραγματικών χρωμάτων») οι μαθητές εντοπίζουν στοιχεία (παγετώνες και παγετωνικές λίμνες) και χρησιμοποιούν το εργαλείο μέτρησης για να μετρήσουν μήκη, τις διαστάσεις της εικόνας σε εικονοστοιχεία (pixels) και το μέγεθος του εικονοστοιχείου.

Οι μαθητές εντοπίζουν στοιχεία από πραγματικά δεδομένα δορυφορικών εικόνων. Επιδιώκεται έτσι η σύνδεση της Γεωγραφίας με την Τεχνολογία και τα Μαθηματικά (π.χ. μέτρηση επιφανειών).

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων: Οι στόχοι δεν καταγράφονται ώστε να γνωρίζει ο μαθητής για ποιο λόγο κάνει την άσκηση. Οι μαθητές μελετούν «εικόνες πραγματικών χρωμάτων RGB» και «εικονοστοιχεία», χωρίς ωστόσο να γνωρίζουν τη σημασία των

εννοιών αυτών, με αποτέλεσμα να πρέπει να εξηγηθούν. Προτείνεται τα αποτελέσματα των μετρήσεων να συγκρίνονται με αποστάσεις οικείες στα παιδιά, ώστε να γίνεται αντιληπτό το μέτρο που απεικονίζουν. Η διατύπωση «πόσα χιλιόμετρα είναι η εικόνα σε πλάτος και ύψος» είναι λανθασμένη. Αντ' αυτού θα έπρεπε να οδηγήσει τους μαθητές να υπολογίζουν «σε πόσα χιλιόμετρα στον πραγματικό χώρο (πλάτος και μήκος) αντιστοιχεί η περιοχή που απεικονίζεται» (κλίμακα).

Στη δεύτερη άσκηση («Κινούμενη εικόνα»), οι μαθητές δημιουργούν κινούμενη εικόνα (animation) από δύο έγχρωμες σύνθετες εικόνες RGB με το εργαλείο Animation και εντοπίζουν την υποχώρηση - προώθηση των παγετώνων, τον παγετώνα που έχει υποχωρήσει περισσότερο και μεταβολές σε παγετωνικές λίμνες. Συγκρίνουν τα ευρήματά τους με των συμμαθητών τους και καταγράφουν τις πιο σημαντικές μεταβολές.

Οι μαθητές ενισχύουν την ικανότητά τους να παρατηρούν και να καταγράφουν αλλαγές που συμβαίνουν στο χώρο και στο χρόνο και να συγκρίνουν στοιχεία. Η συνεργασία των μαθητών ενισχύει τα μαθησιακά αποτελέσματα και την επίτευξη των γνωστικών και συναισθηματικών στόχων. Οι έννοιες της αλλαγής, της σύγκρισης και της ιεραρχίας βάσει μεγέθους είναι έννοιες που στηρίζουν την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης (Κάβουρας κ.α., 2016). Η σύγκριση των απαντήσεων, η συζήτηση και η αξιολόγηση των σημαντικών μεταβολών αποτελούν ανώτερου επιπέδου δεξιότητες (Ματσαγγούρας, 2011, σελ. 97-98). Στη Φυσική Γεωγραφία, οι περισσότερες διαδικασίες περιλαμβάνουν αλλαγές που συμβαίνουν στο χώρο και στο χρόνο. Οι κινούμενες εικόνες οπτικοποιούν τις χωροχρονικές διαδικασίες, προβάλλουν αλλαγές στην κίνηση και την κατεύθυνση, ενώ συμβάλλουν στην ταχύτερη μάθηση και προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών (Jain & Getis, 2003).

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων: Δεν παρατίθεται ο διδακτικός στόχος της άσκησης. Επιπλέον, οι μαθητές επιλύουν την άσκηση χωρίς να έχουν διδαχθεί τι είναι ο παγετώνας, τον τρόπο σχηματισμού του αλλά και τις γεωμορφές που δημιουργεί κατά τη μετακίνησή του. Ως εκ τούτου οι έννοιες της υποχώρησης - προώθησης ενός παγετώνα και της παγετωνικής λίμνης που αναφέρονται, μπορεί να προκαλέσουν δυσκολίες στην κατανόηση.

Στην τρίτη άσκηση (αριθμητική έκφραση ζώνης), οι μαθητές υπολογίζουν το μέτρο υποχώρησης σε παγετώνες και παγετωνικές λίμνες με το εργαλείο «αριθμητική έκφραση ζώνης» ώστε να παρατηρήσουν και να υπολογίσουν το μέτρο των μεταβολών και να ερμηνεύσουν τις μεταβολές στις παγετωνικές λίμνες παρατηρώντας τα χρώματα της εικόνας. Επίσης, συγκρίνονται τα ευρήματα αυτής της άσκησης με της προηγούμενης.

Η άσκηση δίνει το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για την ανάλυση και ανάγνωση των εικόνων και περιγράφει το ρόλο των εξωγενών παραγόντων στη λήψη δορυφορικών εικόνων. Οι μαθητές ασκούνται στην ερμηνεία των δεδομένων και στην επεξήγηση διαφορών στη φωτεινότητα στις παγετωνικές λίμνες που τις αποδίδουν στις μεταβολές των παγετώνων. Η ερμηνεία των δεδομένων απαιτεί υψηλότερες νοητικές λειτουργίες και μεγαλύτερο βαθμό γενίκευσης (Ματσαγγούρας, 2011, σελ. 98).

Οι μαθητές μετρούν με ακόμη έναν τρόπο τις μεταβολές στον παγετώνα, επαληθεύοντας τα αποτελέσματά τους. Με την άσκηση αυτή, που περιλαμβάνει μετρήσεις σε γεωγραφικά δεδομένα με τεχνολογικά εργαλεία, μπορεί να γίνει σύνδεση της Γεωγραφίας με τα Μαθηματικά και την Τεχνολογία.

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων ή τροποποιήσεων: Δεν προτείνεται διδακτικός στόχος.

Στην τέταρτη άσκηση (GIS), οι μαθητές ψηφιοποιούν χειροκίνητα τη «γλώσσα παγετώνα» χρησιμοποιώντας εργαλεία GIS προκειμένου να εντοπίσουν και να περιγράψουν τις μεταβολές του παγετώνα. Προτείνεται ακόμη ένας τρόπος οπτικοποίησης των μεταβολών των μεγεθών.

Με τη δραστηριότητα ενθαρρύνεται η παρατήρηση και η σύγκριση μεγεθών, που ενισχύει τη χωρική σκέψη (Κάβουρας κ.α., 2016). Οι μαθητές με την περιγραφή αναπτύσσουν δεξιότητες έκφρασης των παρατηρήσεών τους με χρήση επιστημονικών όρων, επικοινωνούν με τους συμμαθητές τους και ενισχύουν τις γνωστικές, λεκτικές και συνθετικές τους ικανότητες.

Με το ειδικό λογισμικό GIS οι μαθητές εισάγονται στη μεθοδολογία που χρησιμοποιούν οι χαρτογράφοι στην καταγραφή και αποτύπωση (ψηφιοποίηση) του χώρου. Τα GIS μπορούν να βελτιώσουν τη χωρική σκέψη και το γεωγραφικό γραμματισμό (Cheung et al., 2011), μέσω της πολλαπλής οπτικοποίησης δεδομένων και της ανάλυσής τους. Ταυτόχρονα, προωθούν τον τεχνολογικό γραμματισμό (Hall-Wallace et al., 2002). Η ψηφιοποιημένη εικόνα μπορεί να γίνει αντικείμενο ανάλυσης και επεξεργασίας (π.χ. με εργαλεία μέτρησης). Στην ψηφιοποιημένη εικόνα μπορούν να αναλυθούν στοιχεία ενός φαινομένου ή οι σχέσεις μεταξύ φαινομένων, με σκοπό την εξεύρεση λύσεων, τη λήψη αποφάσεων και την επίλυση προβλημάτων (InnovativeGis, 2011), με αποτέλεσμα την ενίσχυση της χωρικής σκέψης.

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων ή τροποποιήσεων: Δεν εξηγείται γιατί επιλέχθηκε η ψηφιοποίηση της «γλώσσας του παγετώνα», ενώ δεν προτείνεται διδακτικός στόχος.

Στην πέμπτη άσκηση (μέτρηση εμβαδού), οι μαθητές με το εργαλείο μέτρησης υπολογίζουν τη μεταβολή του εμβαδού της «γλώσσας παγετώνων» (σε απόλυτες τιμές και ποσοστό) και εντοπίζουν πιθανές αποκλίσεις στις μετρήσεις.

Με τις μετρήσεις μεγεθών και τις συγκρίσεις μετρήσεων γίνεται σύνδεση με τα Μαθηματικά, ενώ υποδηλώνεται έμμεσα η έννοια των σφαλμάτων στις μετρήσεις. Παράλληλα, αναπτύσσεται η ικανότητα της σύγκρισης μεγεθών, που βελτιώνει τη χωρική σκέψη (Κάβουρας κ.α., 2016).

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων ή τροποποιήσεων: δεν αναφέρεται ο διδακτικός στόχος, ενώ δεν εξηγείται η σημασία των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για την εξασφάλιση πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Στην έκτη άσκηση (εικόνα πολλαπλών χρονικών στιγμών), οι μαθητές δημιουργούν σύνθετη ψευδέγχρωμη εικόνα και ελέγχουν τη συμφωνία των αποτελεσμάτων των ασκήσεων. Επιλέγουν την κατάλληλη τεχνική οπτικοποίησης των μεταβολών (κινούμενη εικόνα, αριθμητική έκφραση ζώνης, GIS, έγχρωμη σύνθετη εικόνα πολλαπλών χρονικών στιγμών) και αιτιολογούν την κατάλληλη τεχνική μέτρησης των μεταβολών των παγετώνων.

Προτείνεται ακόμη ένας τρόπος οπτικοποίησης των μεταβολών. Οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν παρουσιάζονται συγκεντρωμένες, κάτι που μπορεί να λειτουργήσει σαν ανασκόπηση της όλης διαδικασίας. Η σύγκριση μεθόδων και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους, αποτελούν ανώτερες δεξιότητες (Ματσαγγούρας, 2011, σελ. 97-98).

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων ή τροποποιήσεων: Δεν αναφέρεται ο διδακτικός στόχος, ενώ η επισήμανση «όπως αναφέρθηκε στην άσκηση 3, οι διαφορές στις σκιές εμφανίζονται επίσης με κόκκινο χρώμα» είναι ασυνεπής, καθώς η αναφορά δεν υπάρχει στην άσκηση 3.

Επιπλέον, προτείνεται να εξηγηθεί η έννοια της ψευδέγχρωμης εικόνας και η χρησιμότητά της στην προβολή των στοιχείων που επιλέγει να παρατηρήσει ο επιστήμονας.

Στα συμπεράσματα που ακολουθούν, δίνεται έμφαση στην επιλογή της καταλληλότερης τεχνικής για τον εντοπισμό μεταβολών παγετώνων και την πραγματοποίηση μετρήσεων. Διευκρινίζεται πως οι επιστήμονες παγκοσμίως προτιμούν τη χρήση GIS για την ποσοτικοποίηση των μεταβολών. Επισημαίνεται η ύπαρξη πιθανών σφαλμάτων, που δημιουργούν δυσκολίες στη σωστή ανάγνωση των εικόνων, λόγω εξωγενών παραγόντων.

Η ενότητα κλείνει με τη σημασία της τηλεπισκόπησης για τους επιστήμονες για την ανίχνευση της κλιματικής αλλαγής και τις επιπτώσεις της στους παγετώνες, σε απομακρυσμένες περιοχές όπου δεν γίνεται να παρατηρηθούν διαφορετικά.

Σημεία που χρήζουν βελτιώσεων ή τροποποιήσεων: Στα συμπεράσματα δίνεται έμφαση στο τεχνοκρατικό κομμάτι, δηλαδή στην επιλογή της καταλληλότερης τεχνικής εντοπισμού και μέτρησης μεταβολών των παγετώνων. Δεν ερμηνεύεται η παγκόσμια σημασία του φαινομένου και η συσχέτισή του με την κλιματική αλλαγή, ούτε αναφέρεται η συνεισφορά της τηλεπισκόπησης στην παρατήρηση ανάλογων φαινομένων γενικότερα.

Συζήτηση - Προτάσεις

Σύμφωνα με έρευνες, η ένταξη των δορυφορικών εικόνων στην εκπαίδευση μπορεί να επιφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, όπως τη βελτίωση δεξιοτήτων και την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης (Bodzin, 2011; Cheung et al., 2011), την καλλιέργεια του χωρικού εγγραμματισμού, την ανάπτυξη δεξιοτήτων για επίλυση προβλημάτων και συμμετοχή στη λήψη αποφάσεων (Ditter et al., 2015), την ενασχόληση με επίκαιρα ζητήματα, την προσέλευση του ενδιαφέροντος των μαθητών (Jahn et al., 2011) και την καλλιέργεια τεχνολογικού γραμματισμού, ο οποίος αποτελεί απαραίτητο προσόν για τον σύγχρονο πολίτη και τη μελλοντική επαγγελματική του σταδιοδρομία (Voss et al., 2011).

Από την ενότητα «Παγκόσμια αλλαγή» της ESA, επιλέξαμε τη θεματική «Κλιματική αλλαγή και παγετώνες», με την οποία οι μαθητές έρχονται σε επαφή κυρίως από τα ΜΜΕ. Αναλύσαμε το φύλλο εργασίας και το αξιολογήσαμε με κριτήρια: α. τους γνωστικούς στόχους (περιεχόμενο που επιδιώκεται να διδαχθούν οι μαθητές) β. την αντιστοιχία του υλικού με το ηλικιακό, γνωστικό και λεκτικό επίπεδο των μαθητών και, γ. τη μεθοδολογία που ακολουθείται. Από την ανάλυση προκύπτουν οι παρακάτω διαπιστώσεις:

Η εισαγωγή περιλαμβάνει πολλές νέες έννοιες, που δε συμπεριλαμβάνονται στα ελληνικά ΠΣ του Γυμνασίου, με αποτέλεσμα οι μαθητές να μην τις γνωρίζουν.

Το υλικό που προτείνεται δεν είναι πλήρως προσαρμοσμένο στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών του Γυμνασίου. Αφενός οι μαθητές δεν γνωρίζουν τις προσαρμοσμένες έννοιες και αφετέρου οι έννοιες αυτές δεν αναλύονται επαρκώς ή και όταν αναλύονται ο μετασχηματισμός της επιστημονικής γνώσης σε σχολική χρειάζεται βελτίωση. Οι μαθητές εκτίθενται σε επιστημονικές διαδικασίες (διερεύνηση ενός προβλήματος του πραγματικού κόσμου, ερμηνεία διαφορών στη φωτεινότητα σε στοιχεία που απεικονίζονται, ανάλυση δεδομένων με εργαλεία που χρησιμοποιούν οι χαρτογράφοι - GIS, επανάληψη μετρήσεων για μείωση σφαλμάτων και μελέτη ψευδεύχρωμων εικόνων). Ωστόσο, οι διαδικασίες αυτές δεν είναι προσαρμοσμένες στο επίπεδο των μαθητών, καθώς δεν επεξηγούνται βασικά στοιχεία της τηλεπισκόπησης. Επίσης, δεν ερμηνεύονται επαρκώς οι παρατηρήσεις που προκύπτουν από τις διαδικασίες αυτές.

Στην προσέγγιση της ESA ακολουθείται η διερευνητική μέθοδος, κατά την οποία οι μαθητές χειρίζονται δεδομένα τηλεπισκόπησης όπως οι επιστήμονες κι εργάζονται πάνω σε μια πραγματική προβληματική κατάσταση. Πιο συγκεκριμένα, ο τύπος διερεύνησης που ακολουθείται σύμφωνα με τη διάκριση των Banchi και Bell (2008) είναι η διερεύνηση για την επιβεβαίωση ενός αποτελέσματος (confirmation inquiry). Σε αυτόν τον τύπο διερεύνησης τα ερωτήματα και οι διαδικασίες (μέθοδοι) που ακολουθούνται παρέχονται έτοιμα στους μαθητές, ενώ τα αποτελέσματα είναι γνωστά εκ των προτέρων (ήδη από την εισαγωγή και το θεωρητικό πλαίσιο έχει αναφερθεί η συρρίκνωση των παγετώνων τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς επίσης και η σημασία της τηλεπισκόπησης). Η πρόκληση του ενδιαφέροντός των μαθητών γίνεται με μια επίκαιρη εικόνα από τον πραγματικό κόσμο. Ακολουθούν προσαρμοσμένες έννοιες της θεματικής. Στη συνέχεια, οι μαθητές χρησιμοποιούν ποικιλία

τεχνικών για τη μελέτη και μέτρηση μεταβολών στους παγετώνες. Τέλος, ερμηνεύεται η επιλογή της καταλληλότερης τεχνικής και η σημασία της τηλεπισκόπησης για τους επιστήμονες, η οποία γενικεύεται με την αναφορά της αξιοποίησης της τηλεπισκόπησης στη μελέτη των μεταβολών παγετώνων παγκοσμίως. Εντούτοις, το φύλλο εργασίας δεν καθοδηγεί τους μαθητές να οδηγηθούν στην ερμηνεία των φαινομένων που μελετήθηκαν. Λείπει από τη μεθοδολογία η διατύπωση υποθέσεων και η επαλήθευση.

Από την ανάλυση συμπεραίνουμε πως υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης του υλικού, ώστε να είναι πλήρως εκπαιδευτικά μετασχηματισμένο.

Αναφορικά με το πρώτο κριτήριο, προτείνεται στην εισαγωγή να περιλαμβάνονται ως προαπαιτούμενη γνώση οι σχετικές έννοιες των ΠΣ δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, που θα αποτελούν τη βάση για τη διδασκαλία νέων εννοιών σε σχέση με τους παγετώνες.

Σε σχέση με το δεύτερο κριτήριο, α) είναι αναγκαίος ο διδακτικός μετασχηματισμός (σύμφωνα με το επίπεδο των μαθητών) των εννοιών/ φαινομένων που προτείναμε, αφενός σχετικά με τη μεταβολή των παγετώνων και αφετέρου σε σχέση με την τηλεπισκόπηση, β) είναι αναγκαία η αξιοποίηση των δορυφορικών εικόνων με σκοπό την παρατήρηση, ανάλυση, επεξεργασία δεδομένων και ερμηνεία των δεδομένων που προκύπτουν. Κρίνεται σημαντικό τα φύλλα εργασίας να προσαρμοστούν ώστε να απευθύνονται σε συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα. Χρειάζεται η δημιουργία διαφοροποιημένων φύλλων για το Γυμνάσιο και το Λύκειο καθώς το γνωστικό επίπεδο και οι δυνατότητες των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην οποία συμπεριλαμβάνονται μαθητές 12 - 18 ετών, δεν μπορεί να καλυφθεί από κοινά φύλλα εργασίας.

Όσον αφορά το τρίτο κριτήριο, η διερευνητική προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί κατάλληλη για την ένταξη των δορυφορικών εικόνων στη σχολική τάξη, αφού βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα το επιστημονικό περιεχόμενο και τις διαδικασίες που διενεργούν οι επιστήμονες (Edelson et al., 1999), ενώ δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να συνδέσουν τη Γεωγραφία με τον πραγματικό κόσμο και να κατανοήσουν το περιεχόμενο και τις εφαρμογές της. Η μάθηση με διερεύνηση προσφέρει ένα πολύτιμο πλαίσιο στους μαθητές ώστε να προβληματίζονται, να ανακαλύπτουν, να αποσαφηνίζουν και να εφαρμόζουν τις επιστημονικές έννοιες (Edelson et al., 1999). Προτείνουμε να προκύπτουν ερμηνείες και συμπεράσματα αφενός σχετικά με το περιεχόμενο των φαινομένων που μελετήθηκαν και αφετέρου σε σχέση με την τηλεπισκόπηση.

Σε επόμενο στάδιο της έρευνάς μας θα ακολουθήσει μια εφαρμογή στη σχολική τάξη της ενότητας της ESA «Κλιματική αλλαγή και παγετώνες» με την υπάρχουσα μορφή της και μια εφαρμογή της θεματικής με ένα σχέδιο μαθήματος με τις προτεινόμενες βελτιώσεις μας. Σκοπός είναι να διαπιστώσουμε τα απαραίτητα στοιχεία ώστε το υλικό να είναι αποτελεσματικό και να μπορεί να ενταχθεί αβίαστα στην ελληνική τάξη.

Επίσης, θα αξιολογήσουμε την εμπειρία των μαθητών σχετικά με τη χρήση του λογισμικού LEOWorks 4 σύμφωνα με παιδαγωγικά κριτήρια (συνάφεια με τους διδακτικούς στόχους, προσαρμογή στο επίπεδο και τη γλώσσα χρήστη και υποστήριξη του χρήστη με οδηγίες) και τεχνικά κριτήρια (αξιοπιστία, ευχρηστία, αλληλεπίδραση με το χρήστη, φιλικότητα της επιφάνειας διεπαφής, χρήση νέων τεχνολογικών εξελίξεων, και ελευθερία - διάθεση του λογισμικού), για να διαπιστώσουμε αν πληροί τις προϋποθέσεις ενός εκπαιδευτικού λογισμικού ή επιδέχεται τροποποιήσεις και βελτιώσεις.

Αναφορές

Banchi, H., Bell, R. (2008). The many levels of inquiry-based learning, *Science and Children*, 46 (2), pp. 26–29.

- Bodzin, A. M. (2011). The implementation of a geospatial information technology (GIT)-supported land use change curriculum with urban middle school learners to promote spatial thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(3), 281-300.
- Cheung, Y., Pang, M., Lin, H., & Lee, C. K. J. (2011). Enable spatial thinking using GIS and Satellite Remote Sensing - A teacher-friendly approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 21, 130-138.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*, London, Routledge.
- Dhimitri J., & Duri V. (2014). Understanding of geographical cognitive abilities through maps and satellite images, a task in geographic education, *10th International Congress of Hellenic geographical society*.
- Ditter, R., Haspel, M., Jahn, M., Kollar, I., Siegmund, A., Viehrig, K. (2015). Geospatial technologies in school - Theoretical concept and practical implementation in K-12 schools, *International Journal of Data Mining, Modelling and Management*, 7(1), 3-23.
- Dransfeld, S., Lichtenegger, J., Sorensen, P. B., Sarti, F., Serban, F., Kalogirou, V., & Stewart, C. (2009). LEOWorks for teaching Earth observation - Current state and future upgrades. *33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment*, 1390-1392.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of Inquiry-based learning through technology and curriculum design, *The Journal of the Learning Sciences*, 8(3/4), 391-450.
- ESA http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/ (ανακτήθηκε στις 13.03.2017)
- ESA <http://esamultimedia.esa.int/multimedia/eduspace/ae2setup.zip> (ανακτήθηκε στις 15.03.2017)
- Ghaye, L., Fea, M., & Strømsholm, B. (2006). Eduspace, a multi-lingual Earth Observation website for teaching and learning, *57th International Astronautical Congress*.
- Hall-Wallace, M. K., Walker, C. S., Wallace, T. C., & Butler, R. F. (2002). Geographic information systems help teach introductory earth science, *EOS*, 83(31), 333,339-340.
- InnovativeGis
http://www.innovativegis.com/basis/BeyondMappingSeries/BeyondMapping_IV/Topic6/BM_IV_T6.htm (ανακτήθηκε στις 07.01.2017)
- Jahn, M., Haspel, M., Siegmund, A. (2011). "Glocal change": Geography meets Remote Sensing in the context of the education for sustainable development, *European Journal of Geography*, 2 (2), 21-34.
- Jain, C., Getis, A. (2003). The effectiveness of Internet-based instruction: An experiment in physical geography. *Journal of Geography in Higher Education*, 27(2), 153-167.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*, SAGE, Thousand Oaks.
- Lichtenegger, J., Sørensen, P. B., Lorete, E., & Strømsholm, B. (2006). Eduspace-The European Earth Observation website for secondary schools, *New approaches for education and communication* (pp. 1-3). Sao Jose' dos Campos, Brazil.
- Mouratidis, A., Stewart, C., Ackerman, N., Sarti, F., Talevi, M., Lichtenegger, J., & Brøgger Sørensen, P. (2015). The new version of ESA Eduspace website : A multi-lingual Earth Observation resource for secondary and tertiary education, *10ο Διεθνές Συνέδριο της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρίας*.
- Terrasigna <http://leoworks.terrasigna.com/leoworks> (ανακτήθηκε στις 13.03.2017)
- Voss, K., Goetzke, R., & Hodam, H. (2011). Methods and potentials for using satellite image classification in school lessons. In C. M. U. Neale, A. Maltese, & K. Richter (Eds.), *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XIII* (Vol. 8174, p. 81740K).
- Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Γεωγραφίας- Γεωλογίας (2003), ΦΕΚ 304, Τεύχος Β, Αθήνα
- Γαλάνη, Α. (2016). Προεκτείνοντας τα Προγράμματα Σπουδών Γεωγραφίας με τη χρήση δορυφορικών εικόνων - Προτάσεις, *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σ. 884-891), Θεσσαλονίκη: ΕΝΕΦΕΤ.
- Κάβουρας, Μ., Δάρρα, Α., Κονταξάκη, Σ., Τομαή, Ε. (2016). *Επιστήμη γεωγραφικής πληροφορίας - Αρχές και τεχνολογίες*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Ματσαγγούρας, Η. (2011). *Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας*, Τόμος Β, σελ. 92-100, Gutenberg, Αθήνα.
- Πρόγραμμα Σπουδών Γεωγραφίας Γυμνασίου για το «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ» (2011), ΜΙΣ: 295450, Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Πρόγραμμα Σπουδών Γεωγραφίας Δημοτικού για το «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ» (2011), ΜΙΣ: 295450, Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.