



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Χ. ΧΑΤΖΗΩΑΝΝΟΥ

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΒΟΛΩΝ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ
ΣΤΡΥΜΟΝΑ ΜΕ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ ΚΑΙ GIS

MULTI-TEMPORAL MONITORING OF STRYMONAS ESTUARY
USING SATELLITE IMAGERY AND GIS

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

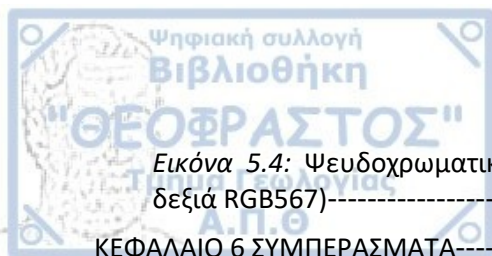


ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2022



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ-----	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ-----	0
ABSTRACT-----	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-----	3
1.1 Εισαγωγή-----	3
1.2 Αντικείμενο και στόχοι της παρούσας εργασίας-----	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-----	4
2.1 Νομός Σερρών-----	4
2.2 Ποταμός Στρυμόνας-----	4
2.3 Λεκάνη απορροής-----	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ-----	5
3.1 Δεδομένα τοπογραφικού χάρτη-----	5
3.2 Δεδομένα δορυφορικών εικόνων-----	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-----	6
4.1 Γεωαναφορά και επεξεργασία τοπογραφικού χάρτη-----	6
Εικόνα 4.1: Λογισμικό COORDS.GR για την γεωαναφορά του χάρτη-----	6
Εικόνα 4.2: Γεωαναφορά τοπογραφικού χάρτη-----	6
4.2 Λήψη και επεξεργασία ψηφιακού μοντέλου εδάφους-----	7
Εικόνα 4.3: Γεωαναφορά του dem-----	7
Εικόνα 4.4: Περικοπή του dem στα όρια της περιοχής-----	7
4.3 Αναζήτηση και επεξεργασία δορυφορικών εικόνων-----	8
Εικόνα 4.5 Δημιουργία ψευδοχρωματικής εικόνας-----	8
4.4 Δημιουργία και επεξεργασία του Video-----	9
Εικόνα 4.6: Δημιουργία video με μουσική υπόκρουση στο adobe creative cloud-----	9
4.5 Δημιουργία και επεξεργασία του τρισδιάστατου μοντέλου-----	10
Εικόνα 4.7: Παράδειγμα τρισδιάστατο μοντέλο της ψευδοχρωματικής εικόνας στις 06/05/2015 τύπου RGB432-----	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-----	11
Εικόνα 5.1: Ψευδοχρωματικές εικόνες στις 14/01/2015 (αριστερά RGB432, μέση NDVI, δεξιά RGB567)-----	11
Εικόνα 5.2: Ψευδοχρωματικές εικόνες στις 06/05/2015 (αριστερά RGB432, μέση NDVI, δεξιά RGB567)-----	11
Εικόνα 5.3: Ψευδοχρωματικές εικόνες στις 10/08/2015 (αριστερά RGB432, μέση NDVI, δεξιά RGB567)-----	11



Εικόνα 5.4: Ψευδοχρωματικές εικόνες στις 14/11/2015 (αριστερά RGB432, μέση NDVI, δεξιά RGB567)-----12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-----13

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-----14



Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Διαχρονική παρακολούθηση των εκβολών του ποταμού Στρυμόνα με δορυφορικές εικόνες και GIS» εκπονήθηκε από τον προπτυχιακό φοιτητή Χατζηγιάννου Δημήτριο στα πλαίσια της Κατεύθυνσης «Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας» του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, με επιβλέποντα τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Μουρατίδη Αντώνιο.

Κύριος στόχος της εργασίας είναι η προβολή δορυφορικών εικόνων υπενδεδυμένη με μουσική υπόκρουση της λεκάνης του Στρυμόνα σε συνεχεία, με σκοπό την ευκολότερη και με περισσότερο ενδιαφέρον παρατήρηση και κατανόηση των διαφόρων συνθηκών.

Για τη δημιουργία του video χρειάστηκαν αρκετά δεδομένα, όπως είναι ο χάρτης της περιοχής, το ψηφιακό μοντέλο εδάφους, οι δορυφορικές εικόνες καθώς και η μουσική. Για όλα τα δεδομένα που προαναφέρθηκαν έγινε κατάλληλη και ακριβής επεξεργασία στο αντίστοιχο λογισμικό τους. Επίσης, όλα τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, ανακτήθηκαν δωρεάν από το διαδίκτυο.

Το τελικό προϊόν που δημιουργήθηκε (Video με μουσική υπόκρουση) χρίζει ιδιαίτερου ενδιαφέροντος προς την εφαρμογή του σε διάφορους τομείς, λόγω της πρωτοτυπίας του σαν ιδέα αλλά και της ευκολότερης και πιο ευχάριστης προβολής.



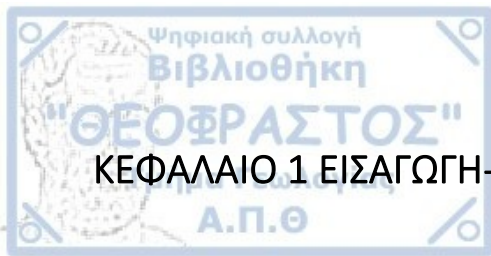
ABSTRACT

The present thesis entitled "Long-term monitoring of the Strymonas estuary with satellite images and GIS" was prepared by the undergraduate student Hatzioniannou Dimitrios in the context of the "Applied Geology" course of the undergraduate program of the Aristotle University of Thessaloniki, supervised by Assistant Professor Mr. Mouratidis Antonios.

The main objective of the project is to show satellite images of the Strymon basin accompanied by music, in order to make the observation and understanding of the various conditions easier and more interesting.

For the creation of the video several data were needed, such as the map of the area, the digital terrain model, the satellite images and the music. All the data mentioned above were processed appropriately and accurately in their respective software. Also, all the data used were made available free of charge from the internet.

The final product created (Video with background music) is of particular interest for its application in various sectors, due to its originality as an idea and its easier and more pleasant projection.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία διεκπεραιώθηκε στα πλαίσια της κατεύθυνσης “Φυσικής και περιβαλλοντικής γεωγραφίας” του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, υπό την επίβλεψη του Επικουρου Καθηγητή κ. Αντώνιου Μουρατίδη.

Η μετατροπή των συντεταγμένων στο γεωδαιτικό σύστημα WGS-84 πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό COORDS_GR ενώ η γεωαναφορά του τοπογραφικού χάρτη υλοποιήθηκε στο λογισμικό περιβάλλον ArcMap (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών) που χρησιμοποιείται για τη συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση πληροφοριών με γεωγραφική διάσταση. Η δημιουργία των τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων εδάφους πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό περιβάλλον QGIS (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών). Η λήψη των δορυφορικών εικόνων ολοκληρώθηκε από την ιστοσελίδα <https://earthexplorer.usgs.gov/> ενώ η επεξεργασία τους πραγματοποιήθηκε μέσω των προγραμμάτων LeoWorks και SNAP. Τέλος, η υλοποίηση του βίντεο έγινε μέσω του προγράμματος Adobe Creative Cloud.

1.2 Αντικείμενο και στόχοι της παρούσας εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι η χρήση δορυφορικών εικόνων σε συνεχεία για μια ευκολότερη προσπάθεια μελέτης και παρατήρησης της εξέλιξης της βλάστησης και της υγρασίας της λεκάνης του Στρυμόνα κατά τη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους. Μεγάλη βαρύτητα δόθηκε στην προσθήκη μουσικής επένδυσης παράλληλα με την προβολή των εικόνων με στόχο την πιο ευχάριστη και ενδιαφέρουσα παρακολούθηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Νομός Σερρών

Ο νομός των Σερρών είναι ένας από τους επτά νομούς της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας και βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της. Η έκταση του νομού φτάνει στα 3.968 km² και η πρωτεύουσά του είναι η Σέρρες. Συνορεύει στα Βόρεια με την Βουλγαρία και με την Βόρεια Μακεδονία, στα Ανατολικά με την Δράμα, στα Νοτιοανατολικά με την Καβάλα, στα δυτικά με το Κιλκίς και στα νοτιοδυτικά με την Θεσσαλονίκη. Επίσης στην νότια πλευρά του ο νομός των Σερρών βρέχεται από τον Στρυμονικό κόλπο (Ορφανίδου, 2008).

2.2 Ποταμός Στρυμόνας

Ο ποταμός Στρυμόνας λαμβάνει χώρα στην Βαλκανική χερσόνησο. Έχει μήκος 360 km εκ των οποίων τα 242 km βρίσκονται στην Βουλγαρία και τα 118 km στον Ελλαδικό χώρο. Το πλάτος του φτάνει τα 250 m και το βάθος του τα 3 m. Ο ποταμός πηγάζει από το όρος Βίταζα, νοτιοδυτικά από τα Σόφια σε υψόμετρο των 2.200 m και ρέει προς το Νότο. Αρχικά είναι πολύ ορμητικός καθώς περνάει από απότομες χαράδρες ενώ στη συνέχεια σχηματίζεται μία εύφορη κοιλάδα ανάμεσα στα όρη Ρίλα και Ρούγεν. Συνεχίζοντας προς την ίδια κατεύθυνση, διανοίγει μία δίοδο ανάμεσα στο όρη Μόλες και Πίριν ενώ λίγο πριν την είσοδό του στην Ελλάδα συναντά τον σημαντικότερο παραπόταμό του, Αγγίτη, που πηγάζει από το όρος Πλακοβίτσα και βρίσκεται νοτιοδυτικά της Γιουγκοσλαβίας. Στα ελληνικά εδάφη ρέει σχεδόν αποκλειστικά στην περιοχή του νομού Σερρών καθώς μαζί με τον σημαντικότερο ελληνικό παραπόταμό του ανήκουν στο υδάτινο διαμέρισμα της Ανατολικής Μακεδονίας. Η είσοδός του στην Ελλάδα γίνεται δυτικά από τον χωριό του Προμαχώνα, διά μέσου των στενών του Ρούπελ (Σπυρίδης *et al.*, 2013; Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2016).

2.3 Λεκάνη απορροής

Η συνολική έκταση της λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα ανέρχεται στα 17.150 km². Το κύριο τμήμα της λεκάνης αναπτύσσεται εκτός των ελληνικών συνόρων, στις περιοχές της Βόρειας Μακεδονίας και της Βουλγαρίας (10.364 km²) ενώ το δευτερεύον τμήμα της λεκάνης βρίσκεται στην Ελλάδα (6.759 km²). Βέβαια ο ποταμός διαρρέει μόνο την Βουλγαρία και την Ελλάδα (Σπυρίδης *et al.*, 2013).

Η λεκάνη χαρακτηρίζεται και ως τεκτονικό βύθισμα , δηλαδή μία ταφρολεκάνη, η οποία οριοθετείται από τους περιφερειακούς ορεινούς όγκους της οροσειράς της Δ. Ροδόπης στα ανατολικά και της Σερβομακεδονικής μάζας στα δυτικά. Αποτελείται από δύο βασικά συστήματα πετρωμάτων (Σπυρίδης *et al.*, 2013):

- α) Τα πετρώματα του υποβάθρου που συνίστανται από μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδοπικής ζώνης στα ανατολικά και της Σερβομακεδονικής στα δυτικά
- β) Τις μεταλπικές ιζηματογενείς αποθέσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

3.1 Δεδομένα τοπογραφικού χάρτη

Για τη δημιουργία και την επεξεργασία του χάρτη σε περιβάλλον GIS της λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα, χρησιμοποιήθηκαν το φύλλο του τοπογραφικού χάρτη του Ροδολίβους το οποίο διατέθηκε από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. Επίσης, για την τρισδιάστατη αναπαράσταση της μεταβλητότητας του αναγλύφου χρησιμοποιήθηκε ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους ή αναγλύφου (DEM). Το DEM, σε μορφή raster, ανακτήθηκε δωρεάν από τον ιστότοπο <https://cgiarcsi.community/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1/>.

3.2 Δεδομένα δορυφορικών εικόνων

Για τη δημιουργία και την κατασκευή του video animation χρησιμοποιήθηκαν 17 εικόνες Landsat-8 εν συνεχεία, για το χρονικό διάστημα από 14/01/2015 έως 05/03/2016. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε το συγκεκριμένο διάστημα, λόγω πλημμύρας που είχε λάβει χώρα στην περιοχή της λεκάνης εκείνο το διάστημα και συγκεκριμένα τον Απρίλιο του 2015, με στόχο την ανίχνευση των διαχρονικών μεταβολών που υπήρξαν στην λεκάνη. Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του video διατίθενται στην ιστοσελίδα <https://earthexplorer.usgs.gov/> δωρεάν. Επίσης, οι φασματικές ζώνες που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των ψευδοχρωματικών εικόνων είναι οι ζώνες του ορατού φωτός, η ζώνη του εγγύς υπέρυθρου και οι ζώνες του μικροκυματικού υπέρυθρου (Παρχαρίδης, 2015; USGS, 2017).

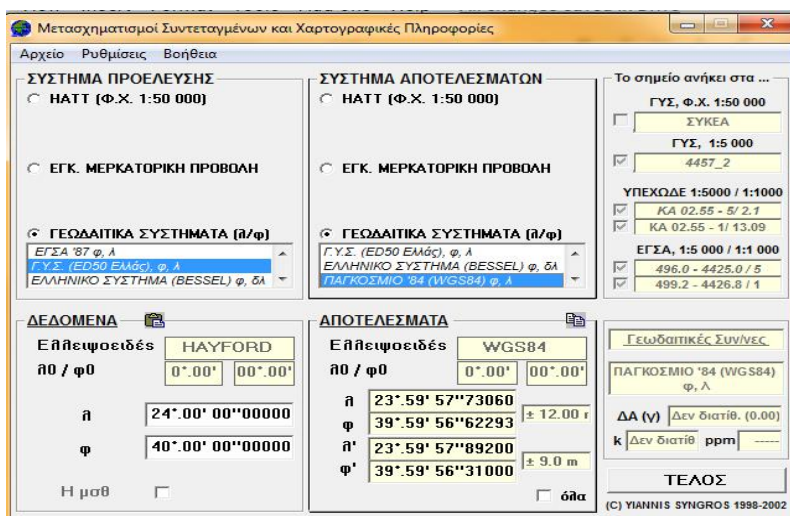
Ο δορυφόρος Landsat-8 τέθηκε σε τροχιά λειτουργίας στις 11 Φεβρουαρίου 2013 από την αεροπορική βάση 'Vandenberg', στην Καλιφόρνια Η.Π.Α. Λειτουργεί μέχρι και σήμερα σε τροχιά ύψους 705μ. με κύκλο επανόδου 16 ημέρες, αλλά με επανάληψη κάλυψης σε 8 ημέρες. Μεταφέρει τους αισθητήρες OLI (Operational Land Imager) και TIRS (Thermal Infrared Sensor). Ο δέκτης OLI συλλέγει δεδομένα από εννέα φασματικά κανάλια, συμπεριλαμβανομένου και του παγχρωματικού, με διακριτική ικανότητα στα φασματικά κανάλια 30μ. και στο παγχρωματικό κανάλι 15μ. Ο αισθητήρας TIRS διαθέτει δύο θερμικά κανάλια με χωρική ανάλυση 100μ. και ένα που χρησιμοποιείται για βαθμονόμηση με πιο χαμηλή διακριτική ικανότητα (Εικόνα 3.1) (Λαζαρίδου, 2015).

	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

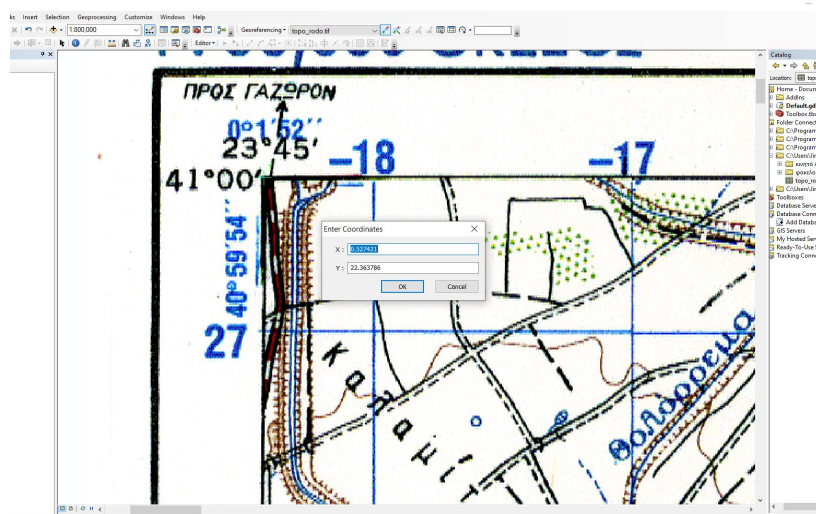
Εικόνα 3. 1: Οι φασματικές ζώνες του Landsat-8 (<https://www.usgs.gov/media/images/landsat-8-band-designations>)

4.1 Γεωαναφορά και επεξεργασία τοπογραφικού χάρτη

Το πρώτο βήμα που πρέπει να γίνει για την επεξεργασία ενός χάρτη υπό τη μορφή .tif είναι η γεωαναφορά του σε συγκεκριμένο γεωδαιτικό σύστημα συντεταγμένων. Για να γίνει όμως η γεωαναφορά χρειάζεται να μετατραπούν οι συντεταγμένες στο κατάλληλο γεωδαιτικό σύστημα, το οποίο υλοποιείται με το λογισμικό COORDS_GR (Εικόνα 4.1). Στη συνέχεια, και μέσω της εφαρμογής ArcMap, γίνεται η γεωαναφορά του τοπογραφικού χάρτη τροποποιώντας τις συντεταγμένες που εμφανίζονται στο χάρτη με αυτές που υπολογίστηκαν από το COORDS_GR (Εικόνα 4.2) (Οικονομίδης κ.α., 2011).



Εικόνα 4.1: Λογισμικό COORDS.GR για την γεωαναφορά του χάρτη

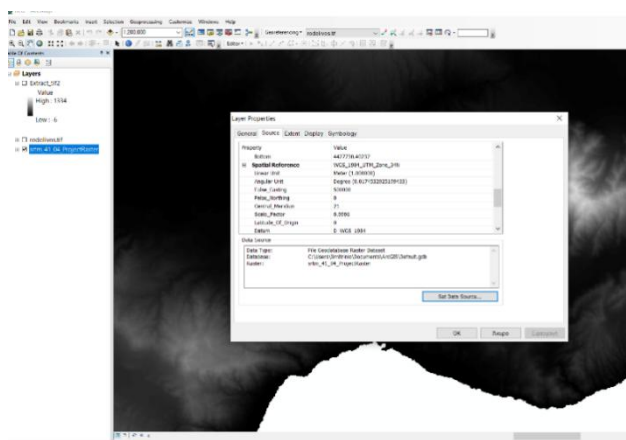


Εικόνα 4.2: Γεωαναφορά τοπογραφικού χάρτη

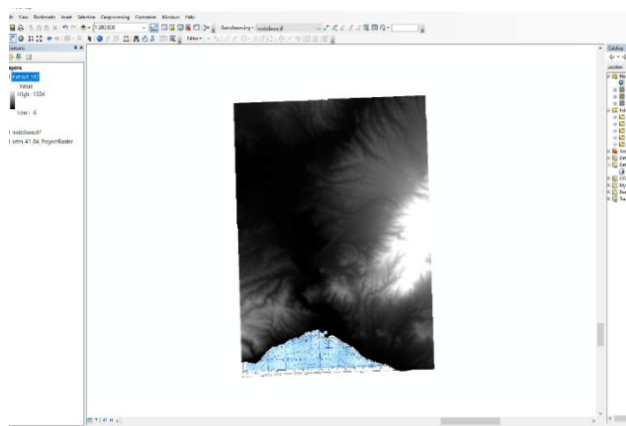
4.2 Λήψη και επεξεργασία ψηφιακού μοντέλου εδάφους

Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση της μεταβλητότητας του ανάγλυφου στο χώρο και χρησιμοποιείται συνήθως όταν χρειάζεται έμφαση στον ανάγλυφο μιας περιοχής. Μπορεί να αναπαρασταθεί είτε με 'μαθηματικές επιφάνειες' είτε με σημειακές ή γραμμικές εικόνες και αναπαριστάνει ισοϋψείς καμπύλες, προφίλ και συγκεκριμένες μορφομετρικές παραμέτρους. Τα DEM χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (και όχι μόνο) διότι παρέχουν πλήθος διαφορετικών δεδομένων όπως είναι: δείκτες υγρασίας και μεταφορικής ικανότητας των ρεμάτων, υδρογραφικά δίκτυα, γραμμές ράχων, προσανατολισμός κλιτύων, χάρτες σκιασμένου ανάγλυφου κ.α.

Όπως προαναφέρθηκε προηγουμένως, τα DEM διατίθενται δωρεάν στο διαδίκτυο από την ιστοσελίδα <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/> . Μόλις ολοκληρωθεί η λήψη του κατάλληλου DEM αρχίζει η επεξεργασία του στο Arcmap. Αρχικά, γίνεται η γεωαναφορά του DEM στο ίδιο σύστημα συντεταγμένων με την περιοχή της μελέτης (εικόνα 4.3). Μόλις ολοκληρωθεί η γεωαναφορά του γίνεται το 'κόψιμο' στα όρια της περιοχής της μελέτης (εικόνα 4.4). Τέλος, γίνεται η επαλήθευση της περικοπής έχοντας επιλεγμένα το 'κομμένο dem' και την περιοχή.



Εικόνα 4.3: Γεωαναφορά του dem

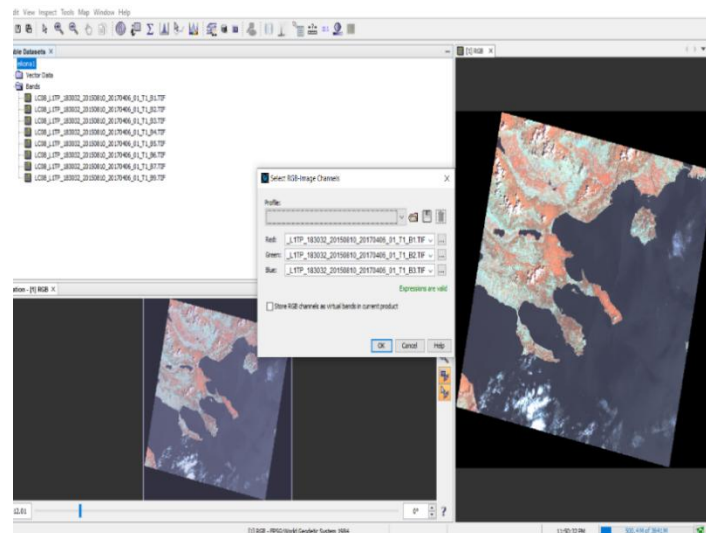


Εικόνα 4.4: Περικοπή του dem στα όρια της περιοχής

4.3 Αναζήτηση και επεξεργασία δορυφορικών εικόνων

Οι ημερομηνίες των εικόνων που επιλέχθηκαν για επεξεργασία αφορούν το διάστημα από τις αρχές του έτους 2015 έως και τις αρχές του έτους 2016. Το διάστημα προσδιορίστηκε, όπως προαναφέρθηκε, λόγω πλημμύρας κατά τον Απρίλιο του 2015 στην συγκεκριμένη περιοχή. Η χρονική περίοδος που μεσολαβεί από την μία εικόνα στην άλλη είναι περίπου ένας μήνας. Το διάστημα αυτό ανά εικόνα είναι το βέλτιστο, διότι όσο μικρότερη συχνότητα διαδοχής των εικόνων, τόσο καλύτερη η σαφήνεια και η ερμηνεία της μεταβολής συνθηκών που προβάλλουν. Αξίζει να αναφερθεί πως για την επιλογή των εικόνων βασική προϋπόθεση ήταν η απουσία νεφοκάλυψης (Παρχαρίδης, 2015; Περάκης, Φαρσάλης and Μωυσιάδης, 2015).

Οι δορυφορικές εικόνες προέρχονται από τον δορυφόρο Landsat-8. Ο δορυφόρος αυτός περιέχει 11 φασματικές περιοχές-ζώνες (bands) με διαφορετικά μέτρα κύματος και διαφορετική ανάλυση σε κάθε περιοχή. Η δημιουργία μιας ψευδοχρωματικής εικόνας γίνεται μέσω της εφαρμογής Leoworks εκτελώντας συγκεκριμένη διαδικασία (View -> new RGB view) (εικόνα 4.5).



Εικόνα 4.5 Δημιουργία ψευδοχρωματικής εικόνας

Οι ψευδοχρωματικές εικόνες που δημιουργήθηκαν για τον σκοπό της παρούσας εργασίας είναι τρεις (Αθανασοπούλου, 2016):

α) Μία σύνθετη εικόνα που τα χρώματα που θα εμφανίζονται στην εικόνα αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται τοποθετώντας στο κόκκινο χρώμα τη φασματική ζώνη 4 (κόκκινη ζώνη), στο πράσινο χρώμα τη φασματική ζώνη 3 (πράσινη ζώνη) και στο μπλε χρώμα τη φασματική ζώνη 2 (μπλε ζώνη) (τύπος εικόνας RGB432).

β) Μία σύνθετη εικόνα που τα χρώματα που θα εμφανίζονται στην εικόνα θα διευκολύνουν την διαφορά αλλαγής κυρίως στη ξηρασία-υγρασία αλλά και στην βλάστηση. Για την δημιουργία της συγκεκριμένης εικόνας τοποθετείται στο κόκκινο χρώμα τη φασματική ζώνη 5 (εγγύς υπέρυθρο), στο πράσινο χρώμα τη φασματική ζώνη 6 (μικρού μήκους υπέρυθρο) και στο μπλε χρώμα τη φασματική ζώνη 7 (μικρού μήκους υπέρυθρο) (τύπος εικόνας RGB567).

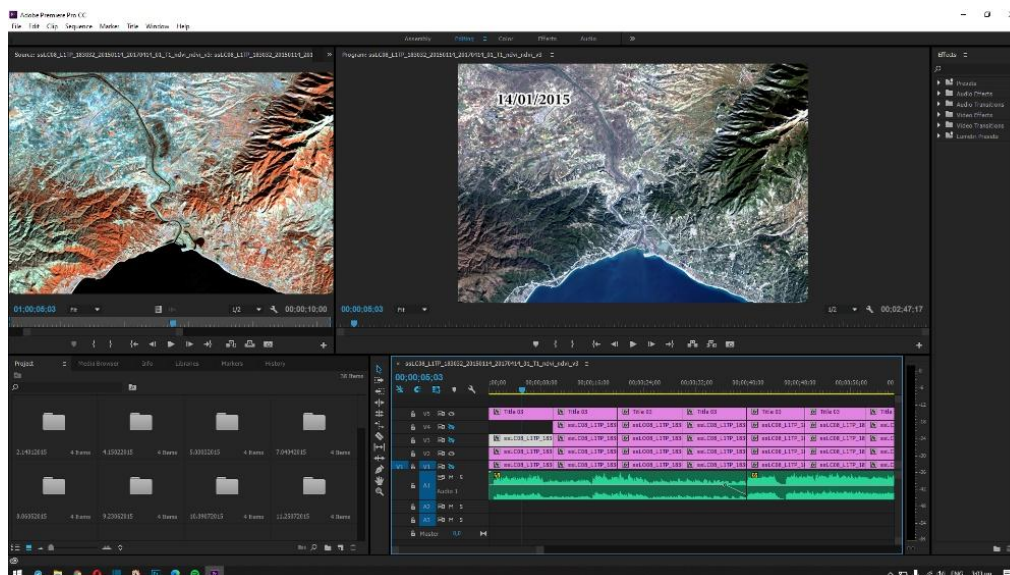
γ) Μία σύνθετη εικόνα που η δημιουργία της έχει διαφορετική διαδικασία σε αντίθεση με τις προηγούμενες δύο και γίνεται μέσω της εφαρμογής Snap (Optical->Thematic Land Processing->Vegetation->NDVI). Πρόκειται για τον κανονικοποιημένο δείκτη βλάστησης διαφοράς (NDVI) όπου χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό της βλάστησης από τη φωτεινότητα του εδάφους. Για τη δημιουργία του NDVI τοποθετείται στο κόκκινο χρώμα τη φασματική ζώνη 4 (κόκκινη ζώνη) και στο NIR τη φασματική ζώνη 5 (εγγύς υπέρυθρο) (τύπος εικόνας NDVI).

Τέλος, το αρχείο που θα πρέπει να είναι αποθηκευμένες οι ψευδοχρωματικές εικόνες θα πρέπει να είναι σε μορφή Geotiff, όπου αυτό πραγματοποιείται κάνοντας export σε κάθε εικόνα (Αθανασοπούλου, 2016).

4.4 Δημιουργία και επεξεργασία του Video

Οι εικόνες από τον δορυφόρο Landsat-8 επιλέχθηκαν με τέτοιον τρόπο, ώστε α) να είναι σχετικά καθαρές ως προς την νεφοκάλυψη και β) να υπάρχει μία εικόνα από κάθε μήνα στο χρονικό διάστημα 14/01/2015 έως 05/03/2016 με αποτέλεσμα τη δημιουργία των τεσσάρων εποχών. Η επεξεργασία του video, αρχικά, πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα adobe creative cloud (εικόνα 4.6) και οι εικόνες κατανεμήθηκαν με τέτοιον τρόπο ώστε να είναι σε διαδοχικές ημερομηνίες με ίση περίπου χρονική διάρκεια προβολής για κάθε εικόνα. Επομένως, είναι ταξινομημένες με τέτοιον τρόπο, έτσι ώστε πίσω από κάθε σύνολο 3-4 εικόνων να υπάρχει μουσική επένδυση της αντίστοιχης εποχής από το έργο του Vivaldi 'The four seasons : Winter, Spring, Summer, Autumn'.

Τέλος, δημιουργήθηκαν έξι video από τα τρία είδη ψευδοχρωματικών εικόνων. Τα τρία από τα έξι video περιέχουν εννέα εικόνες, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.3. Τα υπόλοιπα περιέχουν τέσσερις εικόνες, μία από κάθε εποχή.



Εικόνα 4.6: Δημιουργία video με μουσική υπόκρουση στο adobe creative cloud

4.5 Δημιουργία και επεξεργασία του τρισδιάστατου μοντέλου

Τέσσερις από τις ψευδοχρωματικές εικόνες τύπου RGB432 (μία για κάθε εποχή) χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους για την καλύτερη παρατήρηση και κατανόηση της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα από την παράγραφο 4.3 μεταφέρθηκαν στο λογισμικό QGIS και γεωαναφέρθηκαν στο ίδιο σύστημα συντεταγμένων με τα δεδομένα από τις παραγράφους 4.2. Στη συνέχεια, το DEM κόπηκε στις διαστάσεις των ψευδοχρωματικών εικόνων με αποτέλεσμα να είναι πλέον έτοιμη η δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου και αναγλύφου των εικόνων. Έπειτα, και αφού ολοκληρώθηκε η ίδια διαδικασία για τις 4 εικόνες, κατασκευάστηκε ένα ακόμα video παρόμοιο με το video από την παράγραφο 4.4 που αναπαριστά τις 4 εικόνες (σε ίδια κλίμακα και από την ίδια οπτική γωνία) διαδοχικά με αρχική την εικόνα που τραβήχτηκε στις 14/01/2015



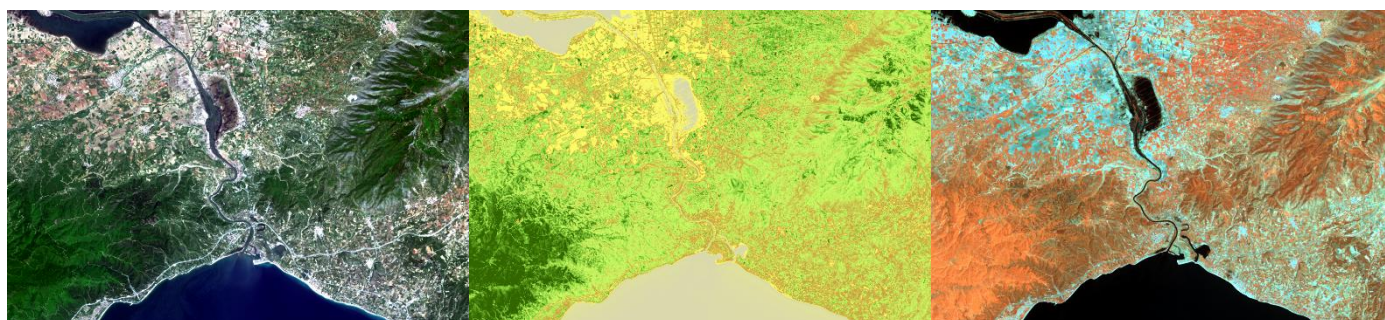
Εικόνα 4.7: Παράδειγμα τρισδιάστατο μοντέλο της ψευδοχρωματικής εικόνας στις 06/05/2015 τύπου RGB432

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

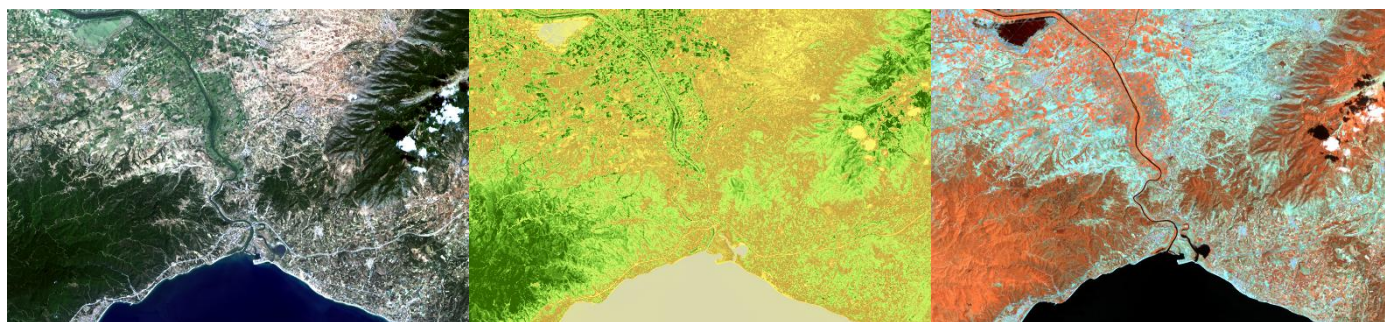
Ενδεικτικά αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω υπό τη μορφή στιγμιότυπων από ένα συγκεκριμένο μήνα κάθε εποχής για κάθε τύπο ψευδοχρωματικής εικόνας. Συγκεκριμένα, η εξέλιξη του φαινομένου της πλημμύρας είναι εμφανέστερη στις εικόνες τύπου RGB567, όπου διευκολύνεται η παρατήρηση της αλλαγής στη ξηρασία-υγρασία.



Εικόνα 5.1: Ψευδοχρωματικές εικόνες στις 14/01/2015 (αριστερά RGB432, μέση NDVI, δεξιά RGB567)



Εικόνα 5.2: Ψευδοχρωματικές εικόνες στις 06/05/2015 (αριστερά RGB432, μέση NDVI, δεξιά RGB567)



Εικόνα 5.3: Ψευδοχρωματικές εικόνες στις 10/08/2015 (αριστερά RGB432, μέση NDVI, δεξιά RGB567)



Εικόνα 5.4: Ψευδοχρωματικές εικόνες στις 14/11/2015 (αριστερά RGB432, μέση NDVI, δεξιά RGB567)

Η παρούσα εργασία συνοδεύεται από έξι συνημμένα αρχεία βίντεο στα οποία επίσης παρατηρείται η πορεία του φαινομένου της πλημμύρας με ακόμα πιο αισθητό και απτό τρόπο, ιδιαίτερα από το βίντεο των ψευδοχρωματικών εικόνων τύπου RGB567.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η δημιουργία ψευδοχρωματικών εικόνων είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι μπορεί να γίνει ευκολότερα αντιληπτό και κατανοητό το περιεχόμενο κατά το οποίο έχει επεξεργαστεί. Βέβαια, η μελέτη των οπτικών εικόνων δυσχεραίνει την ανθρώπινη αντίληψη να κατανοήσει ένα φαινόμενο μέσα στην εξέλιξη του χρόνου. Επομένως, η παρακολούθηση των εικόνων αυτών γίνεται ευκολότερη όταν προβάλλονται εν συνεχεία με ένα σύντομο βίντεο.

Η προβολή των εν λόγω βίντεο, μπορεί να γίνει περισσότερο ενδιαφέρουσα προσθέτοντας μουσική υπόκρουση. Με τη μουσική αυτή επένδυση, πρόσωπα με λιγότερο ενδιαφέρον πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο, μπορούν πιο ευχάριστα να παρακολουθήσουν το αποτέλεσμα της εργασίας αυτής. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως η διαχρονική παρακολούθηση δορυφορικών εικόνων με αυτόν τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για εκπαιδευτικούς σκοπούς (είτε στη δευτεροβάθμια είτε στην τριτοβάθμια εκπαίδευση), όσο και για την ευαισθητοποίηση κοινού κεντρίζοντας έτσι το ενδιαφέρον.



USGS (2017) *Landsat* 8. Available at: https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con (Accessed: 14 October 2020).

Αθανασοπούλου, Ε. (2016) *Ανίχνευση μεταβολών από διαχρονικά οπτικά δεδομένα Landsat-8 και απεικονίσεις SAR Sentinel-1A, στην περιοχή του μεταλλείου των Σκουριών*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/81560658.pdf> (Accessed: 14 October 2020).

Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Π. Α. Μ. (2016) *Καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης & Προτάσεις για την βελτίωση της διαχείρισης της Λεκάνης απορροής του Στρυμόνα*. Available at: http://www.geotee-anmak.gr/img/ekdiloseis/PORISMA_STRYMONAS_KERKINH.pdf (Accessed: 14 October 2020).

Λαζαρίδου, Μ. (2015) *Το δορυφορικό πρόγραμμα Landsat*. Θεσσαλονίκη. Available at: https://www.topo.auth.gr/main/images/pdf/TOMOS_MYRIDIS/63_Lazaridou.pdf (Accessed: 14 October 2020).

Οικονομίδης, Δ., Μουρατίδης, Α. and Αστάρης, Θ. (2011) *Ψηφιακή χαρτογραφία και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών*. Θεσσαλονίκη: ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΔΙΣΙΓΜΑ. Available at: <http://ikee.lib.auth.gr/record/256098> (Accessed: 14 October 2020).

Ορφανίδου, Ε. (2008) *Διαχείριση Υδρολογικής Λεκάνης Στρυμόνα*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Available at: <http://ikee.lib.auth.gr/record/114343/files/ΟΡΦΑΝΙΔΟΥ.pdf> (Accessed: 14 October 2020).

Παρχαρίδης, Ι. (2015) *Όργανα καταγραφής και δορυφόροι παρατήρησης της Γης*. Available at: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/3964> (Accessed: 14 October 2020).

Περάκης, Κ., Φαρσάλης, Ι. and Μωυσιάδης, Α. (2015) *Η Τηλεπισκόπηση Σε 13 Ενότητες*. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. Available at: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/1840> (Accessed: 14 October 2020).

Σπυρίδης, Α. *et al.* (2013) *Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπόγειων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών Μακεδονίας-Θράκης και Θεσσαλίας* ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΤΡΥΜΟΝΑ. Available at: http://www.minagric.gr/ardeftika/files/results/geol/7.RESULTS_STRYMONA.pdf (Accessed: 14 October 2020).