

D3.1.2 - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ (The description and significance of the water assets in the cross-border area)

WP3

Απρίλιος 2019

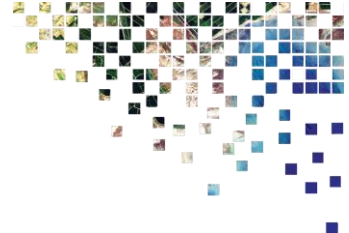


Abstract

The project with the acronym “CB Water Geopark” is implemented within the framework set by INTERREG “Greece-Bulgaria 2014-2020” Cooperation Programme and is co-funded both by the European Regional Development Fund as well as by national funds of the countries participating in the Programme.

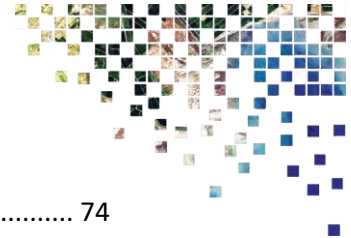
The idea of the project was born by the common inter-region development beliefs of the two partners, namely the municipalities of Hadjidimovo and Drama. The two sides ascertained that the regions around the two municipalities have common geographical and geophysical features, as well as similar social-economic characteristics. The cross-border area is rich in natural and cultural heritage, especially when it comes to the water assets of Nestos river, with significant potential in the area of economic and touristic development.

The purpose of this deliverable is to describe the Nestos River Basin and the importance of water resources in the cross - border region of Greece - Bulgaria. The deliverable includes various features concerning the Nestos River Basin such as the legal regime governing the transboundary watershed, the legislation on transboundary waters and final conclusions are presented.

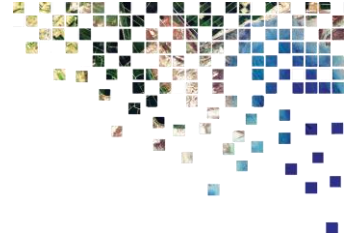


ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	1
1.2	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ.....	1
2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΑΠ ΝΕΣΤΟΥ.....	2
2.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	2
2.2	ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	2
2.3	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	3
2.4	ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	3
2.4.1	ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΛΑΠ	3
2.4.2	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	5
2.4.3	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	6
2.5	ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	8
2.5.1	ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	8
2.6	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	26
2.6.1	ΤΟ ΒΥΘΙΣΜΑ ΠΑΡΑΝΕΣΤΙΟΥ-ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΗΣ	26
2.6.2	ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ	27
2.6.3	ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ.....	28
2.6.4	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	30
2.6.5	ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ.....	35
2.7	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ.....	50
2.7.1	ΠΗΓΕΣ.....	50
2.7.2	ΘΕΡΜΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	53
2.7.3	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΝΕΣΤΟΥ.....	54
2.7.4	ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΔΕΛΤΑ.....	55
2.7.5	ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	56
2.8	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	65
2.8.1	ΧΛΩΡΙΔΑ.....	65
2.8.2	ΠΑΝΙΔΑ	66
2.9	ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	71
2.9.1	ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	71
2.9.2	ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	73
2.9.3	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΑ.....	74



2.9.4	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ	74
2.9.5	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗ ΛΑΠ	75
2.10	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	97
2.11	ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	98
2.12	ΤΟΜΕΙΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ.....	99
2.12.1	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	99
2.12.2	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	100
2.12.3	ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	100
3	ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	101
3.1	ΘΕΣΜΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ	101
3.2	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	102
4	ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΑ ΥΔΑΤΑ.....	103
4.1	ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΕΣ ΣΥΜΦΩΝΙΕΣ ΕΛΛΑΔΑ - ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	103
4.2	ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ	105
4.3	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕΚ.....	108
5	ΕΚΠΟΝΗΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	109
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116



1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Αντικείμενο του έργου είναι η ανάθεση σύμβασης γενικών υπηρεσιών με τίτλο «Παροχής Υπηρεσιών για τη δημιουργία των παραδοτέων D3.1.2, D3.1.3 και D3.1.4 του ΠΕ3 στα πλαίσια του έργου "CB Water Geopark – Creation of a cross-border Water Assets Geopark in Nestos area"» και συγκεκριμένα η παροχή υπηρεσιών στα παραδοτέα:

- **D3.1.2: Περιγραφή και σημασία των υδάτινων πόρων στη διασυνοριακή περιοχή (The description and significance of the water assets in the cross border area),**
- D3.1.3: Αξιολόγηση της προσβασιμότητας και της διασύνδεσης των πιθανών γεωτόπων στην ελληνική περιοχή (Assessment of the potential geotopes' accessibility and connectivity in the Greek area),
- D3.1.4: Χαρτογράφηση και περιγραφή των Γεωτόπων – Ελληνική περιοχή (Mapping and description of the Geotopes - Greek area),

το οποίο υλοποιείται από το **Δήμο Δράμας** (ως Επικεφαλής Εταίρος) σε συνεργασία με το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης – Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, το Δήμο Hadjidimono της Βουλγαρίας και το Center for Sustainable Development of the Mountain της Βουλγαρίας και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και από εθνικούς πόρους και στο πλαίσιο του διασυνοριακού προγράμματος Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα - Βουλγαρία 2014-2020».

Το παρόν παραδοτέο αφορά τη δράση D3.1.2: Περιγραφή και σημασία των υδάτινων πόρων στη διασυνοριακή περιοχή (The description and significance of the water assets in the cross-border area).

Ο ποταμός Mesta/Νέστος πηγάζει από το όρος Ρίλα της νότιας Βουλγαρίας, διασχίζοντας περίπου 126km βουλγαρικού και 130km ελληνικού εδάφους και εκβάλλει στο Θρακικό Πέλαγος. Η συνολική έκταση που περιλαμβάνει η λεκάνη απορροής του ανέρχεται στα 6.218 km², εκ των οποίων τα 2.860 km² ανήκουν στην Ελλάδα.

Το Δέλτα του Νέστου, το οποίο έχει έκταση 550.000στρ. και αποτελεί μέρος του Εθνικού Πάρκου Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, ανακηρύχθηκε το 1974 προστατευόμενη περιοχή, σύμφωνα με τη συνθήκη Ramsar, ως υδροβιότοπος παγκόσμιου ενδιαφέροντος.

Οι διαπραγματεύσεις μεταξύ των δύο χωρών για τη διαχείριση του Νέστου ξεκίνησαν το 1964 και ολοκληρώθηκαν με τη Συμφωνία του 1995 που αποτέλεσε την καταληκτική συμφωνία.

Με βάση όλα τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πόσο μεγάλη σημασία έχουν οι υδάτινοι πόροι για τις διασυνοριακές περιοχές και εν προκειμένω για τη διασυνοριακή λεκάνη του ποταμού Νέστου.

1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ

Σκοπός του εν λόγω παραδοτέου είναι να γίνει η περιγραφή της Λεκάνης Απορροής του Ποταμού (ΛΑΠ) Νέστου και της σημασίας των υδάτινων πόρων στη διασυνοριακή περιοχή Ελλάδας – Βουλγαρίας. Το παραδοτέο θα περιλαμβάνει διάφορα χαρακτηριστικά που αφορούν τη ΛΑΠ του Νέστου, το νομικό καθεστώς



που διέπει τη διασυνοριακή λεκάνη απορροής, τη νομοθεσία για τα διασυνοριακά ύδατα και τέλος θα παρουσιαστούν συνολικά κάποια συμπεράσματα.

2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΑΠ ΝΕΣΤΟΥ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο ποταμός Νέστος, ή Mesta όπως είναι η ονομασία του στα Βουλγαρικά, είναι ένα από τα εβδομήντα ένα (71) διακρατικά ποτάμια της Ευρώπης και η λεκάνη απορροής του μοιράζεται μεταξύ Ελλάδας-Βουλγαρίας. Ο Νέστος πηγάζει από τα όρη Rila και Pirin που βρίσκονται στο βορειοδυτικό και στο δυτικό τμήμα της Βουλγαρίας αντίστοιχα. Η συμβολή των παραπόταμων Bjala Mesta και Cherna Mesta κοντά στην πόλη Yakorouda σηματοδοτεί το σημείο έναρξης του Νέστου. Τα δύο αυτά όρη, καθώς και η οροσειρά της Ροδόπης στα ανατολικά σηματοδοτούν τα όρια της κοιλάδας του Νέστου. Η συνολική λεκάνη απορροής εκτιμάται σε 6.218 km², από τα οποία το 46% ανήκει στην ελληνική επικράτεια. Το συνολικό μήκος του ποταμού ανέρχεται σε 234 km, ενώ τα 130 km διαρρέουν το ελληνικό έδαφος. Η διεύθυνση της λεκάνης είναι βορειοδυτική – νοτιοανατολική. Το έδαφος από το οποίο διέρχεται ο ποταμός Νέστος στη Βουλγαρία είναι ορεινό με μέσο υψόμετρο 1.320 m, ωστόσο και στο ελληνικό τμήμα η ροή του Νέστου γίνεται κυρίως μέσα σε ορεινό έδαφος με εξαίρεση την περιοχή του Δέλτα, το οποίο καταλαμβάνει έκταση ίση με 440 km² περίπου. Το υψόμετρο κατά την είσοδο του Νέστου στην Ελλάδα είναι 400 m περίπου, ενώ η κλίση του ποταμού στο ελληνικό έδαφος είναι μικρή και ανέρχεται στα 1,2%. Το υψόμετρο στην περιοχή του Δέλτα (0-28 km ανάντι του στομίου) κυμαίνεται μεταξύ 0 και 200 m. Ο Νέστος εκβάλλει στο Θρακικό Πέλαγος απέναντι από τη Νήσο Θάσο και αποτελεί την κυριότερη πηγή γλυκού νερού στο δυτικό Θρακικό Πέλαγος (Καμίδης, 2011).

2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Κατά την αρχαιότητα, η κοιλάδα του Νέστου κατοικήθηκε από πολλές φυλές των Θρακών. Παραδείγματα αυτών των φυλών ήταν οι Άβαντες, οι Βίστωνες, οι Δερσαίοι, οι Δίοι, οι Δόλογοι, οι Κορπίλοι, οι Σαππαίοι οι Οδόμαντες, οι Σάτρες, οι Τραυσοί, και άλλοι. Οι Άβαντες αποτελούσαν ένα πανάρχαιο πολεμικό θρακικό φύλο, οι οποίοι διέμεναν στα παράλια και την ενδοχώρα της Θράκης, μεταξύ των ποταμών Έβρου και Νέστου σε σκόρπιες ομάδες. Οι Βίστωνες ήταν συγγενής φυλή με τους Έλληνες και τους Ιλλυριούς και κατοικούσαν σε ολόκληρη τη σημερινή Ελληνική και Τουρκική Θράκη και τη Βουλγαρία.

Μετά τους Περσικούς πολέμους, ο βασιλιάς Τήρης ένωσε πολλά θρακικά φύλα και ίδρυσε το κράτος των Οδρυσών, το οποίο άκμασε κατά το 460 π.Χ. μέχρι το 310 π.Χ. Στα χρόνια που ακολούθησαν το βασίλειο αυτό καταλήφθηκε από το βασίλειο της Μακεδονίας Φίλιππο. Κατά την εποχή του Μεγάλου Αλεξάνδρου η Ελληνική και Τουρκική Θράκη και η νότια Βουλγαρία εξελληνίστηκαν πλήρως. Την ίδια εποχή το Δέλτα του Νέστου ήταν ένα απέραντο και αδιάβατο υδρόβιο δάσος, που μέσα του ζούσαν πολλά άγρια ζώα. Ειδικότερα, ο Αριστοτέλης αναφέρει ότι στην περιοχή υπήρχαν μέχρι και λιοντάρια.

Το 168 π.Χ., η περιοχή καταλήφθηκε από τους Ρωμαίους. Οι Ρωμαίοι ήταν αυτοί που αποκαλούσαν τον ποταμό ως «Mestus», ονομασία που επικράτησε τελικά ελαφρά τροποποιημένη στο Βουλγαρικό τμήμα του Ποταμού ως Μέστα. Η ρωμαϊκή αυτοκρατορία παρέμεινε για 300 περίπου χρόνια. Στο διάστημα αυτό διατηρείται και διαδίδεται η ελληνική γλώσσα και παιδεία, που θα θριαμβεύσει με τη δημιουργία της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας, (Συμεωνίδου, 2008).



Τον 140 μ.Χ. η σημερινή Ελληνική Θράκη θα κατακτηθεί από τον στρατό των Τούρκων, που είχαν ως αρχηγό τον στρατηγό Εβρενός Μπέη. Η Οθωμανική Αυτοκρατορία παρέμεινε μέχρι το 1923 μ.Χ. Ωστόσο, το 1345 μ.Χ. η κοιλάδα του Νέστου κατελήφθη για μικρό χρονικό διάστημα από το στρατό των Σέρβων. Η σερβική κυριαρχία διήρκησε τριάντα χρόνια.

Στη σύγχρονη εποχή, μετά την μικρασιατική καταστροφή, η περιοχή θα κατακλυστεί από Πόντιους πρόσφυγες, μετά τη Συμφωνία Ανταλλαγής πληθυσμών που προβλεπόταν στη συνθήκη της Λωζάννης. Πέρα από τους Πόντιους, στην περιοχή ήρθαν πρόσφυγες από την ενδοχώρα της Μικράς Ασίας, την Ανατολική Ρωμυλία, την Ανατολική Θράκη και τη Ρωσία, (Κοντογιαννίδης, 1997).

Η εγκατάσταση των προσφύγων σηματοδότησε μία πρωτοφανή ανοικοδόμηση με βάση την ηπειρωτική και μακεδονική αρχιτεκτονική, που ακόμα και σήμερα συναντάται στον παλιό οικισμό της Ξάνθης, (Συμεωνίδου, 2008).

2.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο ποταμός Νέστος αποτελεί το φυσικό όριο μεταξύ της Μακεδονίας και της Θράκης. Επίσης, αποτελεί ένα από τους διασυνοριακούς ποταμούς των Βαλκανίων, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ο Νέστος πηγάζει από τα βουνά της Βουλγαρίας Ρίλα και Ροδόπη. Στο ελληνικό τμήμα, συμβάλλει με το Δεσπάτη, ο οποίος αποτελεί κύριο παραπόταμό του, στο χωριό Ποταμοί. Ο Δεσπάτης πηγάζει κι αυτός από τη Βουλγαρία. Όπως προαναφέρθηκε, το συνολικό μήκος του Νέστου είναι 234 km εκ των οποίων τα 130 Km βρίσκονται εντός ελληνικού εδάφους. Η εκβολή του γίνεται στο Θρακικό Πέλαγος απέναντι από τη νήσο Θάσο. Επιπλέον, από τη συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του (6.218 km²) περίπου τα 2.860 km² ανήκουν στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, χωρικά η λεκάνη απορροής καλύπτει περιοχές της Δράμας, Καβάλας και Ξάνθης, δηλαδή τις περιοχές της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Επιπρόσθετα, ο Νέστος αποτελεί και φυσικό όριο μεταξύ των νομών Καβάλας και Ξάνθης.

Στη Λεκάνη Απορροής του Νέστου έχουν κατασκευαστεί δύο φράγματα, του Θησαυρού και της Πλατανόβρυσης, σχηματίζοντας δύο ομώνυμους τεχνητούς ταμιευτήρες που θα παρουσιαστούν εκτενέστερα σε παρακάτω κεφάλαιο.

Πολύ γνωστά και τοπία σπάνιας ομορφιάς είναι τα λεγόμενα «Στενά του Νέστου», τα οποία βρίσκονται πριν την έξοδο στη δελταϊκή πεδιάδα, μέσα σε μία στενή και βαθιά κοιλάδα, όπου σχηματίζονται εγκιβωτισμένοι μαϊάνδροι. Η συγκεκριμένη περιοχή, καθώς και το αισθητικό δάσος της προστατεύονται από Εθνικούς και Διεθνείς νόμους και συμβάσεις, λόγω της μεγάλης περιβαλλοντικής τους αξίας. (Οδηγία 79/409/ΕΟΚ, Σύμβαση Βαρκελώνης, Αισθητικό Δάσος, NATURA 2000).

Ακόμα, στη δελταϊκή πεδιάδα σχηματίζεται ένας σημαντικός υδροβιότοπος που προστατεύεται από τη συνθήκη RAMSAR και είναι ο υγρότοπος «Δέλτα Νέστου και γειτονικές λιμνοθάλασσες».

2.4 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.4.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΛΑΠ

Η Λεκάνη Απορροής Ποταμού Νέστου ανήκει στην ευρύτερη περιοχή του Νομού Καβάλας, ο οποίος κλιματολογικά κατατάσσεται στο μεσογειακό κλίμα. Αυτό έχει ως συνέπεια ο χειμώνας να είναι ήπιος και η καλοκαιρινή περίοδος θερμή και ξηρή. Η ένταξη της περιοχής ενδιαφέροντος στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, στο Βόρειο Ημισφαίριο, συναινεί στην ύπαρξη τόσο θερμών, όσο και ψυχρών αέριων μαζών με



παρουσία ανέμων κατά κύριο λόγο νότιο-ανατολικής διεύθυνσης. Το μεσογειακό κλίμα είναι πιο έντονο στις παραθαλάσσιες και τις πεδινές περιοχές του Νομού, λόγω της ύπαρξης ορεινών όγκων που εμποδίζουν την κάθοδο προς το Νότο των βόρειων ψυχρών αερίων μαζών. Από τον Ιούνιο έως και τον Σεπτέμβριο το κλίμα είναι ξηρό μεσογειακό, ενώ τους υπόλοιπους μήνες εύκρατο μεσογειακό.

Τα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος είναι το ξηρό και θερμό θέρος και τους ήπιους και βροχερούς χειμώνες, ενώ κάποιοι από αυτούς είναι αρκετά δριμείς (Μπαλαφούτης, 1983). Το θερινό ξηρό κλίμα οφείλεται στην μετατόπιση προς τα βόρεια της υποτροπικής αντικυκλωνικής ράχης, που καλύπτει τη Μεσόγειο καθ' ύψος. Οι παραλιακές περιοχές και τα νησιά έχουν δροσερότερο θέρος από την ενδοχώρα, εξαιτίας της θαλάσσιας αύρας αλλά και των βόρειων ανέμων που πνέουν στην περιοχή, πχ. Μιστράλ, Ετήσιες κ.λπ. Η άνοιξη θεωρείται κλιματικά ασταθής μεταβατική περίοδος με εναλλαγή διαδοχικών ημερών με χαρακτηριστικά χειμώνα και διαδοχικών ημερών με χαρακτηριστικά θέρους. Το φθινόπωρο διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα με απότομη και σταθερή διαδοχή του χειμώνα.

Τον χειμώνα, με τη μετατόπιση της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας προς νότο, η περιοχή ελέγχεται από το πολικό μέτωπο. Υπάρχει έντονη υφειακή δράση και κυριαρχούν οι Πολικές αέριες μάζες. Στη Μεσόγειο, η ατμοσφαιρική κυκλοφορία κατά τον χειμώνα αλλάζει μεταξύ της ζωνικής (συνήθως καλοκαιρία) και της μεσημβρινής, που συνήθως προκαλεί βροχοπτώσεις.

Η Άνοιξη είναι ασταθής και αποτελεί στην ουσία μία μεταβατική περιοχή, όπου εμφανίζεται σειρά ημερών με χειμερινά χαρακτηριστικά, για να ακολουθήσουν ημέρες με θερινά χαρακτηριστικά, κ.ο.κ. Το Φθινόπωρο έχει συνήθως μικρή χρονική διάρκεια με απότομη μετάβαση προς το Χειμώνα. Τα παράλια παρουσιάζουν μεγαλύτερες χειμερινές θερμοκρασίες και μικρότερες θερινές. Τα θερινά θερμοκρασιακά μέγιστα στην ενδοχώρα μπορεί να φτάσουν και τους 45° C, ενώ τα χειμερινά ελάχιστα να κατέλθουν μέχρι και τους -30 ° C, θυμίζοντας ηπειρωτικά κλίματα.

Οι βροχοπτώσεις στα Μεσογειακά κλίματα παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Γενικά το ετήσιο βροχομετρικό ύψος κυμαίνεται από 350 - 1000 mm. Υπάρχουν όμως περιοχές που δέχονται πολύ μικρότερα ποσά βροχής, αλλά και περιοχές που δέχονται πολύ μεγάλα ποσά. Η βροχόπτωση στη Μεσόγειο ελαττώνεται από τα βόρεια προς τα νότια, ενώ οι προσηνέμες πλευρές δέχονται πολύ μεγαλύτερα ποσά βροχής. Στην Ελλάδα, η οποία χαρακτηρίζεται για την κυριαρχία του Μεσογειακού τύπου κλίματος, η βροχή στις ορεινές περιοχές υπερβαίνει τα 2000 mm (αν και δεν υπάρχουν λεπτομερή στοιχεία), ενώ στις Κυκλάδες φθάνει μόνο τα 350 mm. Στα νοτιότερα, η ξηρή περίοδος διαρκεί πολύ περισσότερο, ενώ βορειότερα αυτή διακόπτεται από βροχές καταιγίδων, οι οποίες οφείλονται στην ατμοσφαιρική αστάθεια που επικρατεί. Οι χειμερινές βροχές σχετίζονται με τη δράση του πολικού μετώπου και τις κινήσεις των υφέσεων που κινούνται σε διάφορες τροχιές και δίνουν σημαντικά ή μικρότερα ποσά βροχής ανάλογα με την τροχιά της υφέσης.

Ωστόσο, προχωρώντας προς την ενδοχώρα, στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές το κλίμα παρουσιάζει χαρακτηριστικά υγρού ηπειρωτικού κλίματος με πιο δριμείς χειμώνες και θερμότερα καλοκαίρια.



Τα υγρά ηπειρωτικά κλίματα χαρακτηρίζονται από μεγάλα ετήσια θερμομετρικά εύρη και από διακριτό θερινό μέγιστο βροχοπτώσεων (Μπαλαφούτης, 1983). Επικρατούν στις κεντρικές περιοχές των μεγάλων ηπείρων του Β. Ημισφαιρίου μεταξύ των πλατών 35 και 60°C. Οι βροχές παρουσιάζουν θερινό μέγιστο, που οφείλεται σε βροχές αστάθειας, λόγω της υπερθέρμανσης των υγρών αερίων μαζών από το θερμό έδαφος και την ύπαρξη ψυχρού αέρα ψηλότερα. Ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος που παρατηρούνται, αυτά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία που καταλαμβάνει τις βορειότερες περιοχές έχει μεγάλα ΕΘΕ, ψυχρούς χειμώνες, δροσερά καλοκαίρια, μικρά σχετικά μέσα ετήσια βροχομετρικά ύψη και περίοδο ελεύθερη από παγετούς μικρότερη των 150 ημερών. Η δεύτερη κατηγορία, στην οποία ανήκει και η περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Νέστου, έχει θερμό θέρος και μεγαλύτερη περίοδο ανάπτυξης των φυτών.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 15,4°C με θερμότερο μήνα τον Ιούλιο (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 27,4°C) και ψυχρότερο τον Ιανουάριο (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1,3°C). Οι ημέρες βροχόπτωσης φτάνουν περίπου τις 90 ετησίως και η μέση ετήσια υγρασία το 71%. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης υπολογίζεται στα 700mm, ενώ διαφοροποιείται ανάλογα με το υψόμετρο και κυμαίνεται από 1400mm στις κορυφές του Παγγαίου και του Φαλακρού έως τα 400mm στην παράκτια ζώνη.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι κλιματικές συνθήκες της ΛΑΠ Νέστου με βάση τις καταγραφείσες τιμές της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια των τελευταίων πέντε (5) ετών. Τα δεδομένα που αξιοποιήθηκαν συλλέχθηκαν από πέντε μετεωρολογικούς σταθμούς τοποθετημένους στην ευρύτερη περιοχή των Νομών Δράμας και Καβάλας.

Συγκεκριμένα, ο πρώτος σταθμός βρίσκεται στη θέση Άγιος Αθανάσιος στο Δοξάτο της Δράμας με υψόμετρο 91m και παρέχει δεδομένα από τον Νοέμβριο του 2012. Ο δεύτερος μετεωρολογικός σταθμός που χρησιμοποιήθηκε είναι τοποθετημένος στον Μαυρόβατο Δράμας σε υψόμετρο 84m από τον Ιούνιο του 2009. Ταυτόχρονα, συλλέχθηκαν δεδομένα από την Καβάλα στην οροφή της Οικίας Ιωάννη Ζάχαρη που βρίσκεται σε υψόμετρο 90m από την αρχή του έτους 2017. Οι τελευταίοι δύο μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν βρίσκονται στο Γυμνάσιο Παρανεστίου Δράμας σε υψόμετρο 126m και στο Φωτολίβος Δράμας στην «Αγροεμπορική Γρηγοριάδης» σε υψόμετρο 58m και λειτουργούν από τον Ιούνιο του 2013 και τον Μάρτιο του 2014, αντίστοιχα.

2.4.2 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Η βροχή αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες μετεωρολογικές παραμέτρους, (Φλόκας, 1992). Η μελέτη της παρουσιάζει όχι μόνο θεωρητικό αλλά και πρακτικό ενδιαφέρον, το οποίο εστιάζεται στην ποσότητά αυτής που πέφτει σε μια επιφάνεια και εκφράζεται με το ύψος βροχής. Εάν τα ύψη βροχόπτωσης της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης συγκριθούν με αυτά της Βουλγαρίας και της Σερβίας φαίνεται η τεράστια επίδραση του ανάγλυφου. Κατά την απομάκρυνση από το Αιγαίο προς τους ορεινούς όγκους της Ροδόπης, τα ετήσια βροχομετρικά ύψη αυξάνονται.

Όσον αφορά τη βροχόπτωση, συγκεντρώθηκαν και αθροίστηκαν οι ημερήσιες τιμές της και μετέπειτα οι μηνιαίες, από δεδομένα πέντε μετεωρολογικών σταθμών. Στη συνέχεια, από τα αθροίσματα των μηνιαίων τιμών κάθε έτους των πέντε



σταθμών προέκυψε μια μέση τιμή του ύψους της βροχόπτωσης για την ευρύτερη περιοχή.

Πίνακας 2.1: Τιμές βροχόπτωσης για την πενταετία 2013-2017

Έτος	2013	2014	2015	2016	2017
Βροχόπτωση (mm)	536	837,8	719,15	499	573,52



Γράφημα 2.1: Τιμές βροχόπτωσης για την πενταετία 2013-2017

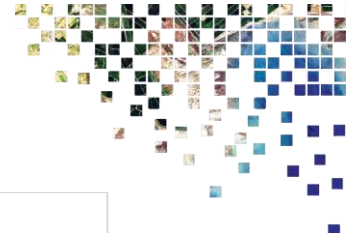
Οι μέσες μηνιαίες τιμές της βροχόπτωσης της τελευταίας πενταετίας κυμαίνονται από 400mm έως και 890mm. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μέσες ετήσιες τιμές να κυμανθούν από 499mm έως και 837,8mm, γεγονός που συνάδει με την τιμή του μέσου ετήσιου ύψους βροχόπτωσης των 700mm.

2.4.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία του αέρα αποτελεί το σημαντικότερο κλιματικό στοιχείο και τη βασικότερη παράμετρο σε όλες τις κλιματικές κατατάξεις.

Πίνακας 2.2: Μέσες ετήσιες τιμές θερμοκρασίας για την πενταετία 2013-2017

Έτος	2013	2014	2015	2016	2017
Θερμοκρασία (°C)	15,63	14,65	14,72	14,89	14,71



Γράφημα 2.2: Μέσες ετήσιες τιμές θερμοκρασίας για την πενταετία 2013-2017

Οι μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας της τελευταίας πενταετίας κυμαίνονται από $-0,4^{\circ}\text{C}$ έως $27,4^{\circ}\text{C}$ και. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μέσες ετήσιες τιμές να κυμανθούν από $14,7^{\circ}\text{C}$ έως και $15,6^{\circ}\text{C}$, γεγονός που συνάδει με την τιμή του μέσης ετήσιας τιμής της θερμοκρασίας που είναι $15,4^{\circ}\text{C}$.

Παρακάτω ακολουθούν και δύο πίνακες με τις μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασιών για τους Νομούς Δράμας και Καβάλας από τους οποίους διαρρέει ο ποταμός Νέστος.

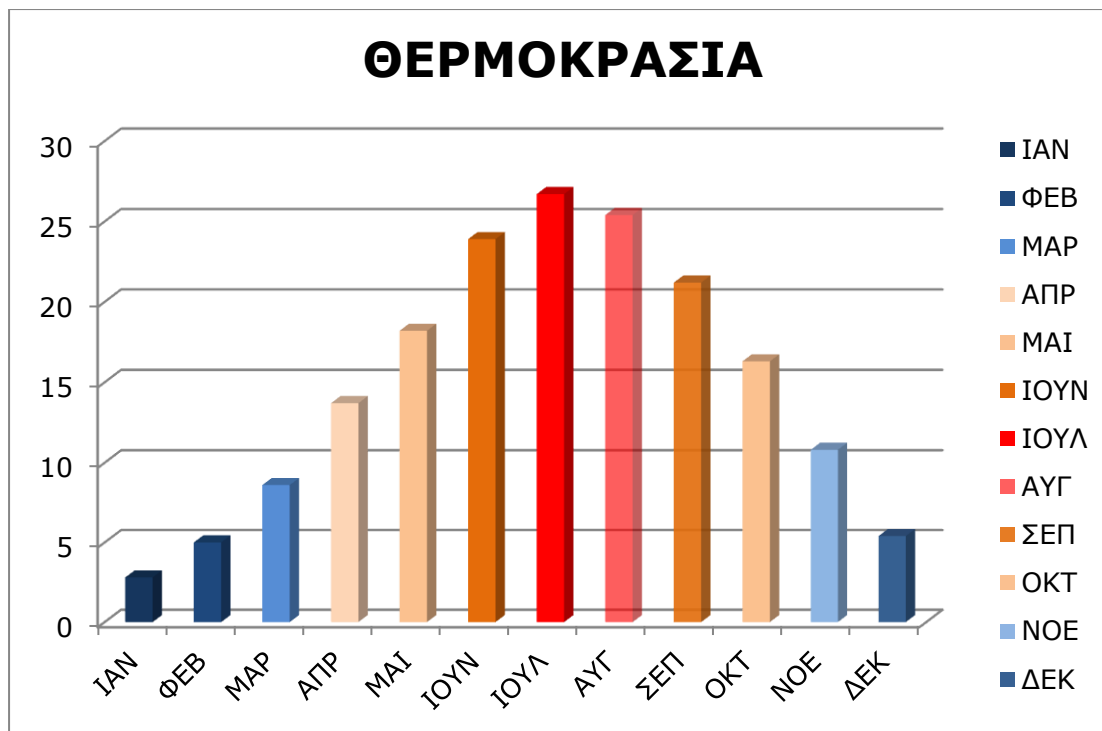
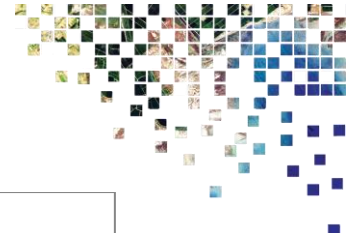
Πίνακας 2.3: Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{C}$) στο Νομό Δράμας (Σχέδιο Δράσης Αειφορικής Ενέργειας Δήμου Δράμας, 2013)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Θερμο- κρασία ($^{\circ}\text{C}$)	1,3	3,7	8,9	14,4	18,3	24,8	27,4	25,8	21,3	17,6	11,6	4,8

Πίνακας 2.4: Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στο Νομό Καβάλας (Καταγραφή και επεξεργασία χωροταξικών και οικιστικών χαρακτηριστικών Ν. Καβάλας, ΕΣΥΕ)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Θερμο- κρασία ($^{\circ}\text{C}$)	4,2	6,3	8,3	13	18	23	26	25	21	15	10	6

Συγκρίνοντας τους δύο πίνακες και βγάζοντας τις μέσες τιμές της θερμοκρασίας για τους δύο Νομούς προκύπτει το παρακάτω γράφημα, στο οποίο απεικονίζεται συγκεντρωτικά η μηνιαία θερμοκρασιακή κατάσταση της περιοχής ενδιαφέροντος.



Γράφημα 2.3: Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας στην περιοχή της ΛΑΠ Νέστου.

Στο παραπάνω γράφημα (2.3) διακρίνεται με ευκρίνεια ο Ιούλιος ως ο θερμότερος μήνας με μέση μηνιαία τιμή θερμοκρασίας τους 26°C και ο Ιανουάριος ως ο ψυχρότερος μήνας με μέση μηνιαία τιμή θερμοκρασίας μόλις τους 4,2°C. Ταυτόχρονα παρατηρείται και η ομαλή διαδοχή των εποχών με κανονική κατανομή των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών.

2.5 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.5.1 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Στη συνέχεια παρατίθενται κάποια γενικά στοιχεία για τη γεωτεκτονική τοποθέτηση της λεκάνης απορροής του ποταμού Νέστου στο ευρύτερο πλαίσιο της Ροδοπικής Μάζας.

2.5.1.1 Θεωρία των τεκτονοστρωματογραφικών πεδίων στον ελληνικό χώρο

Τα τελευταία 40 χρόνια, η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών συμπληρώθηκε με την προσθήκη της έννοιας των τεκτονοστρωματογραφικών πεδίων, που αποτελεί στην ουσία μια γεωτεκτονική θεώρηση μικρότερης κλίμακας, που ορίζει τα terrane, ηπειρωτικής ή ωκεάνιας προέλευσης, ως τα τμήματα εκείνα της λιθόσφαιρας που διαμορφώθηκαν, κινήθηκαν και τελικά συγκρούστηκαν κατά τον γεωτεκτονικό κύκλο σχηματίζοντας το αλπικό ορογενές. Η επέκταση αυτή της θεωρίας αντικαθιστά την έννοια της γεωτεκτονικής ζώνης.

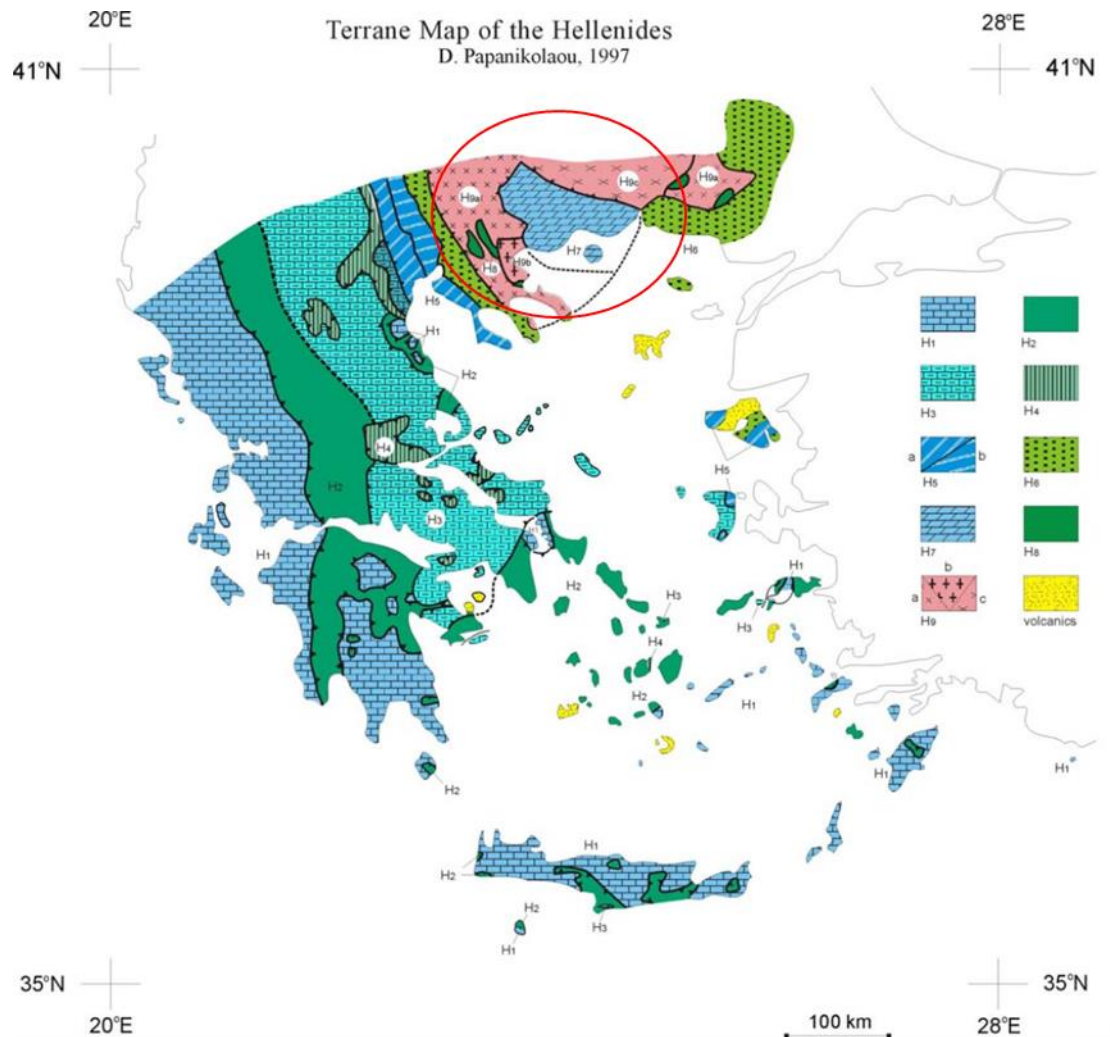
Ο ελληνικός χώρος διαρθρώνεται σε εννέα τεκτονοστρωματογραφικά πεδία από τα οποία τα 5 είναι ηπειρωτικής λιθόσφαιρας (H1, H3, H5, H7, H9) ενώ τα ενδιάμεσα 4 (H2, H4, H6, H8) ωκεάνιας προέλευσης, στα οποία θα μπορούσε επιπλέον να προστεθεί το πλέον πρόσφατο και τελευταίο πεδίο του Ωκεανού της Ανατολικής Μεσογείου (H0), το οποίο σήμερα υποβυθίζεται κάτω από το ελληνικό τόξο και πιθανόν να ενσωματωθεί στο ελληνικό ορογενές κατά την επικείμενη σύγκρουση των Ελληνίδων (Ελληνικές γεωτεκτονικές ζώνες) με την Αφρική. Το



χαρακτηριστικό για την παλαιογεωγραφία της Τυθής, του παλαιού ωκεάνιου χώρου, κατά τον αλπικό κύκλο ορογένεσης, ήταν ότι πάνω στα ηπειρωτικά terrane είχαν αναπτυχθεί οι ρηχές ανθρακικές πλατφόρμες με νηριτικά ασβεστολιθικά πετρώματα, ενώ στις λεκάνες των ωκεάνιων, οι πελαγικές και αβυσσικές ιζηματογενείς αποθέσεις με έντονη την παρουσία των οφιολιθικών πετρωμάτων. Η γενική κίνηση των πεδίων ήταν από το Νότο προς Βορρά, με σταδιακή αποκόλληση από την ήπειρο της Γκοντβάνα (Αφρική) και συγκόλληση στην Ευρώπη, κατά το διάστημα από το Ιουρασικό έως σήμερα.

Η παλαιογεωγραφική οργάνωση των Ελληνίδων και η πιθανή σχέση μεταξύ του προαλπικού υποβάθρου και των αλπικών καλυμμάτων επέτρεψε την ανάλυση των Ελληνίδων σε τεκτονοστρωματογραφικά πεδία (Ραρανικόλαου 1989a, 1997), τα οποία είναι τα ακόλουθα:

- H1: Πλατφόρμα Εξωτερικών Ελληνίδων, συμπεριλαμβανομένων προ-αλπικών πετρωμάτων υποβάθρου και αλπικών καλυμμάτων,
- H2: Ωκεανός Πίνδου - Κυκλάδων,
- H3: Πλατφόρμα Εσωτερικών Ελληνίδων, συμπεριλαμβανομένων προ-αλπικών πετρωμάτων υποβάθρου και αλπικών καλυμμάτων,
- H4: Ωκεανός Vardar-Αξιού,
- H5: Πάικο και αυτόχθονο Λέσβου,
- H6: Περιροδοπική ζώνη και αλλόχθονο Λέσβου,
- H7: Μάζα Ροδόπης (Ενότητα Παγγαίου – Αυτόχθονο Ροδόπης),
- H8: Οφιόλιθοι Βόλβης –Ανατολικής Ροδόπης και
- H9: Ενότητες Σιδηρόνερου, Κερδυλίων και Βερτίσκου (Αλλόχθονο Ροδόπης).



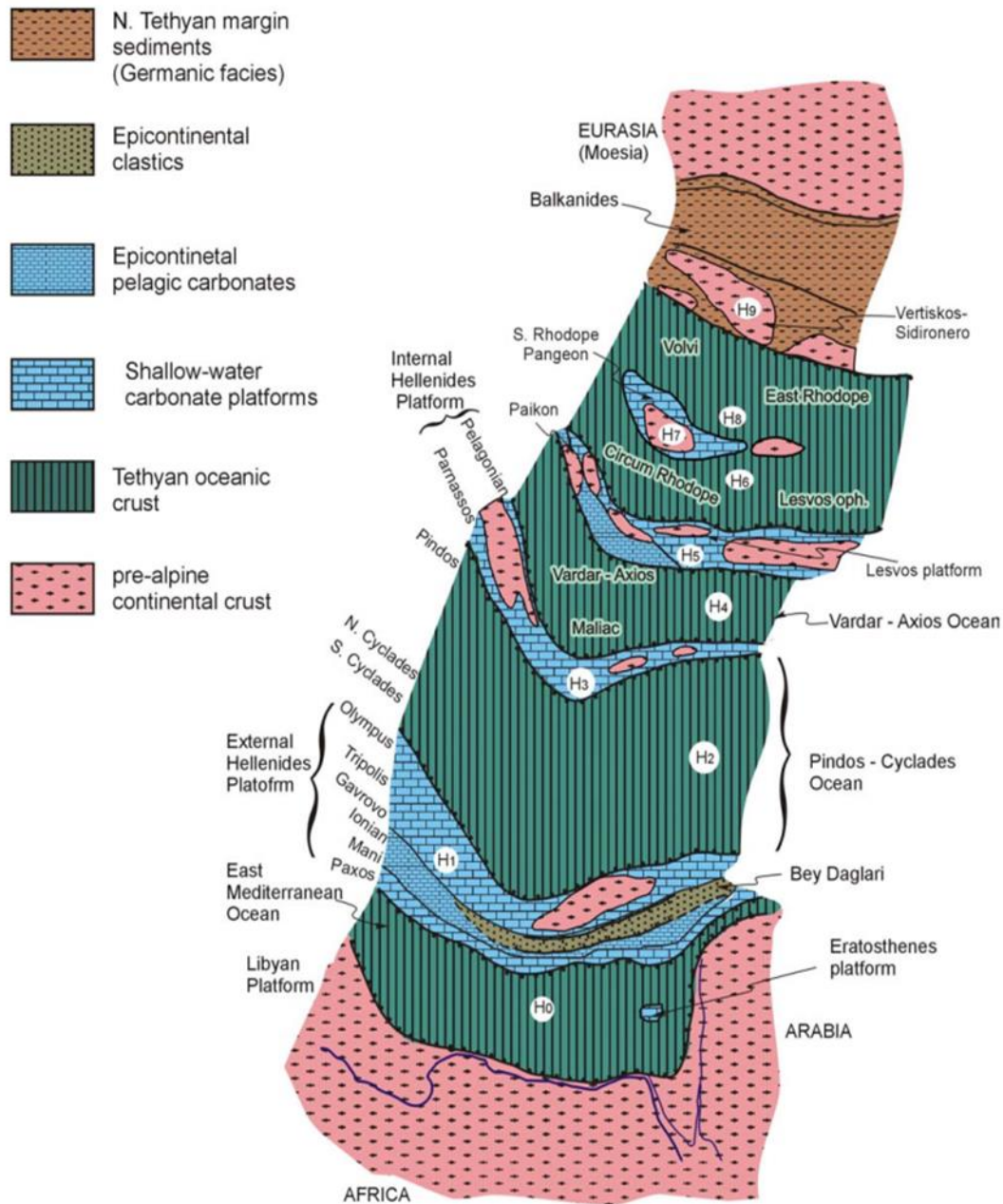
Εικόνα 2.1: Χάρτης των τ. πεδίων των Ελληνίδων (Papanikolaou, 1997). H1: Πλατφόρμα Εξωτερικών Ελληνίδων, H2: Ωκεανός Πίνδου – Κυκλάδων, H3: Πλατφόρμα Εσωτερικών Ελληνίδων, H4: Ωκεανός Αξιού, H5: Πάικο, H5a: Ενότητα Πάικου, Αυτόχθονο Λέσβου και Αλλόχθονο Χίου, H5b: Εν.Παιονίας, H6: Περιροδοπική Ζώνη και Οφιόλιθοι Λέσβου, H7: Αυτόχθονο Ροδόπης (Εν. Παγγαίου), H8: Οφιόλιθοι Βόλβης – Αν. Ροδόπης, H9: Αλλόχθονο Ροδόπης (+Σέρβο-Μακεδονική). H9a: Εν.Βερτίσκου και Εν. Ανατολικής Ροδόπης, H9b: Εν. Κερδυλίων, H9c: Εν. Σιδηρόνερου.

Κατά τη Μεσοζωική – Καινοζωική εξέλιξη των Ελληνίδων, το Ευρωπαϊκό περιθώριο παραμένει συνεχώς ενεργό, μέσω της διαδικασίας της υποβύθισης της Τηθύος και την προσκόλληση / ενσωμάτωση (accretion) σε αυτό διαφόρων ηπειρωτικών θραυσμάτων (continental fragments). Αντίθετα, το Αφρικανικό περιθώριο παραμένει σταθερά παθητικό.

Η ανάγκη για ομαδοποίηση των ομοειδών στρωματογραφικών ακολουθιών – σχηματισμών οδήγησε στην προσπάθεια διάκρισης ενοτήτων με κοινά χαρακτηριστικά και σημαντική γεωγραφική εξάπλωση. Η διαδικασία αυτή ελάμβανε υπόψη λιθολογικά, στρωματογραφικά και τεκτονικά κριτήρια και έδωσε την ομαδοποίηση του ελληνικού χώρου σε ισοπικές – παλαιοπεριβαλλοντικές και στη συνέχεια γεωτεκτονικές ζώνες. Γενικά στις μέρες μας, η έννοια της ζώνης αποφεύγεται για τον λόγο ότι υποβαθμίζει την ατέλεια οργάνωσης ενός πραγματικού φυσικογεωγραφικού χώρου και τη σημασία των εγκάρσιων προς αυτές γεωτεκτονικών φαινομένων. Αντ' αυτού χρησιμοποιείται ως γεωτεκτονική

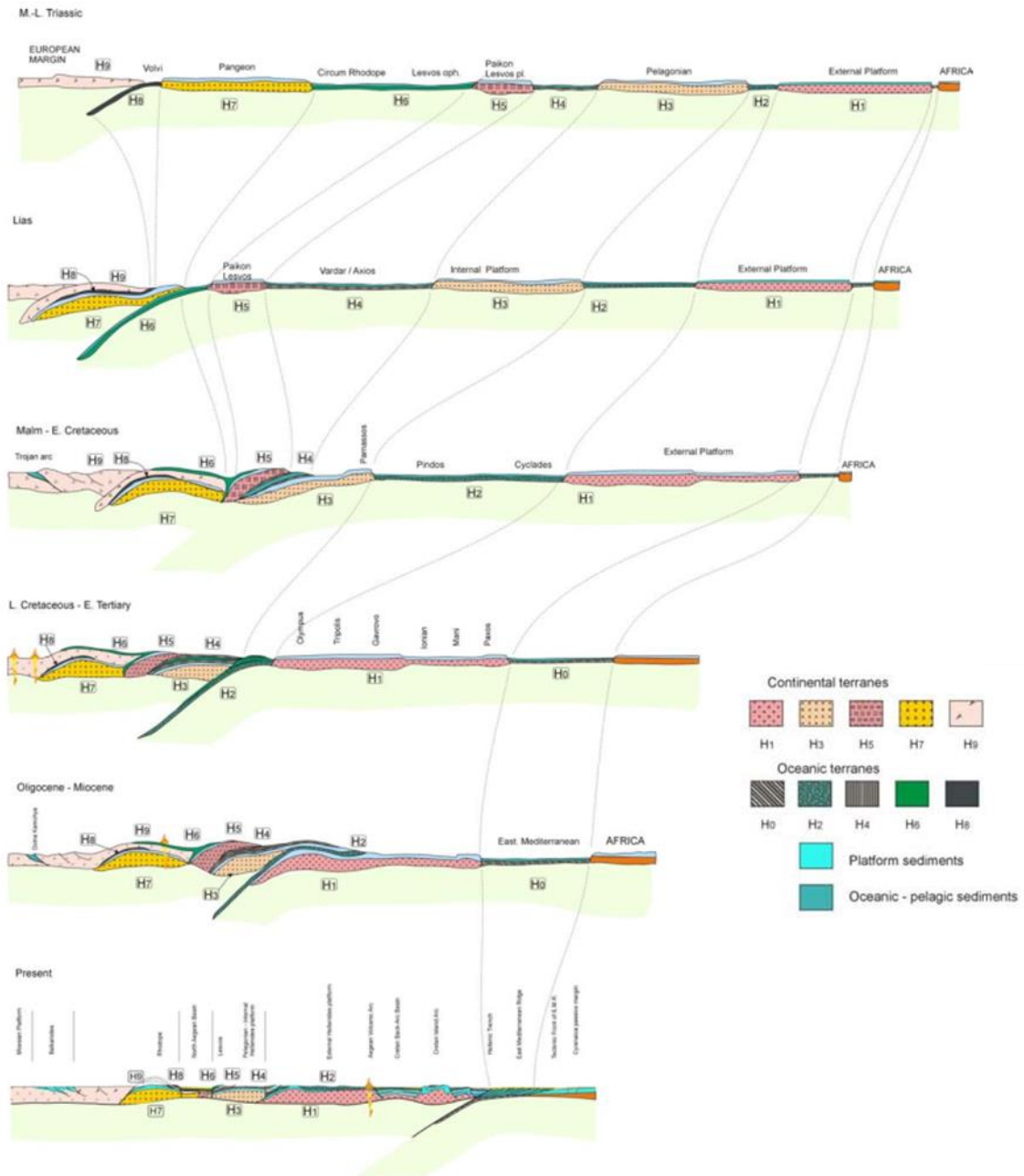
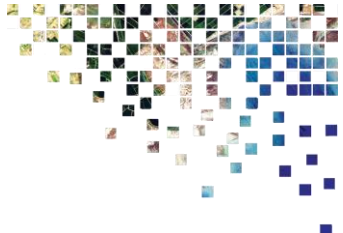


μονάδα η τεκτονική ενότητα, η οποία εντάσσεται πάντα σε κάποιο τεκτονοστρωματογραφικό πεδίο.



Εικόνα 2.2: Παλαιογεωγραφική διάρθρωση των Ελληνίδων, όπου φαίνεται η θέση και η έκταση των εννέα τ. πεδίων. Οι διαστάσεις των πεδίων είναι οι ελάχιστες εκτιμούμενες, ιδιαίτερα των ωκεάνιων. Στο σχήμα δεν έχουν ληφθεί υπόψη πιθανές πλευρικές μετατοπίσεις (τροποποιημένο από Ραρανίκολαου 1997)

Η περιοχή μελέτης του έργου είναι η λεκάνη απορροής του Νέστου και ο ευρύτερος χώρος της Ροδόπης. Εντάσσονται στα πεδία H7-H8-H9 και περιλαμβάνουν τις τεκτονικές ενότητες Κερδυλίων – Παγγαίου (H7), Βόλβης – Αν. Ροδόπης (H8), και Βερτίσκου – Σιδηρόνερου (H9).



Εικόνα 2.3: Σχηματικές τομές, βασισμένες στην δομή των, που δείχνουν τη γεωδυναμική εξέλιξη των Ελληνίδων από το Τριαδικό έως σήμερα. Τροποποιημένο από Παρανίκολαου (1989a).

2.5.1.2 Περιγραφή Τεκτονικών Λιθοστρωματογραφικών Ενοτήτων στη Μάζα της Ροδόπης

H7. Αυτόχθονο Ροδόπης (Εν. Παγγαίου - Εν. Κερδυλίων)

Η Ροδόπη αποτελείται από δύο τεκτονικές ενότητες (Παρανίκολαου & Ραπαγοπούλου, 1981, Παρανίκολαου 1984, 1988b): την κατώτερη (εν. Παγγαίου), η οποία χαρακτηρίζεται από παχιά ανθρακική πλατφόρμα πάνω σε υπόβαθρο από γνευσίους και την ανώτερη (εν. Σιδηρόνερου), που περιλαμβάνει διάφορους



λιθολογικούς τύπους –γνευσίους, αμφιβολίτες, διαστρώσεις μαρμάρων, λεπτυνίτες και μιγματίτες.

Η ανάπτυξη μιας ρηχής ανθρακικής πλατφόρμας πάνω από γνευσιακό υπόβαθρο, όπως παρατηρείται στην εν. Παγγαίου, αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό με τα εξωτερικότερα ηπειρωτικά πεδία H1, H3 και H5, που αποτελούνται από προαλπικό υπόβαθρο και αλπικό ανθρακικό κάλυμμα. Η εν. Παγγαίου είναι η σχετικά αυτόχθονη ενότητα της εσωτερικής τεκτονομεταμορφικής ζώνης των Ελληνίδων και εμφανίζεται με μορφή τεράστιου τεκτονικού παράθουρου κάτω από την εν. Σιδηρόνερου στα βόρεια και βορειοανατολικά, τις εν. Κερδυλίων και Βερτίσκου στα δυτικά και την Περιροδοπική στα νότια και νοτιοανατολικά.

Αναφορικά με τις ηλικίες μεταμόρφωσης των ενοτήτων της Ροδόπης δεν υπάρχουν αναφορές για ηλικίες αρχαιότερες του Ανώτερου Κρητιδικού (Kozhukharov, 1988, Liati, 1986), με την εξαίρεση ζirkονίων του Ανώτερου Παλαιοζωικού από το γρανοδιορίτη της Καβάλας (Κοκκινάκης, 1978), τα οποία θεωρήθηκαν από τους Papanikolaou et al. (1982) ότι ανήκουν στο υπόβαθρο της εν. Παγγαίου.

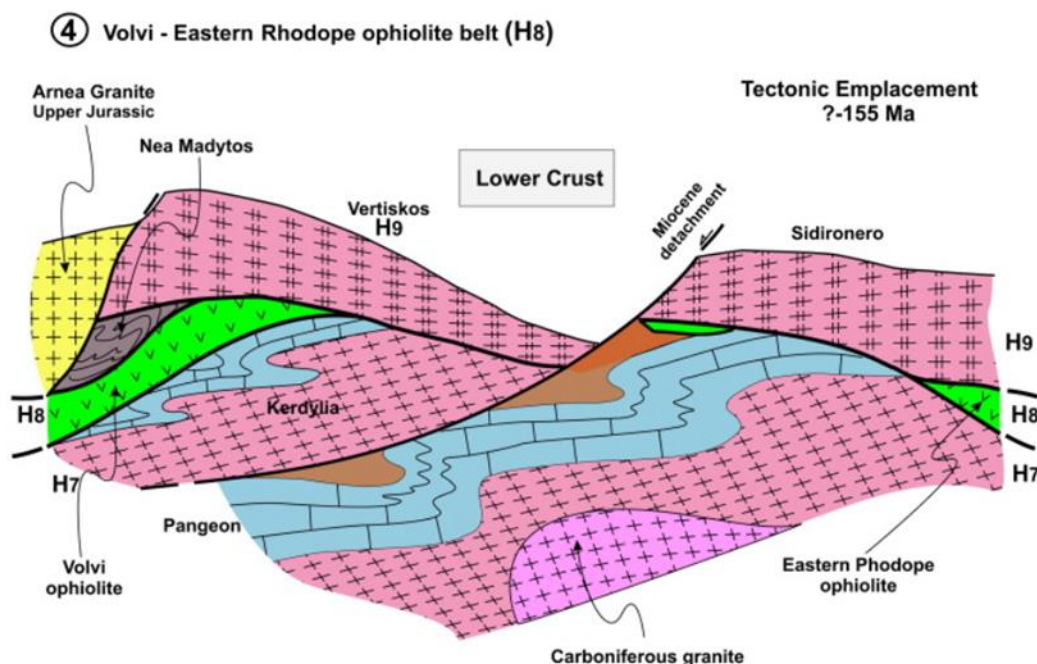
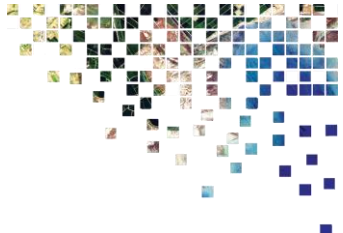
Η ενότητα Παγγαίου χαρακτηρίζεται από ένα παχύ σχηματισμό μαρμάρων, ο οποίος λόγω ροϊκής παραμόρφωσης απολεπτύνεται κατά θέσεις σε μερικές δεκάδες μέτρα. Πάνω από τον σχηματισμό αυτό έρχεται ένας μικρός σχηματισμός από μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους με χαλαζίτες και λεπτούς οριζόντες μαρμάρων, ο οποίος θυμίζει μεταμορφωμένο φλύσχη. Κάτω από τη μάζα των μαρμάρων υπάρχει βαθμιαία μετάβαση σε έναν παχύ σχηματισμό από αμφιβολίτες, σχιστολίθους και γνευσίους με εμφάνιση στους πυρήνες των μεγάλων αντικλινικών δομών (περιοχή Καβάλας).

Η ηλικία μεταμόρφωσης των πετρωμάτων της ενότητας είναι Κρητιδική, αλλά πρόκειται για τη νεότερη αμφιβολιτική φάση, η οποία συνδέεται με τη μειγματίωση και τη διείσδυση ανατηκτικών γρανιτών, όπως ο γρανίτης της Ελατιάς στο δάσος Καρά – Ντερέ στη Βόρεια Δράμα. Η παραμόρφωση περιλαμβάνει τουλάχιστον δυο συμμεταμορφικές φάσεις ισοκλινών πτυχών με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ (Papanikolaou & Panagopoulos, 1981), ενώ η μεταμόρφωση των μαρμάρων έγινε στην πραιοσχοιστολιθική φάση.

Η ενότητα Κερδυλίων, εντάχθηκε αρχικά στη Σέρβο-Μακεδονική μάζα, και αποτελεί την κατώτερη τεκτονική ομάδα του H7. Περιλαμβάνει πετρώματα προ-αλπικού φλοιού και μάρμαρα στην οροφή. Στρωματογραφικά έχουν μια κατώτερη ομάδα από γνεύσιους, αμφιβολίτες και σχιστολίθους, οι οποίοι τέμνονται από γρανιτικές φλέβες και πηγματίτες, ενώ ακολουθεί μια ανώτερη ομάδα με νηριτικά μάρμαρα σε ισοκλινή πτύχωση.

Οι τεκτονικές επαφές μεταξύ των ενοτήτων της Σέρβο-Μακεδονικής και της Ροδόπης αποτελούν βραδυτεκτονικά μετα-μεταμορφικά γεγονότα, έχοντας επηρεάσει και τα Ηωκανικά μολассικά ιζήματα της περιοχής (Mercier, 1968, Papanikolaou and Stojanov 1983), κάτι που ισχύει και για τις ύστερο-τεκτονικές κινήσεις στη βόρεια Ροδόπη. Έτσι, φαίνεται ότι οι ροδοπικές ενότητες έχουν τεκτονιστεί δύο φορές: μια που περιλαμβάνει ένα μείζον τεκτονο-μεταμορφικό επεισόδιο που ολοκληρώθηκε με μιγματίτες στο Κρητιδικό και ένα μετα-μεταμορφικό στο Ηώκαινο.

Η κύρια τεκτονική επαφή είναι μια μειοκαινική αποκόλληση κατά μήκος της κοιλάδας του Στρυμόνα, η οποία εντοπίζεται και στη ΝΔ Θάσο (Dinter and Royden 1993, Wawrzenitz and Krohe 1997)

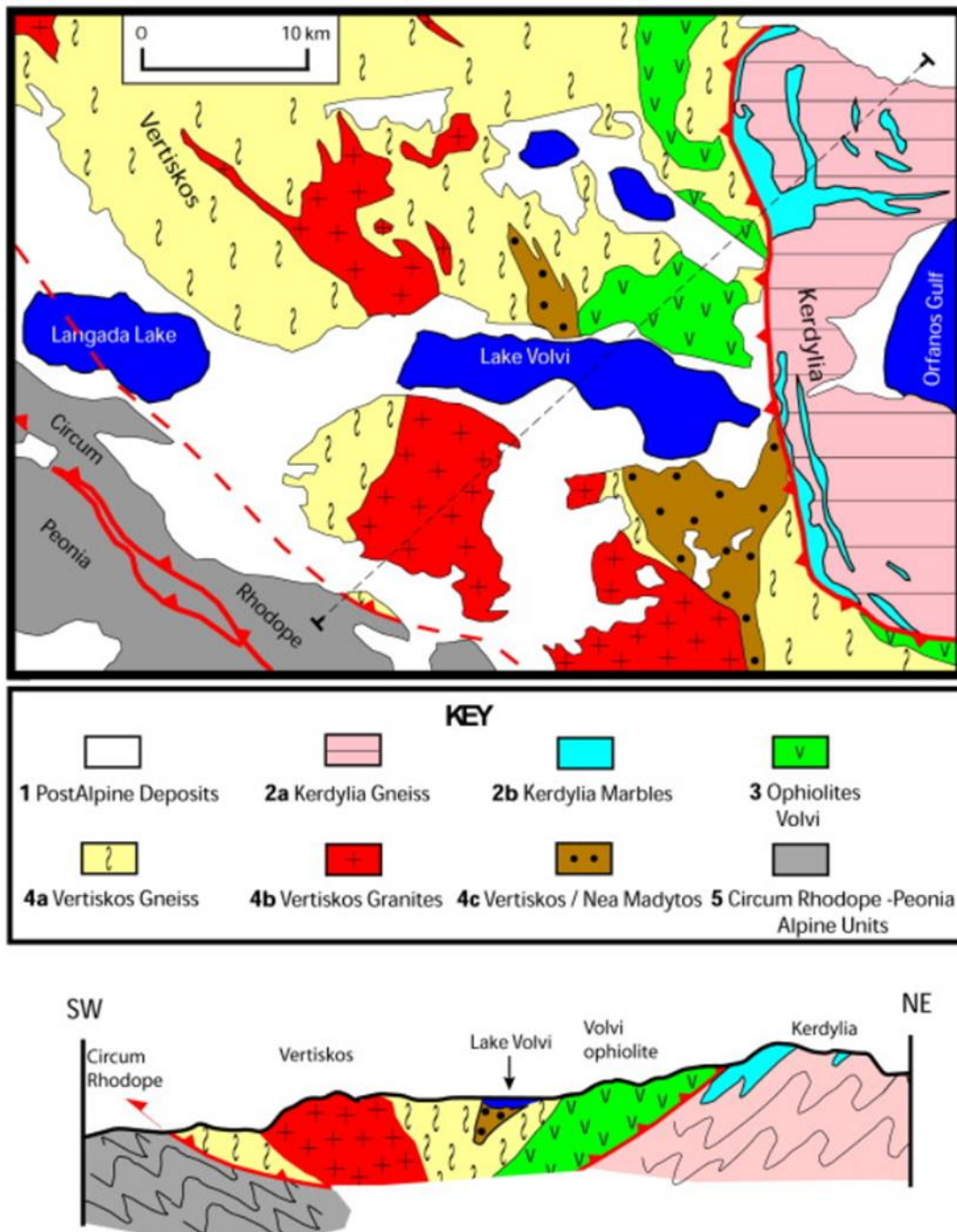
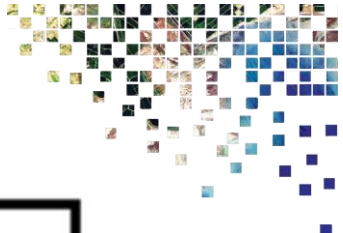


Εικόνα 2.4: Τεκτονική τοποθέτηση πεδίων H7-H8-H9 στον χώρο της Αν. Ροδόπης στην επαφή ρήγματος Στρυμόνα (τροποποιημένο από Παπανικολάου 2009)

H8. Βόλβη – Οφιόλιθοι Ανατολικής Ροδόπης

Στην βάση της ενότητας Βερτίσκου έχει εντοπιστεί ένα μεταμορφωμένο και διαμελισμένο οφιολιθικό σύμπλεγμα, το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ αυτής και της υποκείμενης εν. Κερδυλίων (Dixon and Dimitriadis, 1984). Τα πετρώματα αυτά θεωρούνται ως πιθανά μέλη της Παλαιο-Τηθύος (Dimitriadis, σε Sengör 1984). Επίσης, ορισμένες σημαντικές οφιολιθικές εμφανίσεις εντοπίζονται στην περιοχή του Ίασμου, κατά μήκος μιας μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης, η οποία φέρνει σε επαφή την εν. Ανατολικής Ροδόπης (προς τα ΝΑ) με την εν. Σιδηρόνερου (προς τα ΒΔ). (Παπανικολάου 1989α). Οι οφιόλιθοι της Αν. Ροδόπης ίσως να είναι ομόλογοι με αυτούς της Βόλβης, αλλά δεν υπάρχουν συστηματικές μελέτες που να συγκρίνουν αυτές τις δύο οφιολιθικές μάζες της εσωτερικής τεκτονομεταμορφικής ζώνης.

Η μόνη βεβαιότητα για την παλαιογεωγραφική τοποθέτηση και τη γεωδυναμική εξέλιξη αυτών των τμημάτων της Τηθύος είναι ότι πρόκειται για τμήματα που βρίσκονταν εσωτερικότερα από την ωκεάνια λεκάνη του Αξιού και ότι έχουν τοποθετηθεί τεκτονικά πριν τη συνένωση των Σέρβο-Μακεδονικών ενοτήτων στο Ανώτερο Ιουρασικό, οπότε και ενεπλάκησαν στο τεκτονομεταμορφικό επεισόδιο του παλαιό-ηφαιστειακού τόξου και της οπισθοτάφρου της ηωαλπικής ορογένεσης, η οποία σχετίζεται με το κλείσιμο και την υποβύθιση του ωκεανού του Αξιού.



Εικόνα 2.5: Τεκτονική σχέση ενοτήτων Βερτίσκου – Βόλβης – Κερδυλλίων (τροποποιημένο από Papanikolaou 2009)

Η9. Αλλόχθονο Ροδόπης (Ενότητες Σιδηρόνερου, και Βερτίσκου)

Η εν. Σιδηρόνερου υπέρκειται τεκτονικά της εν. Παγγαίου, μέσω μια σύνθετης τεκτονικής επαφής που μπορεί να παρακολουθηθεί από τον όρος Pirin στη ΝΔ Βουλγαρία, έως την Ξάνθη (Papanikolaou and Panagoroulos 1981, Papanikolaou 1984, 1988b). Αποτελείται από γνευσίους, αμφιβολίτες, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, λεπτές διαστρώσεις μαρμάρων, γρανουλίτες και μιγματίτες που σχετίζονται με τον ανατηκτικό γρανίτη Σκαλωτής – Ελάτειας. Η εν. Σιδηρόνερου χαρακτηρίζεται από ανεστραμμένη μεταμορφική ζώνωση και μπορούμε να παρατηρήσουμε μεταμορφωμένα υψηλού βαθμού μεταμόρφωσης να βρίσκονται πάνω από τα χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης πετρώματα της εν. Παγγαίου.



Η τεκτονική και στρωματογραφική ομοιότητα της εν. Σιδηρόνερου με τις Σερβομακεδονικές ενότητες των Κερδυλίων και του Βερτίσκου έχει σημειωθεί από τον Papanikolaou (1984). Η ενότητα αυτή συνεχίζει και βόρεια από τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα και περιλαμβάνει τις κύριες εμφανίσεις της κεντρικής Ροδόπης, στις οποίες έχουν δοθεί διάφορες ονομασίες (Ivanov, 1985, Kozhukharov, 1988).

Το σημαντικό τεκτονομεταμορφικό επεισόδιο HP/LT του Κρητιδικού (Wawrzenitz and Mroskos, 1997) και οι υπερυψηλές πιέσεις που προσδιορίστηκαν βάσει ανάλυσης μικροδιαμαντιών, τα οποία υποδεικνύουν υποβύθιση σε βάθη μεγαλύτερα των 220 km (Mroskos and Kostopoulos, 2001) και δεν επιτρέπουν την ανίχνευση παλαιότερων επεισοδίων.

Ωστόσο, η απουσία ανθρακικής πλατφόρμας και η συνολική λιθοστρωματογραφία της ενότητας μας επιτρέπουν να υποθέσουμε μια ηλικία Προκάμβρια ή/και Παλαιοζωική, σε αντίθεση με την τεκτονικά υποκείμενη εν. Παγγαίου. Ο μεγάλος γρανίτης της Σκαλωτής (Ελάτεια) που καταλαμβάνει τον πυρήνα της εν. Σιδηρόνερου, όπως και ο γρανίτης του Pirin (ΝΔ Βουλγαρία) έχουν δώσει Άνω Κρητιδικές ηλικίες (π.χ. Σολδάτος & Χριστοφίδης, 1986), οι οποίες, σε γενικές γραμμές, επιβεβαιώνουν την ηλικία του τελικού σημαντικού τεκτονομεταμορφικού και μαγματικού επεισοδίου της εν. Σιδηρόνερου.

Η επονομαζόμενη Σερβομακεδονική Μάζα στην Ελλάδα (Mercier, 1968, Kockel et al, 1977) διαχωρίστηκε σε δύο ενότητες, αποτελούμενες από γρανίτες, μιγματίτες και αμφιβολίτες: η κατώτερη (εν. Κερδυλίων) η οποία περιλαμβάνει ένα κάλυμμα από μάρμαρα υπερκείμενα των γνευσίων και η ανώτερη (εν. Βερτίσκου) που περιέχει μετα-ιζηματογενή μέσα σε πυθμαία συγκλίνων. Η εν. Βερτίσκου αποτελείται από γνευσίους και μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους, ο οποίοι έχουν βαρίσκια ηλικία μεταμόρφωσης (300 Ma), όπως και από γρανίτες, πηγματίτες και απλίτες του Ιουρασικού με εκτεταμένα ίχνη αλπικής και παλαιοαλπικής παραμόρφωσης (Mercier 1968, Borsi et al. 1964, Harre et al. 1968, Zervas 1980, Mantzos 1991).

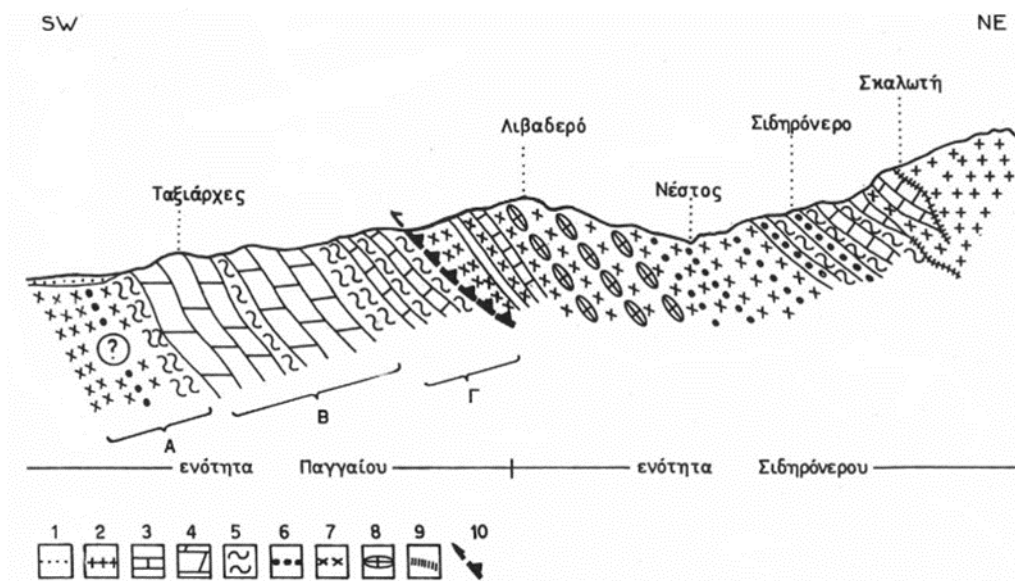
Η τεκτονική επαφή της εν. Βερτίσκου με τους υποκείμενους οφιολίθους της Βόλβης και την εν. Κερδυλίων είναι περίπλοκη, με γενική κλίση προς τα δυτικά, ενώ, κατά μήκος των δυτικών εμφανίσεων της ενότητας και στην επαφή της με την Περιροδοπική, κλίνει προς τα ανατολικά. Η συνολική εικόνα λοιπόν για την εν. Βερτίσκου είναι ότι πρόκειται για ένα είδος τεκτονικού ράκους με συγκλινική μορφή. Επίσης, η συμμετοχή των Ηωκαινικών μολασικών ιζημάτων στις τεκτονικές επαφές υποδηλώνει μια βραδυτεκτονική φάση τεκτονισμού κατά την κύρια αλπική ορογένεση.

Μια σημαντική τεκτονική αποκόλληση, Μειοκαινικής ηλικίας, κατά μήκος της λεκάνης του Στρυμόνα έχει μεταθέσει τις εν. Βερτίσκου και Κερδυλίων προς τα δυτικά (Dinter and Royden, 1993), οι οποίες αντιστοιχούν στην ανώτερη πλάκα (οροφή), ενώ η κατώτερη (δάπεδο) δομείται από την εν. Παγγαίου που είναι και η βαθύτερη τεκτονική ενότητα – παράθυρο. Αυτή η «υστερο-τεκτονική» δομή (late structure) πιθανόν να έχει προκαλέσει τη απόσπαση των δύο Σερβομακεδονικών ενοτήτων από την πιθανή τους συνέχεια στην άλλη πλευρά της αποκόλλησης και προς την εν. Σιδηρόνερου, η οποία έχει παραμείνει στην κατώτερη πλάκα (δάπεδο).

Στο δυτικό όριο της ενότητας Σιδηρόνερου, παρατηρείται εφίπνευση της πάνω στα μάρμαρα της ενότητας Παγγαίου από Βορά προς Νότο κατά μήκους μιας μεγάλης



Τεκτονικής ζώνης γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ (110°) που συμπίπτει με τον ποταμό Νέστο.



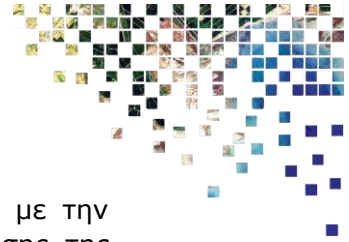
Εικόνα 2.6: Σχηματική γεωλογική τομή στην περιοχή Σιδηρόνερου Δράμας στην οποία απεικονίζονται η λιθοστρωματογραφική διαδοχή και η τεκτονική θέση των δύο ενότητων Σιδηρόνερου και Παγγαίου. 1: προσχώσεις, 2: γρανίτης, 3: ενστρώσεις μαρμάρων, 4: οριζόντας μαρμάρου μεγάλου πάχους, 5: μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, 6: αμφιβολίτες, 7: γνεύσιοι, 8: οφθαλμογνεύσιοι, 9: φαινόμενα διείσδυσης του γρανίτη, 10: πιθανή επώθηση. Α, Β, Γ: οι τρεις οριζόντες της ενότητας Παγγαίου, κατώτερος, μεσαίος, ανώτερος. ?: πιθανή συνέχιση κάτω από τις προσχώσεις του κατώτερου οριζοντα Α, ο οποίος παρατηρείται επιφανειακά σε νοτιότερες περιοχές (Mountrakis, 1985)

Οι πτυχώσεις και τα ανάστροφα ρήγματα που δημιούργησαν τα τεκτονικά καλύμματα και τις λεπιώσεις του Τριτογενούς, σχηματίστηκαν από τη συμπίεση τεκτονική που προκλήθηκε από την τελική ηπειρωτική σύγκρουση της Απουλίας μικροπλάκας με την Ευρασία. Κατά το Τριτογενές τη συμπίεση διαδέχτηκε η εφελκυστική τεκτονική, που σχημάτισε κανονικά ρήγματα αποκόλλησης (detachments) μικρής γωνίας κλίσης και προκάλεσε την κατάρρευση των συσσωρευμένων καλυμμάτων και την εκταφή και αποκάλυψη της ενότητας Παγγαίου ως μεταμορφικού πυρήνα (core complex) κάτω από τους βαθύτερους μεταμορφικούς οριζόντες της ενότητας Σιδηρόνερου που κατέρρευσαν προς τα ΝΔ στο Μειόκαινο, με ταυτόχρονη διείσδυση γρανιτικών μαγμάτων, (Kilias & Mountrakis 1990, 1998, Kilias et al. 1999, Brun & Sokoutis 2007). Η διαδικασία εκταφής των βαθύτερων οριζόντων έγινε σε διαδοχικά στάδια κατά το Τριτογενές στα 65 Ma (Million years ago), 42-36 Ma και 23-12 Ma, (Krohe & Mposkos, 2002).

2.5.1.3 Τριτογενής Μαγματισμός στη μάζα της Ροδόπης

Στη Μάζα Ροδόπης πολύ σημαντική είναι η παρουσία Τριτογενών πλουτωνικών και ηφαιστειακών πυριγενών πετρωμάτων, που διατρύχουν τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματά της και δημιουργούν σε πολλές περιπτώσεις σημαντικά φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής, ορισμένα από τα οποία παρουσιάζουν και αξιόλογη μεταλλοφορία.

Τα πλουτωνικά πετρώματα είναι κυρίως γρανίτες (μοσχοβιτικοί, βιοτιτικοί και κεροσιλβικοί), γρανοδιορίτες, μονζονίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες, τοναλίτες και διορίτες, Τριτογενούς ηλικίας (Ηώκαινο -Μειόκαινο, 50-14 Ma), όπως έχει



προκύψει από τις ραδιοχρονολογήσεις που έχουν γίνει, και συνδέονται με την εφελκυστική τεκτονική που έλαβε χώρα κατά την εξέλιξη της υποβύθισης της Νεοτηθύος κάτω από την Ελληνική Ενδοχώρα (Kilias & Mountrakis 1998, Kilias et al. 1999, Mountrakis 2006).

Τα ηφαιστειακά πετρώματα της Μάζας Ροδόπης εντοπίζονται σε δύο κυρίως περιοχές, στην περιοχή Φερρών- Σαππών του Έβρου και στην περιοχή βόρεια της Ξάνθης-Κομοτηνής στα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Η σύστασή τους κυμαίνεται από βασαλτική έως ρυολιθική (βασάλτες, ανδεσίτες, λατίτες, δακίτες, τραχύτες, ρυόλιθοι) και ανήκουν σε ασβεσταλκαλικές και σονσονιτικές σειρές που σχηματίστηκαν κατά την Τριτογενή εφελκυστική τεκτονική. Το ίδιο συμβαίνει και με τα αντίστοιχα πλουτωνικά, αφού η ηλικία τους με βάση τις ραδιοχρονολογήσεις είναι ανάλογη, κυρίως Ολιγοκαινική (35-29 Ma) και εντάσσονται στο βορειότερο ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, που ήταν και το παλαιότερο (Fytikas et al. 1984). Ακολουθεί περιγραφή των κυριότερων εμφανίσεων στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

Πλουτωνίτης της Καβάλας

Ο πλουτωνίτης της Καβάλας διεισδύει σε μαρμαρυγιακούς γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, μάρμαρα και αμφιβολίτες της ενότητας Παγγαίου. Οι πετρογραφικοί τύποι που συνιστούν τον πλουτωνίτη είναι γρανοδιορίτης και μονζογρανίτης, ενώ υπάρχουν διοριτικά και τοναλικά εγκλείσματα, καθώς επίσης πηγματιτικές και απλιτικές φλέβες.

Τα παραπάνω πετρώματα περιέχουν χαλαζία, πλαγιόκλαστα, καλιούχους αστρίους, αμφίβλους, βιοτίτη, τιτανίτη, αλλανίτη, επίδοτο, απατίτη, ζirkόνιο, μαγνητίτη, χλωρίτη και ασβεσίτη. Στο σύνολό του σχεδόν ο πλουτωνίτης εμφανίζει γνευσιακή υφή που είναι αποτέλεσμα πίεσης. Συγκεκριμένα, εμφανίζει προσανατολισμό των ορυκτών του κατά τη διεύθυνση BA-NΔ έως ABA-ΔNΔ. Η ηλικία του ολικού πετρώματος, με χρονολόγηση Pb-U στον τιτανίτη, βρέθηκε από 20 έως 22 εκ. χρόνια ενώ με Rb-Sr σε ολικό πέτρωμα-βιοτίτη, υπολογίστηκε σε 18 εκ. χρόνια.

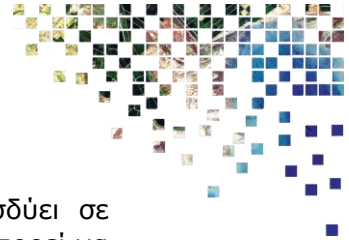
Πλουτωνίτης της Ξάνθης

Ο πλουτωνίτης βρίσκεται βόρεια της πόλης της Ξάνθης με διεύθυνση Α-Δ. Διεισδύει σε μάρμαρα, γνεύσιους και αμφιβολίτες. Συγκροτείται από ένα σημαντικό αριθμό πετρογραφικών τύπων, οι κυριότεροι των οποίων είναι ο γρανοδιορίτης και ο μονζονίτης. Στους παραπάνω πετρογραφικούς τύπους πρέπει να προστεθούν τα εγκλείσματα, καθώς επίσης οι απλιτικές και πηγματιτικές φλέβες. Τα ορυκτά συστατικά των παραπάνω πετρογραφικών τύπων είναι:

Γρανοδιορίτης: χαλαζίας και άστριοι (πλαγιόκλαστα και K-άστριοι) ως σαλικά ορυκτά, και κεροστίλβη, βιοτίτης ως φεμικά ορυκτά. Μονζονίτης: άστριοι (πλαγιόκλαστα και K-άστριοι) και λίγος χαλαζίας ως σαλικά, καθώς και, βιοτίτης και πυρόξενος ως φεμικά ορυκτά.

Πολύ σημαντική είναι η ζώνη θερμομεταμόρφωσης που δημιουργήθηκε κατά τη διεισδυση του πλουτωνίτη στην επαφή με τα μάρμαρα, τους γνευσίους και τους αμφιβολίτες. Σημαντική είναι επίσης και η μεταλλοφορία της περιοχής που συγκεντρώνεται κυρίως στην περιοχή του χωριού Κιμμέρια όπου έχουμε εμφανίσεις μολυβδαινίτη, μαγνητίτη και αιματίτη. Η ηλικία του πλουτωνίτη είναι Ολιγοκαινική (27-28 εκατ. χρόνια).

Θερμομεταμόρφωση Επαφής



Η θερμομεταμόρφωση επαφής προκύπτει όταν ένα θερμό μάγμα διεισδύει σε περιβάλλοντα πετρώματα που είναι ψυχρότερα. Το περιβάλλον πέτρωμα μπορεί να είναι είτε ιζηματογενές, είτε μεταμορφωμένο, είτε πυριγενές. Η υψηλή θερμότητα του διεισδύοντος μάγματος θερμαίνει τα γύρω πετρώματα και έτσι τα παλιά ορυκτά καταστρέφονται και δημιουργούνται νέα που είναι σταθερότερα στις καινούργιες συνθήκες. Κατά τη θερμομεταμόρφωση, το περιβάλλον πέτρωμα γίνεται πιο θερμό κοντά στη μαγματική διείσδυση και σταδιακά ψυχρότερο καθώς απομακρυνόμαστε από αυτή. Επομένως, κοντά στην επαφή δημιουργούνται ορυκτά υψηλότερου βαθμού μεταμόρφωσης, ενώ καθώς απομακρυνόμαστε τα ορυκτά που αναπτύσσονται είναι σταδιακά χαμηλότερου βαθμού μεταμόρφωσης. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται ζώνες ή άλω θερμομεταμόρφωσης που έχουν πάχος από μερικά εκατοστά έως και μερικά χιλιόμετρα, πράγμα που εξαρτάται από το μέγεθος, τη θερμοκρασία και το βάθος διείσδυσης του μαγματικού όγκου καθώς και από την παρουσία νερού ή άλλων ρευστών. Τα φαινόμενα θερμομεταμόρφωσης επαφής είναι πιο έντονα όταν το θερμό μάγμα διεισδύει σε μικρά βάθη μέσα στο φλοιό όπου και συναντά ψυχρότερα περιβάλλοντα πετρώματα. Έτσι, τα ορυκτά που σχηματίζονται κατά τη θερμομεταμόρφωση είναι χαρακτηριστικά υψηλών θερμοκρασιών αλλά χαμηλών πιέσεων. Επειδή κατά τη θερμομεταμόρφωση δεν έχουμε παραμόρφωση των γειτονικών πετρωμάτων, οι σχηματισμοί δεν έχουν σχιστότητα και τα ορυκτά είναι τυχαία προσανατολισμένα.

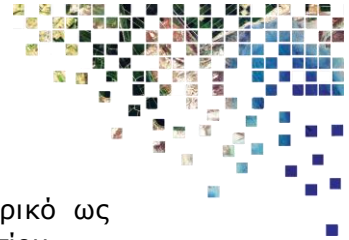
Το είδος των ορυκτών που σχηματίζονται εξαρτάται από το είδος των γειτονικών πετρωμάτων. Εάν τα γειτονικά πετρώματα είναι ανθρακικά (ασβεστόλιθοι, δολομίτες, μάρμαρα), οι σχηματισμοί θερμομεταμόρφωσης ονομάζονται skarn. Τυπικά ορυκτά skarn είναι ο γρανάτης, ο βολλαστονίτης, ο διοψίδιος, ο ακτινόλιθος, το επίδοτο και γενικά πλούσια σε ασβέστιο πυριτικά ορυκτά. Για τον σχηματισμό τους τα ορυκτά αυτά παίρνουν το ασβέστιο από τα γειτονικά ανθρακικά πετρώματα, ενώ το πυρίτιο προσφέρεται από τα πλούσια σε πυρίτιο ρευστά που συνοδεύουν τη μαγματική διείσδυση.

Εάν τα γειτονικά πετρώματα είναι άργιλο-πυριτικά (γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες, ψαμμίτες), οι σχηματισμοί θερμομεταμόρφωσης ονομάζονται κερατίτες. Αυτά είναι σκληρά, σκουρόχρωμα, λεπτόκοκκα πετρώματα που αποτελούνται από ορυκτά, όπως οι πυρόξενοι στη ζώνη υψηλής θερμοκρασίας κοντά στην επαφή, η κεροσίλβη και άλλες αμφίβολοι στη ζώνη ενδιάμεσης θερμοκρασίας και οι μαρμαρυγίες και ο χλωρίτης στη ζώνη χαμηλότερης θερμοκρασίας μακρύτερα από την επαφή. Άλλα ορυκτά είναι ο ανδαλουσίτης, ο σιλλιμανίτης, ο χαλαζίας και οι άστριοι.

Ιδιαίτερα για την περιοχή της Ξάνθης, ο πλουτωνίτης κατά τη διείσδυσή του δημιούργησε μία άλω θερμομεταμόρφωσης σημαντικού πάχους στην επαφή του με τα μάρμαρα, τους γνευσίους και τους αμφιβολίτες. Στην περιοχή των Κιμμερίων έχουμε την πιο εκτενή επαφή με τα μάρμαρα. Ο σχηματισμός της ζώνης επαφής έγινε σε θερμοκρασία 750°C για τα πετρώματα που βρίσκονται στην άμεση επαφή του πλουτωνίτη και σε πιέσεις 3 Kbar. Στα skarn που σχηματίστηκαν κυριαρχούν τα πυριτικά ορυκτά γρανάτης, επίδοτο, βολλαστονίτης, διοψίδιος, ακτινόλιθος, σκαπόλιθος, καθώς και μεταλλικά ορυκτά του Cu (χαλκοπυρίτης, μαλαχίτης, αζουρίτης) και του Fe (μαγνητίτης, αιματίτης, λειμωνίτης).

Πλουτωνικό σύμπλεγμα Ελατιάς – Σκαλωτής – Παρανεστίου

Το πλουτωνικό σύμπλεγμα Ελατιάς – Σκαλωτής – Παρανεστίου αποτελεί τον μεγαλύτερο πλουτωνικό όγκο που διεισδύει στην μάζα της Ροδόπης και μάλιστα στην ενότητα Σιδηρόνερου. Διεισδύει σε μάρμαρα, αμφιβολιτικούς και μαρμαρυγιακούς γνευσίους και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Το δυτικό τμήμα



του συμπλέγματος είναι γνωστό ως πλουτωνίτης της Ελατιάς, το κεντρικό ως πλουτωνίτης της Σκαλωτής και το ανατολικό ως πλουτωνίτης του Παρανεστίου.

Το δυτικό και κεντρικό τμήμα (Ελατιά και Σκαλωτή) αποτελείται από βιοτιτικό γρανοδιορίτη και βιοτιτικό γρανίτη, ενώ υπάρχουν και πολλές πηγματιτικές φλέβες. Το ανατολικό τμήμα (Παρανέστι) αποτελείται από διμαρμαρυγικό γρανίτη με μικρή διαφοροποίηση προς γρανοδιορίτη. Εδώ είναι πολύ διαδεδομένες οι πηγματιτικές φλέβες με πολύ μεγάλους κρυστάλλους καλιούχων αστρίων και μοσχοβίτη.

Διάφορες χρονολογήσεις που έγιναν για τον προσδιορισμό της ηλικίας του συμπλέγματος, με διαφορετικές μεθόδους (Rb-Sr σε ολικό πέτρωμα, σε βιοτίτη, σε μοσχοβίτη, K-Ar σε βιοτίτη, σε μοσχοβίτη) και έδωσαν ηλικίες από 29 έως 48 εκ. χρόνια. Πάντως θεωρείται ότι η ηλικία των 48 εκ. χρόνων που προσδιορίστηκε με Rb-Sr σε μοσχοβίτη από τον διμαρμαρυγικό γρανίτη του Παρανεστίου είναι ηλικία κρυστάλλωσης και, αφού διεισδύει τον γρανοδιορίτη, ο τελευταίος πρέπει να έχει ηλικία περίπου 50 εκ. χρόνια. Η ηλικία αυτή δείχνει Ηώκαινικό μαγματισμό που προηγείται του Ολιγοκαινικού-Μειοκαινικού, ο οποίος κυρίως συναντάται στη μάζα της Ροδόπης.

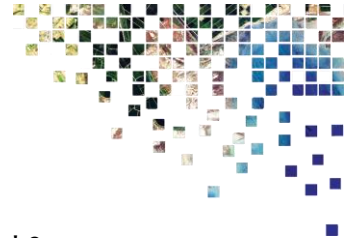
Ηφαιστειακά Πετρώματα

Η ηφαιστειακή δραστηριότητα στην περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης κατανέμεται κυρίως σε δύο μεγάλες περιοχές, στην περιοχή μεταξύ Διποτάμων-Καλότυχου (Ελληνοβουλγαρικά σύνορα βόρεια της Ξάνθης) και στην περιοχή Αλεξανδρούπολης. Η ηφαιστειακή δράση συνδέεται με τη δημιουργία μεγάλων ιζηματογενών λεκανών που αναπτύχθηκαν μέσα στη Μάζα της Ροδόπης καθώς και στα νότια περιθωριά της. Οι λεκάνες αυτές σχηματίστηκαν μετά από μία έντονη ορογενετική δραστηριότητα κατά το Ηώκαινο, η οποία επηρέασε όλες τις Εσωτερικές Ελληνίδες ζώνες. Εκτός από αυτές τις δύο μεγάλες ηφαιστειογενείς περιοχές, μικρά ηφαιστειακά σώματα υπάρχουν κοντά στο χωριό Σούνιο (μεταξύ Ξάνθης - Κομοτηνής).

Ακολουθεί σύντομη περιγραφή των ηφαιστειακών πετρωμάτων που συνορεύουν με την λεκάνη απορροής του Νέστου στην περιοχή Σουνίου

Οι ηφαιστειακές εμφανίσεις στην περιοχή Διποτάμων-Καλότυχου βρίσκονται μέσα στην Ηώκαινική - Ολιγοκαινική ιζηματογενή σειρά, η οποία έρχεται σε επαφή με το ανατολικό και βορειοανατολικό τμήμα του πλουτωνίτη της Ξάνθης. Η περιοχή αυτή καταλαμβάνει μια έκταση περίπου 100 m². Γενικά, αυτά τα ηφαιστειακά σώματα χαρακτηρίζονται ως κοίτες, διότι έχουν διεισδύσει παράλληλα με τη στρώση των ιζηματογενών πετρωμάτων. Μερικά όμως διεισδύουν κάθετα και ασύμφωνα με τη στρώση και χαρακτηρίζονται ως φλέβες. Το πάχος τους κυμαίνεται από μερικά εκατοστά μέχρι 25 μέτρα, ενώ η μεγαλύτερη διάστασή τους κυμαίνεται από μερικά μέτρα μέχρι 500 μέτρα.

Η ηλικία τους προσδιορίστηκε σε 34 εκατ. χρόνια (Κάτω Ολιγόκαινο) με τη μέθοδο K-Ar. Μακροσκοπικά, είναι γκρίζα έως σκουρόχρωμα συμπαγή πετρώματα με μεγάλους φαινοκρυστάλλους κεροστίλβης. Έχουν τυπικό πορφυριτικό ιστό με φαινοκρυστάλλους πλαγιокλάστων, κεροστίλβης και κλινοπυροξένου και σε μικρότερο ποσοστό βιοτίτη. Χαρακτηρίζονται ως ανδεσίτες, λατιτοανδεσίτες με ορυκτολογική ταξινόμηση, ενώ με χημική ταξινόμηση ως βασάλτες και βασαλτικοί ανδεσίτες. Έχουν βασική ως ενδιάμεση σύσταση και ανήκουν στην υψηλή σε K ασβεσταλκαλική σειρά.



2.5.1.3 Μεταλικοί σχηματισμοί

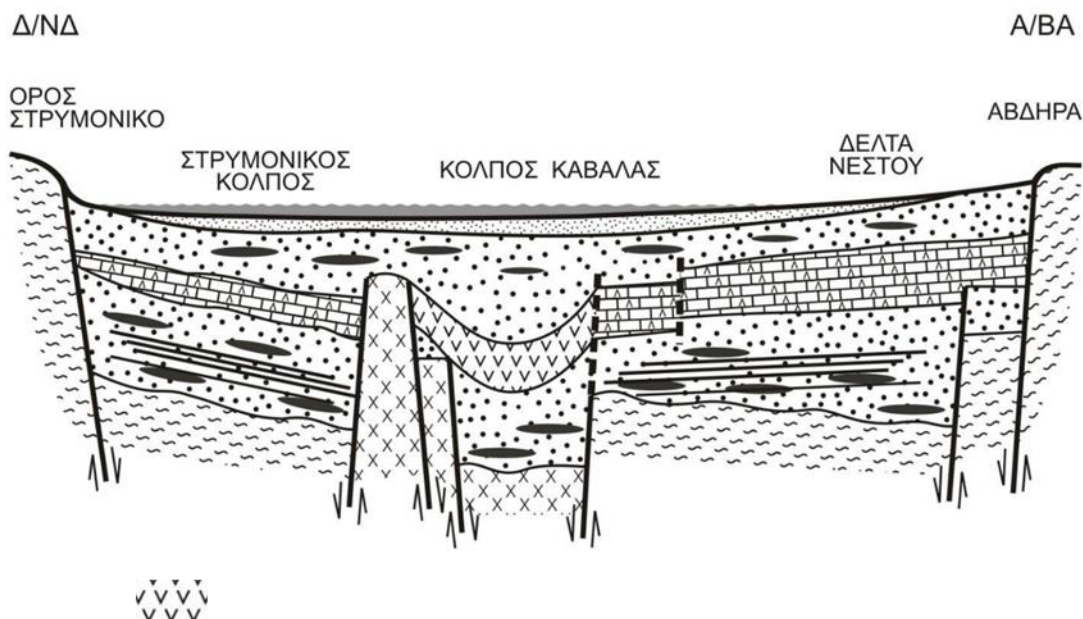
Μετά την τελική παροξυσμική φάση των αλπικών ορογενέσεων που εκδηλώθηκαν ως κύμα πτύχωσης από τα Ανατολικά προς Δυτικά, και αναδύθηκαν τα τεκτονοστρωματογραφικά πεδία Η7-Η8-Η9, το ένα μετά το άλλο, ακολούθησε η απόθεση των μεταλπικών ιζημάτων, σε ασυμφωνία, πάνω στους πτυχωμένους σχηματισμούς. Τα ιζήματα ήταν είτε χερσαία (ποταμοχειμάρια, λιμναία) είτε θαλάσσια. Η ολοκλήρωση της πτύχωσης με την ανάδυση της οροσειράς σηματοδοτεί έναν νέο κύκλο νεοτεκτονικής δραστηριότητας με δομές εφελκυστικής ρηξιγενούς τεκτονικής, όπως τα μεγάλα ρήγματα αποκόλλησης και τα κανονικά ρήγματα, και τη δημιουργία λεκανών και αυλάκων παράλληλων στο μέτωπο ορογένεσης, αλλά στο χώρο όπισθεν του τόξου. Αποτέλεσμα της δράσης αυτής υπήρξε η κατάρρευση του ορογενούς της Ροδόπης και η εμφάνιση του τεκτονικού παραθύρου της ενότητας Παγγαίου – Κερδυλίων, με τη σύγχρονη δημιουργία της μολασσικής λεκάνης Ροδόπης Β. Αιγαίου. Ακολούθησε η βύθιση της Αιγιίδας κατά το Πλειο-Πλειστόκαινο, και η δημιουργία των νεοτεκτονικών τάφρων Στρυμόνα, Ξάνθης – Κομοτηνής, και Αλεξανδρούπολης.

Διακρίνονται λοιπόν δυο κατηγορίες μεταλπικών ιζημάτων: α) Τα μολασσικά ιζήματα η απόθεση των οποίων αρχίζει κατά το Ηώκαινο και λήγει κατά το Μ. Μειόκαινο, β) Τα νεογενή – τεταρτογενή ιζήματα των λεκανών.

Η μολάσσα της Ροδόπης – Β. Αιγαίου αποτέθηκε κατά βάση πάνω στα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδόπης, καθώς επίσης στον χώρο της ζώνης Αξιού, με προεκτάσεις στο Βόρειο Αιγαίο, και ιδιαίτερα τα νησιά Λήμνο και Αγ. Ευστράτιο. Τα αρχαιότερα ιζήματα είναι ηλικίας Κ. – Μ. Ηώκαινου και οι ιζηματογενείς ακολουθίες φτάνουν έως το όριο Ολιγοκαινού – Μειοκαινού. Είναι άξιο λόγου ότι στο χώρο της μολασσικής αυτής αύλακας παρατηρείται κατά το Ολιγόκαινο ηφαιστειακή δραστηριότητα για την οποία έγινε λόγος στο κείμενο, παραπάνω. Οι μολασσικές εμφανίσεις είναι σχετικά λίγες, είτε γιατί βρίσκονται στον υποθαλάσσιο χώρο του Β. Αιγαίου, είτε γιατί έχουν καλυφθεί από νεογενή – τεταρτογενή ιζήματα, είτε διότι έχουν διαβρωθεί.

Σε ότι αφορά τα ιζήματα των νεοτεκτονικών λεκανών, αυτά αποτέθηκαν στις τάφρους του Στρυμόνα και Ξάνθης – Κομοτηνής, σε χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον. Τα θαλάσσια ιζήματα είναι συνήθως κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και ασβεστόλιθοι. Οι χερσαίες φάσεις διακρίνονται στις ποταμοχειμάρια με ερυθρούς ψαμμίτες και μάργες, καθώς και στις λιμναίες, όπου επικρατούν λεπτόκοκκα αργιλικά ιζήματα και μάργες.

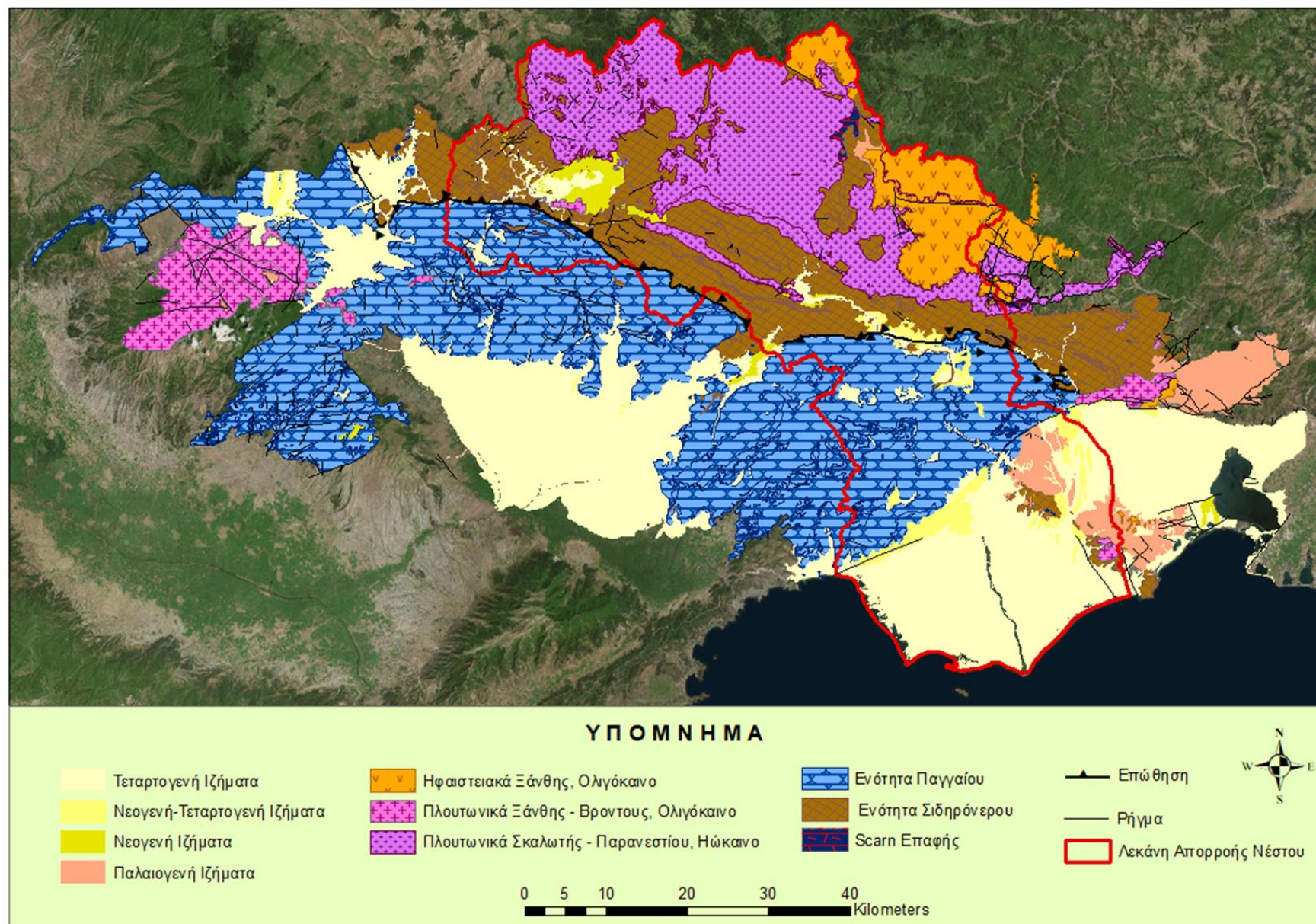
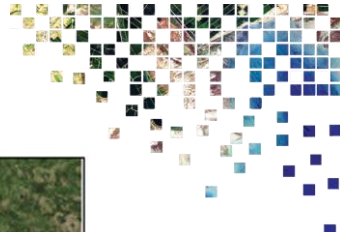
Αξίζει τέλος μία αναφορά στα εβαποριτικά ιζήματα που βρίσκονται σήμερα στην υποθαλάσσια περιοχή των εκβολών του Νέστου, και φιλοξενούν τα κοιτάσματα υδρογονανθράκων στην περιοχή Καβάλας-Θάσου. Ένα πολύ σημαντικό γεγονός του Νεογενούς στον ευρύτερο χώρο της Μεσογείου υπήρξε η «Κρίση Αλμυρότητας του Μεσσηνίου», κατά την οποία η θαλάσσια αυτή λεκάνη απομονώθηκε από τον Ατλαντικό και τον Ινδικό Ωκεανό. Η φτωχή ανανέωση των θαλάσσιων μαζών σε συνδυασμό με τις κλιματικές συνθήκες και την μεγάλη εξάτμιση που έλαβε χώρα, προκάλεσε κατά το Α. Μειόκαινο τη σημαντική απόθεση εβαποριτών σε πολλές τοπικές λεκάνες. Έτσι κατά το διάστημα αυτό λειτούργησε στην περιοχή Καβάλας – Θάσου- εκβολών Νέστου μια τέτοια εβαποριτική λεκάνη, που παγίδευσε κάτω από τα ιζήματα γύψου – αλίτη – ανθρακικών την οργανική ύλη των παλαιότερων υφάλμυρων φάσεων ιζηματογένεσης. Οι συνθήκες αυτές που απεικονίζονται στην παρακάτω τομή, οδήγησαν στη δημιουργία των κοιτασμάτων πετρελαίου στην περιοχή του Πρίνου.

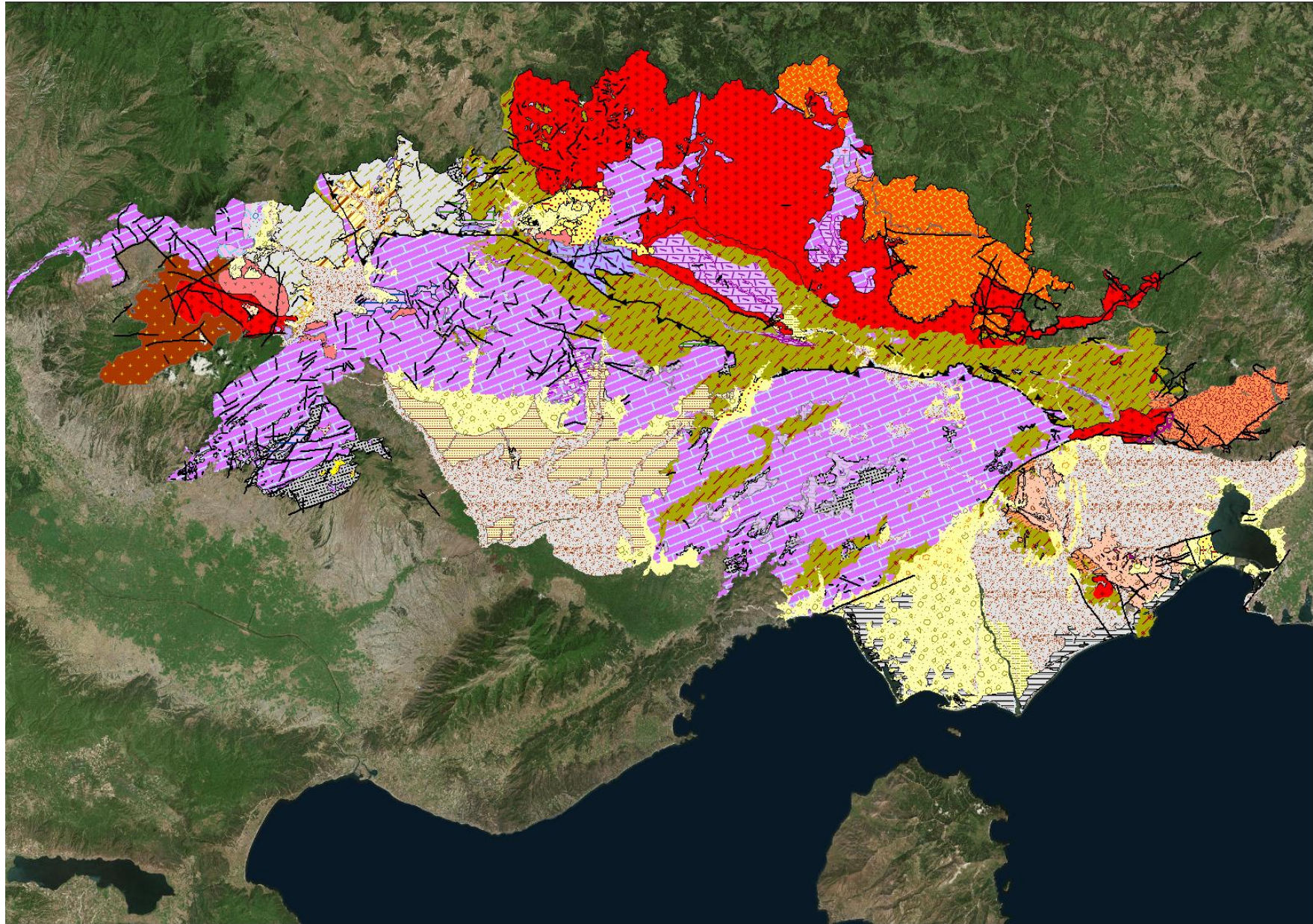


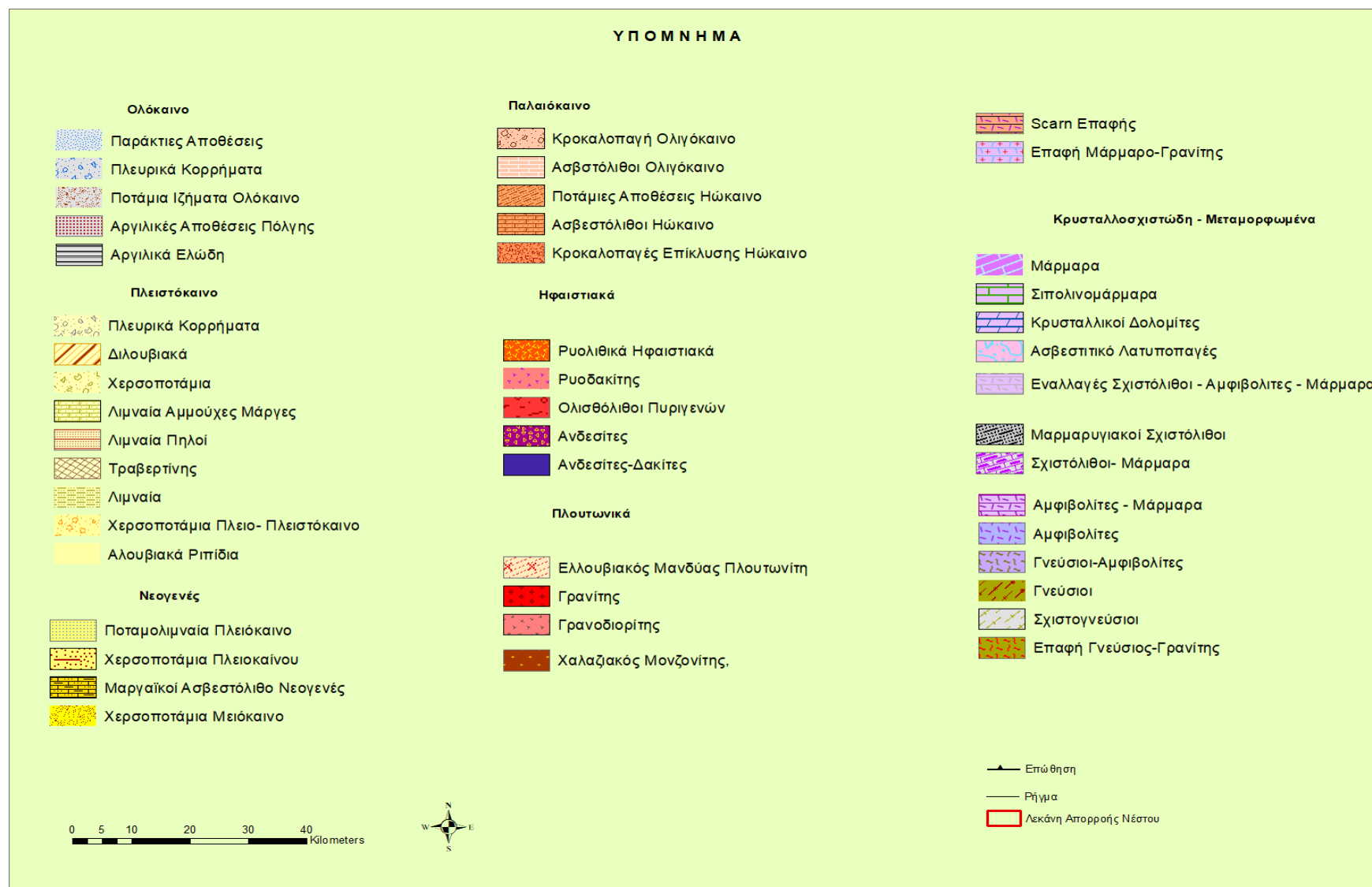
Εικόνα 2.7: Εγκάρσια τομή στην περιοχή Στρυμονικού Κόλπου – Καβάλας – Εκβολών Θάσου, όπου φαίνεται η απόθεση εβαποριτών κατά το Α. Μειόκαινο (Ψιλοβίκος, 2010).

Εβαποριτικά Ιζήματα

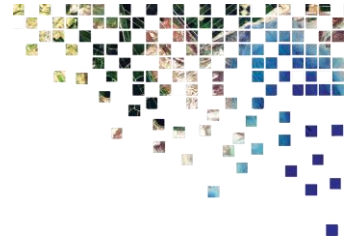
Στη συνέχεια της γεωλογικής ανασκόπησης που επιχειρείται στο κείμενο αυτό για την περιοχή της λεκάνης του Νέστου και τον ευρύτερο χώρο της Ανατολικής Ροδόπης, παρατίθενται οι γεωλογικοί χάρτες, υπό τη γενικευμένη μορφή γεωλογικού σκαριφήματος που απεικονίζει ομαδοποιημένη τη λιθολογία ανά τις γεωλογικές εποχές, αλλά και στη συνέχεια με την αναλυτικότερη μορφή του που απεικονίζει όλους τους γεωλογικούς σχηματισμούς που απαντώνται στην περιοχή. Πηγή των λιθολογικών, στρωματογραφικών και τεκτονικών δεδομένων αποτέλεσαν οι γεωλογικές χαρτογραφήσεις του ΙΓΜΕ σε κλίμακα 1 : 50000, και πιο συγκεκριμένα τα φύλλα χάρτη Ξάνθη, Λεκάνη, Δράμα, Κρηνίδες, Χρυσούπολη, Άβδηρα, Μέση, Κάτω Νευροκόπι, Αχλοδοχώρι, Προσοτσάνη







Εικόνα 2.8: Γεωλογικοί Χάρτες της Λεκάνης Απορροής του Νέστου



2.6 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η λεκάνη απορροής του Νέστου έχει σχηματιστεί κατά μήκος μιας μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης, η οποία διαχωρίζει την οροσειρά της Δ. Ροδόπης ανατολικά, από την οροσειρά που σχηματίζουν τα όρη Ρίλα, Πίριν, Ορβήλος, Φαλακρό και Λεκάνης δυτικά. Από γεωμορφολογική άποψη η λεκάνη αυτή δεν έχει ενιαία συγκρότηση, αλλά αποτελείται από τοπικά βυθίσματα (τάφρους) όπως του Ραζλόκ, του Άνω Νευροκοπίου, των Παπάδων και του Παρανεστίου-Σταυρούπολης, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται τοπικά εξάρματα (κέρατα), όπως της Κλεισούρας, του Θησαυρού και των Στενών. Μέσα στα τοπικά βυθίσματα έχουν αποθεθεί μεταλλικά ιζήματα, χερσοποτάμια και λιμνοποτάμια, ενώ στα τοπικά εξάρματα ο Νέστος έχει διανοίξει στενές και βαθιές κοιλάδες ή φαράγγια.

Σύμφωνα με τους Choleev και Baltackov (1989) και τους Psiïonikos και Vavliakis (1989) η λεκάνη του Νέστου διανοίχτηκε και διαμορφώθηκε σε δύο εξελικτικές φάσεις.

- Κατά το στάδιο του Παλαιονέστου μέσα στη λεκάνη δημιουργήθηκε μια ώριμη και ευρύτατη ποτάμια κοιλάδα, η οποία κατά θέσεις φιλοξένησε λίμνες και έλη. Ο σχηματισμός της κοιλάδας του Παλαιονέστου τοποθετείται στο Νεογενές.
- Κατά το στάδιο του Νεονέστου η διαβρωτική δράση του ποταμού διάνοιξε στη βάση της κοιλάδας του Παλαιονέστου στενή και βαθιά κοιλάδα, μέσα στην οποία ρέει σήμερα. Ο σχηματισμός της κοιλάδας του Νεονέστου οφείλεται σε τεκτονικές ανακατατάξεις και κλιματικές αλλαγές του Τεταρτογενούς στην περιοχή αυτή. Σημαντικό ρόλο φαίνεται ότι έπαιξε η βύθιση της Αιγίδας στον χώρο του Αιγαίου πελάγους και η ανύψωση ολόκληρης της μάζας της Ροδόπης κατ' αυτήν την περίοδο (Ψιλοβίκος, 1990).

2.6.1 ΤΟ ΒΥΘΙΣΜΑ ΠΑΡΑΝΕΣΤΙΟΥ-ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΗΣ

Το βύθισμα Παρανεστίου-Σταυρούπολης έχει σχήμα επίμηκες με ΒΔ-ΝΑ προσανατολισμό. Έχει σχηματιστεί μεταξύ των νοτίων κλιτύων της Δ. Ροδόπης και των βορείων κλιτύων της Λεκάνης, αλλά έχει εγκλωβιστεί μεταξύ των εξαρμάτων του Θησαυρού (βόρεια) και των Στενών Νέστου (νότια). Έχει μήκος 35 km περίπου και κατά θέσεις είτε στενεύει πολύ, είτε διευρύνεται σημαντικά.

- Από γεωλογική άποψη στη νότια πλευρά του βυθίσματος επικρατούν σχηματισμοί μαρμάρων, στη κεντρική ζώνη του βυθίσματος επικρατούν οι Γνεύσιοι, σχιστόλιθοι και αμφιβολίτες. Στη βόρεια πλευρά του βυθίσματος επικρατούν γρανοδιοριτικές διεισδύσεις και ηφαιστειακά πετρώματα (ρυόλιθοι Κούλας).
- Το βύθισμα αυτό έχει δημιουργηθεί μεταξύ της ενότητας του Παγγαίου και της ενότητας του Σιδηρόνερου της μάζας της Ροδόπης
- Από γεωμορφολογική άποψη το βύθισμα αυτό είναι ασύμμετρο. Η νότια πλευρά του έχει απότομες κλιτείς οι οποίες τέμνουν παλιές καρστικές επιφάνειες. Έχει επίσης υποτυπώδες υδρογραφικό δίκτυο, λόγω υπόγειας αποστράγγισης στο χώρο των μαρμάρων. Αντίθετα η βόρεια πλευρά έχει ομαλές κλιτείς, στις οποίες το υδρογραφικό δίκτυο έχει εξαιρετική ανάπτυξη και οργάνωση. Στον κεντρικό χώρο του βυθίσματος εμφανίζεται κατά θέσεις το υπόβαθρο μέσα στο οποίο ο Νέστος έχει διανοίξει βαθιές κοιλάδες με αναβαθμίδες. Το μεγαλύτερο όμως τμήμα του χώρου αυτού είναι ανοιχτό και έχει δεχθεί χερσοποτάμια, ποταμολιμναία και λιμναία ιζήματα, πλειο-πλειστοκαινικής ηλικίας.

Σε όλο το μήκος των πλευρών του βυθίσματος, υπάρχουν αναβαθμίδες, οι οποίες έχουν σχηματιστεί τόσο στα πετρώματα του υποβάθρου, όσο και στις ιζηματογενείς



αποθέσεις. Οι αναβαθμίδες έχουν σαφή χαρακτηριστικά, όπως ομαλές επιφάνειες, απότομο μέτωπο, συζυγή συνήθως ανάπτυξη και κλιμακωτή διάταξη σε διάφορα υψομετρικά επίπεδα. Η έρευνα αυτή αφορά στη χαρτογράφηση και στη μελέτη των αναβαθμίδων αυτών προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τη δράση του Νέστου στην περιοχή.

2.6.2 ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ

Η κοιλάδα του Νέστου στον χώρο του βυθίσματος Παρανεστίου - Σταυρούπολης έχει πολύπλοκη γεωμορφολογική κατασκευή, η οποία διαφέρει από αυτή μιας κλασσικής ποτάμιας κοιλάδας. Τα πιο χαρακτηριστικά της γνωρίσματα είναι τα ακόλουθα:

- Η ασυμμετρία των πλευρών της. Απότομα πρηνή στη δεξιά κατά ροή πλευρά, με κατακόρυφα τοιχώματα στο χώρο των μαρμάρων. Ομαλών κλίσεων πρηνή στην αριστερή κατά ροή πλευρά στο χώρο των γνευσιοσχιστολίθων και μαγματικών πετρωμάτων. Η μορφολογική αυτή ασυμμετρία φαίνεται ότι εκφράζει με ιδιαίτερη σαφήνεια τη σχέση της ενότητας του Παγγαίου προς την ενότητα του Σιδηρόνερου για τις οποίες έγινε ήδη αναφορά.
- Η ασυνεχής ανάπτυξη της κεντρικής ζώνης της. Η κοιλάδα ανοίγει και στενεύει σε πολλές θέσεις, αναγκάζοντας το Νέστο να καμφθεί και να εγκιβωτιστεί στο υπόβαθρο (στενά) ή να ρέει ως πλεξοειδής ποταμός σε ευρεία κοιλάδα (ανοίγματα).

Από την εξάπλωση των λιμναίων πλειο-τεταρτογενών ιζηματογενών αποθέσεων στον χώρο αυτό προκύπτει ότι το κατώτερο τμήμα του βυθίσματος Παρανεστίου - Σταυρούπολης είχε καλυφθεί από τα νερά μιας λίμνης. Η στάθμη της λίμνης αυτής θα πρέπει να έφθανε μέχρις υψομέτρου περίπου 170 - 180 m και στον κεντρικό της τομέα να υπήρχαν νησίδες (σημερινοί λόφοι Κολώνα, Μουργκάνα, Πουσλάκι). Επομένως, προϋπήρχε το ημικαρστικό βύθισμα με τις νησίδες του και τα πλειο-τεταρτογενή ιζήματα πριν αρχίσει ο Νέστος την τελευταία φάση της διαβρωτικής του δράσης και τον σχηματισμό της σημερινής του κοιλάδας.

- Ασυμμετρία της υδρογραφίας του. Η δεξιά κατά τη ροή πλευρά κυρίως κατάντη του Καπνόφυτου έχει περιορισμένη τροφοδοσία σε νερό και φερτά υλικά. Αυτό οφείλεται στο ανάγλυφο και στην επικράτηση των μαρμάρων. Αντίθετα, η αριστερή κατά τη ροή πλευρά έχει μεγάλη τροφοδοσία σε νερό και φερτά υλικά από ένα καλά αναπτυγμένο δίκτυο πλευρικών κλάδων του Νέστου, το οποίο αναπτύσσεται στα πετρώματα του υποβάθρου και στα λιμναία ιζήματα. Η συνδυασμένη διάβρωση των κλάδων αυτών συνέβαλε και στην ομαλοποίηση του αναγλύφου της πλευράς αυτής.
- Η πορεία της σημερινής κοίτης ροής του Νέστου παρουσιάζει κάμψεις κατά ορθή γωνία σε πολλές θέσεις και έχει τυπικά χαρακτηριστικά κοίτης πλεξοειδούς ποταμού με πολλές πλευρικές και κεντρικές νησίδες.
- Τα υλικά της σημερινής κοίτης του Νέστου είναι κατά κανόνα χονδροκλαστικά. Οι μεγάλες κροκάλες κυριαρχούν σε ανάμειξη με μικρότερες κροκάλες και χαλίκια. Το ποσοστό της άμμου και μάλιστα χονδρόκοκκης είναι ελάχιστο και περιορίζεται στα φράγματα, όπου δεν υπερβαίνει το 10% του συνόλου των υλικών. Εξαίρεση ίσως αποτελεί η περιοχή της κοίτης πριν την είσοδο του Νέστου στα Θρακικά Τέμνη (Κάμπος) όπου η άμμος συμμετέχει σε ποσοστό περίπου 20%. Ελάχιστη επίσης είναι και η συμμετοχή του λεπτόκοκκου υλικού στην κοίτη, το οποίο αποτίθεται μόνο από πλημμυρικές παροχές σε κοιλώματα



και δεν υπερβαίνει το 2-3%. Από πλευράς λιθολογικής σύστασης, οι κροκάλες προέρχονται από γνευσιακά-σχιστολιθικά (30-40%), γρανιτικά (20-30 %), ηφαιστειακά (20-25 %) και ανθρακικά (5-10 %) πετρώματα.

- Η κλίση της κοίτης δεν είναι ομαλή και ομοιόμορφη, αλλά παρουσιάζει αυξομειώσεις κατά την πορεία ροής του ποταμού. 4.9 % μεταξύ Τεμένους - Μεσοχωρίου, 2.4 % μεταξύ Παρανεστίου - Δρυμιάς, 3.2% μεταξύ Σιδηρόπετρας - Ιωνικού, 1.0 % μεταξύ Ιωνικού - Σταυρούπολης, και 4.0 % μεταξύ Σταυρούπολης - Κομνηνών (Κάμπου).

Οι τιμές των κλίσεων αυτών, με εξαίρεση αυτή του 1.0%, είναι πολύ υψηλές για την κοίτη ροής ενός τόσο μεγάλου ποταμού, όπως ο Νέστος, ο οποίος μάλιστα διαρρέει τη βάση του βυθίσματος. Από τα ανωτέρω στοιχεία προκύπτει ότι τόσο η διάνοιξη της κοιλάδας του Νέστου, όσο και η διαμόρφωση της κοίτης ροής του στο βύθισμα Παρανεστίου - Σταυρούπολης είναι αποτέλεσμα πρόσφατης ποτάμιας δράσης με κύριο χαρακτηριστικό την κατά βάθος διάβρωση. Ο Νέστος, παρότι δίνει την εντύπωση ενός ώριμου ποταμού, δεν έχει ακόμη ισορροπήσει στην κοιλάδα και στην κοίτη του, μέσα στο χώρο του βυθίσματος Παρανεστίου - Σταυρούπολης.

2.6.3 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ

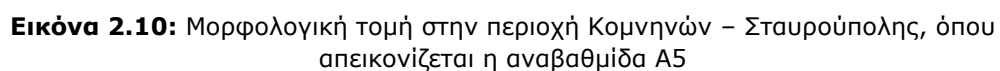
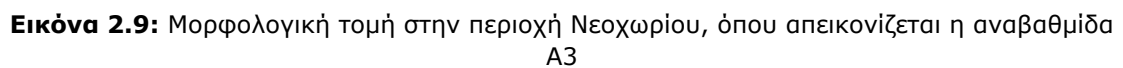
Το βύθισμα Παρανεστίου - Σταυρούπολης σχηματίστηκε μέσα στο χώρο της λεκάνης απορροής του Νέστου ως ένα τοπικό τεκτονικό - καρστικό βύθισμα (ημιπόλη). Κατά τη διάρκεια του Πλειόκαινου και του κατώτερου Τεταρτογενούς, φιλοξένησε μια σημαντική σε έκταση λίμνη, η στάθμη της οποίας φαίνεται ότι έφτασε σε υψόμετρο περί τα 170 -180 m. Με υπερχειλίση και μέσω καταβοθρών, τα νερά της λίμνης αυτής παροχετεύονταν προς τη θάλασσα μέσω των Θρακικών Τεμπών.

Κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς, τα νέα τεκτονικά γεγονότα που οδήγησαν στη βύθιση της Αιγιίδας, σε συνδυασμό και με τις μεγάλες κλιματικές εναλλαγές του Πλειστοκαίνου, προκάλεσαν διακυμάνσεις στο βασικό επίπεδο της περιοχής. Αυτές με τη σειρά τους οδήγησαν σε διάνοιξη των στενών του Νέστου, εκκένωση της λίμνης προς τη θάλασσα και δραστηριοποίηση του Νέστου στο βύθισμα Παρανεστίου - Σταυρούπολης.

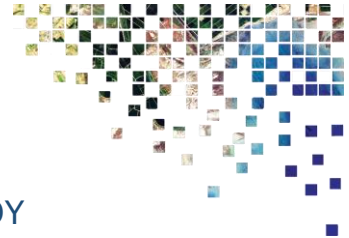
Ο Νέστος διάβρωσε τόσο τα λιμναία ιζήματα, όσο και τα πετρώματα του υποβάθρου και διάνοιξε τη νέα κοιλάδα του μέσα σ' αυτά. Η διάνοιξη της κοιλάδας δεν έγινε από συνεχή διεργασία εκβάθυνσης, αλλά από σταδιακή διεργασία εκβάθυνσης και διαπλάτυνσης. Κατ' αυτόν τον τρόπο σχηματίστηκαν στα πλευρά της νέας κοιλάδας πέντε ζεύγη αναβαθμιδών.

Τα τρία από αυτά (ΑΙ, Α2, Α3) απαντούν σε όλη σχεδόν την έκταση της κοιλάδας, ενώ τα δύο (Α4, Α5) απαντούν μόνο στο χαμηλότερο υψομετρικά κατάντη τμήμα της. Τα υψόμετρα ανάπτυξης είναι:

- ΑΙ από 150/165 m έως 140/150m.
- Α2 από 135/145 m έως 120/135 m
- Α3 από 123/130 m έως 95/110 m.
- Α4 από 90/95 έως 78/98 m.
- Α5 από 75/65 m.



Κατά συνέπεια, ο Νέστος διάνοιξε τη νέα κοιλάδα του στη βάση του βυθίσματος σε πέντε περιόδους από τις οποίες οι δύο τελευταίες αφορούν και στην σημερινή εποχή, γι' αυτό και δεν υπήρξε αρκετός χρόνος, ώστε να επεκταθούν οι αναβαθμίδες (A4, A5) προς το υψηλότερο τμήμα της.



2.6.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Αξιοσημείωτη από γεωμορφολογική σκοπιά είναι η ασύμμετρη ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Νέστου.

Από την ποιοτική και ποσοτική μελέτη του υδρογραφικού δικτύου διαπιστώνεται ότι:

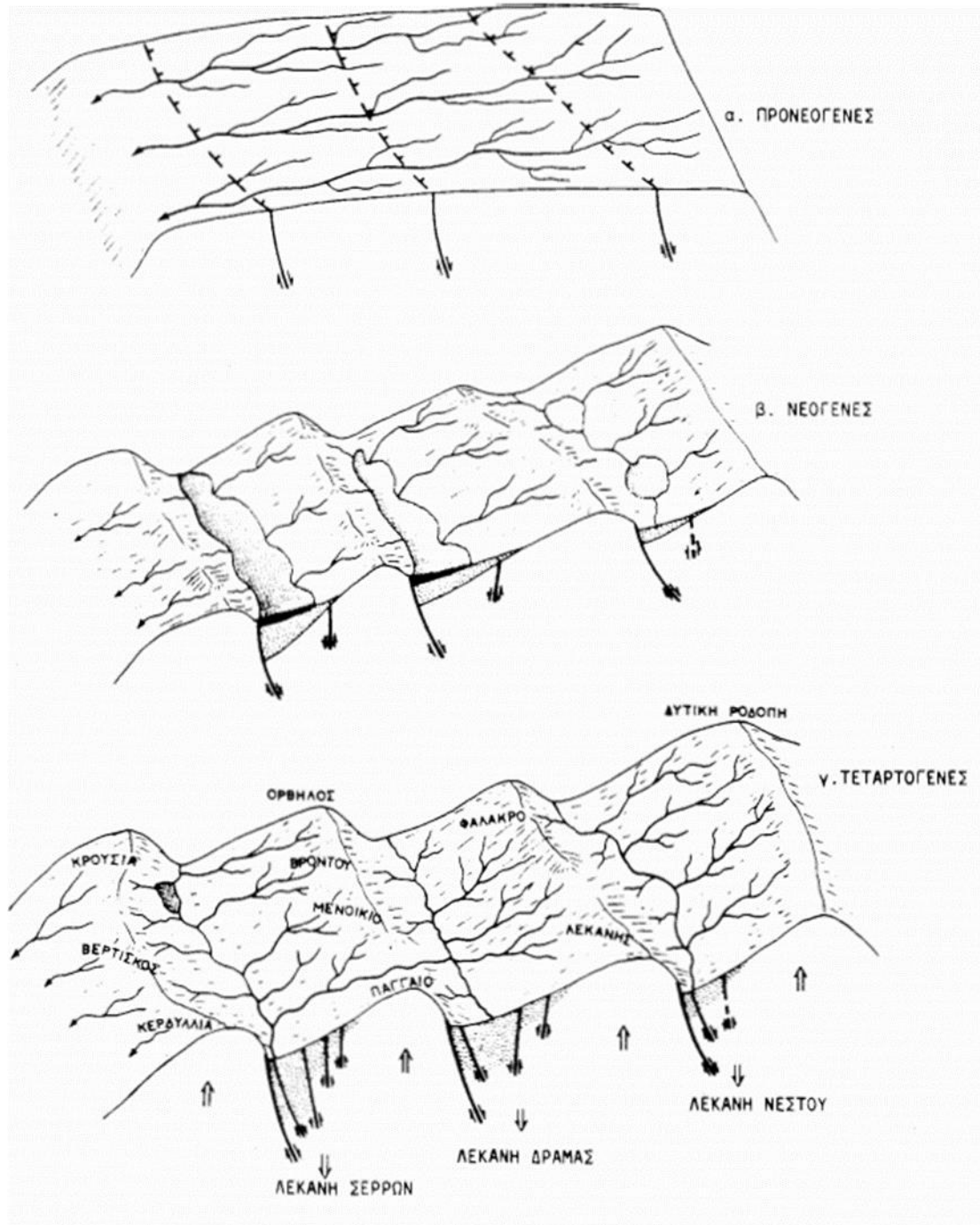
- Το ποτάμι παρουσιάζει ασυμμετρία ανάπτυξης των πλευρικών κλάδων του και αυτό φαίνεται από την έκταση που καταλαμβάνει η δεξιά και αριστερή του ρου, περιοχή της λεκάνης απορροής. Η ασύμμετρη ανάπτυξη ενός υδρογραφικού δικτύου μπορεί συνήθως να οφείλεται σε μη ομαλές και ομοιόμορφες φυσικές συνθήκες μιας περιοχής. Οι συνθήκες αυτές εκφράζονται συνήθως στην επιφάνεια ως διαφορές στη λιθολογία, στην τεκτονική δομή και στις επιφανειακές διεργασίες. Είναι ένα φαινόμενο που εμφανίζεται στον Νέστο, όπως και στα συγγενή υδρογραφικά δίκτυα της ΝΔ Ροδόπης.
- Υπάρχει υδρογραφική απομόνωση περιοχών μέσα στον χώρο ανάπτυξης της απορροής στην ευρύτερη ΝΔ Ροδόπη. Συγκεκριμένα, εμφανίζεται σε ορισμένα ορεινά, ημι-ορεινά καρστικά βυθίσματα, όπως αυτά του Νευροκοπίου και της Λεκάνης. Πρόκειται για μικρής έκτασης πόλγες, με τυφλό υδρογραφικό δίκτυο. Τα επιφανειακά νερά συγκεντρώνονται στις χαμηλές θέσεις του βυθίσματος, όπου υπάρχουν καταβόθρες και παροχετεύονται στο υπόγειο καρστικό δίκτυο. Αν και δεν υπάρχει επιφανειακή υδρογραφική σύνδεση των καρστικών βυθισμάτων με το υδρογραφικό δίκτυο που αποστραγγίζει τη ΝΔ Ροδόπη, είναι προφανές ότι το υπόγειο νερό βρίσκει διέξοδο στους πρόποδες των ορεινών όγκων, στην επαφή μαρμάρων – γνευσιοσχιστολίθων, υπό τη μορφή καρστικών πηγών.

Η εξέταση των γεωμορφολογικών στοιχείων της Ροδόπης, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το ανάγλυφο της είχε δικυκλική ανάπτυξη (Psilonikos, 1986). Κατά τη διάρκεια του πρώτου εξελικτικού κύκλου, οι εξωγενείς διεργασίες προκάλεσαν το σχηματισμό ενός ώριμου αναγλύφου με χαρακτήρες επιπέδωσης (Προνεογενές). Κατά τη γεωλογική αυτή περίοδο, είχε αναπτυχθεί στον ευρύτερο χώρο της ΝΔ Ροδόπης ένα ώριμο υδρογραφικό δίκτυο, με υπο-παράλληλη διάταξη των κύριων κλάδων του και διεύθυνση ροής από ΒΑ προς ΝΔ. Η ανάπτυξη των κλάδων, κατά την περίοδο αυτή ακολούθησε τα παλαιοτεκτονικά στοιχεία, τα οποία στο σύνολό τους είχαν τον προαναφερθέντα προσανατολισμό. Οι άξονες πτυχώσεων του προαλπικού υποβάθρου, αλλά και η φορά διάνοιξης της μολασσικής αύλακας της Ροδόπης είχε αυτόν τον προσανατολισμό.

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου εξελικτικού κύκλου, οι ενδογενείς διεργασίες με κύριο εκφραστή τους τη νεοτεκτονική δραστηριότητα, προκάλεσαν την ανανέωση του αναγλύφου (Νεογενές – Τεταρτογενές). Οι μεταλπικές διεργασίες εκφράστηκαν με τον σχηματισμό μεγάλων ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης και την επαναδραστηριοποίηση άλλων παλαιότερων δομών ΒΑ-ΝΔ προσανατολισμού. Υπήρξε εναλλάξ ταφρογένεση και δημιουργία τεκτονικών κεράτων. Σύμφωνα με τον Ψιλοβίκο, 1993, οι τεκτονικές κινήσεις του Νεογενούς δεν ήταν ισόρροπες. Οι καθοδικές κινήσεις στις τάφρους υπήρξαν μεγαλύτερες στην περιοχή των ρηγμάτων και μειωνόταν με την αύξηση της απόστασης από αυτά. Έτσι το υδρογραφικό δίκτυο αναγκάστηκε να προσαρμοστεί στην διαμόρφωση των ταφρολεκανών που ανανέωσαν το ανάγλυφο. Η συνέχεια του παλαιού δικτύου αποκόπηκε κατά την εγκάρσια διεύθυνση, ενώ δημιουργήθηκαν στο χώρο των βυθισμάτων «τοπικά» βασικά επίπεδα διάβρωσης. Η πρόσχωση με χερσοποτάμια ιζήματα συνεχίστηκε, με τοπική στεγανοποίηση του πυθμένα, σε περιοχές που σχηματίστηκαν κατά το Πλειόκαινο μεγάλες λίμνες. Στις απότομες κλιτείς με ΒΑ προσανατολισμό, η



διάβρωση προχώρησε αργά και έτσι η ανάπτυξη των κλάδων και της έκτασης των λεκανών απορροής υπήρξε περιορισμένη. Αντίθετα στις ομαλές κλιτείες των βυθισμάτων η διάβρωση υπήρξε επιταχυνόμενη και για τον λόγο αυτόν η ανάπτυξη του δικτύου εκεί ήταν μεγάλη.

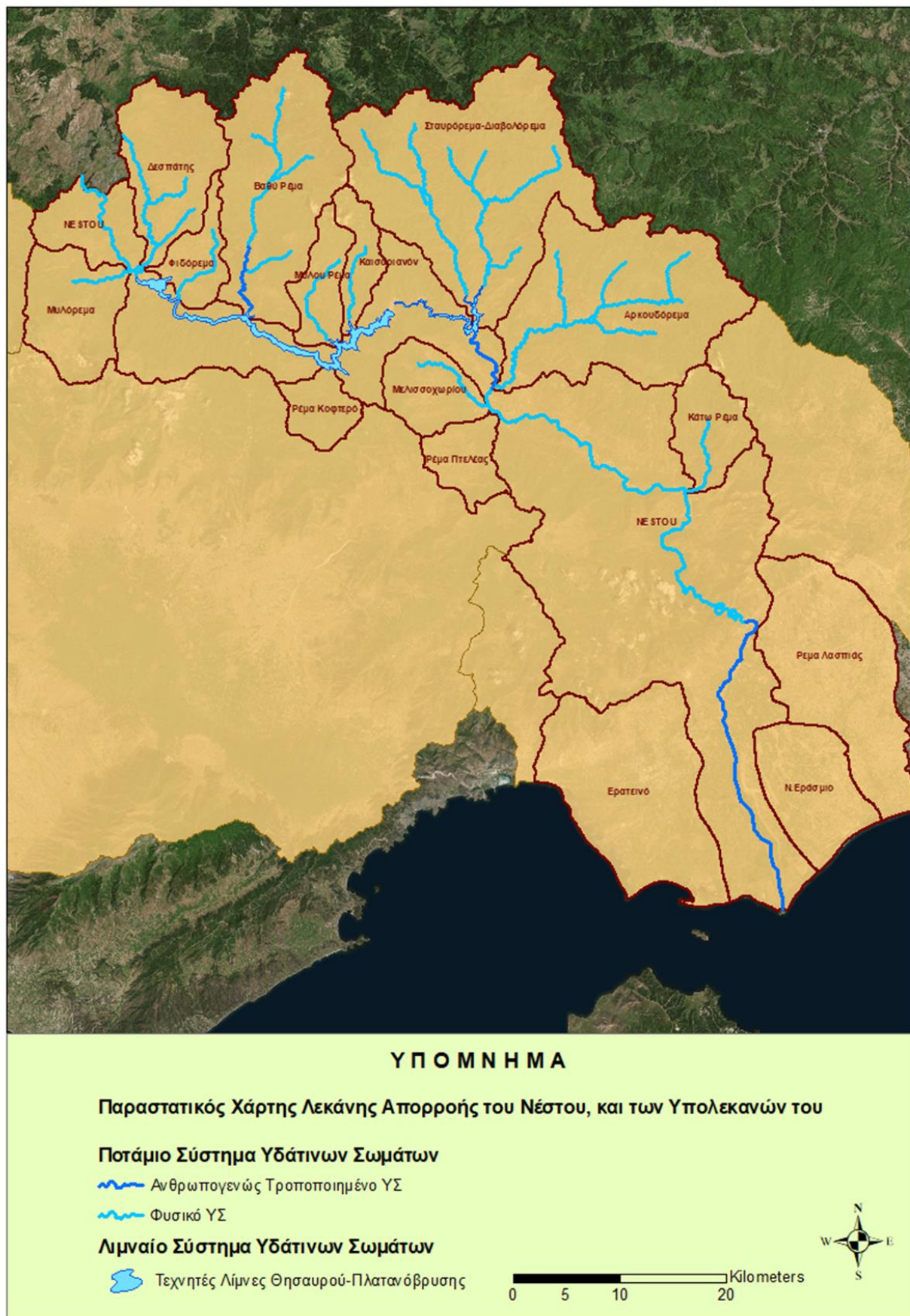
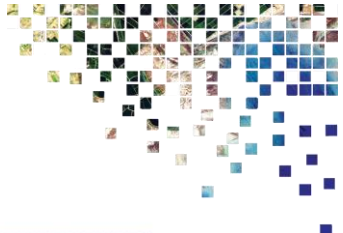


Εικόνα 2.11: Σχηματική αναπαράσταση της εξέλιξης του αναγλύφου της ΝΔ Ροδόπης σε τρείς φάσεις και ερμηνεία της ασύμμετρης ανάπτυξης των υδρογραφικών δικτύων

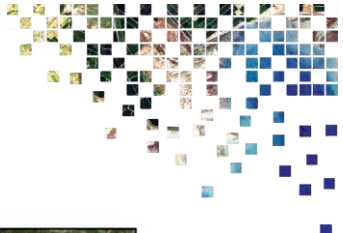
Στη συνέχεια, παρατίθενται οι γεωμορφολογικοί χάρτες που αναπαριστούν το υδρογραφικό δίκτυο στη λεκάνης απορροής του Νέστου σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία, όπως η κατάτμηση σε υπολεκάνες απορροής μικρότερης τάξης ή τα κύρια τεκτονικά συστήματα ρηγμάτων που απαντώνται στην περιοχή. Στους χάρτες αυτούς χαράσσονται τα φυσικά και τα ανθρωπογενώς τροποποιημένα υδάτινα



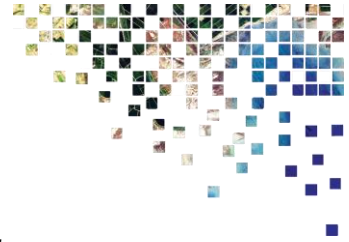
σώματα του ποτάμιου συστήματος του Νέστου και χαρτογραφούνται οι τεχνητές λίμνες Θησαυρού και Πλατανόβρυσης. Οροθετούνται ακόμα οι υπολεκάνες χαμηλότερης τάξης. Στον χάρτη υδρογραφικού δικτύου και τεκτονικής, απεικονίζονται οι κλάδοι 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξης κατά Strahler αλληλεπίδραση με το γεωγραφικό επίπεδο των ρηγμάτων. Καταδεικνύεται έτσι ο γενετικός ρόλος της τεκτονικής στη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου.



Εικόνα 2.12: Η λεκάνη απορροής του Νέστου και οι υπολεκάνες του.



Εικόνα 2.13: Το υδρογραφικό δίκτυο και η τεκτονική της ΛΑΠ του Νέστου



2.6.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ

Για την μελέτη της γεωμορφολογίας της περιοχής έρευνας στη λεκάνη του ποταμού Νέστου και για την εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν τις γεωμορφολογικές διεργασίες, οι οποίες έχουν διαμορφώσει το επιφανειακό ανάγλυφο, πραγματοποιήθηκε ανάλυση αναγλύφου της περιοχής μελέτης, με τη βοήθεια υψομετρικών δεδομένων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου ALOS-DEM, με χωρική διακριτική ικανότητα 20m.

2.6.5.1 Ταξινόμηση Αναγλύφου

Προκειμένου να χαρακτηριστεί το ανάγλυφο που παρατηρείται στην περιοχή, χρησιμοποιήθηκε μέθοδος ταξινόμησης των υψομέτρων. Ο Dikau το 1989 πρότεινε μια ταξινόμηση των υψομέτρων των λεκανών, ώστε να τις χαρακτηρίσει. Χώρισε τη λεκάνη απορροής σε περιοχές με συγκεκριμένο εύρος υψομέτρων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, ώστε να αποδώσει στην κάθε περιοχή έναν χαρακτηρισμό. Έτσι περιοχές με υψόμετρο :

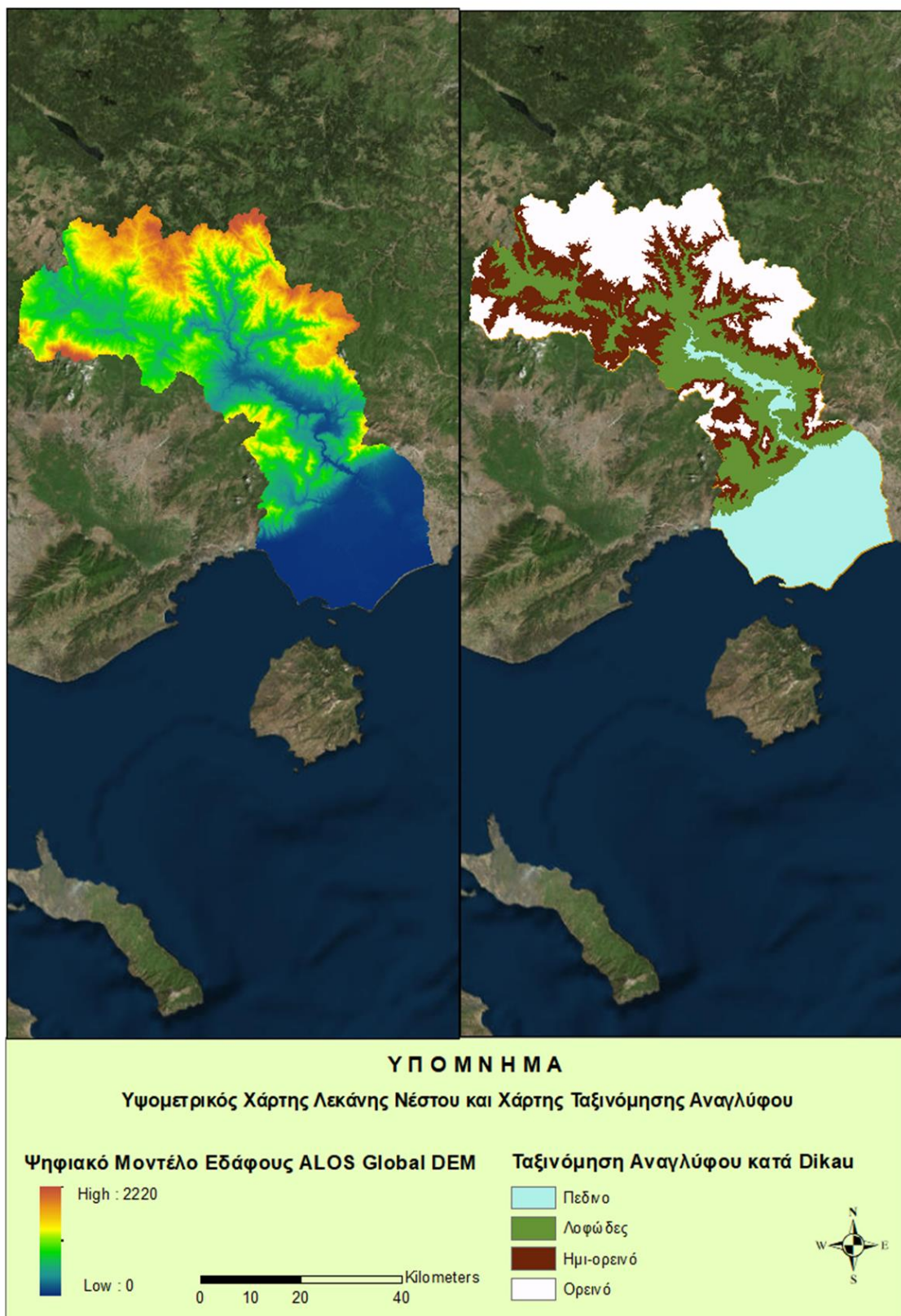
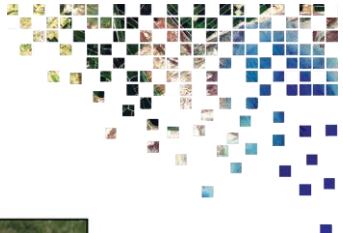
- < 150 m χαρακτηρίζονται ως πεδινές.
- 150 – 600 m χαρακτηρίζονται ως λοφώδεις.
- 600 – 900 m χαρακτηρίζονται ημιορεινές, με βουνά και ψηλούς λόφους.
- >900 m χαρακτηρίζονται ως ορεινές.

Χρησιμοποιώντας το εύρος υψομέτρων της ταξινόμησης, καθώς και το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου (DEM), κατασκευάστηκε ο χάρτης υψομέτρων της περιοχής, ενώ υπολογίστηκε το ποσοστό της έκτασης που καταλαμβάνει η κάθε κλάση, ανάλογα με τον χαρακτηρισμό που της έχει αποδοθεί.

Πίνακας 2.5: Ταξινόμηση Υψομέτρων ΛΑΠ Νέστου κατά Dikau

Ταξινόμηση Υψομέτρων Dikau	Ποσοστό έκτασης %
Πεδινή	24,20369911
Λοφώδης	24,53820038
Ημιορεινή	23,72599983
Ορεινή	27,53210068

Στη συνέχεια ακολουθεί ο υψομετρικός χάρτης της περιοχής, μαζί με την ταξινόμηση αναγλύφου, όπως προέκυψαν από την επεξεργασία και ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους ALOS Global DEM.



Εικόνα 2.14: Υψομετρικός Χάρτης ΛΑΠ Νέστου (αριστερά) και Χάρτης Ταξινόμησης Αναγλύφου (δεξιά)



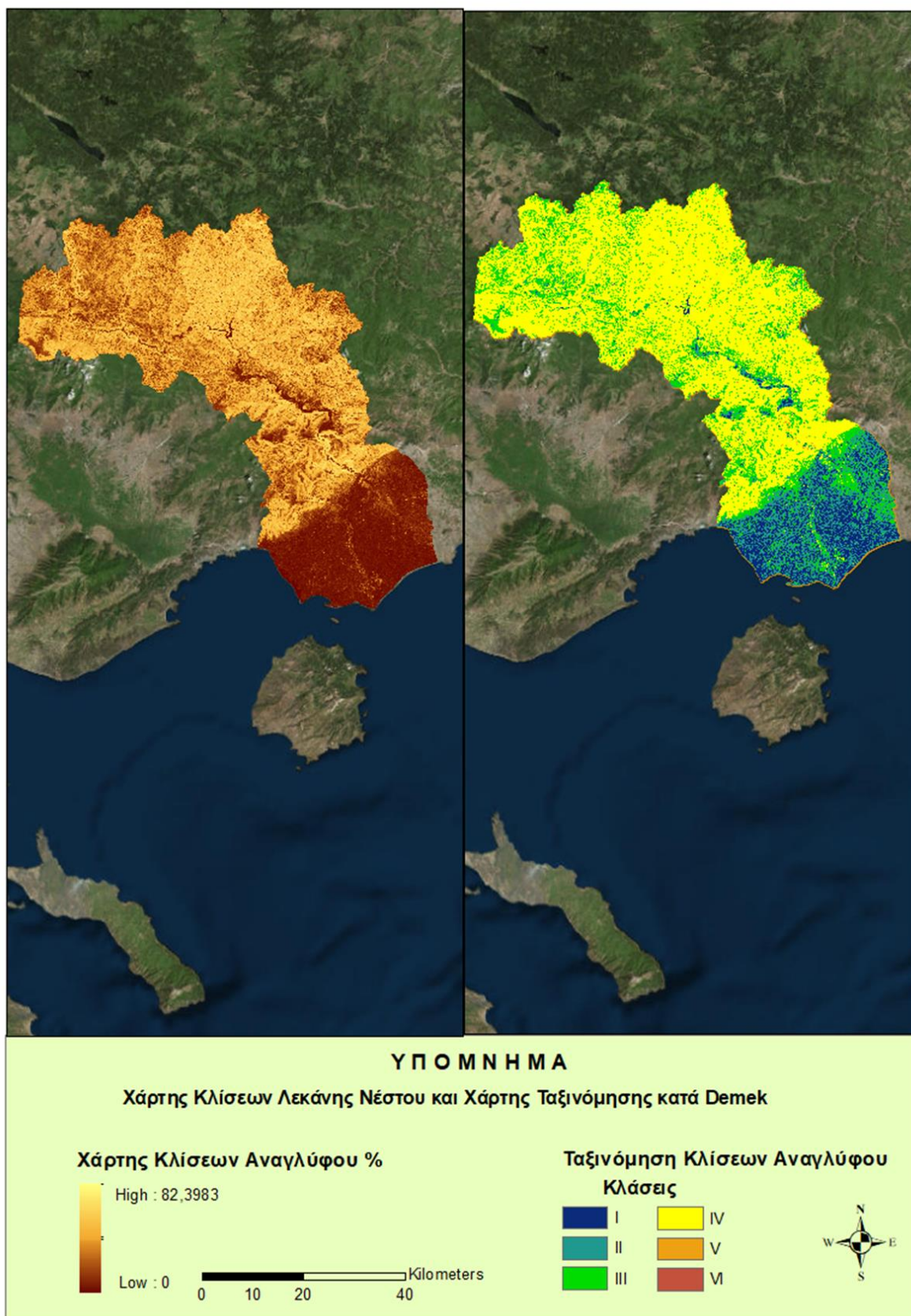
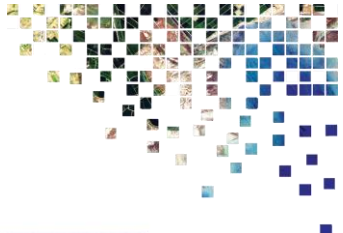
2.6.5.2 Κλίσεις Αναγλύφου

Μία σημαντική παράμετρος, για την περαιτέρω ανάλυση του αναγλύφου μιας περιοχής, αποτελεί η κλίση του αναγλύφου. Βάση αυτού, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τον βαθμό διάβρωσης που συντελείται σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Για την ταξινόμηση των κλίσεων της περιοχής μελέτης, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα ταξινόμησης που προτάθηκε από τον Demek (1972). Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, οι τιμές της μέσης κλίσης του αναγλύφου χωρίστηκαν σε έξι ομάδες, οι οποίες χαρακτηρίζουν διαφορετικές επιφάνειες καθώς και διαφορετικό τρόπο διάβρωσής τους (Demek, 1972). Χρησιμοποιώντας την κλίση ως την 1η παράγωγο της επιφάνειας του εδάφους, κατασκευάστηκε με βάση το DEM, ο χάρτης κλίσεων της περιοχής με εύρος τιμών κλίσης κατ' αναλογία με την ταξινόμηση του Demek. Υπολογίστηκε ακόμα το ποσοστό % έκτασης που αντιστοιχεί σε κάθε εύρος τιμών κλίσης, κάτι που παρουσιάζεται στον πίνακα μαζί με το είδος αναγλύφου και τον τύπο διάβρωσης.

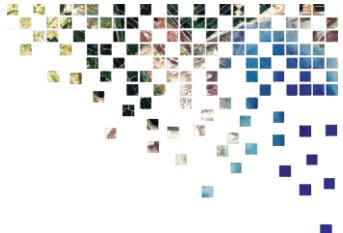
Πίνακας 2.6: Κλίση αναγλύφου της ΛΑΠ Νέστου και μορφολογικά χαρακτηριστικά

	Κλίση °	Κλίση %	Μορφολογικά χαρακτηριστικά επιφάνειας και τρόπος διάβρωσης - Ταξινόμηση Demek	Ποσοστό έκτασης %
I	0 - 2	3,5	Επίπεδο έως ελαφρά κεκλιμένο ανάγλυφο. Έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος.	8,89
II	2 - 5	9	Ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο. Διάβρωση καλύμματος και έναρξη αυλακωτής διάβρωσης.	10,67
III	5 - 15	27	Ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο. Κινήσεις μαζών, ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή, έντονες διαβρωτικές διεργασίες.	18,06
IV	15 - 35	70	Έντονες διεργασίες, απογύμνωσης, ερπυσμοί εδαφών, λασπορροές, έντονη αυλακωτή και γραμμική διάβρωση.	62,15
V	35 - 55	143	Απόκρημνο ανάγλυφο. Πολύ λεπτό ασυνεχές στρώμα εδάφους, έντονη απογύμνωση του μητρικού πετρώματος.	0,20
VI	>55		Κάθετο ανάγλυφο. Απουσία εδάφους, απογύμνωση πετρωμάτων και κατάρρευση βράχων.	-

Στη συνέχεια ακολουθεί ο χάρτης κλίσεων της περιοχής, μαζί με την ταξινόμηση κλίσεων αναγλύφου, όπως προκύπτουν από την ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους ALOS Global DEM.



Εικόνα 2.15: Χάρτης κλίσεων ΛΑΠ Νέστου (αριστερά) και Χάρτης Ταξινόμησης κατά Demek (δεξιά)



2.6.5.3 Υψομετρική καμπύλη και Υψομετρικό ολοκλήρωμα

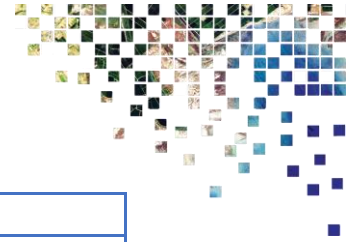
Η υψομετρική καμπύλη περιγράφει την κατανομή που παρουσιάζει η τιμή του υψομέτρου σε μια οριοθετημένη περιοχή. Η καμπύλη εκφράζει τη σχέση σχετικού υψομέτρου $h/\Delta H$ της περιοχής αυτής, σε συνάρτηση με τη σχετική επιφάνειά της a/A . Η ιδιότητα της υψομετρικής καμπύλης να είναι ανεξάρτητη της κλίμακας του χάρτη, του μεγέθους και του αναγλύφου της λεκάνης για την οποία υπολογίζεται την καθιστά χρήσιμο εργαλείο για συγκριτικές παρατηρήσεις μεταξύ διαφορετικών λεκανών απορροής. Ένας απλός τρόπος να χαρακτηριστεί η μορφή μιας υψομετρικής καμπύλης είναι να υπολογιστεί το ολοκλήρωμά της.

Η σχέση που υπάρχει μεταξύ του υψομετρικού ολοκληρώματος H_i και του βαθμού απογύμνωσης, επιτρέπει τη χρήση του ως δείκτη του σταδίου στο οποίο βρίσκεται η περιοχή μέσα στον κύκλο της διάβρωσης. Ο κύκλος της διάβρωσης περιγράφει τη θεωρητική εξέλιξη ενός τοπίου μέσα από τα 3 στάδια : Νεότητας, Ωριμότητας και Γήρατος. Ο Strahler (1952, 1957, 1964) όρισε τις κρίσιμες τιμές του υψομετρικού ολοκληρώματος στις οποίες γίνεται διαχωρισμός των σταδίων του κύκλου διάβρωσης. Έτσι, η μετάβαση από το στάδιο νεότητας, που χαρακτηρίζεται από βαθιές χαραδρώσεις και τραχύ ανάγλυφο, στο στάδιο ωριμότητας, όπου όλες οι γεωμορφολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα βρίσκονται σχεδόν σε κατάσταση ισορροπίας, πραγματοποιείται για τιμή H_i ίση με 60 % και από αυτό το στάδιο στο επακόλουθο στάδιο γήρατος, όπου το ανάγλυφο είναι πολύ ήπιο και τείνει στο βασικό επίπεδο, για τιμή H_i ίση με 35 %. Συνεπώς, η υψομετρική ανάλυση μπορεί να αποτελέσει έναν ισχυρό δείκτη διαχωρισμού τεκτονικά ενεργών και μη ενεργών περιοχών.

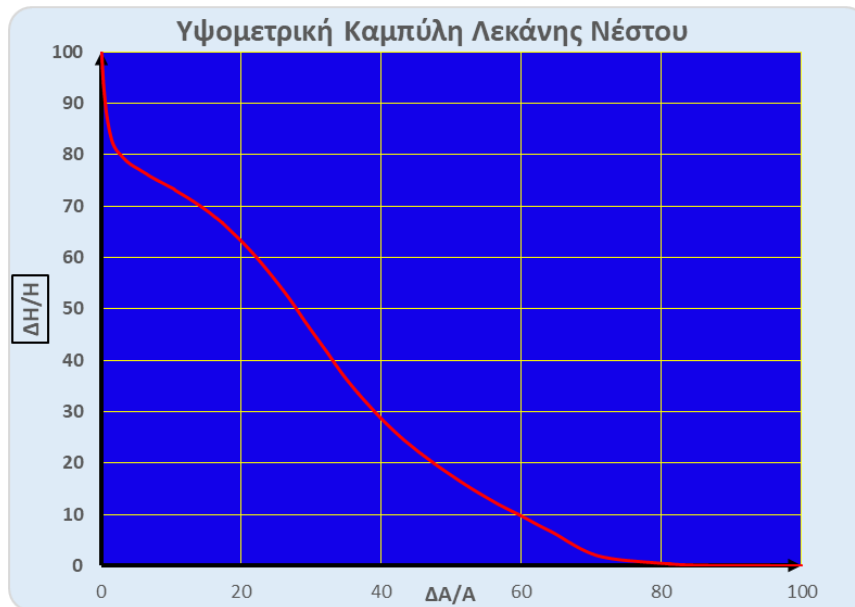
Ο γενικός χαρακτηρισμός μιας κύριας λεκάνης απορροής σε κάποιο στάδιο του κύκλου διάβρωσης δεν επιτρέπει την κατανόηση της μεταβολής του H_i στο εσωτερικό της. Συνεπώς, η μελέτη της χωρικής κατανομής του H_i μέσα στην έκταση της λεκάνης βοηθά στον εντοπισμό διαφόρων μορφολογικών στοιχείων της λεκάνης που συντέλεσαν στην εξέλιξή της, όπως για παράδειγμα, μια υπολεκάνη, η οποία έχει υποστεί ανύψωση και το ανάγλυφό της έχει αναζωογονηθεί. Αυτός είναι και ο λόγος που υπολογίστηκαν τα H_i λεκανών μικρότερης τάξης. Κατασκευάστηκε, λοιπόν, χάρτης κατανομής της τιμής του υψομετρικού ολοκληρώματος στην περιοχή έρευνας. Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός Πίνακας 2.7, με τις τιμές υψομετρικού ολοκληρώματος, όπως αυτό υπολογίστηκε για κάθε υπολεκάνη, καθώς και τα διαγράμματα των αντίστοιχων υψομετρικών καμπυλών.

Πίνακας 2.7: Τιμές Υψομετρικού ολοκληρώματος ανά υπολεκάνη

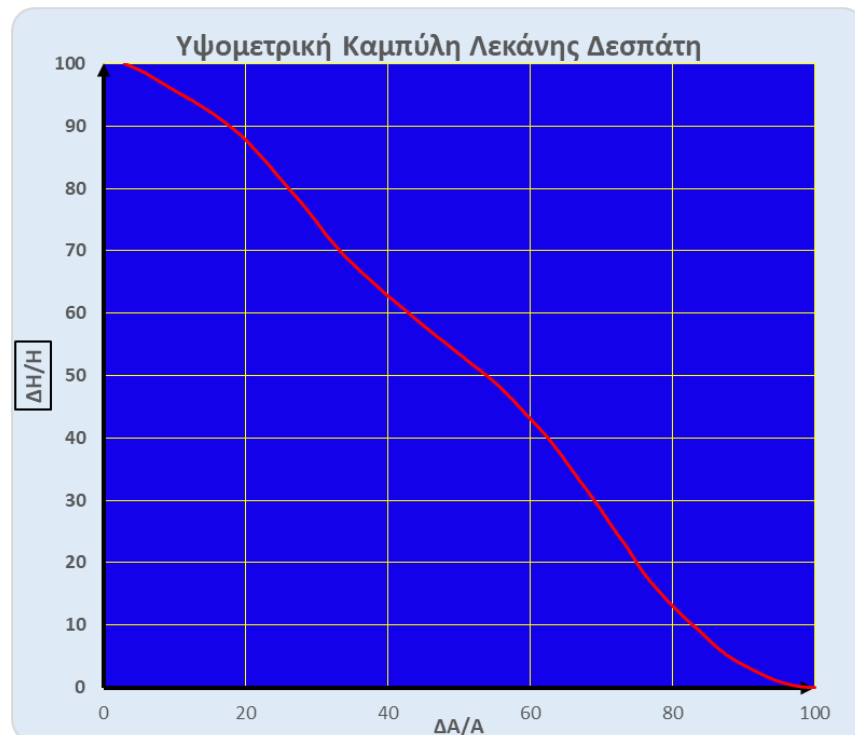
Λεκάνη Απορροής	H_i	Στάδιο Κύκλου Διάβρωσης
Νέστου	28,23	στάδιο γήρατος
Δεσπάτη	51,34	στάδιο ωριμότητας
Αρκουδορέματος	55,36	στάδιο ωριμότητας
Ρέματος Πτελέας	32,93	στάδιο γήρατος
Μελισσοχωρίου	51,79	στάδιο ωριμότητας
Κάτω Ρέματος	45,16	στάδιο ωριμότητας
Σταυρορέματος- Διαβολορέματος	46,82	στάδιο ωριμότητας
Καισαριανού	50,74	στάδιο ωριμότητας
Μύλου Ρέματος	35,74	στάδιο ωριμότητας - γήρατος
Κοφτερού	52,56	στάδιο ωριμότητας
Βαθύ Ρέμα	50,68	στάδιο ωριμότητας



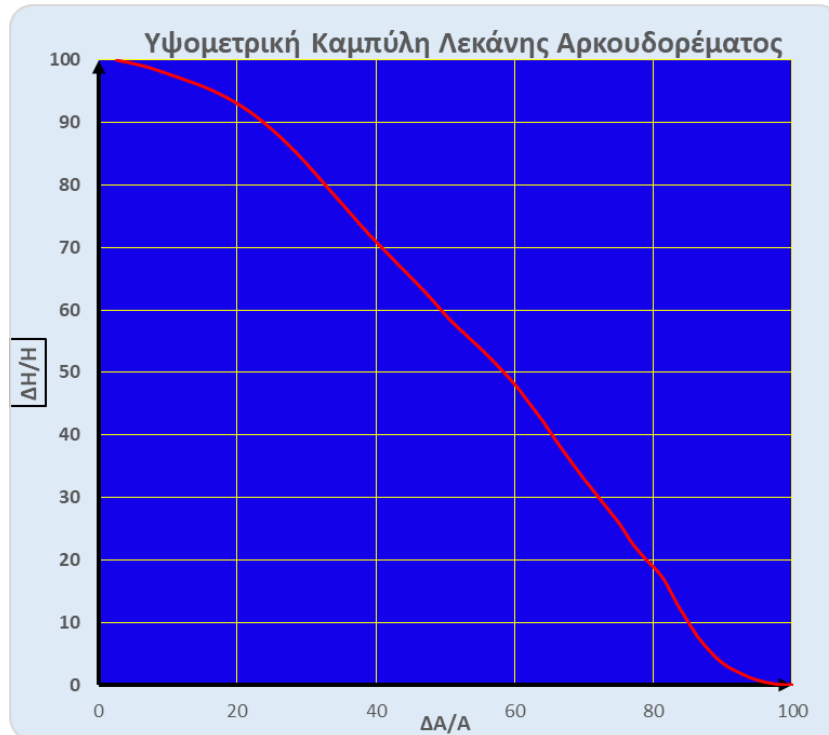
Φιδορέματος	26,52	στάδιο γήρατος
Μυλορέματος	33,33	στάδιο γήρατος
Ερατεινού	8,18	στάδιο γήρατος
Ν.Ερασμίου	24,52	στάδιο γήρατος
Ρέματος Λασιπιάς	7,19	στάδιο γήρατος
Νευροκοπίου	17,64	στάδιο γήρατος
Αγγίτη	21,25	στάδιο γήρατος



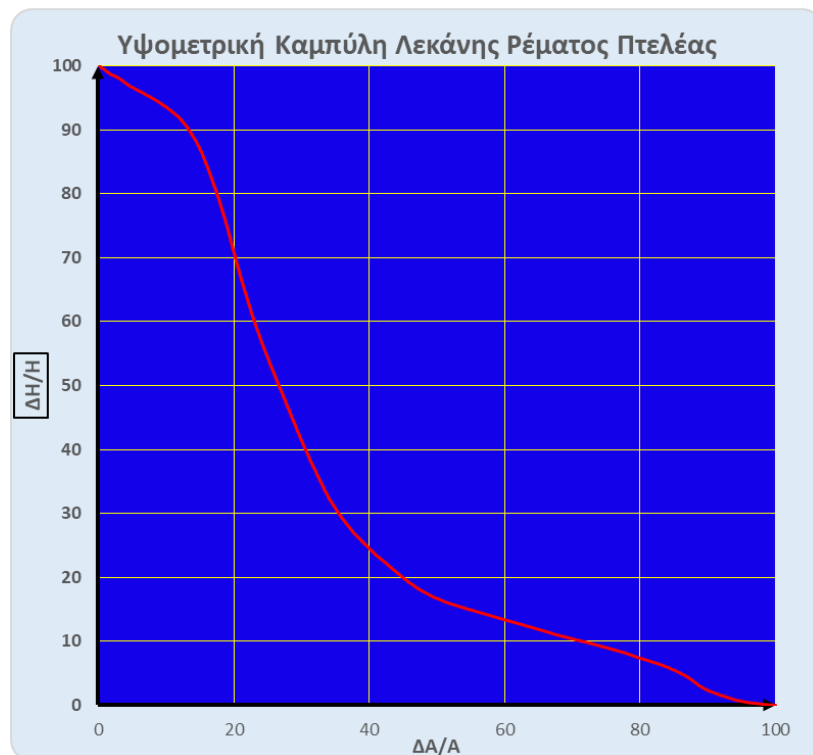
Γράφημα 2.4: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Νέστου



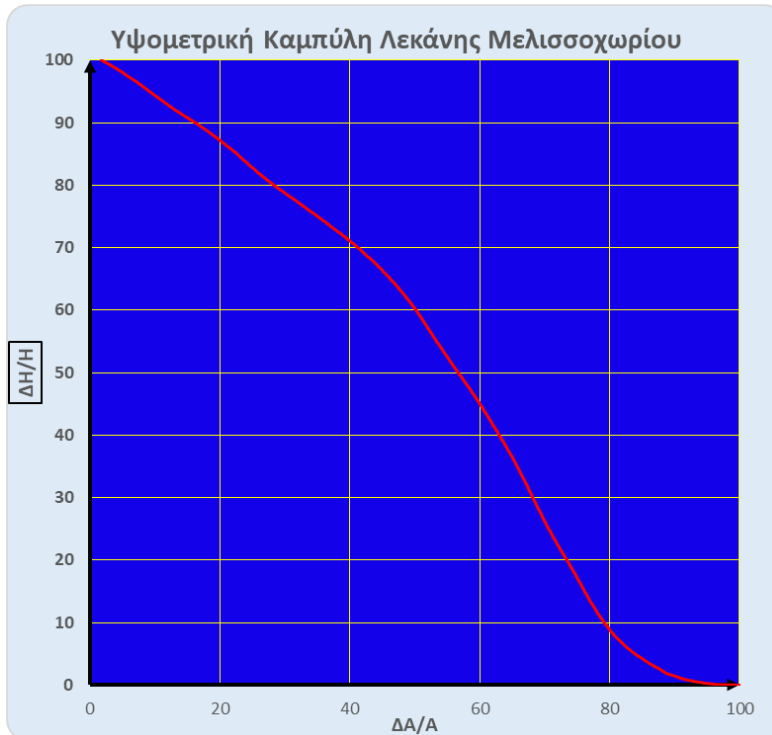
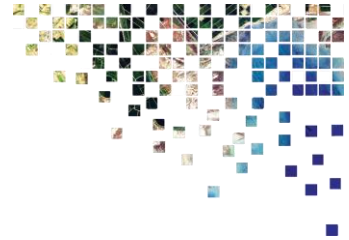
Γράφημα 2.5: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Δεσπάτη



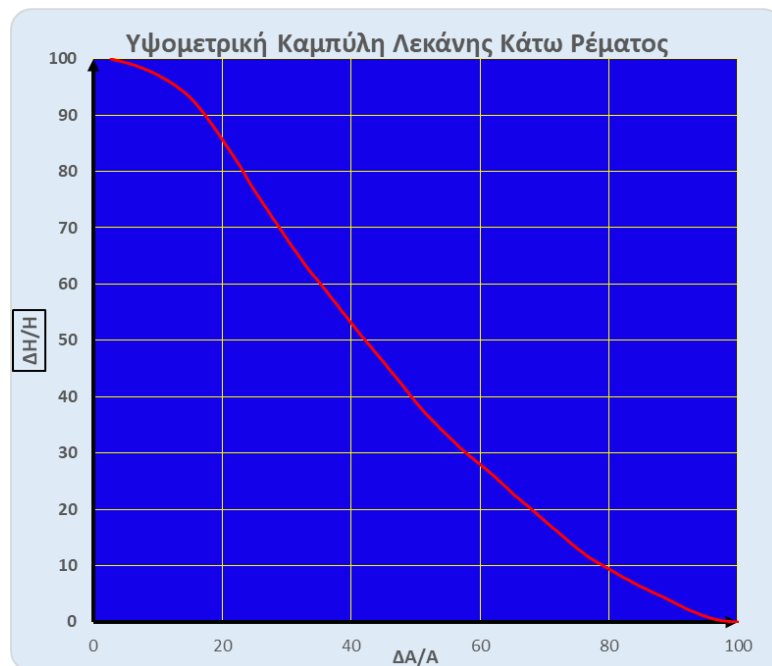
Γράφημα 2.6: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Αρκουδορέματος



Γράφημα 2.7: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Ρέματος Πτελέας



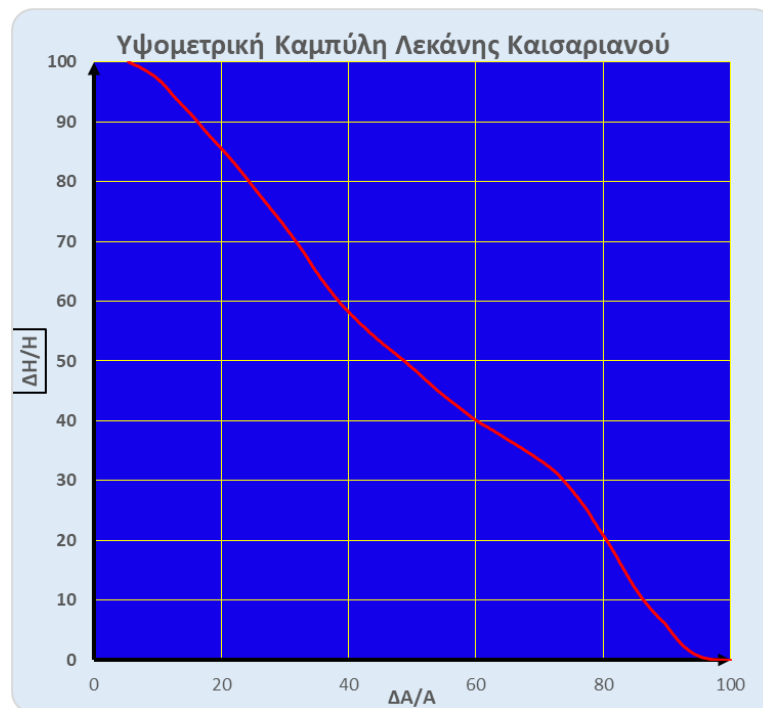
Γράφημα 2.8: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Μελισσοχωρίου



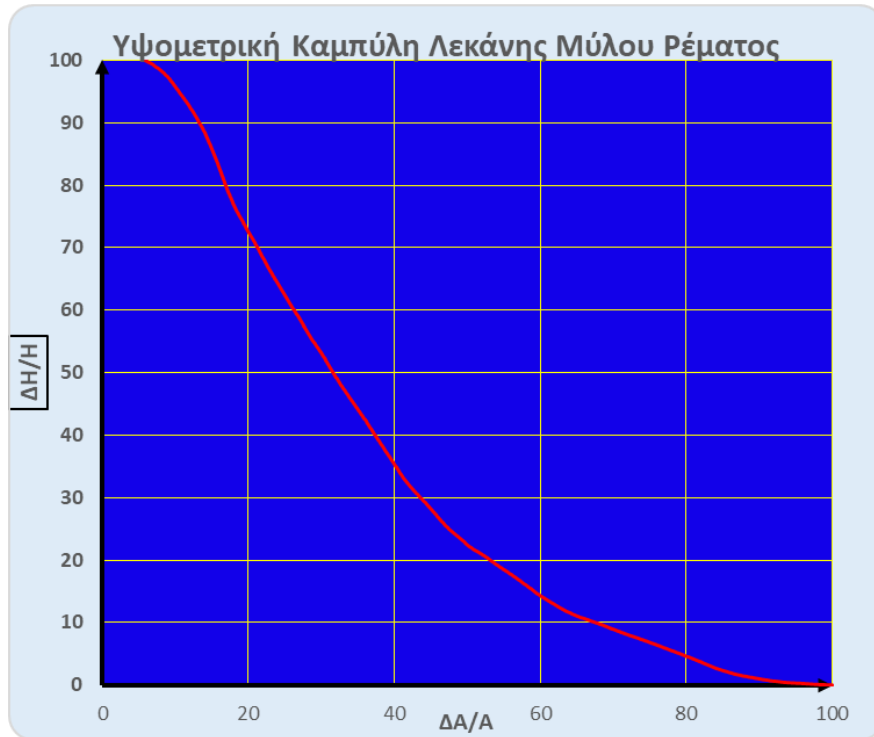
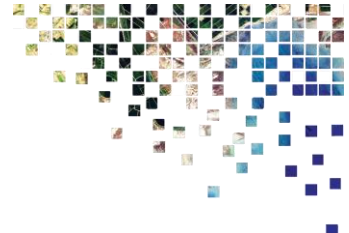
Γράφημα 2.9: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Κάτω Ρέματος



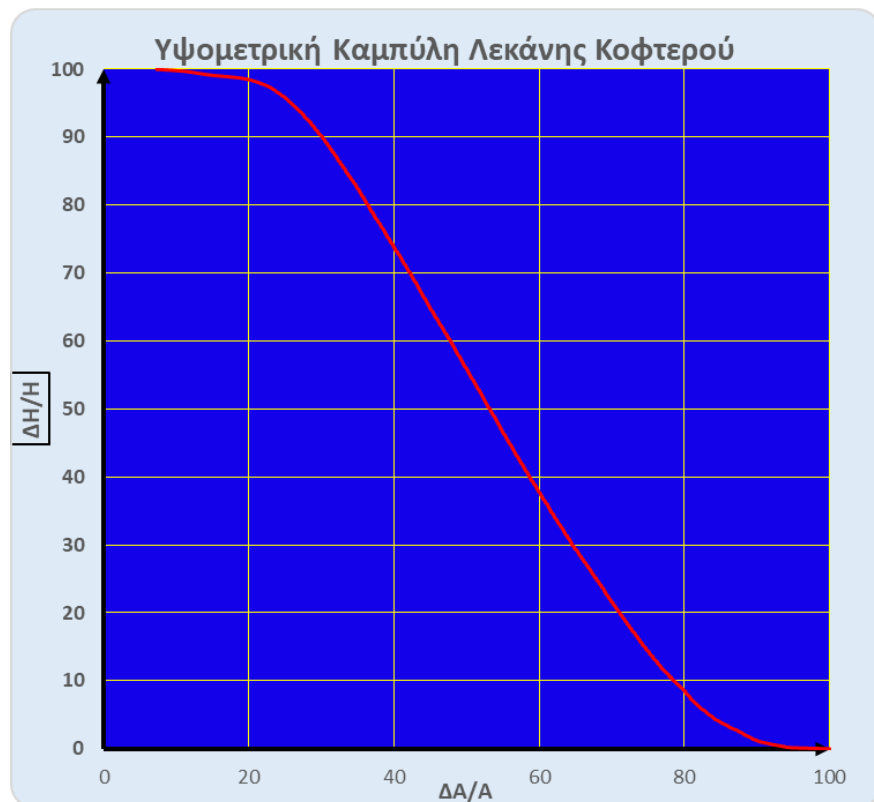
Γράφημα 2.10: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Σταυρορέματος-Διαβολορέματος



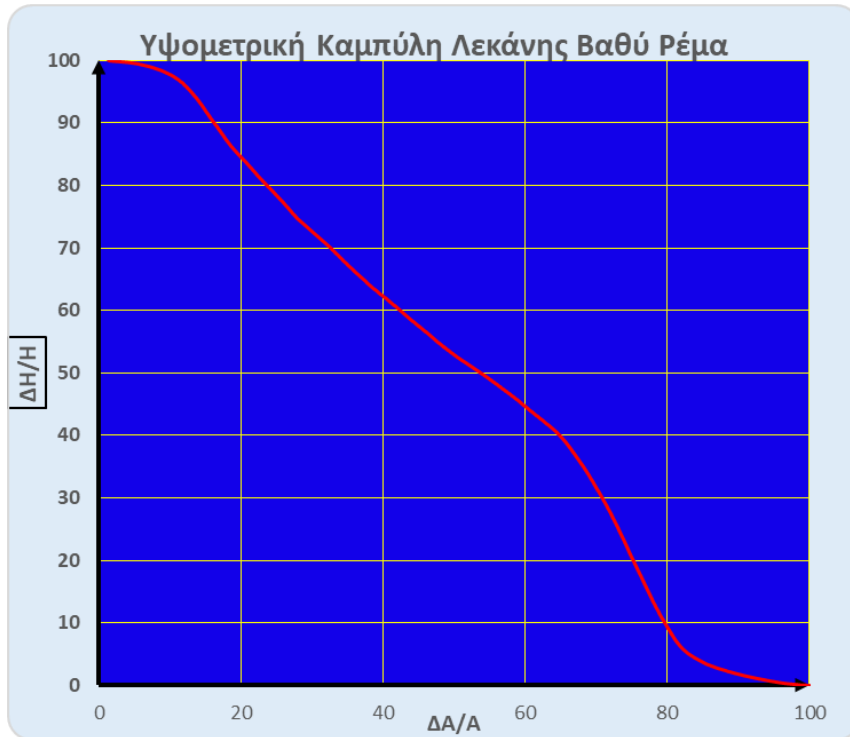
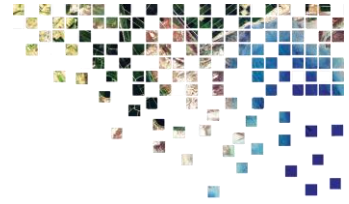
Γράφημα 2.11: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Καισαριανού



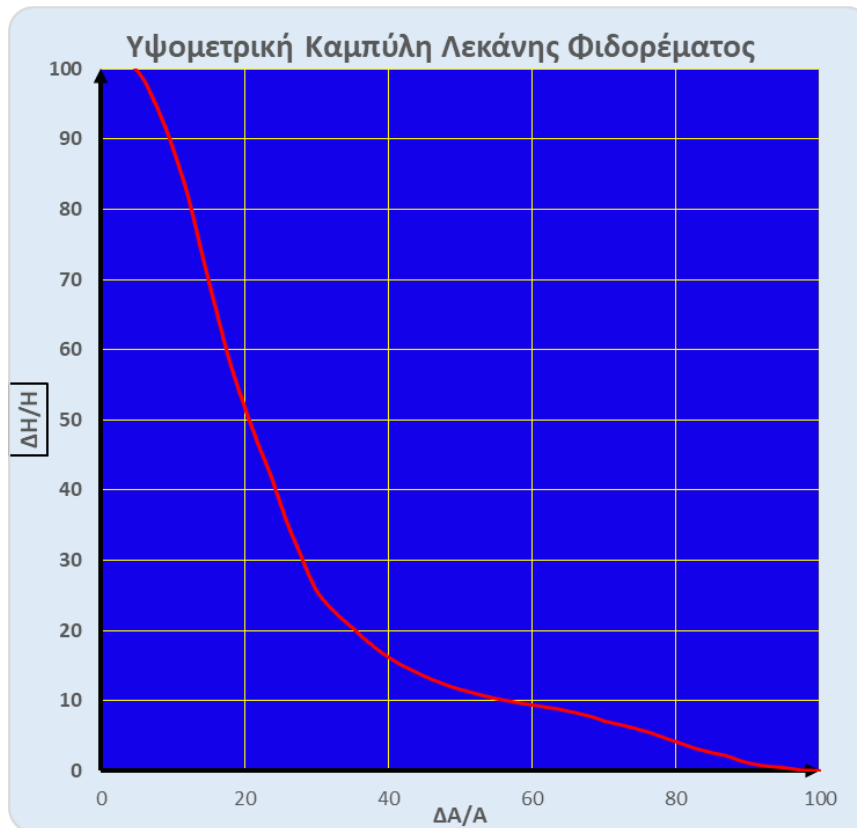
Γράφημα 2.12: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Μύλου Ρέματος



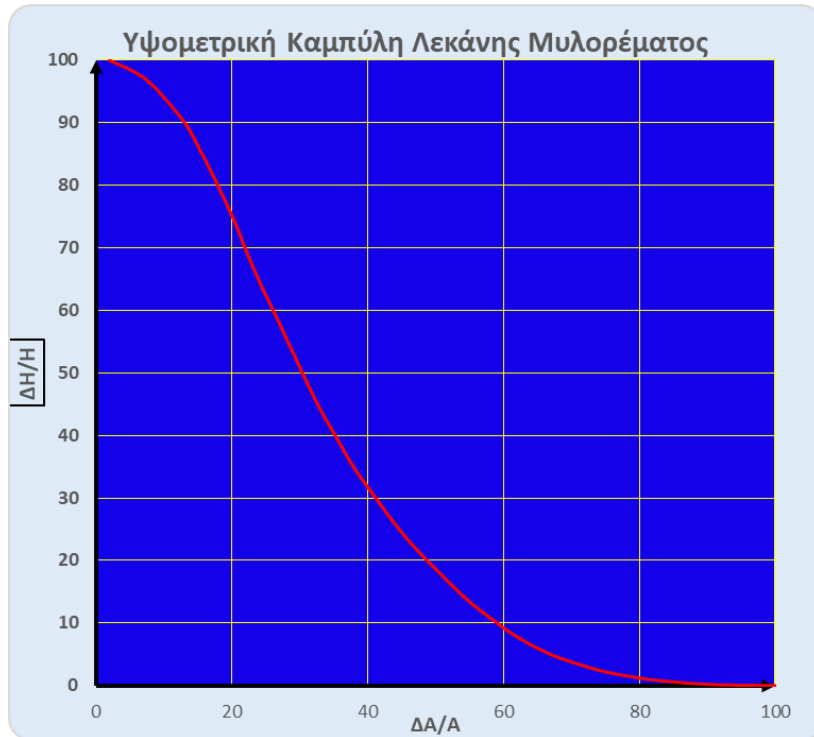
Γράφημα 2.13: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Κοφτερού



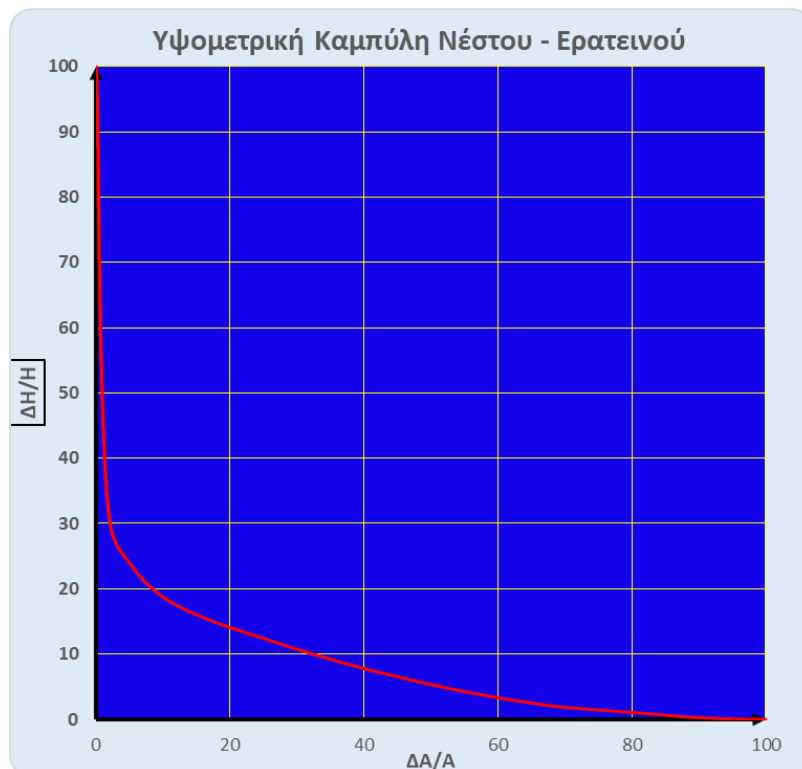
Γράφημα 2.14: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Βαθύ Ρέμα



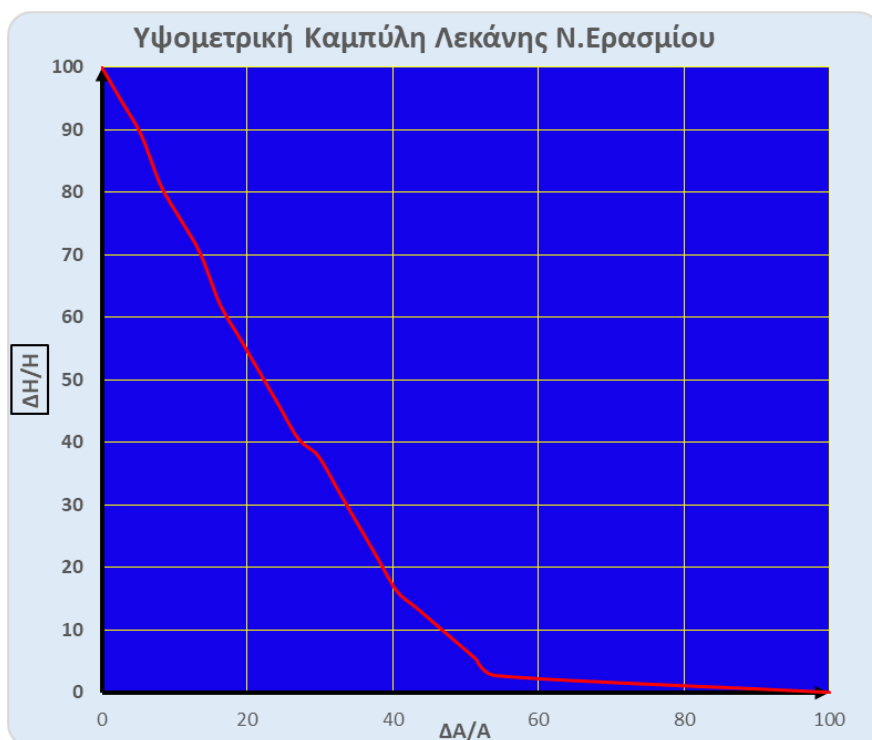
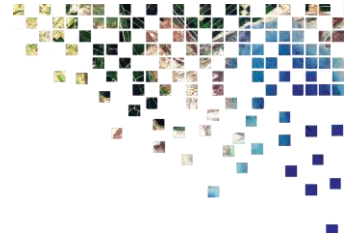
Γράφημα 2.15: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Φιδορέματος



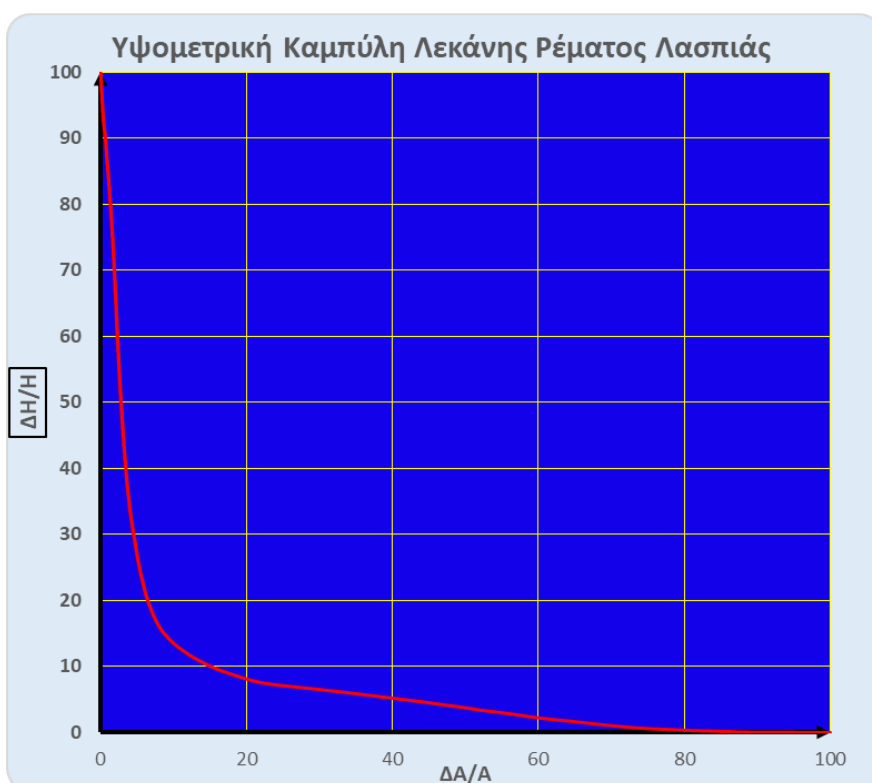
Γράφημα 2.16: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Μυλορέματος



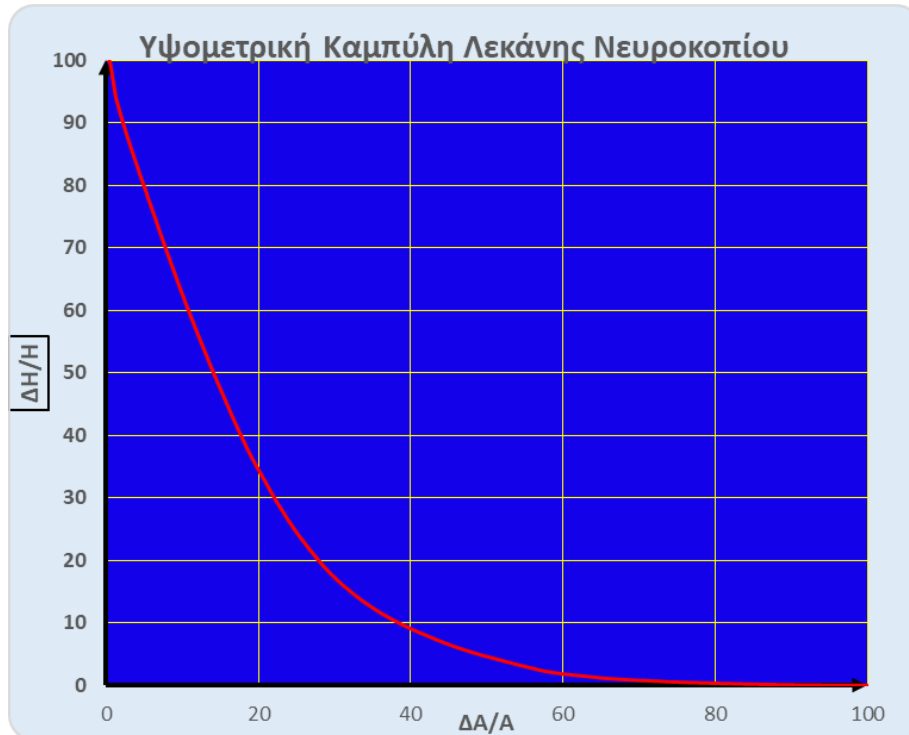
Γράφημα 2.17: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Ερατεινού



Γράφημα 2.18: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Ν. Ερασμίου



Γράφημα 2.19: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Ρέματος Λασπιάς

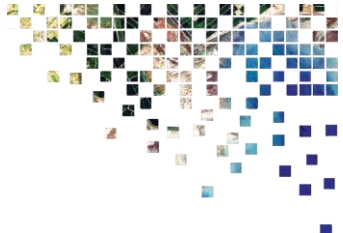


Γράφημα 2.20: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Νευροκοπίου



Γράφημα 2.21: Υψομετρική Καμπύλη Λεκάνης Αγγίτη

Στη συνέχεια, ακολουθεί ο χάρτης κατανομής της τιμής του υψομετρικού ολοκληρώματος H_i στη λεκάνη του Νέστου και εντός των υπολεκανών του.



Εικόνα 2.16: Χάρτης Κατανομής Τιμών Υψομετρικού Ολοκληρώματος Hi για τη ΛΑΠ Νέστου και τις υπολεκάνες του.



2.7 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Με βάση την οριοθέτηση υπόγειων υδατικών συστημάτων στην ευρύτερη περιοχή, στο πλαίσιο της υπό εκπόνηση Διαχειριστικής μελέτης υδατικών πόρων Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης, το υπόγειο υδατικό σύστημα που περιλαμβάνεται στην ευρύτερη λεκάνη απορροής, το οποίο συσχετίζεται με τα επιφανειακά ύδατα και τις σχέσεις τροφοδοσίας τους, είναι το:

GR1200060 Σύστημα Δέλτα Νέστου

Τα στοιχεία λήφθηκαν από τις διαχειριστικές μελέτες, η εκπόνηση των οποίων είναι σε εξέλιξη. Τα όρια των υπόγειων υδατικών συστημάτων παρουσιάζονται στη συνέχεια του κειμένου.

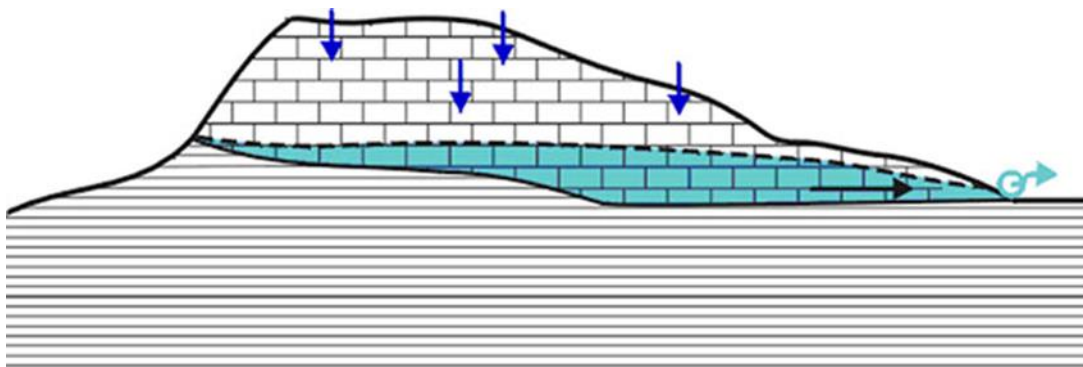
Μέγιστο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν εκτός από τις αλλουβιακές αποθέσεις του Δέλτα, οι καρστικοί υδροφορείς των ορεινών σχηματισμών της υδρολογικής λεκάνης, βόρεια του Δέλτα.

2.7.1 ΠΗΓΕΣ

Στη συνέχεια, αναπτύσσονται οι κυριότερες κατηγορίες πηγών που εμφανίζονται στην περιοχή του Νέστου και του ευρύτερου τεκτονικού παραθύρου της ενότητας Παγγαίου, σε σχέση πάντα με τον γεωλογικό τρόπο δημιουργίας τους.

Πηγές επαφής

Δημιουργούνται όταν ένας περατός σχηματισμός, όπως π.χ. ένας ασβεστόλιθος ή μία μάζα μαρμάρων, επικάθεται ενός αδιαπέρατου, όπως ένας γνεύσιος ή σχιστόλιθος. Τα νερά της κατείσδυσης διαπερνούν το καρστικό πέτρωμα αλλά εμποδίζονται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, από το οποίο ενδεχομένως περνάει ένα ποσοστό 1% και έτσι σχηματίζει ένα υδροφόρο στρώμα με ροή παράλληλη στην επαφή των δύο πετρωμάτων, και εκφορτίζεται δε ως πηγή, στο σημείο που η επαφή αυτή τέμνει την τοπογραφία του αναγλύφου της λεκάνης. Οι πηγές αυτές συχνά βρίσκονται πάνω από το βασικό επίπεδο της ποτάμιας διάβρωσης, και συνεπώς, έχουν μικρές έως μεσαίες παροχές και αποθέματα.



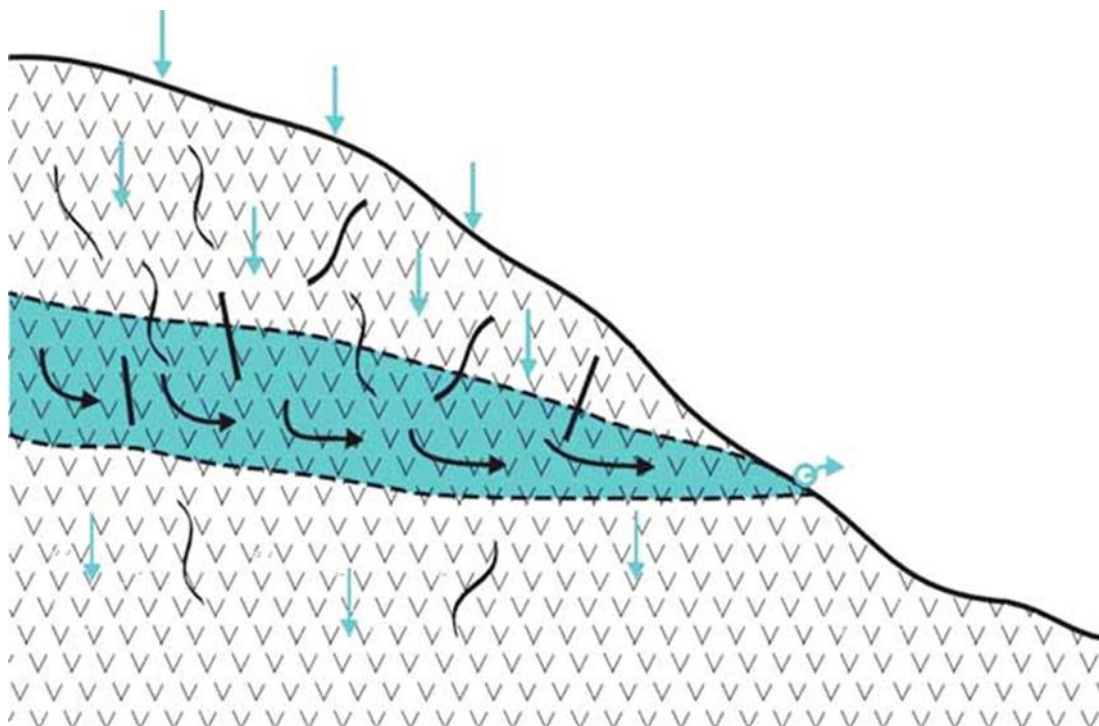
Εικόνα 2.17: Γεωλογικό σκαρίφημα πηγής επαφής

Πηγές Ψευδοεπαφής

Πολλές φορές, ένας τυπικά αδιαπέρατος σχηματισμός, όπως για παράδειγμα ένας γρανίτης ή μια σχιστολιθική μάζα, είναι δυνατόν να εμφανίζει δευτερογενή περατότητα εξαιτίας των ρωγματώσεων και των διακλάσεων που εμφανίζει η βραχώμαζά του. Συνήθως η υδροπερατότητα αυτή μειώνεται με το βάθος, όσο ο



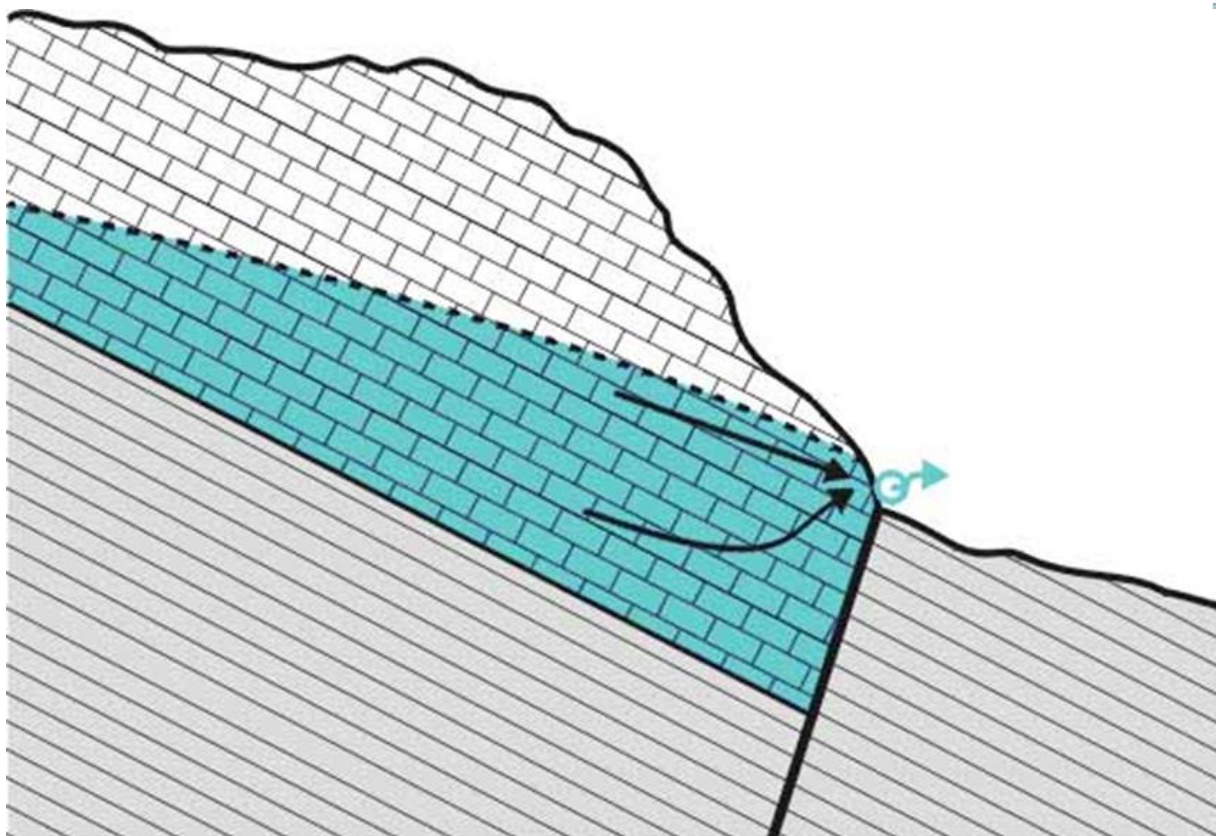
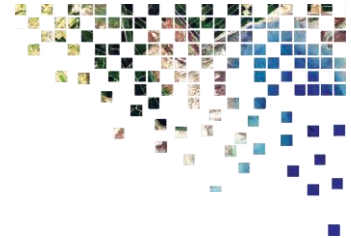
κερματισμός του πετρώματος είναι μικρότερου βαθμού. Στην περίπτωση αυτή, τα νερά που κατεισδύουν, αποκτούν προοδευτικά μικρότερη ταχύτητα στις ζώνες αυτές, σχηματίζοντας μικρά υδροφόρα στρώματα, που εκφορτίζονται από διακλάσεις του πετρώματος, ως πηγές ψευδοεπαφής.



Εικόνα 2.18: Γεωλογικό σκαρίφημα πηγής ψευδοεπαφής

Ρηγματογενής πηγή

Η δημιουργία των πηγών αυτών συνδέεται με την παρουσία κάποιου ρήγματος που φέρνει σε επαφή έναν περατό με έναν αδιαπέρατο σχηματισμό. Το υδροφόρο στρώμα του σχηματίζεται, εκφορτίζεται και υπερχειλίζει ακριβώς στο σημείο του ρήγματος. Οι ρηγματογενείς πηγές βρίσκονται συνήθως κοντά στο βασικό επίπεδο, και αναβλύζουν με μικρές ή μεγάλες παροχές που εμφανίζουν μεταβλητότητα ανάλογα με την τροφοδοσία τους.

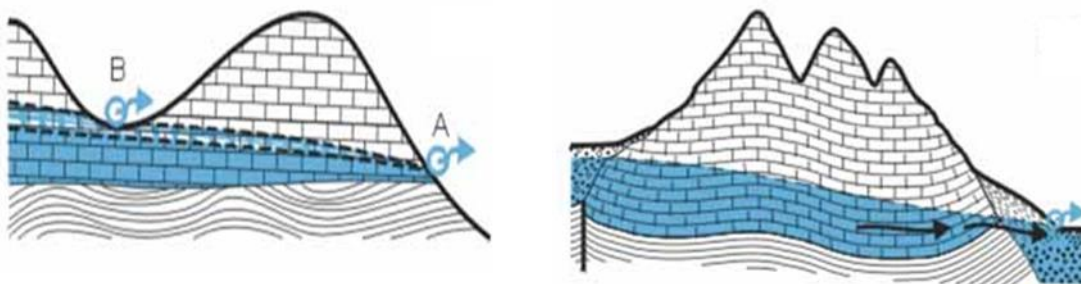
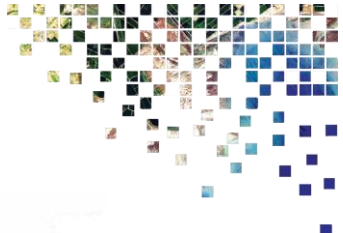


Εικόνα 2.19: Γεωλογικό σκαρίφημα ρηγματογενούς πηγής

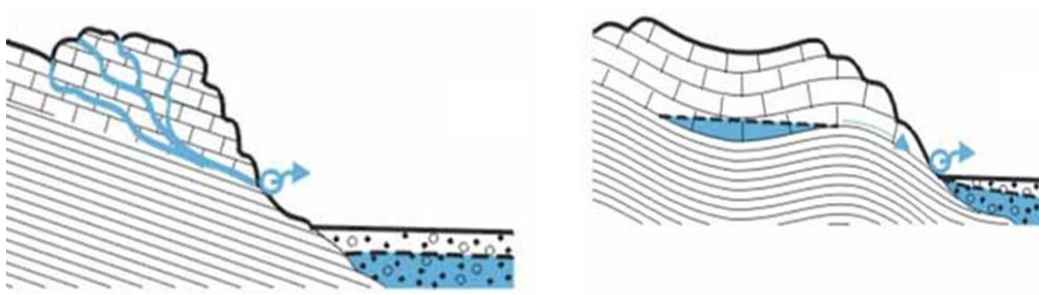
Πηγές πλήρωσης / υπερχειλίσής

Όταν ένα υδροφόρο στρώμα τροφοδοτείται δια της κατείσδυσης από κατακρημνίσματα, ανεβαίνει η στάθμη του, πάνω από το επίπεδο της τοπογραφίας του αναγλύφου με το οποίο έρχεται σε επαφή και, ακολούθως υπερχειλίζει στο σημείο αυτό, που καλείται συνήθως πηγή πλήρωσης. Οι πηγές αυτές αναβλύζουν κατά κανόνα στο βασικό επίπεδο της λεκάνης, σε μορφές αλλουβιακών ριπιδίων, και έχουν μεγάλα εκκενώσιμα αποθέματα και σημαντικές παροχές. Λέγονται συχνά από το λαό «κεφαλάρια».

Οι πηγές εμφανίζονται συνήθως στη φύση ως συνδυασμός των παραπάνω κατηγοριών. Παρατίθενται στη συνέχεια μερικά ακόμα γεωλογικά σκαριφήματα που παρουσιάζουν τέτοιες αξιοσημείωτες περιπτώσεις που είναι κοινές στην περιοχή μελέτης.



Εικόνα 2.20: Καρστική πηγή πλήρωσης (αριστερά) και ρηγματογενής/ πλήρωσης καρστική – αλλουβιακή πηγή (δεξιά)



Εικόνα 2.21: Παροδική (αριστερά) και εποχιακή (δεξιά) καρστική πηγή επαφής



Εικόνα 2.22: Καρστική πηγή πλήρωσης ανερχόμενη (αριστερά) και καρστική πηγή πλήρωσης σε συνδυασμό με καταβόθρα (δεξιά)

2.7.2 ΘΕΡΜΕΣ ΠΗΓΕΣ

Μια ιδιαίτερη κατηγορία πηγών που παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι οι θερμές πηγές. Αυτές ως προς τη λειτουργία τους αποτελούν ρηγματογενείς, σε περιοχές που ένα σύστημα ρηγμάτων «κόβει» ένα υπόβαθρο πλουτωνικών πετρωμάτων που παρουσιάζει κάποια γεωθερμική ανωμαλία με υψηλές τιμές θερμοκρασίας ύδατος. Τα νερά μιας θερμής πηγής, πριν την ανάβλυσή τους, κατεισδύουν μέσω του συστήματος διακλάσεων, σε μεγάλα βάθη, όπου θερμαίνονται και αντιδρούν με τον πλουτωνίτη, διαλύοντας ιόντα, μεγάλο μέρος των οποίων διατηρούν κατά την άνοδο – ψύξη και ανάβλυσή τους. Για τον λόγο αυτό, χαρακτηρίζονται ως «μεταλλικά» από υδροχημική άποψη. Όταν το νερό αυτό εξαιτίας της χημικής του σύστασης παρουσιάζει θεραπευτικές για τον άνθρωπο ιδιότητες, τότε η πηγή χαρακτηρίζεται ιαματική. Βάση της θερμοκρασίας που έχει το νερό κατά την ανάβλυσή του, η πηγές κατατάσσονται ως

- Υπόθερμες- Χλιαρόθερμες (20-35 °C)
- Μεσόθερμες – Εύθερμες (35-50 °C)
- Υπέρθερμες (50-100 °C)

Στην περιοχή του Νέστου, έχουμε εμφανίσεις θερμών πηγών στα Θερμιά Παρανεστίου. Οι Ιαματικές πηγές Θερμιών Παρανεστίου βρίσκονται σε απόσταση



25 km βόρεια από την πόλη του Παρανεστίου, σε υψόμετρο 620 m. Το νερό τους χαρακτηρίζεται μετεωρικό υπέρθερμο με χημισμό- $\text{Na-Ca-HCO}_3\text{-K-Li-Br-F-CO}_2$. Οι θεραπευτικές ενδείξεις τους είναι για ρευματοπάθειες, αρθροπάθειες, οσφυαλγίες, ισχιαλγίες, παθήσεις των ουροφόρων οδών του ήπατος και των χοληφόρων οδών.

2.7.3 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΝΕΣΤΟΥ

Η παρουσία σε μεγάλη έκταση των μαρμάρων βόρεια του Δέλτα μέχρι την Πασχαλιά, ανατολικά μέχρι την Ξάνθη και δυτικά μέχρι την πεδιάδα της Δράμας, δημιουργεί όλες τις προϋποθέσεις ανάπτυξης αξιόλογων υδρογεωλογικών λεκανών. Σήμερα, το Δέλτα αποτελεί το σημαντικότερο υδροφορέα της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης.

Μεγάλες επιμέρους καρστικές υδρογεωλογικές λεκάνες αναπτύσσονται στην ορεινή περιοχή, η οποία αποτελεί τη ζώνη κατείσδυσης του επιφανειακού νερού (βροχής ή υδατορρευμάτων) προς την υπόγεια υδροφορία. Οι επωθήσεις, οι διαρρήξεις και οι πτυχώσεις των πετρωμάτων έχουν δημιουργήσει ένα σύνολο από ανεξάρτητους υδροφορείς.

Το σημαντικότερο τμήμα του καρστικού συστήματος εκφορτίζεται δια μέσου των μεγάλων πηγών που εντοπίζονται στα χαμηλότερα σημεία εμφάνισης του μαρμάρου. Πρόκειται για τις κύριες πηγές Παραδείσου – Τοξοτών (στην έξοδο του ποταμού προς την πεδινή ζώνη), Βοϊράνης (στα κράσπεδα των ορέων της Λεκάνης από τη πλευρά της Δράμας) και ενός μεγάλου αριθμού πηγών μικρότερου δυναμικού περιμετρικά των ορέων της Λεκάνης και σε διάφορα υψόμετρα. Το καρστικό σύστημα των ορέων της Λεκάνης εντοπίζεται και στα δυο υδατικά διαμερίσματα της Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης, στο Υ.Δ. 12 (λεκάνη απορροής Νέστου) και στο Υ.Δ. 11 (λεκάνη απορροής Δράμας – Φιλίππων). Έχει έκταση (σύμφωνα με τα διαχειριστικά σχέδια του ΥΠΕΚΑ) 949,03 km², μέγιστο μήκος 47 km, μέγιστο πλάτος 28 km.

- Οι πηγές Τοξοτών – Παραδείσου (του καρστικού συστήματος των ορέων της Λεκάνης, εκφορτίζονται προς τη λεκάνη του Νέστου) είναι πηγές υπερπλήρωσης. Σήμερα εξασφαλίζουν το νερό ύδρευσης στον Δήμο Ξάνθης και σε όλους τους οικισμούς του Δέλτα.
- Οι πηγές Βοϊράνης είναι μια ομάδα καρστικών πηγών, οι οποίες εκδηλώνονται στις δυτικές παρυφές των ορέων της Λεκάνης (στη λεκάνη της Δράμας – Φιλίππων) και δεν αφορά στην παρούσα μελέτη

Τα μάρμαρα ανατολικά του Νέστου εμφανίζουν μια σημαντική εξάπλωση (131 km²). Η ανάπτυξή τους παρατηρείται δυτικά της πόλης της Ξάνθης και φτάνει μέχρι το Νέστο ποταμό (αποτελεί συνέχεια των μαρμάρων των ορέων της Λεκάνης). Η εκφόρτιση του καρστικού συστήματος των μαρμάρων γίνεται μέσω πλήθους πηγών στο τμήμα της κοίτης του ποταμού Νέστου, από τη Σταυρούπολη μέχρι και τους Τοξότες.

Από την αξιολόγηση των μετρήσεων της παροχής του Νέστου, σε διάφορες θέσεις, από την Πασχαλιά μέχρι τους Τοξότες, καθώς και των παροχών των μεγάλων πηγών, προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα για την υδρολογική σχέση ποταμού και καρστικής υδροφορίας.

Από τις μετρήσεις στο τμήμα Πασχαλιάς – Σταυρούπολης, προέκυψε μείωση κατά μέσο όρο του όγκου του νερού που φτάνει στη Σταυρούπολη. Σε ετήσια βάση το ποσοστό μείωσης της παροχής του Νέστου στη Σταυρούπολη συγκριτικά με αυτό της Πασχαλιάς κυμαίνεται γύρω στο 30%. Ποσοτικά σε ετήσια υδρολογική βάση προκύπτει ότι παρατηρούνται απώλειες κατά μέσο όρο 150×106 m³. Τα παραπάνω



βεβαιώνουν ότι στο τμήμα της κοίτης μεταξύ Πασχαλιάς και Σταυρούπολης, ένα μέρος της ροής τροφοδοτεί τους καρστικούς υδροφόρους που βρίσκονται κάτω από τις αποθέσεις της κοίτης μέσω έντονων διηθήσεων.

Από την αξιολόγηση των μετρήσεων στο τμήμα Σταυρούπολης - Τοξότες, προέκυψε ότι στο τμήμα Σταυρούπολης - Τοξοτών εκφορτίζονται σημαντικές ποσότητες του καρστικού υδροφορέα.

Με βάση τις ισοτοπικές αναλύσεις προέκυψε μια σχετική επιβεβαίωση της σχέσης μεταξύ καρστικών νερών και νερών του Ποταμού Νέστου. Στο τμήμα μεταξύ Σταυρούπολης και Πασχαλιάς παρατηρείται μια αμφίδρομη τροφοδοσία, ενώ στο τμήμα μεταξύ Σταυρούπολης - Τοξοτών παρατηρείται μόνο τροφοδοσία του ποταμού από τα καρστικά υδροφόρα στρώματα.

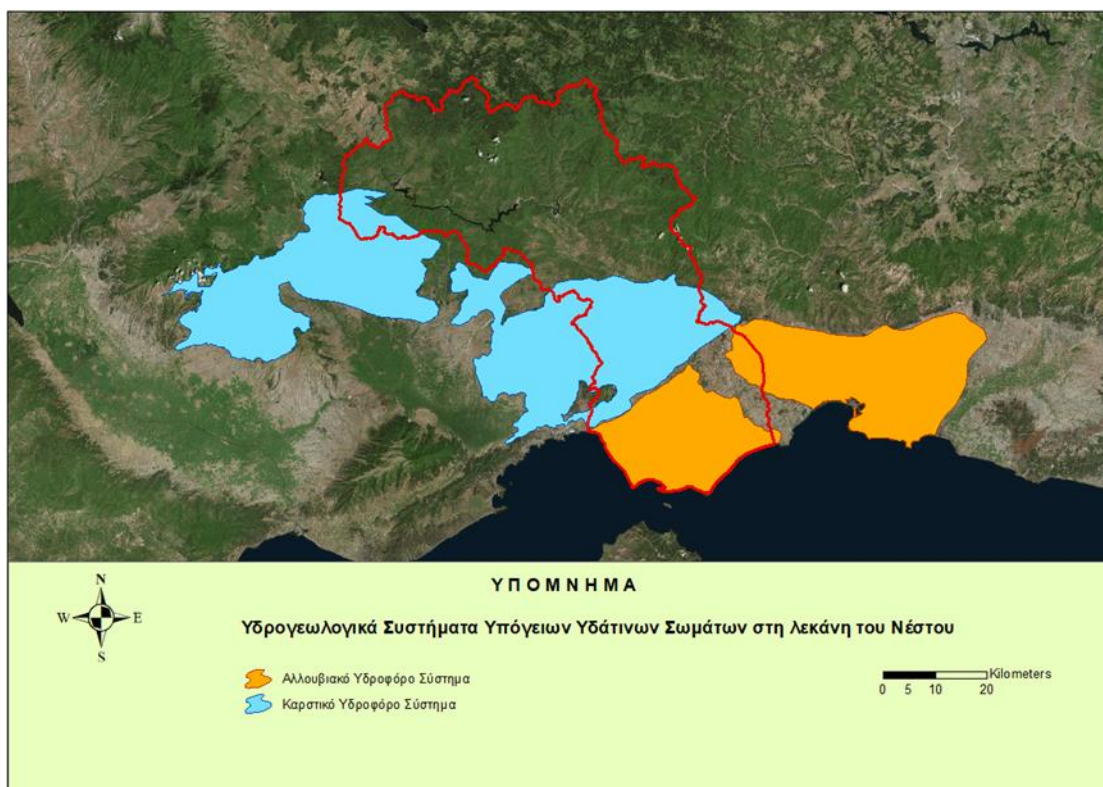
2.7.4 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΔΕΛΤΑ

Το κύριο χαρακτηριστικό, το οποίο καθορίζει και την υδρογεωλογική συμπεριφορά των τεταρτογενών υλικών του Δέλτα, είναι η μεγάλη ετερογένεια των υλικών, που εμφανίζεται τόσο κατά την κατακόρυφη, όσο και κατά την οριζόντια έννοια, με μεγάλες διαφοροποιήσεις στα δύο τμήματα του Δέλτα λόγω της διαφορετικής μορφολογικής δομής τους. Η ετερογένεια αυτή είναι αποτέλεσμα των διαδοχικών σε εναλλαγή διαβρώσεων, αποθέσεων και μεταβολών της ευρύτερης κοίτης του ποταμού γεγονός που είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικό στο δυτικό τμήμα του Δέλτα. Στο σύνολο, η ετερογένεια αυτή αναπτύσσεται και σε βάθος μέσα στις υποκείμενες πλειστοκαινικές αποθέσεις, καθώς και στη ζώνη των κρασπιδών της ορεινής μάζας.

Από πλευράς υπόγειων υδροφοριών, η περιοχή του Δέλτα φιλοξενεί δύο κύριες υδροφορίες. Η πρώτη, αναπτύσσεται στις πρόσφατες τεταρτογενείς αποθέσεις με μορφή ελεύθερου φρεατίου ορίζοντα ή μερικώς υπό πίεση με πάχος 10-50 m και η δεύτερη στα παλαιότερα ιζήματα (πλειστόκαινο-πλειόκαινο) με μορφή επάλληλων υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων, που κοντά στην ακτή έχουν εντοπισθεί μέχρι το βάθος των 170 m. Οι ορίζοντες αυτοί παρουσιάζουν ενδιαφέρον σε εκλεκτικούς άξονες και έχουν άμεση σχέση με τη δράση των επιφανειακών αξόνων αποστράγγισης στις αντίστοιχες γεωλογικές εποχές.

Οι επάλληλοι υπό πίεση ορίζοντες, τόσο των πρόσφατων αποθέσεων, όσο και των βαθύτερων πλειο-πλειστοκαινικών που σήμερα αντλούνται από ένα μεγάλο αριθμό βαθιών γεωτρήσεων εξασφαλίζουν την τροφοδοσία τους από τον υπερκείμενο φρεάτιο ορίζοντα στα ανάντη σημεία του Δέλτα. Εκεί έρχονται άμεσα ή έμμεσα σ' επαφή μ' αυτόν, ενώ τροφοδοτούνται και από υπόγειες πλευρικές μεταγίσεις στη ζώνη των ορεινών κρασπιδών εξασφαλίζοντας ποσότητες καρστικού νερού. Η κύρια όμως τροφοδοσία εξασφαλίζεται από τις διηθήσεις της απορροής του ποταμού Νέστου μέσα από τις αδρανοποιημένες σήμερα κοίτες του. Οι ζώνες αυτές των παλιών κοιτών, που θεωρούνται ζώνες εκλεκτικής υπόγειας αποστράγγισης, προσφέρονται για εντατικότερη εκμετάλλευση, εφ' όσον βέβαια εξασφαλίζεται το απαραίτητο για τη διήθηση νερό του ποταμού Νέστου, που διασφαλίζει την τροφοδοσία των υπόγειων υδροφοριών.

Παρακάτω, ο χάρτης απεικονίζει τα υδρογεωλογικά συστήματα υπόγειων υδάτινων σωμάτων στη λεκάνη του Νέστου.



Εικόνα 2.23: Υδρογεωλογικά συστήματα υπόγειων υδάτινων σωμάτων στη ΛΑΠ Νέστου

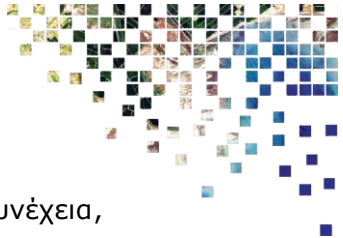
2.7.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, ο ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500 m). Σε μερικές περιπτώσεις, τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση.

Η αυξημένη ροή θερμότητας, λόγω της έντονης τεκτονικής και μαγματικής δραστηριότητας, δημιούργησε εκτεταμένες θερμικές ανωμαλίες, με μέγιστες τιμές γεωθερμικής βαθμίδας που πολλές φορές ξεπερνούν τους 100 °C/km. Σε κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες, η ενέργεια αυτή θερμαίνει «ρηχούς» υπόγειους ταμιευτήρες ρευστών σε θερμοκρασίες μέχρι 100 °C. Τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα στη νησιωτική και ηπειρωτική Ελλάδα. Η συμβολή τους στο ενεργειακό ισοζύγιο μπορεί να γίνει σημαντική, καθώς αποτελούν ενεργειακό πόρο φιλικό στο περιβάλλον, κοινωνικά αποδεκτό και παρουσιάζουν σημαντικό οικονομικό και αναπτυξιακό ενδιαφέρον.

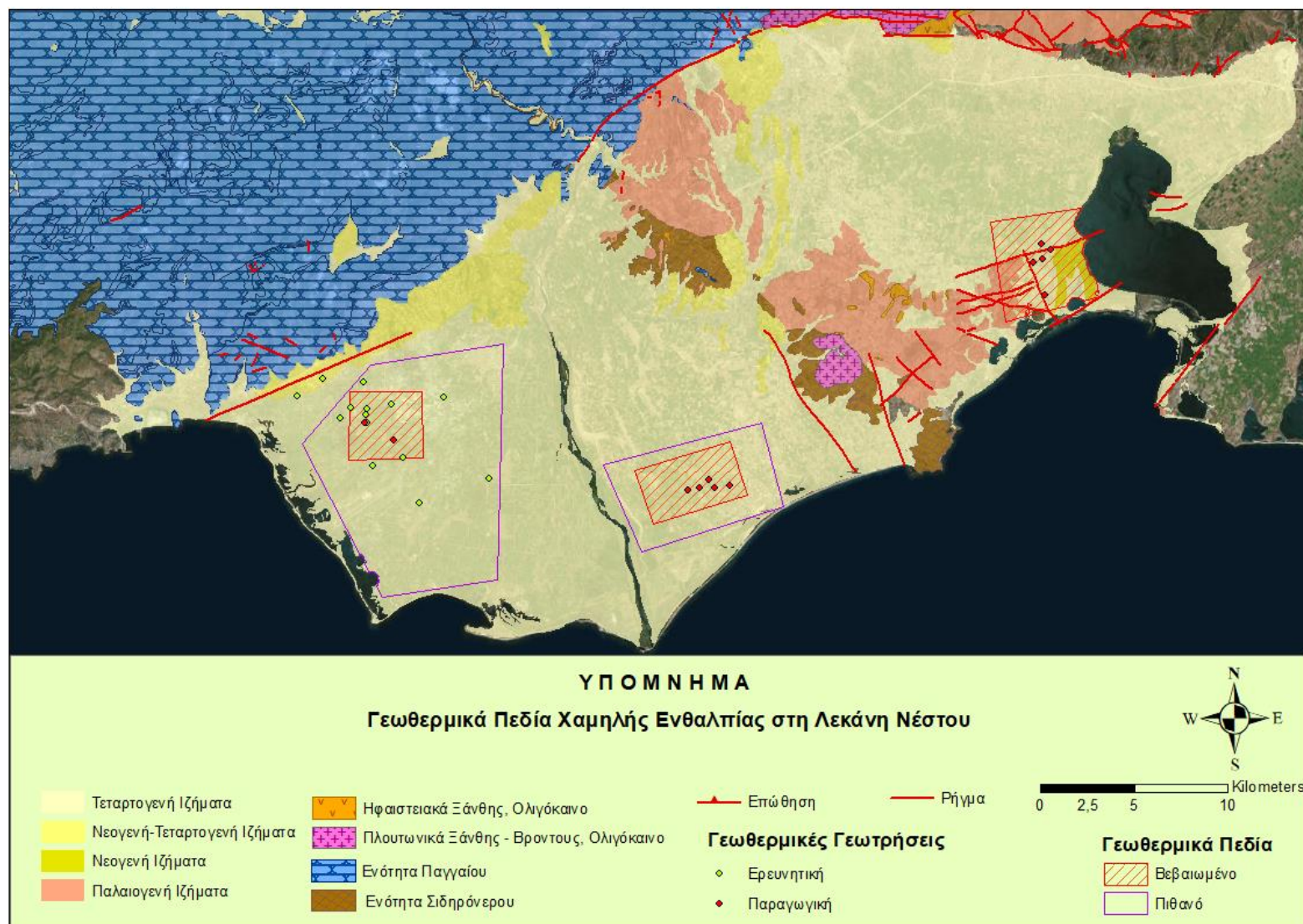
Η έρευνα για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας άρχισε ουσιαστικά το 1971 με βασικό φορέα το ΙΓΜΕ και μέχρι το 1979 (πριν από τη δεύτερη ενεργειακή κρίση) αφορούσε μόνο τις περιοχές υψηλής ενθαλπίας. Κατά την εξέλιξη των εργασιών, η ΔΕΗ, σαν άμεσα ενδιαφερόμενη για την ηλεκτροπαραγωγή, ανέλαβε τις παραγωγικές γεωτρήσεις υψηλής ενθαλπίας και την ανάπτυξη των πεδίων, χρηματοδοτώντας επιπλέον τις έρευνες στις πιθανές για τέτοια ρευστά γεωθερμικές περιοχές.

Στην περιοχή ενδιαφέροντος απαντώνται στο χώρο της αλλουβιακής πεδιάδας του Νέστου τρία γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας, τα πεδία Ερατεινού Καβάλας,

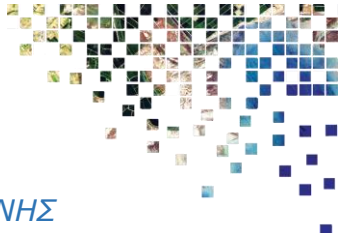


Νέου Ερασμίου και Νέας Κεσσάνης στην περιοχή του Ν. Ξάνθης. Στη συνέχεια, παρατίθενται στοιχεία για το κάθε πεδίο ξεχωριστά.

Επιπρόσθετα, παρατίθεται συνοπτικός χάρτης στον οποίο απεικονίζονται τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας που απαντώνται στην αλλουβιακή πεδιάδα των εκβολών του Νέστου.



Εικόνα 2.24: Χάρτης Γεωθερμικών Πεδίων Χαμηλής Ενθαλπίας στη ΛΑΠ Νέστου



2.7.5.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ Ν. ΚΕΣΣΑΝΗΣ ΞΑΝΘΗΣ

Στα διοικητικά όρια της επαρχίας του Νομού Ξάνθης, στην πεδινή έως λοφώδη έκταση δυτικά της λίμνης Βιστωνίδας και βόρεια του όρμου Πόρτο Λάγος, αναπτύσσεται το γεωθερμικό πεδίο Ν. Κεσσάνης. Περιλαμβάνει τις αναβλύσεις των θερμών πηγών "Λουτρών Γενισέας" και αποτελεί το πιο μελετημένο γεωθερμικό πεδίο της χώρας. Για την έρευνα και μελέτη του διανοίχτηκαν 25 γεωτρήσεις έρευνας και 5 γεωτρήσεις μεγάλης διαμέτρου και προσδιορίστηκε περιοχή βεβαιωμένου γεωθερμικού δυναμικού έκτασης 25 Km² (βλέπε επισυναπτόμενο χάρτη) με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Θερμοκρασία γεωθερμικού ταμιευτήρα 40 - 83°C .
- Βάθος ταμιευτήρα 160 - 500m.
- Παροχή: >300 m³/h .
- Χημική σύσταση ρευστού (συνημμένος πίνακας)

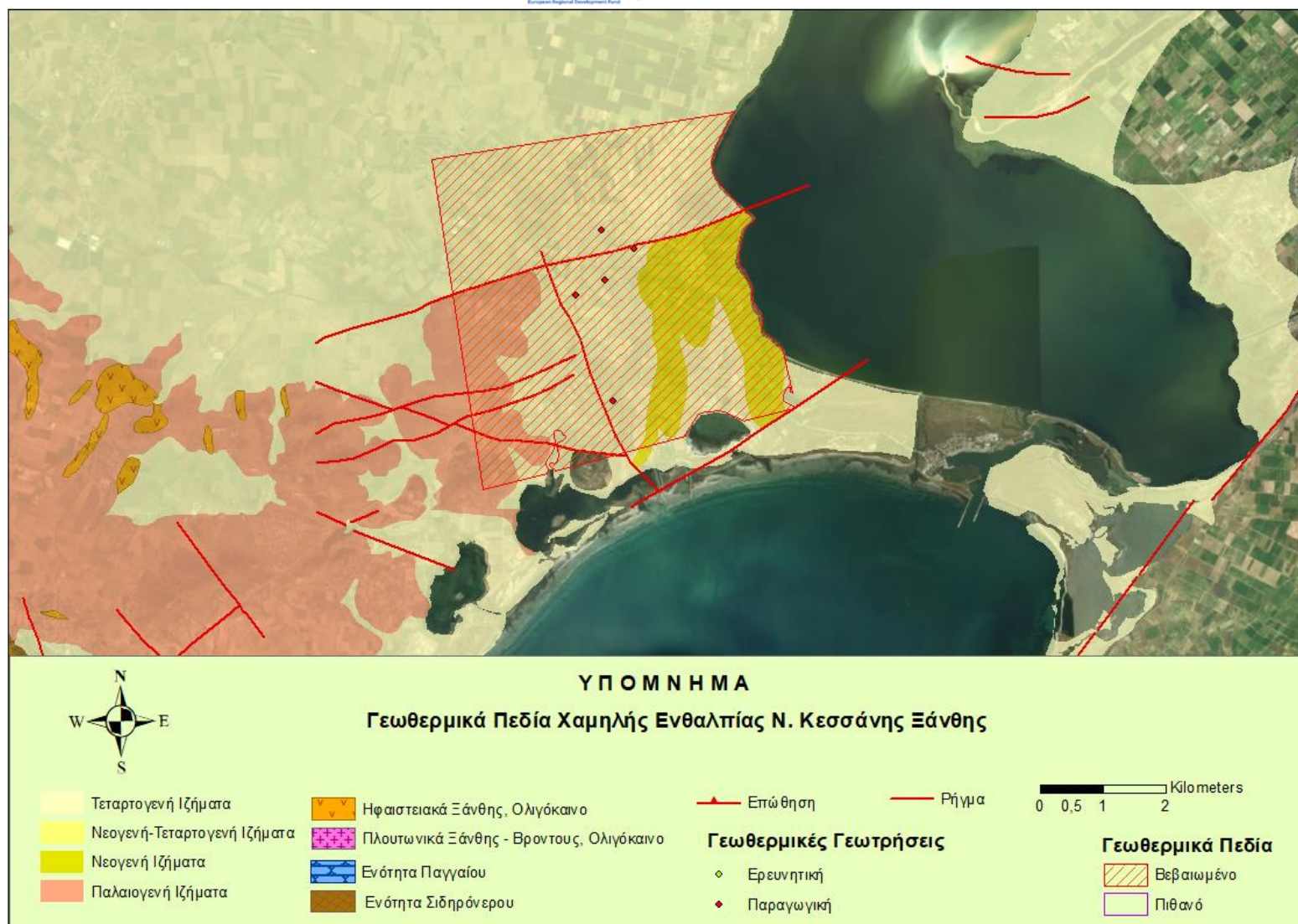
Στον συνημμένο χάρτη παρουσιάζεται η χωροθέτηση του πεδίου και στον συνημμένο πίνακα οι συντεταγμένες των σημείων οριοθέτησης του γεωθερμικού πεδίου και των εκτελεσθεισών γεωτρήσεων. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των γεωθερμικών ρευστών αφορούν δείγματα από τις γεωτρήσεις παραγωγής.

Πίνακας 2.7: Συντεταγμένες σημείων οριοθέτησης του γεωθερμικού πεδίου και των γεωτρήσεων

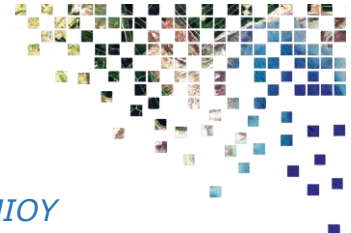
Κωδικός	X	Y	Z	Τύπος Γεώτρησης	Περιοχή
ΓΠ-12	588968	4543032	1,23	Παραγωγική	Νεα Κεσσάνη
ΓΠ-13	588508	4542531	2,72	Παραγωγική	Νεα Κεσσάνη
ΓΠ-2	588638	4540603	0,65	Παραγωγική	Νεα Κεσσάνη
ΓΠ-21	588041	4542294	3,97	Παραγωγική	Νεα Κεσσάνη
ΓΠ-22	588451	4543327	2,96	Παραγωγική	Νεα Κεσσάνη

Πίνακας 2.8: Χημικές Αναλύσεις Υδάτων (ppm)

Δείγμα	Αγ/τητα σε μS/cm	pH	T.D.S	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO	SiO	B	Fe
Γ2Π	7.000	6,65	5519	127,5	29,18	1501	163	1746	1684	239	28	4,3	0,2
Γ12Π	6200	7,2	4893	112	24	1396	129	1456	1503	209	63	4,4	0,8
Γ13Π	7400	7,1	3733	114	30	62	146	1507	1581	229	63	4,7	0,2
Γ21Π	7400	7,3	5192	133	21,4	1449	137	1584	1610	207	51	4,5	0,3
Γ22Π	7300	6,8	4869	124	21,5	1352	117	1490	1503	207	53	4,7	0,1
ΚΕΣΣΑΝΗ1	7200	7,6	3855	125	34	1540	134	1537	159	324			



Εικόνα 2.25: Χάρτης Γεωθερμικών Πεδίων Χαμηλής Ενθαλπίας Ν. Κεσσάνης Ξάνθης



2.7.5.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ Ν. ΕΡΑΣΜΙΟΥ ΜΑΓΓΑΝΩΝ

Η γεωθερμική περιοχή Ν. Ερασμίου – Μαγγάνων βρίσκεται στα διοικητικά όρια του Ν. Ξάνθης και εντοπίζεται εντός της Τριτογενούς ταφρογενούς λεκάνης Ξάνθης – Κομοτηνής. Εκτείνεται από τα ανατολικά του οικισμού Μάγγανα έως την παλαιά κοίτη του ποταμού Νέστου, νότια ως την παραλιακή ζώνη και βόρεια ως το Εύλαλο.

Στην περιοχή του Ν. Ερασμίου – Μαγγάνων εκτελέστηκαν γεωτρήσεις έρευνας και 5 γεωτρήσεις έρευνας – παραγωγής, που περιχάραξαν ένα πιθανό και ένα βεβαιωμένο γεωθερμικό πεδίο. Ακόμη προσδιόρισαν την κατανομή των θερμοκρασιών με το βάθος, τη στρωματογραφική κατανομή των πετρωμάτων και τα χαρακτηριστικά του ταμιευτήρα.

Το βεβαιωμένο πεδίο παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Έκταση περιοχής ενδιαφέροντος: 16 km²
- Θερμοκρασία γεωθερμικού ταμιευτήρα: 27- 68°C .
- Βάθος ταμιευτήρα: 350-500m.
- Παροχή: 250 m³/h .
- Χημική σύσταση ρευστού (συνημμένος πίνακας)

Το πιθανό πεδίο έχει έκταση 24 km².

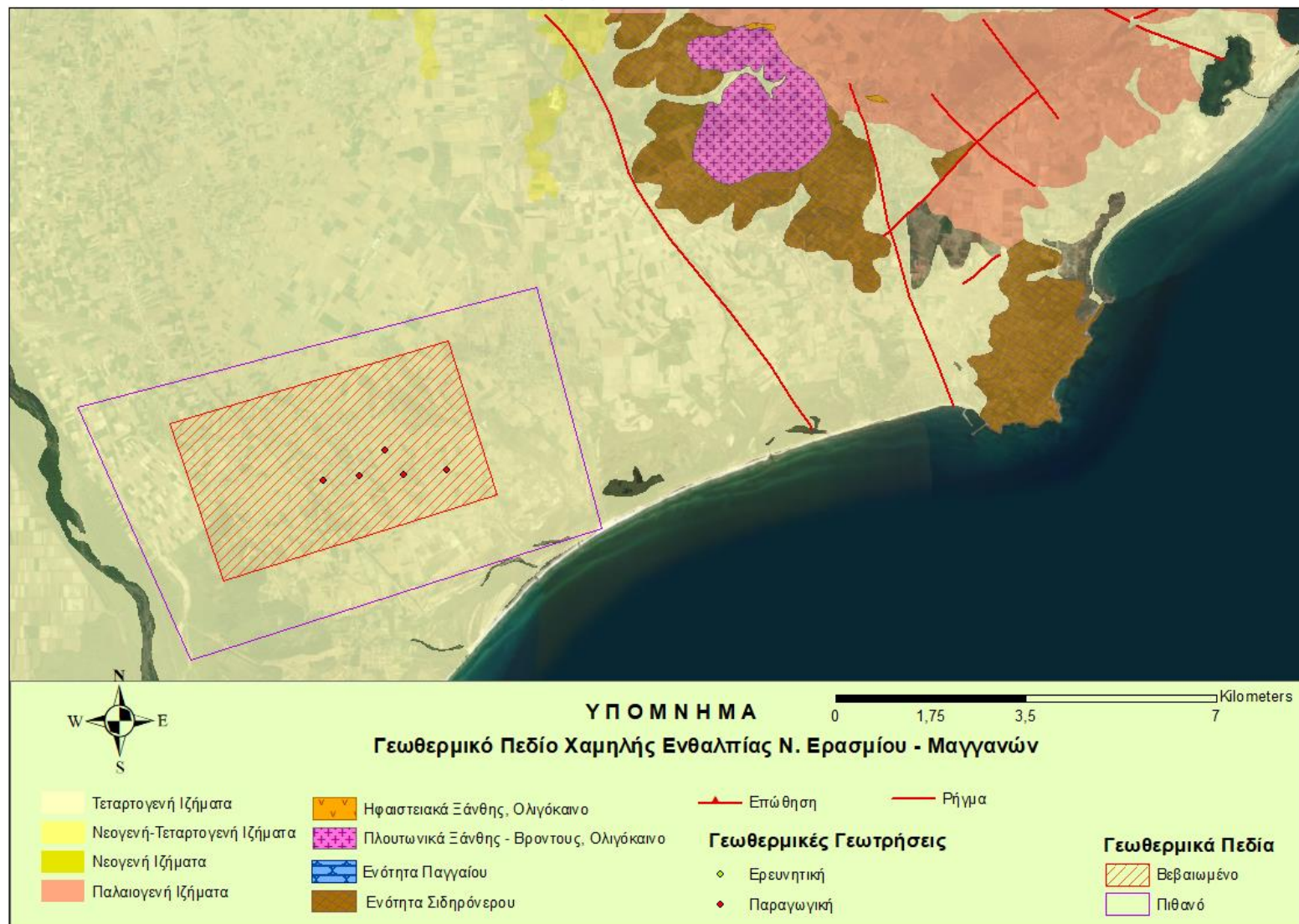
Στον συνημμένο χάρτη παρουσιάζεται η χωροθέτηση του πεδίου και στον συνημμένο πίνακα οι συντεταγμένες των σημείων οριοθέτησης του γεωθερμικού πεδίου και των εκτελεσθεισών γεωτρήσεων. Τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης του γεωθερμικού ρευστού αφορά δείγμα από γεώτρηση παραγωγής.

Πίνακας 2.9: Συντεταγμένες σημείων οριοθέτησης του γεωθερμικού πεδίου και των γεωτρήσεων

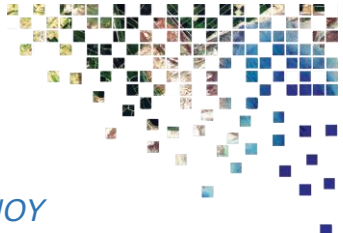
Κωδικός	X	Y	Z	Τύπος Γεώτρησης	Περιοχή
ΓΠ-13_II	570204	4530265	5,5	Παραγωγική	Νέο Εράσμιο
ΓΠ-15	569548	4530176	5,93	Παραγωγική	Νέο Εράσμιο
ΓΠ-4	571813	4530371	4,43	Παραγωγική	Νέο Εράσμιο
ΓΠ-6	570671	4530723	5,49	Παραγωγική	Νέο Εράσμιο
ΓΠ-9	571021	4530289	4,42	Παραγωγική	Νέο Εράσμιο

Πίνακας 2.10: Χημικές Αναλύσεις Υδάτων (ppm)

Ανάλυση επιφανειακών υδάτων (μ.μ.μ.)												
Αγ/τητα σε μS/cm	pH	T.D.S	Ca	Mg	Na	K	CO3	HCO3	Cl	SO4	SiO2	
ΓΠ-15	1080	8,5	665,3	3,6	2,4	211,5	3,9	7,2	225,8	177,3	33,6	33



Εικόνα 2.26: Χάρτης Γεωθερμικού Πεδίου Χαμηλής Ενθαλπίας Ν. Ερασίου – Μαγγανών



2.7.5.3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ Ν. ΕΡΑΤΙΝΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ

Η περιοχή του γεωθερμικού ενδιαφέροντος στο Δέλτα του Νέστου ανήκει γεωτεκτονικά στη ζώνη της Ροδόπης και διοικητικά στο Νομό Καβάλας. Η γεωθερμική έρευνα στην περιοχή προσδιόρισε ένα τεράστιο χώρο και απέδειξε με την εκτέλεση ερευνητικών και παραγωγικών γεωτρήσεων την ύπαρξη στην περιοχή υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλης γεωθερμικής βαθμίδας. Από την επεξεργασία των στοιχείων που προέκυψαν από την έρευνα, περιχαράχθηκε χώρος με βέβαιο και πιθανό γεωθερμικό πεδίο. Το βεβαιωμένο γεωθερμικό πεδίο έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Έκταση 14 km²
- Θερμοκρασία γεωθερμικού ταμιευτήρα 65 - 70°C .
- Βάθος ταμιευτήρα : 650 m.
- Παροχή: 300 m³/h .
- Χημική σύσταση (συνημμένος πίνακας)

Το πιθανό πεδίο έχει έκταση 93 km².

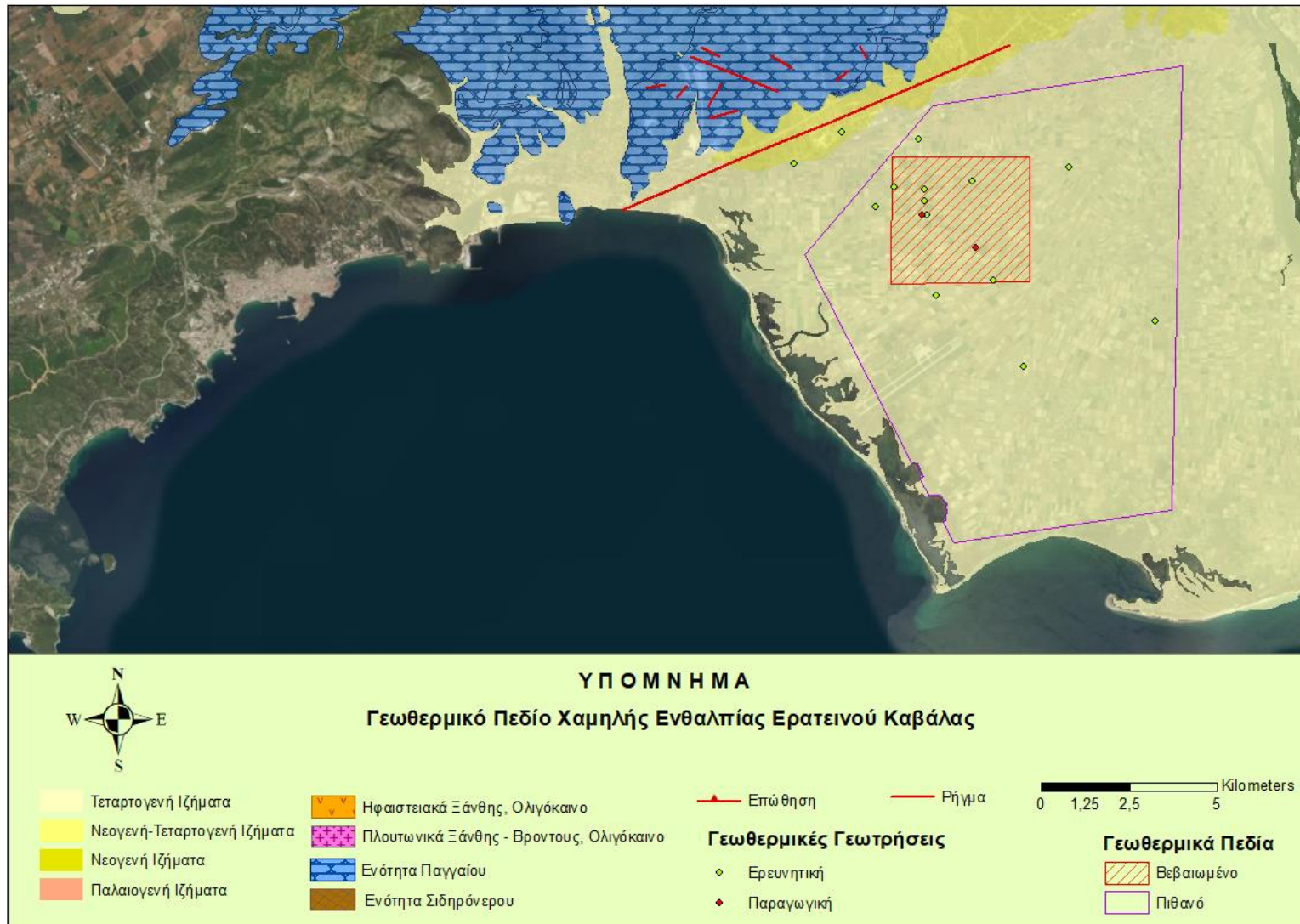
Στον συνημμένο χάρτη παρουσιάζεται η χωροθέτηση του πεδίου (πιθανού και βεβαιωμένου) και στο συνημμένο πίνακα οι συντεταγμένες των σημείων οριοθέτησης του γεωθερμικού πεδίου και των εκτελεσθεισών γεωτρήσεων, ενώ στον δεύτερο συνημμένο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα χημικής ανάλυσης του γεωθερμικού ρευστού από γεώτρηση παραγωγής.

Πίνακας 2.11: Συντεταγμένες σημείων οριοθέτησης του γεωθερμικού πεδίου και των γεωτρήσεων

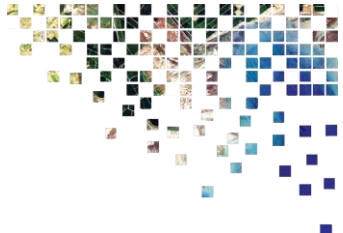
Κωδικός	X	Y	Z	Τύπος Γεώτρησης	Περιοχή
N-1	550065	4536091		Ερευνητική	Ερατεινό
N-10	553754	4534722		Ερευνητική	Ερατεινό
N-11	552456	4533757		Ερευνητική	Ερατεινό
N-12	554369	4531906		Ερευνητική	Ερατεινό
N-13	555204	4529463		Ερευνητική	Ερατεινό
N-14	552393	4534163		Ερευνητική	Ερατεινό
N-1Π	552333	4533748	4,87	Παραγωγική	Ερατεινό
N-2	552421	4534472		Ερευνητική	Ερατεινό
N-2Π	553861	4532836	7,15	Παραγωγική	Ερατεινό
N-3	552752	4531466	4	Ερευνητική	Ερατεινό
N-4	556507	4535128		Ερευνητική	Ερατεινό
N-5	558956	4530744		Ερευνητική	Ερατεινό
N-6	552247	4535907		Ερευνητική	Ερατεινό
N-7	551542	4534564		Ερευνητική	Ερατεινό
N-8	548683	4535197		Ερευνητική	Ερατεινό
N-9	551011	4534000		Ερευνητική	Ερατεινό

Πίνακας 2.12: Χημικές Αναλύσεις Υδάτων (ppm)

	Αγ/τητα	pH	T.D.S	Ca	Mg	Na	K	HCO3	Cl	SO4	SiO2	B	Fe	F
N2Π	11100	7,4	12630	681	170,1	3800	67	140,3	6879,2	890	32,1	6,6	0,17	0,8



Εικόνα 2.27: Χάρτης Γεωθερμικού Πεδίου Χαμηλής Ενθαλπίας Ερατεινού Καβάλας



2.8 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Με βάση το πρόγραμμα Οριοθέτησης Υγροβιότοπων Σύμβασης Ramsar, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. αντλήθηκαν τα παρακάτω στοιχεία που αφορούν τη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής μελέτης. Η περιοχή γύρω από το Νέστο χαρακτηρίζεται από τον μεγάλο φυσικό πλούτο του μοναδικού παραποτάμιου δάσους στην Ελλάδα το οποίο είναι γνωστό ως «Μεγάλο Δάσος», καθώς και από τους υγροβιότοπους στο Δέλτα του Νέστου. Η σημασία του έχει αναγνωριστεί από διάφορες διεθνείς συνθήκες μεταξύ των οποίων και η συνθήκη Ramsar (Συνθήκη για την προστασία υγροτόπων διεθνούς σημασίας, ιδιαίτερα ως βιοτόπων υδρόβιων πουλιών).

2.8.1 ΧΛΩΡΙΔΑ

Με βάση τη χαρτογράφηση της βλάστησης της Ελλάδας, η Ελλάδα ανήκει στη Μεσογειακή Quercion ilicis ζώνη βλάστησης, ενώ η ευρύτερη περιοχή του Νέστου ανήκει στην Παραμεσογειακή Ostrya carpinion ζώνη, καθώς και στη Βαλκανική Quercion frainetto ζώνη.

2.8.1.1 ΚΥΡΙΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΔΕΛΤΑ ΠΟΤΑΜΟΥ ΝΕΣΤΟΥ

Η βλάστηση στις ακτές του Δέλτα εμφανίζεται χαλαρή. Επιπλέον, οι φυτοκοινωνίες στην περιοχή αυτή διατάσσονται σε παράλληλες προς την ακτή ζώνες που εισχωρούν μεταξύ τους ανάλογα με τη μορφή του αναγλύφου. Οι φυτοκοινωνίες που απαντώνται στις ακτές του Δέλτα είναι οι ακόλουθες:

- Καλαμώνες

Οι καλαμώνες παρουσιάζονται στις περιφερειακές θέσεις των λιμνοθαλασσών, των καναλιών και σε τελματώδεις θέσεις.

- Θαμνώνες με Tamarix

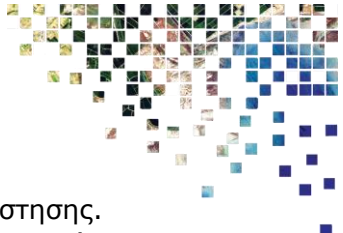
Οι όχθες του Νέστου κοντά στην εκβολή και στην ανατολική πλευρά γύρω από τη λιμνοθάλασσα της ακτής Μαγγανά καλύπτονται από θαμνώνες με δενδρύλλια Tamarix (αλμυρίκια). Τα δενδρύλλια αυτά αναπτύσσονται σε περιοχές όπου το έδαφος περιέχει συνέχεια νερό, όπως είναι οι περιοχές γύρω από τα τέλματα και από τα κράσπεδα των καναλιών.

- Αλοφυτικές φυτοκοινωνίες

Οι συγκεκριμένες φυτοκοινωνίες εμφανίζονται σε περιοχές, όπου το έδαφος είναι επίπεδο και το νερό της θάλασσας το καλύπτει περιοδικά. Γενικότερα, τα νότια τμήματα του Δέλτα του Νέστου και ειδικότερα στο εσωτερικό του κόλπου της Κεραμωτής αναπτύσσονται σε αχανείς εκτάσεις φυτοκοινωνίες αλοφυτικών ειδών.

- Αμμόφιλες φυτοκοινωνίες

Στο Δέλτα του Νέστου παρατηρούνται τρεις διαφορετικές αμμόφιλες φυτοκοινωνίες. Αρχικά, στις ΒΔ ακτές του Δέλτα (Αγίασμα – Κεραμωτή) απαντώνται νιτρόφιλες φυτοκοινωνίες που ανήκουν στην κλάση Cakiletea maritima. Το πλάτος που καλύπτουν είναι της τάξεως των δύο με πέντε μέτρων και βρίσκονται παράλληλα με τη θάλασσα. Οι συγκεκριμένες φυτοκοινωνίες είναι πλούσιες σε αζωτούχες ουσίες, καθώς προέρχονται από φυτικά υπολείμματα θαλάσσιων φανερογάμων, όπως λόγου χάρη Zostera marina, Ulva lactuca, κ.ά. Επιπλέον, η δεύτερη φυτοκοινωνία που τοποθετείται χωρικά πάνω από τις θέσεις των νιτρόφιλων φυτοκοινωνιών και σε απόσταση σαράντα μέτρων από τη θάλασσα είναι η Agropyretum mediterraneum, που



ανήκει στην κλάση Ammophletea, χαρακτηριστική της αμμοθινικής βλάστησης. Η διαφορά αυτής της φυτοκοινωνίας με την προηγούμενη έγκειται στο γεγονός ότι η υγρασία του εδάφους είναι μικρότερη και κατ' επέκταση και η ποσότητα των οργανικών υπολειμμάτων σε αυτό. Τέλος, η τρίτη αμμόφιλη φυτοκοινωνία είναι η Ephedra distachya-Siliene, η οποία ανήκει, επίσης, στην κλάση Ammophletea και εντοπίζεται σε ένα ποσοστό της τάξης του 80% στις αμμοθίνες της Κεραμωτής. Το ύψος τους μπορεί να φθάσει μέχρι το ένα με ενάμιση μέτρο και αναπτύσσονται σε περιοχές που απέχουν από τη θάλασσα πενήντα (50) μέτρα στις νότιες ακτές και τα δέκα (10) μέτρα στις ΒΔ ακτές. Η βασική διαφορά της συγκεκριμένης φυτοκοινωνίας με την προαναφερθείσα είναι ότι η Ephedra distachya-Siliene εμφανίζεται σε περισσότερα φυτικά είδη.

2.8.1.2 ΚΥΡΙΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΝΕΣΤΟΥ

Στον ποταμό Νέστο αναπτύσσονταν ένα από τα ωραιότερα δάση της Ευρώπης, το οποίο ήταν το υγρόφιλο δάσος του Κοτζά-Ορμάν του Νέστου (Μεγάλο Δάσος). Το δάσος αυτό εκτεινόταν ανατολικά και δυτικά από τις όχθες του Νέστου και από τους Τοξότες έως τη θάλασσα σε μήκος είκοσι επτά (27) χιλιομέτρων. Το πλάτος του δάσους ήταν από τρία (3) έως επτά (7) χιλιόμετρα. Επιπρόσθετα, η έκτασή του έφθανε τα 72 km². Το δάσος περιείχε πολυάριθμα φυτικά είδη με κυριότερα την άσπρη και μαύρη λεύκη, την οξύκαρπο, την αδρότριχο μέλια, την πεδινή φτελιά, τη δρυ τη ποδισκοφόρο, τον πεδινό και τον ταταρικό σφένδαμο και το σκλήθρο και δώδεκα διαφορετικά είδη αναρριχώμενων φυτών.

Δυστυχώς, σήμερα το μεγαλύτερο μέρος του δάσους έχει εκχερσωθεί και αποδοθεί στη γεωργική καλλιέργεια και ένα μικρό τμήμα του παραχωρήθηκε στη Δασική Υπηρεσία για τη καλλιέργεια της λεύκης. Μέσα σε αυτό το τμήμα, παραμένουν ανέπαφα περίπου 0,5 km² του παλιού δάσους. Η έκταση αυτή, σε συνδυασμό με τα τμήματα του δάσους που βρίσκονται ανατολικά και δυτικά από τις όχθες του Νέστου μέσα από τα αναχώματα, είναι η έκταση που απέμεινε από το τεράστιο δάσος του Κοτζά-Ορμάν και φθάνει περίπου τα 3 km². Ωστόσο, το δάσος αντιμετωπίζει συνεχώς ανθρωπογενείς πιέσεις που έχουν ως αποτέλεσμα τη συνεχόμενη μείωση της έκτασής του.

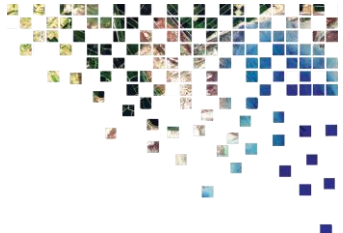
2.8.1.3 ΠΑΡΑΚΕΙΜΕΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΠΟΤΑΜΟΥ ΝΕΣΤΟΥ – ΚΟΙΛΑΔΑ ΝΕΣΤΟΥ

Η παρακείμενη βλάστηση του Δέλτα του ποταμού Νέστου χαρακτηρίζεται από τη βλάστηση της ζώνης Ostryo-Carpinion (οστριάς και του γαύρου). Επιπλέον, η ζώνη εκτείνεται από τη βόρεια περιοχή του Δέλτα, κατά μήκος της κοιλάδας του Νέστου έως το Νότιο τμήμα της Βουλγαρίας. Ακόμα, η ζώνη αυτή βρίσκεται περίπου 700 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας.

Στην κοιλάδα του Νέστου και καθώς πλησιάζουμε προς τα βουνά απαντάται η ζώνη των φυλλοβόλων δασών ή η ζώνη των δρυοδασών (Quercion frainetto) που είναι χαρακτηριστικές ζώνες στη Βαλκανική χερσόνησο.

2.8.2 ΠΑΝΙΔΑ

Η περιοχή μελέτης παρουσιάζει πλούσια φυσικά χαρακτηριστικά, τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη της πανίδας. Η πανίδα χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία σε πτηνά, θηλαστικά, ψάρια, αμφίβια. Συγκεκριμένα, στην περιοχή του Νέστου και κυρίως στο Δέλτα υπάρχουν σημαντικοί πληθυσμοί λύκων, τσακαλιών, βίδρας, ζαρκαδιών, καφέ αρκούδας και ψαριών. Ωστόσο, η μεγάλη αξία του Δέλτα του Νέστου οφείλεται κυρίως στη σημαντική και σπάνια орnitοπανίδα του. Στα παρακάτω υποκεφάλαια θα γίνει μία συνοπτική παρουσίαση της πανίδας της ευρύτερης περιοχής του Νέστου ποταμού.



2.8.2.1 ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ

Αρκετοί επιστήμονες έχουν μελετήσει την ιχθυοπανίδα του ποταμού Νέστου, έχοντας καταγράψει είκοσι δύο (22) διαφορετικά είδη ψαριών που κατατάσσονται σε δέκα (10) οικογένειες. Τα είδη αυτά κατατάσσονται στις βασικές κατηγορίες:

- τα αυτόχθονα,
- τα ενδημικά,
- τα ξενικά και
- αυτά που έχουν μεταφερθεί από γειτονικά συστήματα (Koutrakis et al. 2013).

Αυτόχθονα και ενδημικά είδη

Τα περισσότερα είδη της κατηγορίας αυτής ανήκουν στην οικογένεια των Κυπρινοειδών. Συνολικά, έχουν βρεθεί δεκατέσσερα (14) διαφορετικά είδη της κατηγορίας αυτής.

Ξενικά είδη

Τα ξενικά είδη είναι είδη τα οποία δεν συναντώνται στην περιοχή, αλλά για διάφορους λόγους, όπως εμπλουτισμός, διαφυγές ιχθυοειδών από ιχθυοκαλλιέργειες, σκόπιμη ή τυχαία διασπορά τους, βρέθηκαν στην ιχθυοπανίδα του Ποταμού Νέστου. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τέσσερα (4) διαφορετικά είδη.

Μεταφερθέντα είδη

Τα είδη αυτά έχουν μεταφερθεί από γειτονικά συστήματα (διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας) και δε θεωρούνται ενδημικά. Η κατηγορία αυτή έχει τέσσερα (4) διαφορετικά είδη.

Ο παρακάτω Πίνακας 2.13 παρουσιάζει τα είδη ψαριών του ποταμού Νέστου.

Πίνακας 2.13: Είδη ψαριών του ποταμού Νέστου (Koutrakis et al., 2013)

Ελληνικό όνομα	Επιστημονικό όνομα	Οικογένεια	Κατηγορία
Χέλι	Anguilla Anguilla	Anguillidae	Αυτόχθονο
Ποταμοσαλιάρα	Salaria fluviatilis	Blenniidae	Αυτόχθονο
Σαρδελομάννα	Alosa fallax	Clupeidae	Αυτόχθονο
Σίρκο	Alburnus Alburnus	Cyprinidae	Αυτόχθονο
Μικρόσιρκο	Leucaspis delineates	Cyprinidae	Αυτόχθονο
Μουρμουρίτσα	Rhodeus amarus	Cyprinidae	Αυτόχθονο
Τσιρώνι	Rutilus rutilus	Cyprinidae	Αυτόχθονο
Άγρια Πέστροφα	Salmo macedonicus	Salmonidae	Αυτόχθονο
Πετροχέλι	Oxyzoemacheilus Bureschi	Balitoridae	Ενδημικό
Θρακοβελονίτσα	Cobitis struniceae	Cobitidae	Ενδημικό
Τσιρωνάκι	Alburnoides strymonicus	Cyprinidae	Ενδημικό
Μπριάννα	Barbus strumiceae	Cyprinidae	Ενδημικό
Γουρουνόμυτης	Chondrostoma vardarensis	Cyprinidae	Ενδημικό
Γυφτόψαρο	Gobio bulgaricus	Cyprinidae	Ενδημικό
Θρακοτηλινάρι	Squalius Orpheus	Cyprinidae	Ενδημικό
Ηλιόψαρο	Lepomis gibbosus	Centrarchidae	Ξενικό
Αγριοχυσόψαρο	Carrasius gibelio	Cyprinidae	Ξενικό
Ψευτορασμπόρα	Pseudorasbora parva	Cyprinidae	Ξενικό
Κουνουπόψαρο	Gambusia holbrooki	Poeciliidae	Ξενικό
Ιριδίζουσα Πέστροφα	Oncorhynchus mykiss	Salmonidae	Ξενικό



Κυπρίνος/Γριβάδι	Cyprinus carpio	Cyprinidae	Μεταφερθέν
Τσαϊλάκι	Petroleyciscus borysthenticus	Cyprinidae	Μεταφερθέν
Περκι	Perca fluviatilis	Percidae	Μεταφερθέν
Γουλιανός	Silurus glanis	Siluridae	Μεταφερθέν

2.8.2.2 ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ

Η ορνιθοπανίδα σε ένα οικοσύστημα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό δείκτη σχετικά με την κατάσταση και τα χαρακτηριστικά του. Ειδικότερα, για την περιοχή μελέτης έγινε μία προσπάθεια διαχωρισμού της περιοχής του Δέλτα του Νέστου σε τέσσερις (4) τομείς.

1. Στενά Νέστου – Γύρω ορεινή ζώνη

Η περιοχή αυτή δεν έχει μελετηθεί λεπτομερώς μέχρι σήμερα. Ωστόσο, με υπάρχουσες παρατηρήσεις και μελέτες, στην περιοχή αυτή φωλιάζουν περίπου 71 είδη πτηνών. Επιπλέον, γενικότερα, τα είδη που έχουν παρατηρηθεί στην περιοχή μας ανέρχονται περίπου στα 90. Η περιοχή ενδείκνυται για να τρέφονται μικρά ωδικά πτηνά κατά τη χειμερινή περίοδο και ως χώρος για τη δημιουργία φωλιών για τα αρπακτικά πτηνά, καθώς μπορούν εύκολα να έχουν πρόσβαση στο Δέλτα και να κυνηγήσουν για την τροφή τους.

2. Ακτή, λιμνοθάλασσες, παράκτιες αλοφυτικές εκτάσεις και αμμοθίνες

Στην περιοχή αυτή απαντώνται 86 είδη πτηνών, καθώς και 165 μεταναστευτικά είδη και διαχειμάζοντα, τα περισσότερα εκ των οποίων είναι υδρόβια. Ένα πολύ σπάνιο είδος τόσο για την Ελλάδα όσο και για την Ευρώπη είναι το αγκαθοκαλημάνι, το οποίο εμφανίζεται στο δέλτα το 80% του συνολικού του πληθυσμού.

Το αγκαθοκαλημάνι (*Vanellus spinosus*) συχνάζει σε περιοχές με χαμηλή βλάστηση και η τροφή του είναι κυρίως τα έντομα και άλλα ασπόνδυλα. Το πτέρωμα του είναι ασπρόμαυρο και η ράχη του αμμοκαστανή (Εικόνα 2.28).



Εικόνα 2.28: Αγκαθοκαλημάνι (Παναγιωτίδης, 2011- www.natureguide.gr)

Επίσης, άλλα είδη είναι ο θαλασσοκόρακας (*Phalacrocorax aristotelis*), ο οποίος ανήκει στην οικογένεια των Φαλακροκοροακιδών και αποτελεί ένα είδος κορμοράνου (Wikipedia, 2018) και ο λευκοτσικνιάς (*Egretta garzetta*), ο οποίος φωλιάζει σε παρόχθια δάση μαζί με άλλα είδη ερωδιών, η τροφή του είναι κυρίως



ψάρια και έντομα (Ορνιθολογική, 2018). Άλλα πτηνά είναι ο καλαμόκιρκος (*Circus aeruginosus*), η αβοκέτα (*Recurvirostra avosetta*), ο καλαμοκάνας (*Himantopus himantopus*), το ποταμογλάρονο (*Sterna hirundo*) και το νανογλάρονο (*Sternula albifrons*).

Δυστυχώς, ο πληθυσμός των περισσότερων πτηνών που αναφέρθηκε παραπάνω έχει αρχίσει να μειώνεται και μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις με ολοένα και αυξανόμενο ρυθμό.

3. Πεδιάδα

Ο αριθμός των ειδών είναι μειωμένος συγκριτικά με τον προηγούμενο τομέα, καθώς οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις περιορίζουν την εξάπλωση ειδών. Συγκεκριμένα, για τον συγκεκριμένο τομέα βρίσκονται περίπου 52 είδη και 75 μεταναστευτικά και διαχειμάζοντα.

Ο πελαργός (*Ciconiidae*) είναι το πιο σημαντικό είδος και τρέφεται κυρίως με βατράχους, ψάρια, έντομα, σκουλήκια και μικρά πουλιά ή θηλαστικά. Σήμερα, βρίσκονται περίπου 240 ζευγάρια πελαργών.

4. Ποταμός Νέστος, Παραποτάμιο δάσος, Λίμνη Αλατζά-γκιόλα

Στην περιοχή αυτή βρίσκονται περίπου 94 είδη πτηνών και 153 είδη μεταναστευτικά και διαχειμάζοντα πτηνά. Κατά τη χειμερινή περίοδο η περιοχή γεμίζει με χιλιάδες κορμοράνους (*Phalacrocorax carbo*), λαγγόνες (*Microcarbo pygmaeus*), πάπιες (*Anas*), χαραδριούς (*Charadrius*) και γλάρους (*Laridae*).

Γενικότερα, στο συγκεκριμένο τομέα απαντάται ένα μεγάλο ποσοστό του συνόλου των αρπακτικών πτηνών (περίπου 50%), που βρίσκονται στο παραποτάμιο δάσος του Νέστου.

Σημαντικό ενδιαφέρον, επίσης, παρουσιάζουν οι κραυγαετοί (*Clanga pomarina*) και ο άγριος πληθυσμός από αγριοφασιανούς (*Phasianus colchicus*).

Ο μεγάλος αριθμός πτηνών που απαντάται στη συγκεκριμένη περιοχή φανερώνει τη μεγάλη οικολογική αξία της.

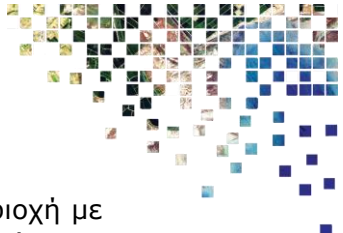
2.8.2.3 ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ

Στο Νέστο ζουν είκοσι (20) είδη θηλαστικών, μικρά, μεγάλα φυτοφάγα και σαρκοφάγα.

Στα μεγάλα θηλαστικά ανήκουν τα είδη που φαίνονται στον Πίνακα 2.14 (Καραχασάν, 2013).

Πίνακας 2.14: Μεγάλα θηλαστικά της περιοχής μελέτης

Θηλαστικό	Επιστημονική Ονομασία	Κατηγορία
Ζαρκάδι	<i>Capreolus capreolus</i>	Σπάνιο
Αγριογούρουνο	<i>Sus scrofa</i>	-
Αρκούδα	<i>Ursus arctos</i>	Σπάνιο – Απειλούμενο
Αλεπού	<i>Vulpes vulpes</i>	-
Πετροκούναβο	<i>Martes foina</i>	-
Νυφίτσα	<i>Mustela nivalis</i>	-
Ασβός	<i>Meles meles</i>	-
Βίδρα	<i>Lutra lutra</i>	Τρωτό
Αγριόγατος	<i>Felis silvestris</i>	-



Τα μεγάλα θηλαστικά είναι γενικότερα σπάνια και συναντώνται στη ΒΑ περιοχή με τα δάση βελανιδιάς και στην περιοχή ΒΔ του Δημαρίου. Ωστόσο, το πετροκούναβο, ο ασβός, η νυφίτσα και η αλεπού είναι τα μεγάλα θηλαστικά που είναι κατανεμημένα σε όλη την περιοχή.

Στα μικρά θηλαστικά ανήκουν τα είδη που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.15 (Καραχασάν, 2013).

Πίνακας 2.15: Μικρά θηλαστικά της περιοχής μελέτης

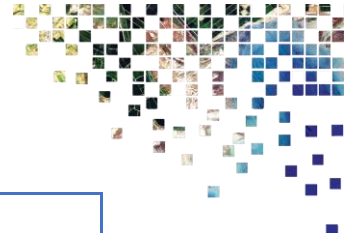
Θηλαστικό	Επιστημονική Ονομασία	Περιοχή εξάπλωσης
Κρικοποντικός	<i>Apodemus flavicollis</i>	Θαμνώνες, λόχμες, συστάδες δέντρων
Δασοποντικός	<i>Apodemys sylvaticus</i>	Καλαμιώνες, λόχμες
Σταχτοποντικός του Abbott	<i>Mous abbotti</i>	Σε ποικιλία βιοτόπων, εκτός από τις δασώδεις τοποθεσίες και τα κτίσματα

2.8.2.4 ΑΜΦΙΒΙΑ – ΕΡΠΕΤΑ

Τα αμφίβια και ερπετά παρουσιάζουν γενικά μία σταθερή εξάπλωση ως προς τον πληθυσμό τους στην περιοχή μελέτης. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τόσο τα αμφίβια όσο και τα ερπετά (Καραχασάν, 2013).

Πίνακας 2.16: Αμφίβια και ερπετά της περιοχής μελέτης

Αμφίβια	Επιστημονική Ονομασία	Κατηγορία
Σαλαμάνδρα		
Βροχαλιίδα	<i>Salamandra salamandra</i>	Απειλούμενο στην Ευρώπη
Βρονταλιίδα		
Βροχαλόρα		
Κιτρινογάστορας Φρύνος	<i>Bombina variegata</i>	Απειλούμενο στην Ευρώπη
Πράσινος Φρύνος	<i>Bufo viridis</i>	Απειλούμενο στην Ευρώπη
Ζάμπα		
Χωματόφρυς		
Μπράσκα	<i>Bufo bufo</i>	Απειλούμενο στην Ευρώπη
Βούζα		
Ασκουβάζα		
Μπουσάκα		
Δενδροβάτραχος	<i>Hyla arborea</i>	Απειλούμενο στην Ευρώπη
Ευκίνητος Βάτραχος	<i>Rana dalmatina</i>	Απειλούμενο στην Ευρώπη
Ζβελοβάτραχος		
Πηδοβάτραχος		
Ελληνικός Βάτραχος		
Γραικοβάτραχος	<i>Rana graeca</i>	-
Ρυακοβάτραχος		
Λιμνοβάτραχος		
Μπάκακας	<i>Rana ridibunda</i>	-
Βάθρακας		
Ερπετά	Επιστημονική Ονομασία	Κατηγορία
Αμμόσαυρα	<i>Lacerta agilis bosnica</i>	-
Λαφιάνης	<i>Elaphe quatuorlineata sauromates</i>	Προστατευόμενο
Λαφίτης		
Τετράγραμμος		



Οχιά	Vipera	ammodytes	-
Όχεντρα	meridionalis		
Αστρίτης			

2.9 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

2.9.1 ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην περιοχή μελέτης ξεκίνησαν σκέψεις για την κατασκευή υδροηλεκτρικών φραγμάτων και την κάλυψη αρδευτικών αναγκών αρκετά χρόνια πριν. Η μελέτη για την υλοποίηση των υδροηλεκτρικών φραγμάτων έγινε από το τότε Υπουργείο Δημοσίων Έργων. Μέχρι σήμερα δεν έχουν αποπερατωθεί και παραμένουν σε εκκρεμότητα, όπως θα αναφερθεί παρακάτω.

Φράγμα Τοξοτών

Κατά το 1952 μέχρι το 1958 ξεκίνησε η κατασκευή αντιπλημμυρικών αναχωμάτων εκατέρωθεν του κυρίου ρεύματος του ποταμού στην περιοχή του Δέλτα. Μετά την ολοκλήρωση των έργων αυτών, έγινε η κατασκευή του φράγματος των Τοξοτών.

Το συγκεκριμένο έργο ξεκίνησε το 1960 και ολοκληρώθηκε το 1966 από τη ΔΕΗ. Το φράγμα αυτό είναι ρυθμιστικό αρδευτικό φράγμα με μήκος 280 m, μήκος υπερχειλιστή 2014m και ύψος υπερχειλίσεως 2,95m. Χωρικά βρίσκεται στον λαιμό του Δέλτα και εκτρέπει τις ποσότητες των υδάτων προς τη δεξιά (Ν. Καβάλας) και την αριστερή (Ν. Ξάνθης) όχθη του κυρίου ρεύματος του ποταμού, στα αντίστοιχα αρδευτικά δίκτυα (Σκουληκάρης, 2008).

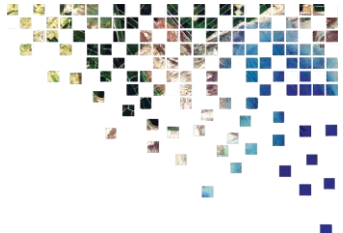
Φράγμα Θησαυρού

Το φράγμα του Θησαυρού είναι υδροηλεκτρικό και κατασκευάστηκε το 1996 με 1997 στην ομώνυμη περιοχή. Πρόκειται για ένα φράγμα λιθόρριπτο με αδιαπέρατο πυρήνα και το ύψος του από τη βάση του φθάνει τα 175m. Το υψόμετρο στέψης του φράγματος φθάνει στα 390m και η αντίστοιχη λίμνη του έχει χωρητικότητα $565 \times 10^6 \text{ m}^3$, (Καμίδης, 2011).

Το φράγμα αυτό λειτουργεί ως αναστρέψιμος-αντλητικός σταθμός. Με τη λειτουργία αυτή αποθηκεύουν νερό στους άνω ταμιευτήρες με άντληση κατά τις ώρες χαμηλού φορτίου χρησιμοποιώντας ενέργεια χαμηλού κόστους και την αποδίδουν σε ώρες αιχμής συμβάλλοντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών της ημερήσιας καμπύλης φορτίου με αποτέλεσμα αφ' ενός τη δυνατότητα κάλυψης αυξημένων ενεργειακών αναγκών τις συγκεκριμένες ώρες, αφ' ετέρου δε τη μείωση του κόστους παραγωγής (βελτιστοποίηση ενεργειακού ισοζυγίου) (ΔΕΗ, 2018).

Φράγμα Πλατανόβρυσης

Το φράγμα της Πλατανόβρυσης (Εικόνα 2.29) είναι επίσης υδροηλεκτρικό, κατασκευάστηκε από το 1995 έως το 1997 και δόθηκε σε λειτουργία το 1999. Αποτελεί ένα φράγμα βαρύτητας κατασκευασμένο από κυλινδρικό σκυρόδεμα (RCC). Η χωρητικότητα του ταμιευτήρα είναι $11 \times 10^6 \text{ m}^3$ και το εύρος της στάθμης κυμαίνεται στα 2m περίπου, (Καμίδης, 2011).



Εικόνα 2.29: Φράγμα Πλατανόβρυσης

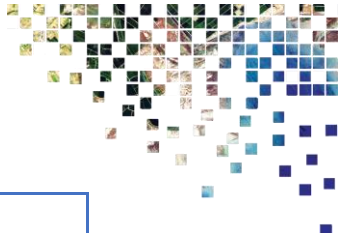
Φράγμα Τεμένους

Το συγκεκριμένο φράγμα δεν έχει κατασκευαστεί ακόμα, αλλά έχουν γίνει όλες οι απαιτούμενες μελέτες για να ξεκινήσει κάποια στιγμή η κατασκευή του. Αποτελεί το 3^ο υδροηλεκτρικό φράγμα που προτίθεται να κατασκευάσει η ΔΕΗ στην περιοχή μελέτης.

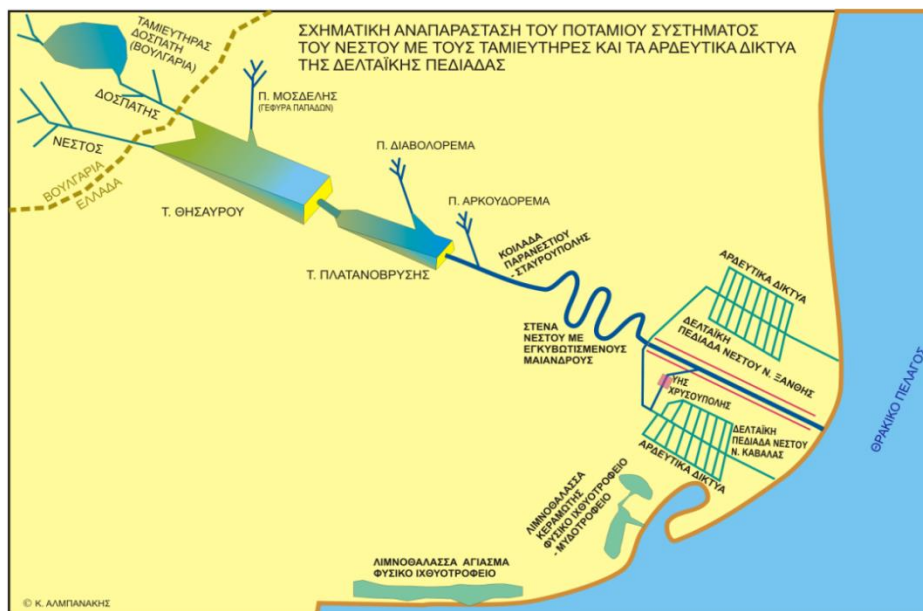
Γενικά χαρακτηριστικά για τα τρία υδροηλεκτρικά φράγματα παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα με στοιχεία που αντλήθηκαν από τη ΔΕΗ και παρουσιάστηκαν σε διδακτορική διατριβή (Καμπράγκου, 2006). Ακόμα, παρουσιάζεται και ένα σκαρίφημα, όπου παρουσιάζονται όλες οι ανθρώπινες επεμβάσεις στο Νέστο.

Πίνακας 2.17: Χαρακτηριστικά στοιχεία Φραγμάτων (Καμπράγκου, 2006)

Στοιχεία	Υ.Η.Ε. Θησαυρού	Υ.Η.Ε. Πλατανόβρυσης	Υ.Η.Ε. Τεμένους
Λεκάνη απορροής πλημμυρών km ²	4263.0	4655.0	4666.4
Λεκάνη απορροής απορροών km ²	3698.0	4090.0	4101.4
Μέση Παροχή (1964-1986) m ³ /sec	38.84	43.14	43.26
Ανώτατη στάθμη λειτουργίας υψ. m	380.0	227.5	154.0
Κατώτατη στάθμη λειτουργίας υψ. m	320.0	223.5	147.0
Όγκος στην Α.Σ.Λ. 10 ⁶ m ³	705.0	83.5	11.35
Ωφέλιμος όγκος 10 ⁶ m ³	565.0	63.0	6.0
Επιφάνεια λίμνης στην Α.Σ.Λ. km ²	18.0	3.25	1.05
Μέση στάθμη διώρυγας φυγής	224.0	151.0	129.0



Συνολική ισχύς MW	300.0	100.0	27.0
Παραγόμενη ενέργεια, GWh			
Πρωτεύουσα	285.0	181.0	50.0
Δευτερεύουσα	140.0	67.0	22.0
Σύνολο	425.0	248.0	72.0



Εικόνα 2.30: Σκαρίφημα των συνολικών ανθρώπινων επεμβάσεων στο ποταμό Νέστο (Αλμπανάκης, 2008)

2.9.2 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

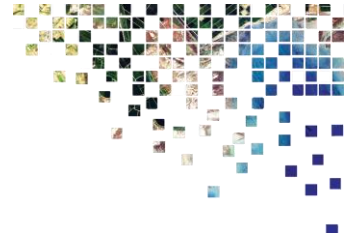
Με βάση το Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Θράκης, σε ολόκληρο το ΥΔ απαντώνται τα εξής ενενήντα οχτώ (98) λατομεία:

- Ογδόντα (80) αφορούν λατομεία Μαρμάρων,
- Εννέα (9) αφορούν λατομεία βιομηχανικών ορυκτών (άργιλος και κερατόλιθος),
- Επτά (7) αφορούν λατομεία αδρανών υλικών και
- Δύο (2) αφορούν λατομεία σχιστολιθικών πλακών.

Επίσης, υπάρχουν πέντε (5) ενεργές Λατομικές περιοχές Αδρανών Υλικών, οι οποίες απαντώνται στον Δ. Αλεξανδρούπολης της Π.Ε. Έβρου και στον Δ. Νέστου της Π.Ε. Καβάλας.

Συγκεκριμένα, στη Λεκάνη Απορροής του Νέστου απαντώνται τα 44 λατομεία, τα οποία είτε βρίσκονται σε πλήρη λειτουργία είτε υπολειτουργούν. Από αυτά, τα 42 είναι λατομεία μαρμάρων και τα υπόλοιπα δύο αδρανών υλικών. Στις κοινότητες του Θόλου και του Παρανεστίου υπάρχουν δύο (2) λατομεία καλιούχων αστρίων.

Επιπρόσθετα, από τα λατομεία μαρμάρου τα εννέα (9) βρίσκονται στο Νομό Δράμας, τριάντα ένα (31) στο Νομό Καβάλας και δύο (2) στο Νομό Ξάνθης. Τα δύο λατομεία αδρανών υλικών βρίσκονται στο Νομό Καβάλας, (Δ/νση Υδατικών πόρων ΠΕ.Α.ΜΑ.ΘΡ.)



2.9.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΑ

Επιφανειακά Ύδατα

Τα επιφανειακά ύδατα κυρίως επηρεάζονται από τα τεχνικά έργα που έχουν κατασκευαστεί στην περιοχή μελέτης, ήτοι τα φράγματα. Έτσι, τα έργα αυτά, ουσιαστικά, αναδιαταράσσουν τη φυσική ροή του ποταμού και των παραποτάμων του. Επιπλέον, λόγω του ότι τα υδροηλεκτρικά φράγματα κάνουν χρήση των υδάτων, αυτά επηρεάζονται ως ένα βαθμό ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους.

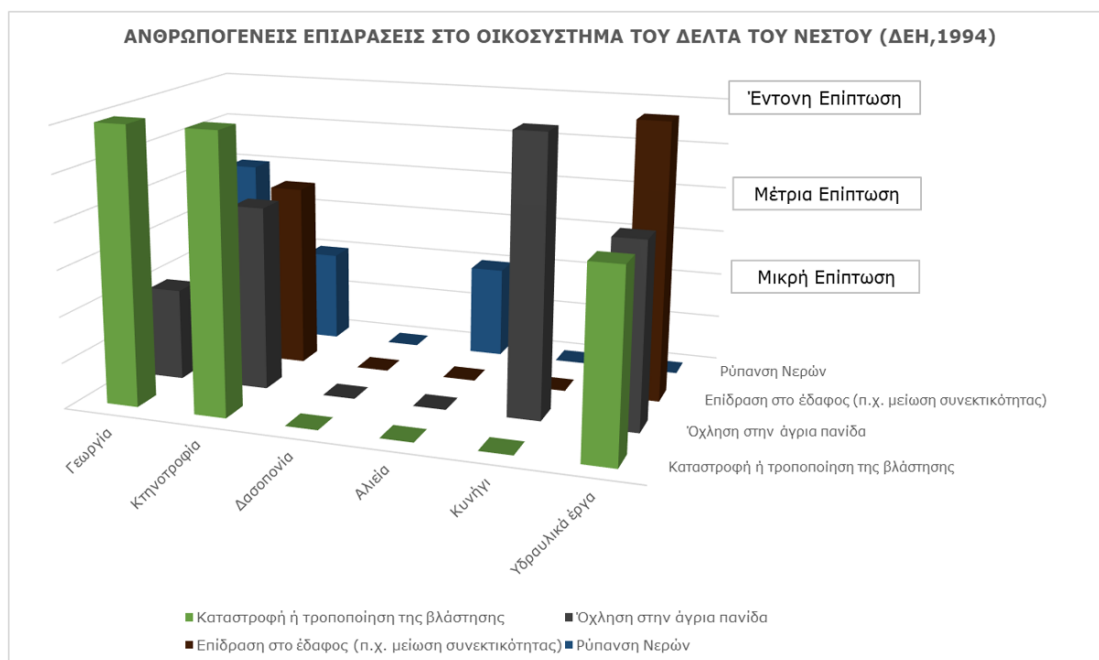
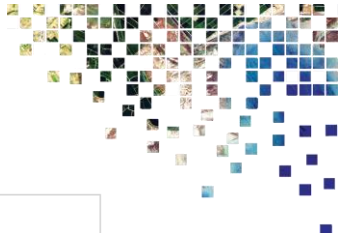
Υπόγεια Ύδατα

Ο τομέας της γεωργίας κατά κύριο λόγο είναι αυτός που αποτελεί τον βασικό παράγοντα αλλοίωσης των συγκεκριμένων υδάτων. Ακολουθώντας, η χρήση υδάτων για οικιστική χρήση συμβάλλει στην όξυνση του προβλήματος. Το ουσιαστικό πρόβλημα δημιουργείται από την υπεράντλησή τους με αποτέλεσμα την εισχώρηση θαλασσινού νερού και την ποιοτική υποβάθμισή των υπόγειων υδροφορέων. Ωστόσο, με τη λειτουργία των φραγμάτων, η χρήση των αρδευτικών γεωτρήσεων τείνει στο να μειώνεται και ως ένα βαθμό το πρόβλημα να αμβλύνεται σιγά σιγά.

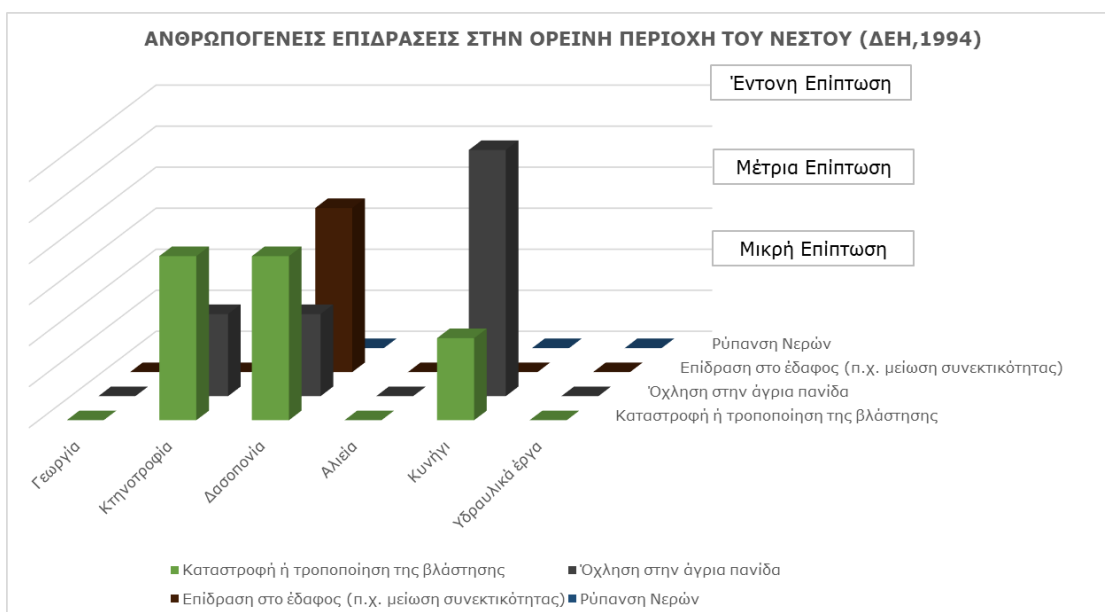
2.9.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΧΛΩΡΙΔΑ ΚΑΙ ΠΑΝΙΔΑ

Οι επιδράσεις στη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής μελέτης ποικίλουν. Γενικότερα, όπως φαίνονται στα παρακάτω δύο (2) γραφήματα, τα οικοσυστήματα του Δέλτα και της Ορεινής περιοχής του Νέστου επηρεάζονται από τους κλάδους της γεωργίας, της κτηνοτροφίας, της δασοπονίας, της αλιείας, από το κυνήγι και από διάφορα υδραυλικά έργα. Συγκεκριμένα, προβλήματα που έχουν εντοπιστεί μεταξύ άλλων είναι τα εξής:

- Μεταβολή της χλωρίδας λόγω της εντατικοποίησης των γεωργικών καλλιεργειών, της χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, της υπεράντλησης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και της ανεξέλεγκτης άρδευσης. Όλα τα παραπάνω θέτουν σε κίνδυνο και την πανίδα της περιοχής μελέτης.
- Μείωση της παρόχθιας βλάστησης, λόγω των γεωργικών καλλιεργειών, με συνέπεια τη μείωση της βιοποικιλότητας της περιοχής.
- Προβλήματα ευτροφισμού στο Δέλτα του Νέστου, όπου καταλήγει η γεωργική ρύπανση (Γκανούλης, 2005:10).
- Μεταβολές στην орνιθοπανίδα λόγω της αύξησης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.
- Περιορισμός στην περιοχή εξάπλωσης της αρκούδας, μετά την κατασκευή των φραγμάτων.
- Η κατασκευή και η λειτουργία των τεχνητών λιμνών έχει δημιουργήσει προβλήματα στην προστατευόμενη περιοχή της Οροσειράς της Ροδόπης.



Γράφημα 2.22: Ανθρωπογενείς επιδράσεις στο οικοσύστημα του Δέλτα του Νέστου (ΔΕΗ, 1994)

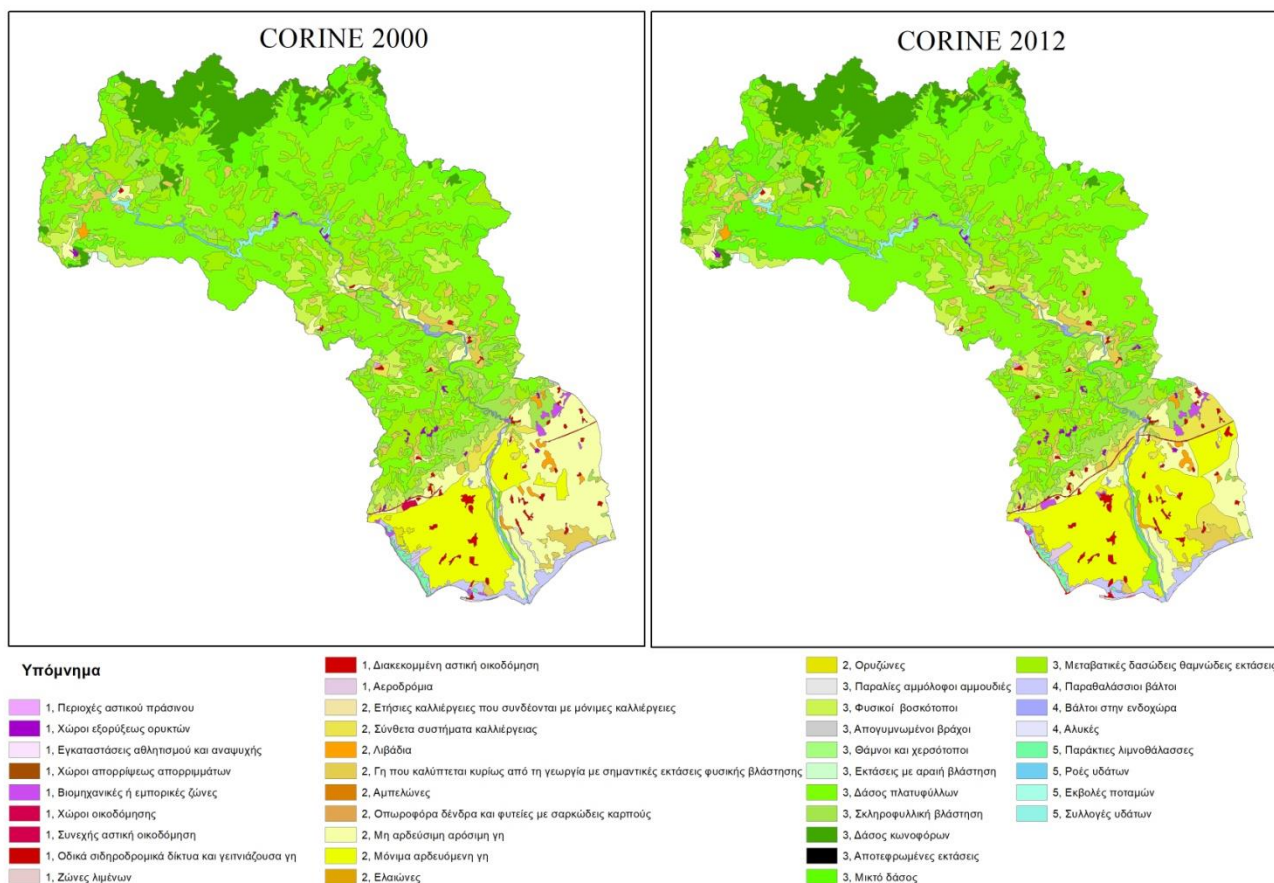
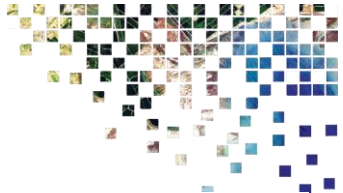


Γράφημα 2.23: Ανθρωπογενείς επιδράσεις στην ορεινή περιοχή του Νέστου (ΔΕΗ, 1994)

2.9.5 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗ ΛΑΠ

2.9.5.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι χρήσεις Γης στη συνολική περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Νέστου, αλλά και περιμετρικά των υδάτινων σωμάτων με βάση το CORINE. Αναλύονται τα δεδομένα του CORINE 2000 και του CORINE 2012 και παρουσιάζεται σύγκριση των εκτάσεων και ανίχνευση των αλλαγών στις δύο αυτές χρονικές περιόδους (Εικόνα 2.31).



Εικόνα 2.31: Χρήσεις Γης 2000 και 2012

Εκτάσεις στο σύνολο της Λεκάνης Απορροής

Στη συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του Νέστου με βάση το CORINE 2000 (Πίνακας 2.18), τη μεγαλύτερη έκταση καλύπτουν τα δάση (πλατύφυλλα, θαμνώδεις εκτάσεις, κωνοφόρα και μεικτά) με συνολική έκταση 186895 εκτάρια. Η μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη καλύπτει έκταση 30987 εκταρίων, ενώ οι μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις καλύπτουν έκταση 21095 εκταρίων.

Πίνακας 2.18: Εκτάσεις CORINE 2000

Κωδικός CORINE	Εμβαδόν (εκτάρια)	Περιγραφή
112	2068,18	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
121	885,36	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
122	73,74	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη
124	184,28	Αεροδρόμια
131	581,63	Χώροι εξορύξεως ορυκτών
133	390,07	Χώροι οικοδόμησης
141	40,02	Περιοχές αστικού πράσινου
211	30987,27	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη
212	21095,68	Μόνιμα αρδευόμενη γη
213	454,78	Ορυζώνες
231	1246,30	Λιβάδια
242	2548,60	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
243	9181,25	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης
311	113597,43	Δάσος πλατυφύλλων
312	20147,01	Δάσος κωνοφόρων

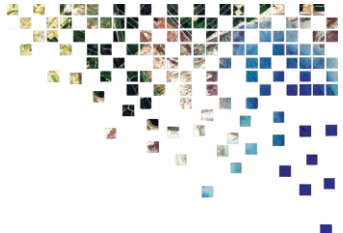


313	15718,12	Μικτό δάσος
321	17864,88	Φυσικοί βοσκότοποι
323	13395,08	Σκληροφυλλική βλάστηση
324	37433,06	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις
331	956,77	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές
332	53,39	Απογυμνωμένοι βράχοι
333	275,61	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση
411	437,90	Βάλτοι στην ενδοχώρα
421	3471,94	Παραθαλάσσιοι βάλτοι
511	2306,62	Ροές υδάτων
512	1337,72	Συλλογές υδάτων
521	687,66	Παράκτιες λιμνοθάλασσες

Στη συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του Νέστου με βάση το CORINE 2012 (Πίνακας 2.19) παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές (Πίνακας 2.20) στις εκτάσεις της μόνιμα αρδευόμενης γης, η οποία παρουσιάζει αύξηση 51,98% και εντοπίζεται κυρίως στην περιοχή του Ερασμίου Ξάνθης. Πολύ μεγάλη αύξηση κατά 168,25% παρουσιάζεται και στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας. Οι αλλαγές στις εκτάσεις δασικών εκτάσεων (αύξηση των μεικτού δάσους κατά 82%) οφείλονται κυρίως στην αλλαγή κατηγορίας, ενδεχομένως, λόγω της διαφορετικής μεθοδολογίας και της βελτίωσης της ποιότητας δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των χαρτών CORINE του 2012.

Πίνακας 2.19: Εκτάσεις CORINE 2012

Κωδικός CORINE	Εμβαδό (εκτάρια)	Περιγραφή
112	2457,625143	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
121	1115,531895	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
122	476,728653	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη
124	378,2410889	Αεροδρόμια
131	692,7444077	Χώροι εξορύξεως ορυκτών
133	36,68928528	Χώροι οικοδόμησης
141	42,08245468	Περιοχές αστικού πράσινου
211	14319,80552	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη
212	32060,74903	Μόνιμα αρδευόμενη γη
213	318,6079769	Ορυζώνες
231	1224,399357	Λιβάδια
242	6836,672191	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
243	9212,70204	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης
311	107582,565	Δάσος πλατυφύλλων
312	20397,67952	Δάσος κωνοφόρων
313	28621,12051	Μικτό δάσος
321	18031,61096	Φυσικοί βοσκότοποι
323	13330,10654	Σκληροφυλλική βλάστηση
324	30911,1276	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις
331	710,9655247	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές
332	53,38708496	Απογυμνωμένοι βράχοι
333	455,9863815	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση
411	419,4557991	Βάλτοι στην ενδοχώρα
421	3286,785575	Παραθαλάσσιοι βάλτοι
511	2295,434711	Ροές υδάτων
512	1331,975128	Συλλογές υδάτων
521	687,6574211	Παράκτιες λιμνοθάλασσες
523	192,1329803	Θάλασσα και ωκεανός

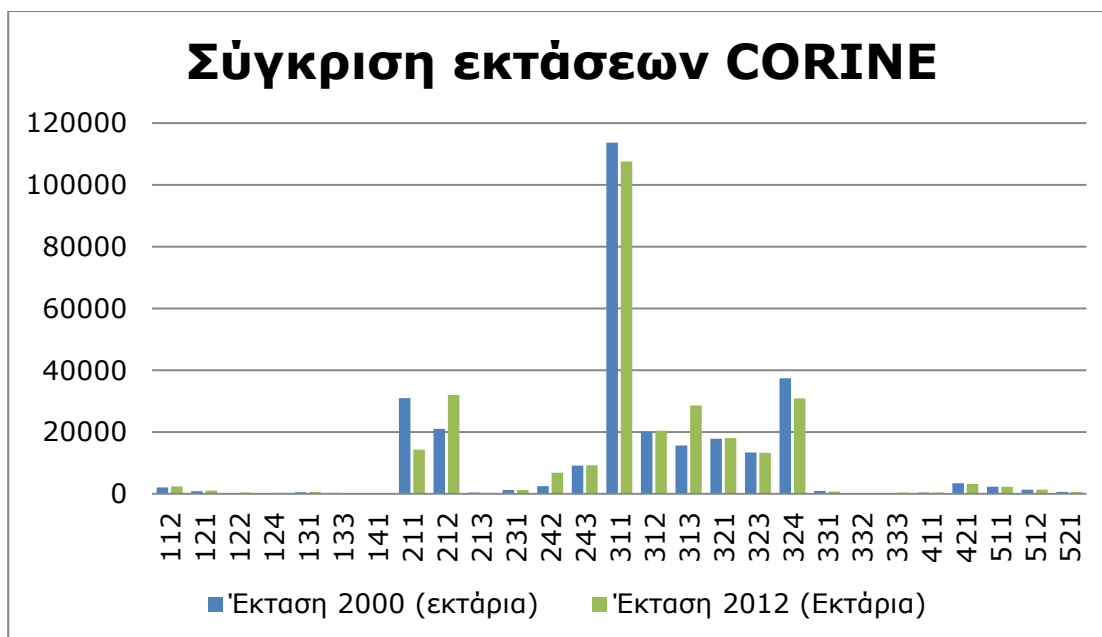
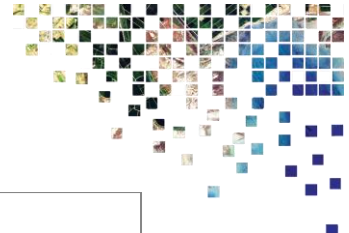


Αναλυτικότερα σε ότι αφορά στις εκτάσεις του συνόλου της περιοχής της λεκάνης απορροής του ποταμού Νέστου παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές στις παρακάτω κατηγορίες:

- Αύξηση κατά 18,83% στην κατηγορία της «διακεκομμένης αστικής οικοδόμησης».
- Αύξηση κατά 26% στις Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
- Αύξηση κατά 546,53% στην κατηγορία «Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη»
- Αύξηση κατά 105,25% στην κατηγορία «Αεροδρόμια»
- Αύξηση κατά 19,10% στους χώρους εξόρυξης ορυκτών
- Μείωση κατά 90,59% στους χώρους οικοδόμησης
- Αύξηση κατά 5,16% στους χώρους αστικού πρασίνου
- Μείωση κατά 53,79% στις εκτάσεις μη αρδευόμενη αρόσιμη γης
- Αύξηση κατά 51,98% στην έκταση μόνιμα αρδευόμενης γης
- Αύξηση κατά 168% στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
- Αύξηση κατά 82% στα μικτά δάση και κατά 65% στις εκτάσεις με αραιή βλάστηση

Πίνακας 2.20: Διαφορές εκτάσεων μεταξύ Corine 2000 και Corine 2012

Κωδικός CORINE	Περιγραφή	Έκταση 2000 (εκτάρια)	Έκταση 2012 (Εκτάρια)	Διαφορά
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	2068,17955	2457,625143	18,83%
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	885,360775	1115,531895	26,00%
122	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	73,73600769	476,728653	546,53%
124	Αεροδρόμια	184,2839966	378,2410889	105,25%
131	Χώροι εξορύξεως ορυκτών	581,6310234	692,7444077	19,10%
133	Χώροι οικοδόμησης	390,0748749	36,68928528	-90,59%
141	Περιοχές αστικού πρασίνου	40,0189476	42,08245468	5,16%
211	Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη	30987,26579	14319,80552	-53,79%
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	21095,68407	32060,74903	51,98%
213	Ορυζώνες	454,7808456	318,6079769	-29,94%
231	Λιβάδια	1246,301884	1224,399357	-1,76%
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	2548,596459	6836,672191	168,25%
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	9181,251632	9212,70204	0,34%
311	Δάσος πλατυφύλλων	113597,4252	107582,565	-5,29%
312	Δάσος κωνοφόρων	20147,0114	20397,67952	1,24%
313	Μικτό δάσος	15718,11596	28621,12051	82,09%
321	Φυσικοί βοσκότοποι	17864,88006	18031,61096	0,93%
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	13395,07591	13330,10654	-0,49%
324	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	37433,06167	30911,1276	-17,42%
331	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές	956,7703367	710,9655247	-25,69%
332	Απογυμνωμένοι βράχοι	53,38664627	53,38708496	0,00%
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	275,6119003	455,9863815	65,45%
411	Βάλτοι στην ενδοχώρα	437,8971419	419,4557991	-4,21%
421	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	3471,944645	3286,785575	-5,33%
511	Ροές υδάτων	2306,617393	2295,434711	-0,48%
512	Συλλογές υδάτων	1337,718933	1331,975128	-0,43%
521	Παράκτιες λιμνοθάλασσες	687,6574249	687,6574211	0,00%



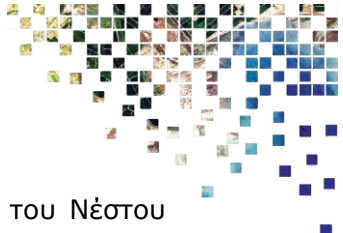
Γράφημα 2.24: Σύγκριση εκτάσεων CORINE

Εκτάσεις περιμετρικά των Υδάτινων Σωμάτων

Στις εκτάσεις περιμετρικά των υδάτινων σωμάτων του ποταμού Νέστου (ζώνη επιρροής 2500 μέτρα), με βάση το CORINE 2000 (Πίνακας 2.21), μεγάλη έκταση καλύπτουν τα δάση (πλατύφυλλα, θαμνώδεις εκτάσεις, κωνοφόρα και μεικτά) με συνολική έκταση 114546 εκτάρια. Σημαντική έκταση καλύπτει, επίσης, η μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη (7289 εκτάρια) και η μόνιμα αρδευόμενη γη (4556 εκτάρια).

Πίνακας 2.21: Εκτάσεις CORINE 2000 περιμετρικά των υδάτινων σωμάτων

Κωδικός CORINE	Εμβαδό (εκτάρια)	Περιγραφή
112	360,8919983	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
121	98,995697	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
131	199,9299927	Χώροι εξορύξεως ορυκτών
211	7289,109863	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη
212	4556,080078	Μόνιμα αρδευόμενη γη
231	131,1459961	Λιβάδια
242	1507,050049	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
243	4929,069824	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης
311	71576,39844	Δάσος πλατυφύλλων
312	11570,2002	Δάσος κωνοφόρων
313	8118,100098	Μικτό δάσος
321	6739,120117	Φυσικοί βοσκότοποι
323	6208,589844	Σκληροφυλλική βλάστηση
324	23281,40039	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις
331	694,460022	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές
333	64,5886993	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση
411	403,5939941	Βάλτοι στην ενδοχώρα
421	691,2600098	Παραθαλάσσιοι βάλτοι
511	2277,909912	Ροές υδάτων
512	1337,719971	Συλλογές υδάτων



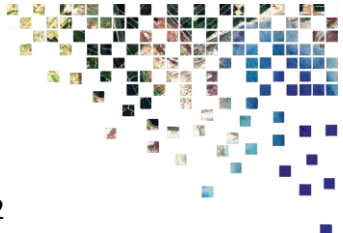
Στις εκτάσεις περιμετρικά των υδάτινων σωμάτων της λεκάνης απορροής του Νέστου με βάση το CORINE 2012 (Πίνακας 2.22) παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές (Πίνακας 2.23) στις εκτάσεις της μόνιμα αρδεύομενης γης, η οποία παρουσιάζει αύξηση 28,5% και εντοπίζεται κυρίως στην περιοχή του Ερασμίου Ξάνθης με παράλληλη μείωση κατά 31,9% της μη αρδεύσιμης αρόσιμης γης.

Πίνακας 2.22: Εκτάσεις CORINE 2012 Περιμετρικά των υδάτινων σωμάτων

Κωδικός CORINE	Εμβαδό (εκτάρια)	Περιγραφή
112	380,0920105	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
121	98,995697	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
122	80,6136017	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη
131	170,6660004	Χώροι εξορύξεως ορυκτών
133	36,6893005	Χώροι οικοδόμησης
211	4963,899902	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη
212	5854,990234	Μόνιμα αρδευόμενη γη
231	237,6309967	Λιβάδια
242	1428,800049	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
243	5036,979981	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης
311	69279,20313	Δάσος πλατυφύλλων
312	11675,5	Δάσος κωνοφόρων
313	16097,90039	Μικτό δάσος
321	6847,569824	Φυσικοί βοσκότοποι
323	6271,609863	Σκληροφυλλική βλάστηση
324	18243,19922	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις
331	448,6570129	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές
333	244,9640045	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση
411	347,1619873	Βάλτοι στην ενδοχώρα
421	685,9160156	Παραθαλάσσιοι βάλτοι
511	2266,729981	Ροές υδάτων
512	1331,979981	Συλλογές υδάτων

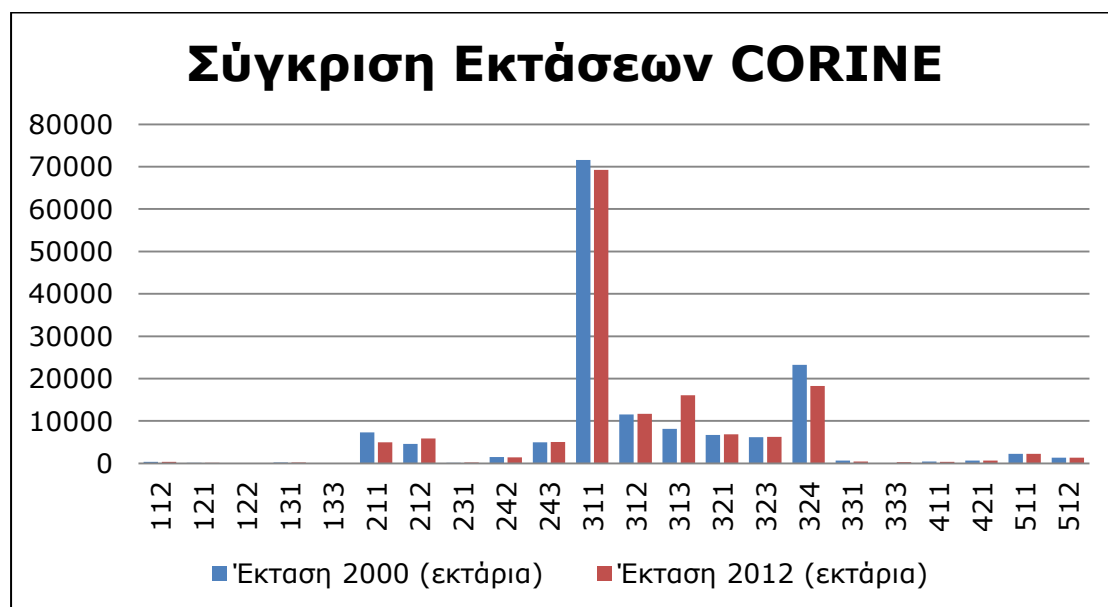
Αναλυτικότερα, σε ότι αφορά τις εκτάσεις περιμετρικά των υδάτινων σωμάτων (ζώνη επιρροής 2,5 χιλιόμετρα), παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές στις παρακάτω κατηγορίες:

- Μικρή αύξηση 5,3% στην κατηγορία της «διακεκομμένης αστικής οικοδόμησης». Καταγράφονται 360 εκτάρια το 2000 έναντι 380 εκταρίων το 2012.
- Μείωση κατά 14,6% των χώρων εξόρυξης ορυκτών. Καταγράφονται 199 εκτάρια το 2000, 170 εκτάρια το 2012.
- Μείωση κατά 31,9% της μη αρδεύσιμης αρόσιμης γης.
- Αύξηση κατά 28,5% της μόνιμα αρδευόμενης γης.
- Αύξηση κατά 81,2% της έκτασης των λιβαδιών.
- Μείωση κατά 5,2% στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας.
- Αύξηση κατά 98,3% στα μικτά δάση.
- Μείωση κατά 21,6% στις μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις.
- Μείωση κατά 35,6% στην κατηγορία «Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές».
- Αύξηση κατά 279,3% στις εκτάσεις με αραιή βλάστηση.
- Μείωση κατά 14% στην έκταση των βάλτων στην ενδοχώρα.



Πίνακας 2.23: Διαφορές εκτάσεων μεταξύ CORINE 2000 και CORINE 2012 περιμετρικά των υδάτινων σωμάτων

Κωδικός CORINE	Περιγραφή	Έκταση 2000 (εκτάρια)	Έκταση 2012 (εκτάρια)	Διαφορά
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	360,8919983	380,0920105	5,3%
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	98,995697	98,995697	0,0%
122	Οδικά σιδηροδρομικά δίκτυα και γειτνιάζουσα γη	0	80,6136017	-
131	Χώροι εξορύξεως ορυκτών	199,9299927	170,6660004	-14,6%
133	Χώροι οικοδόμησης	0	36,6893005	-
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	7289,109863	4963,899902	-31,9%
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	4556,080078	5854,990234	28,5%
231	Λιβάδια	131,1459961	237,6309967	81,2%
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	1507,050049	1428,800049	-5,2%
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	4929,069824	5036,979981	2,2%
311	Δάσος πλατυφύλλων	71576,39844	69279,20313	-3,2%
312	Δάσος κωνοφόρων	11570,2002	11675,5	0,9%
313	Μικτό δάσος	8118,100098	16097,90039	98,3%
321	Φυσιικοί βοσκότοποι	6739,120117	6847,569824	1,6%
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	6208,589844	6271,609863	1,0%
324	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	23281,40039	18243,19922	-21,6%
331	Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές	694,460022	448,6570129	-35,4%
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	64,5886993	244,9640045	279,3%
411	Βάλτοι στην ενδοχώρα	403,5939941	347,1619873	-14,0%
421	Παραθαλάσσιοι βάλτοι	691,2600098	685,9160156	-0,8%
511	Ροές υδάτων	2277,909912	2266,729981	-0,5%
512	Συλλογές υδάτων	1337,719971	1331,979981	-0,4%



Γράφημα 2.25: Σύγκριση εκτάσεων CORINE



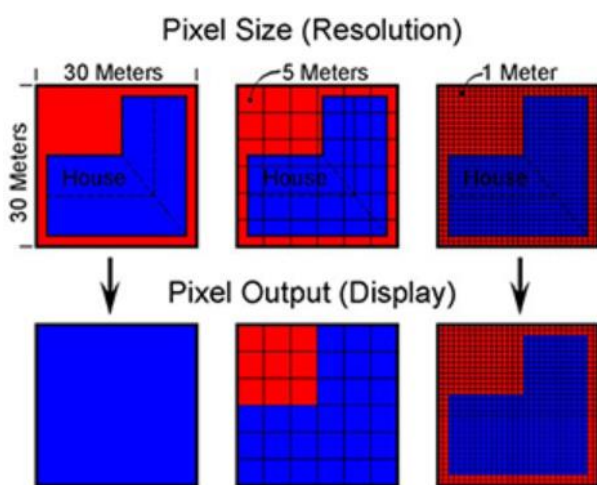
2.9.5.2 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΝΕΣΤΟΥ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΓΗΣ

Δεδομένα Παρατήρησης Γης – Χαρακτηριστικά Οργάνων Καταγραφής

Βασικά χαρακτηριστικά των οργάνων καταγραφής

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της τηλεπισκόπησης στη χρήση εικόνων, όπου χρησιμοποιούνται φασματικά κανάλια στο ορατό, υπέρυθρο και μικροκυματικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, περιγράφονται με τη χωρική (spatial), φασματική (spectral) και ραδιομετρική (radiometric) διακριτική ικανότητα.

Χωρική διακριτική ικανότητα

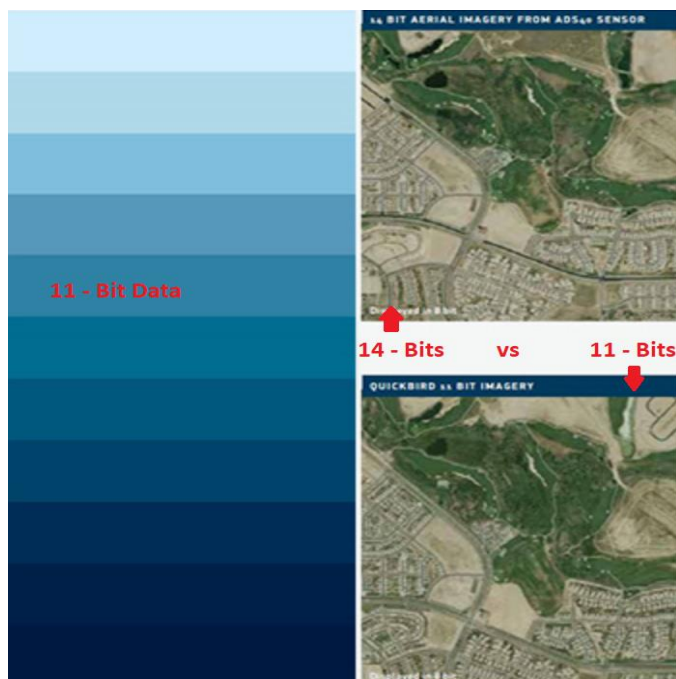


Εικόνα 2.32: Χωρική διακριτική ικανότητα τηλεπισκοπικών εικόνων

Για ορισμένα όργανα καταγραφής, η απόσταση μεταξύ της γήινης επιφάνειας και του οργάνου καταγραφής αποτελεί καθοριστικό ρόλο στη λεπτομέρεια της πληροφορίας που καταγράφεται. Η ευδιάκριτη λεπτομέρεια σε μια εικόνα εξαρτάται από τη χωρική διακριτική ικανότητα του οργάνου καταγραφής και αναφέρεται στο μέγεθος του μικρότερου χαρακτηριστικού που μπορεί να ανιχνευθεί. Στις δορυφορικές ψηφιακές εικόνες που παράγονται από τους σαρωτές ή τις κάμερες, η χωρική διακριτική ικανότητα ταυτίζεται με το «εικονοστοιχείο»

(pixel) που είναι η «στοιχειώδης επιφάνεια» της Γης που καταγράφεται από τους δέκτες.

Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα



Τα ραδιομετρικά χαρακτηριστικά περιγράφουν την πραγματική πληροφορία που περιέχεται σε μία εικόνα. Κατά την αποτύπωση μίας εικόνας, η ευαισθησία της στην ένταση της ανακλώμενης ενέργειας καθορίζει τη ραδιομετρική της ικανότητα. Ουσιαστικά, η ραδιομετρική ικανότητα περιγράφει την ικανότητα ενός συστήματος να καταγράφει διαφορές στην ισχύ του σήματος. Τα δεδομένα μιας εικόνας αντιπροσωπεύονται από ψηφιακές τιμές, οι οποίες μεταβάλλονται από 0 έως μία

Εικόνα 2.33: Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα τηλεπισκοπικών εικόνων



τιμή X παράγωγη στη δύναμη του 2 (2^X).

Η αύξηση της ραδιομετρικής ικανότητας προκαλεί ανάλογη αύξηση των διαβαθμίσεων του γκρι στην εικόνα και επομένως έχουμε μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα των στόχων.

Φασματική διακριτική ικανότητα

Η δεύτερη πιο σημαντική ιδιότητα ενός οπτικού συστήματος εικόνας είναι η φασματική διακριτική ικανότητά του. Η φασματική διακριτική ικανότητα σχετίζεται με τον αριθμό των φασματικών καναλιών που χρησιμοποιεί ο κάθε δορυφόρος και είναι πολύ σημαντική ιδιότητα, αφού στις πολυφασματικές εικόνες:

- ο η θέση στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, το εύρος και ο αριθμός των φασματικών καναλιών μπορούν να καθορίζουν τον βαθμό και το είδος των διαφορών στόχων.
- ο η χρήση τους μπορεί να επιφέρει πολύ καλά αποτελέσματα διακριτικής ικανότητας σε σχέση με οποιοδήποτε μεμονωμένο φασματικό κανάλι.

Πολυφασματικά ονομάζονται τα συστήματα που καταγράφουν σε πάνω από δύο φασματικές ζώνες και υπερφασματικά με δεκάδες φασματικές ζώνες και πολύ μικρό εύρος των ζωνών. Η ύπαρξη πολλών φασματικών ζωνών μικρού εύρους αποτελεί το μεγάλο πλεονέκτημα των υπερφασματικών δεδομένων, το οποίο όμως συνοδεύεται νομοτελειακά με μειονεκτήματα όσον αφορά τη χωρική τους ακρίβεια, όπως θα φανεί παρακάτω.

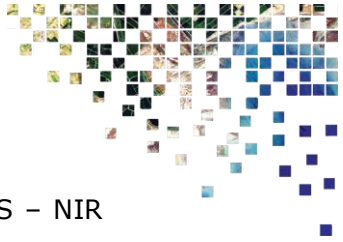
Χρονική διακριτική ικανότητα

Η χρονική διακριτική ικανότητα είναι το τελευταίο χαρακτηριστικό των συστημάτων τηλεπισκόπησης, που δεν συζητήθηκε στα παραπάνω κεφάλαια. Σχετίζεται με τη συχνότητα λήψης εικόνων για την ίδια περιοχή. Η περίοδος επαναληψιμότητας για ένα δορυφορικό σύστημα συνήθως είναι της τάξης κάποιων ημερών ή ωρών, όταν πρόκειται για αστερισμό δορυφορικού συστήματος, για να μπορέσει να αποτυπώσει την ίδια γεωγραφική περιοχή με την ίδια γωνία παρατήρησης. Η περίοδος αυτή καλείται απόλυτη χρονική διακριτική ικανότητα του συστήματος. Στα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να ικανοποιούνται από τη διαχρονική ανάλυση έτσι, ώστε τα αποτελέσματα να είναι όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστα είναι τα ακόλουθα:

- ο Οι διαχρονικές εικόνες πρέπει να λαμβάνονται από τα συστήματα καταγραφής την ίδια περίπου ώρα της ημέρας, ώστε να εξαλείφονται οι ημερήσιες διαφορές της γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, διότι προκαλούν ανώμαλες διαφοροποιήσεις των ιδιοτήτων ανάκλασης των αντικειμένων.
- ο Θα πρέπει να λαμβάνονται την ίδια περίοδο του έτους, ώστε να μειώνονται στο ελάχιστο οι φαινολογικές διαφοροποιήσεις διαφόρων επιφανειακών χαρακτηριστικών.

Πηγές Δορυφορικών Δεδομένων Παρατήρησης Γης

Με την κατάκτηση του διαστήματος, ο άνθρωπος διεύρυνε τους ορίζοντές του, ξέφυγε από τα στενά όρια της Γης και διαπίστωσε ότι ένα νέο πεδίο έρευνας και εφαρμογών ανοιγόταν μπροστά του, ενώ η έλευση της διαστημικής εποχής αποτέλεσε το έναυσμα για την έρευνα, μεταξύ των άλλων, των ωκεανών και της υδρόσφαιρας γενικότερα. Στο γενικό τους πλαίσιο, τα Δορυφορικά Δεδομένα Παρατήρησης Γης μπορούν να διακριθούν με βάση τον τρόπο καταγραφής και λήψης τους σε :



- Οπτικά - Πολυφασματικά Δεδομένα στο Ορατό – Υπέρυθρο (VIS – NIR – SWIR).
- Πολυφασματικά Δεδομένα στο Θερμικό Υπέρυθρο (TIR).
- Δεδομένα Ραντάρ Συνθετικού Ανοίγματος – SAR.
- Αλτιμετρικά Δεδομένα.

Τα καταγραφικά αισθητήρια όργανα βρίσκονται τοποθετημένα σε μεγάλες δορυφορικές πλατφόρμες – αποστολές και για τον λόγο αυτό γίνεται στη συνέχεια μια αναφορά στις πηγές των Δορυφορικών Δεδομένων Παρατήρησης Γης που θα χρησιμοποιηθούν στο έργο. Πρώτα παρατίθενται στοιχεία για τις δορυφορικές πλατφόρμες που κάνουν λήψη αυτών των δεδομένων, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική παράθεση, για κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες, των προϊόντων που θα ληφθούν για τις ανάγκες υλοποίησης.

Δορυφορικό πρόγραμμα LANDSAT

Το πρώτο πρόγραμμα που έθεσε σε λειτουργία η NASA το 1967 ήταν το ERTS (Earth Resource Technology Satellite). Το πρόγραμμα αυτό είχε σαν σκοπό την εκτόξευση πέντε δορυφόρων, οι οποίοι μετέφεραν διάφορα συστήματα τηλεπισκόπησης, τα οποία αρχικά είχαν σχεδιαστεί για να αποκτούν πληροφορίες για τις πλουτοπαραγωγικές πηγές της Γης. Ο πρώτος δορυφόρος εκτοξεύτηκε στις 23 Ιουλίου του 1972 και ονομαζόταν ERTS-1. Ο δορυφόρος LANDSAT 7 εκτοξεύτηκε στις 15 Απριλίου 1999 και από τότε δίνει νέα και βελτιωμένα δεδομένα αυτής της σειράς, ενώ στις 11 Φεβρουαρίου 2011 τέθηκε σε τροχιά ο LANDSAT 8.

Τα δεδομένα LANDSAT (Εικόνες αρχείου L1-7 και L8) είναι ανοικτά διαθέσιμα για το κοινό και μπορούν να ληφθούν, σε οποιοδήποτε επίπεδο επεξεργασίας επιθυμεί ο κάθε χρήστης, από τη διαδικτυακή πλατφόρμα διάχυσης δεδομένων του USGS, Earth Explorer.

Χαρακτηριστικά των LANDSAT πρώτης και δεύτερης γενιάς

Οι δορυφόροι LANDSAT-1, 2 και 3 (βάρους 815 kgf και διαστάσεων περίπου 3m ύψος, 4m πλάτος και 1,5m διάμετρο) είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά στη λειτουργία τους και ονομαζόνταν δορυφόροι πρώτης γενιάς.

Είχαν σχήμα πεταλούδας, με το κύριο μέρος να έχει κυλινδρικό σχήμα. Τα ηλιακά πτερύγια είχαν μήκος 4m περίπου και τέθηκαν σε τροχιά ύψους 900km. Περιστρέφονταν γύρω από τη Γη σε χρόνο 103min, δηλαδή εκτελούσαν 14 περιστροφές την ημέρα. Η τροχιά τους ήταν σχεδόν πολική και έτεμνε τον Ισημερινό υπό γωνία 99°, η οποία και τους καθιστούσε σχεδόν πολικούς. Ταυτόχρονα ήταν και ηλιοσύγχρονοι (sun-synchronous), πράγμα που σήμαινε ότι η ταχύτητα περιστροφής του δορυφόρου γινόταν με την ίδια γωνιακή ταχύτητα με αυτήν της Γης γύρω από τον Ήλιο. Σε αυτό το χαρακτηριστικό της τροχιάς οφείλεται το γεγονός ότι οι δορυφόροι περνούσαν από τον Ισημερινό την ίδια τοπική ώρα στη φωτεινή πλευρά της Γης. Η διεύθυνση σάρωσης γινόταν από Βορρά προς Νότο και έτσι κάλυπταν ολόκληρη την επιφάνεια της Γης, εκτός από τους πόλους (από τις 82-90°) σε 18 μέρες.

Οι δορυφόροι LANDSAT-4 και LANDSAT-5, που τέθηκαν σε τροχιά στις 16/7/1982 και 1/3/1984 αντίστοιχα, αποτελούν τη συνέχεια των δορυφόρων πρώτης γενιάς. Το ύψος τροχιάς τους μειώθηκε από τα 900 στα 705km. Αυτή η μείωση του ύψους έγινε βασικά για να είναι δυνατόν να επιδιορθώνονται από τα διαστημικά λεωφορεία και να βελτιωθεί η χωρική διακριτική ικανότητα (IFOV). Η τροχιά τους παραμένει κυκλική, ηλιοσύγχρονη και σχεδόν πολική. Οι δορυφόροι αυτοί περνούν από τον Ισημερινό στις 9:45 π.μ. τοπική ώρα.



Τα όργανα καταγραφής του LANDSAT ήταν αρχικά σχεδιασμένα να κάνουν μία αυτόματη παρατήρηση χρησιμοποιώντας μία κάμερα επιστρεφόμενης δέσμης RVB (Return Beam Vidicon Cameras) και έναν πολυφασματικό σαρωτή MSS.

Το σύστημα RVB του LANDSAT-1 και 2 εξοπλίστηκε με τρεις κάμερες όμοιες με αυτές της τηλεόρασης. Αυτές οι κάμερες λάμβαναν δεδομένα σε διαφορετικά τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από 0,48 έως 0,83μm. Στον LANDSAT-3 το RVB αντικαταστάθηκε από δύο παγχρωματικές κάμερες στο τμήμα 0,51-0,75μm.

Ο πολυφασματικός σαρωτής MSS (Multispectral Scanner) ενσωματώθηκε και στους πέντε πρώτους δορυφόρους του προγράμματος LANDSAT. Πρόκειται για έναν γραμμικό σαρωτή, ο οποίος σαρώνει την επιφάνεια κάτω από τον δορυφόρο και δημιουργεί μια εικόνα της γήινης επιφάνειας καθώς κινείται. Ο σαρωτής συλλέγει δεδομένα σε τέσσερα διαφορετικά φασματικά κανάλια, στην περιοχή του ορατού και του κοντινού υπέρυθρου (ένα πέμπτο κανάλι στην περιοχή του θερμικού υπέρυθρου που έφερε ο LANDSAT-3 έδωσε πολύ λίγα δεδομένα, λόγω συνεχών βλαβών που συνέβησαν μετά την εκτόξευση). Η πραγματική χωρική διακριτική ικανότητα ή στιγμιαία παροχή των εικόνων LANDSAT MSS είναι 79x79m. Παρ' όλα αυτά, ορισμένα χαρακτηριστικά, περιορισμένου μήκους και πλάτους, τα οποία έχουν χαρακτηριστική ανακλώμενη αντίθεση σε σχέση με το περιβάλλον τους, μπορούν επίσης να ανιχνευθούν. Αντίθετα, αντικείμενα μεγαλύτερα από 79m σε μήκος και τα οποία παρουσιάζουν μικρή διαφορά στην ανάκλασή τους, σε σχέση με το περιβάλλον, δεν ανιχνεύονται.

Οι αισθητήρες που φέρουν οι LANDSAT-4 και -5 είναι ο MSS και ο TM (θεματικός χαρτογράφος). Ο MSS είναι ίδιος με αυτόν των προηγούμενων δορυφόρων, μόνο που τα τέσσερα κανάλια 4, 5, 6, 7 μετονομάστηκαν σε 1, 2, 3, 4. Ο θεματικός χαρτογράφος (TM) είναι ένας πολυφασματικός γραμμικός σαρωτής, ο οποίος περιλαμβάνει σημαντικό αριθμό βελτιώσεων σε σχέση με τον MSS. Οι σημαντικότερες από τις βελτιώσεις είναι οι ακόλουθες:

- Έχει 7 φασματικές ζώνες αντί για 4 που έχει ο MSS, γεγονός που σημαίνει καλύτερη φασματική διακριτική ικανότητα. Οι φασματικές ζώνες είναι στην περιοχή του ορατού, κοντινού-μέσου υπέρυθρου και του θερμικού τμήματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Η επιλογή των φασματικών ζωνών στον Θεματικό Χαρτογράφο έγινε, για να ικανοποιηθούν οι ερευνητικές ανάγκες των επιστημών σχετικά με την παρακολούθηση και τον έλεγχο του περιβάλλοντος. Οι 7 φασματικές ζώνες καλύπτουν την περιοχή του φάσματος από 0,45 έως 12,5, δηλαδή από το ορατό έως το θερμικό υπέρυθρο. Η πρόσθεση της ζώνης 1 βοηθάει τους χρήστες να σχηματίσουν «αληθείς έγχρωμες εικόνες», κάτι που δεν γίνεται με τις εικόνες του MSS. Με την πρόσθεση επίσης της φασματικής ζώνης 6 έχουμε τη δυνατότητα απόκτησης θερμικών υπέρυθρων εικόνων.
- Η χωρική ανάλυση του Θεματικού Χαρτογράφου είναι 30m, σε σχέση με τα 80m του MSS, εκτός του καναλιού 6 (θερμικό υπέρυθρο) που είναι 120m. Αυτή η βελτίωση της χωρικής ανάλυσης προσδίδει καλύτερη οπτική ανάλυση των εικόνων TM.
- Ο Θεματικός Χαρτογράφος (TM) δεν χρησιμοποιεί οπτικές ίνες, για να μεταφέρει την ακτινοβολία στους ανιχνευτές, αλλά οι ίδιοι οι ανιχνευτές είναι τοποθετημένοι στο εστιακό επίπεδο του οπτικού συστήματος. Επίσης, το κάτοπτρο-σαρωτής συλλέγει δεδομένα και στις δύο κινήσεις σάρωσης που κάνει.
- Ραδιομετρικά, ο Θεματικός Χαρτογράφος αναπαριστά τη μετατροπή του σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό σε εύρος 256 ψηφιακών τιμών (8 bits). Αυτό αντιστοιχεί σε τετραπλή αύξηση στην τιμή της κλίμακας του γκρι σε σχέση με τους 64 ψηφιακούς αριθμούς (6 bits) που χρησιμοποιούνται από τον



MSS. Αυτή η υψηλότερη ραδιομετρική ακρίβεια επιτρέπει την παρατήρηση μικρότερων αλλαγών στα ραδιομετρικά μεγέθη σε ένα δεδομένο κανάλι.

Η βελτίωση των σαρωτών συνοδεύτηκε και από τη βελτίωση των συστημάτων μετάδοσης των δεδομένων από τους LANDSAT 4 και 5 στους επίγειους σταθμούς λήψης μέσω βοηθητικών δορυφόρων αναμετάδοσης των δεδομένων που τέθηκαν σε τροχιά (Sabins, 1997). Γενικά, οι εικόνες LANDSAT TM είναι χρήσιμες για ένα ευρύτερο φάσμα εφαρμογών σε σχέση με τις εικόνες του LANDSAT MSS. Αυτό οφείλεται κύρια στην αύξηση του αριθμού των φασματικών καναλιών και στη βελτίωση της χωρικής ανάλυσης

LANDSAT 8

Ο δορυφόρος LANDSAT 8 εκτοξεύτηκε στις 11 Φεβρουαρίου 2013 από την αεροπορική βάση Vandenberg στην Καλιφόρνια και αναπτύχθηκε από τη NASA σε συνεργασία με τη γεωλογική υπηρεσία των ΗΠΑ (USGS). Η NASA ανέλαβε τον σχεδιασμό, την κατασκευή, την εκτόξευση και τα εν τροχιά στάδια βαθμονόμησης του δορυφόρου, περίοδο κατά την οποία ο δορυφόρος ονομαζόταν Landsat Data Continuity Mission (LDCM). Στις 30 Μαΐου του 2013, το USGS ανέλαβε τις διαδικασίες λειτουργίας του δορυφόρου και πλέον οι διαδικασίες βαθμονόμησης, ο δορυφορικός χειρισμός, η παραγωγή και η αποθήκευση δεδομένων στο κέντρο Earth Resources Observation and Science (EROS) είναι αντικείμενο εργασίας του USGS. Μετά από τη μετάβαση αυτή, ο δορυφόρος μετονομάστηκε σε LANDSAT 8.

Ο LANDSAT 8 μεταφέρει τα εξής δύο όργανα καταγραφής:

- ο Operational Land Imager (OLI)
- ο Thermal Infrared Sensor (TIRS)

Αυτοί οι δύο αισθητήρες παρέχουν εποχική κάλυψη της παγκόσμιας ξηράς σε χωρική ανάλυση 30 μέτρων, για τα κανάλια που βρίσκονται στο ορατό (VIS), κοντινό υπέρυθρο (NIR) και μικροκυματικό υπέρυθρο (SWIR), 100 μέτρων για τα θερμικά κανάλια (TIR) και 15 μέτρων για το παγχρωματικό κανάλι (Pan).

Ο αισθητήρας OLI συλλέγει δεδομένα στο ορατό κοντινό υπέρυθρο, μικροκυματικό υπέρυθρο καθώς και στο παγχρωματικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Τέλος, ο αισθητήρας OLI παρέχει δύο νέες φασματικές ζώνες, μία προσαρμοσμένη ειδικά για την ανίχνευση νεφών (κανάλι 9) και μία για παρατηρήσεις της παράκτιας ζώνης (κανάλι 1).

Όσον αφορά τον αισθητήρα TIRS, συλλέγει δεδομένα σε 2 φασματικά κανάλια στο τμήμα του θερμικού υπέρυθρου, σε αντίθεση με τους προηγούμενους δορυφόρους του προγράμματος Landsat, στους οποίους υπήρχε μόνο 1 φασματικό κανάλι στο συγκεκριμένο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Ο Landsat 8 αποστέλλει περίπου 400 λήψεις εικόνων ανά ημέρα στο αρχείο δεδομένων του USGS (150 παραπάνω από τον Landsat 7, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα για λήψεις εικόνων χωρίς σύννεφα.

Πίνακας 2.24: Κανάλια πολυφασματικών δορυφορικών δεδομένων Landsat 8 OLI/TIRS.

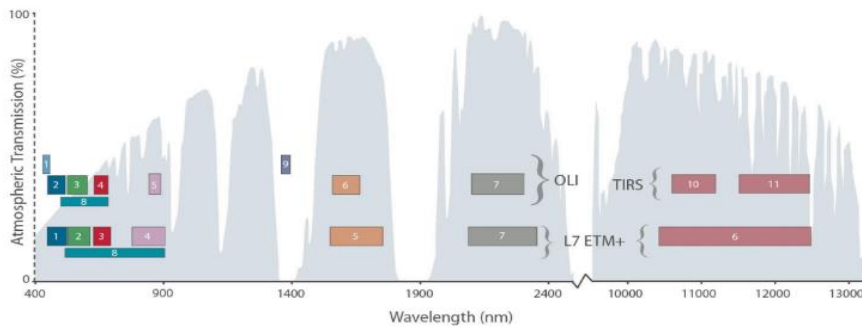
Φασματικό Κανάλι	Φασματικό Εύρος (nm)	Χωρική Διακριτική Ικανότητα
Band 1 - Coastal / Aerosol	433 – 453	30 m
Band 2 - Blue	450 – 515	30 m
Band 3 - Green	525 – 600	30 m
Band 4 - Red	630 – 680	30 m



Band 5 - NIR	845 – 885	30 m
Band 6 - SWIR	1.560 – 1.660	30 m
Band 7 - SWIR	2.100 – 2.300	30 m
Band 8 - Panchromatic	500 – 680	15 m
Band 9 - Cirrus	1.360 – 1.390	30 m
Band 10 -TIRS	10.300 – 11.300	100 m
Band 11 - TIRS	11.500 – 12.500	100 m

Τα φασματικά κανάλια του δορυφόρου Landsat 8 έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Φασματικό Κανάλι 1: ανιχνεύει το βαθύ μπλε. Επίσης, ονομάζεται και κανάλι coastal/aerosol, λόγω των δύο κύριων χρήσεών του: απεικόνιση ρηχών υδάτων και παρακολούθηση των λεπτών σωματιδίων αερολυμάτων, όπως η σκόνη και ο καπνός.
- Φασματικά Κανάλια 2, 3, 4: είναι το μπλε, το πράσινο και το κόκκινο του ορατού (VIS-BGR).
- Φασματικό Κανάλι 5: μετράει το κοντινό υπέρυθρο (NIR). Αυτό το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την οικολογία, γιατί τα υγιή φυτά το ανακλούν, καθώς η υγρασία στα φύλλα τους σκεδάζει τα κύματα πίσω στον ουρανό.
- Φασματικά Κανάλια 6, 7: καλύπτουν διαφορετικά τμήματα του μικροκυματικού υπέρυθρου (SWIR). Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τον διαχωρισμό υγρού και ξερου εδάφους και για τη γεωλογία (πετρώματα και εδάφη που φαίνονται παρόμοια σε άλλα φασματικά κανάλια έχουν ισχυρές αντιθέσεις στο μικροκυματικό υπέρυθρο).
- Φασματικό Κανάλι 8: είναι το παγχρωματικό κανάλι (Pan). Λειτουργεί όπως το ασπρόμαυρο φιλμ. Αντί να συλλέγει τα ορατά χρώματα ξεχωριστά, τα συνδυάζει σε ένα κανάλι. Επειδή αυτός ο αισθητήρας μπορεί να «δει» πιο πολύ φως ταυτόχρονα, είναι το πιο ευκρινές κανάλι, με 15 μέτρα χωρική διακριτική ικανότητα.
- Φασματικό Κανάλι 9: Καλύπτει ένα πολύ μικρό κομμάτι του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος: μόνο στο διάστημα $1370 \pm 10\text{nm}$. Λίγα διαστημικά όργανα καταγραφής συλλέγουν αυτό το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, επειδή η ατμόσφαιρα το απορροφάει σχεδόν όλο. Ο Landsat 8 μετατρέπει αυτό σε πλεονέκτημα: ακριβώς επειδή το έδαφος είναι ελάχιστα ορατό στο κανάλι αυτό, οτιδήποτε εμφανίζεται σε αυτό καθαρά το αντανακλά πολύ φωτεινά και βρίσκεται πάνω από το μεγαλύτερο μέρος της ατμόσφαιρας. Το κανάλι 9 είναι μόνο, για να καταγράψει τα σύννεφα.
- Φασματικά Κανάλια 10,11: βρίσκονται στο θερμικό υπέρυθρο και καταγράφουν τη θερμότητα εκπομπής στην επιφάνεια της Γης, με διακριτική ικανότητα 100 m. Αντί για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα, όπως οι μετεωρολογικοί σταθμοί, καταγράφεται η θερμοκρασία του εδάφους, το οποίο είναι συνήθως αρκετά θερμότερο.



Εικόνα 2.34: Φασματικά κανάλια αισθητήρων OLI και TIR της δορυφορικής πλατφόρμας Landsat 8

Τα δεδομένα LANDSAT 8 είναι διαθέσιμα στο κοινό στα παρακάτω επίπεδα επεξεργασίας.

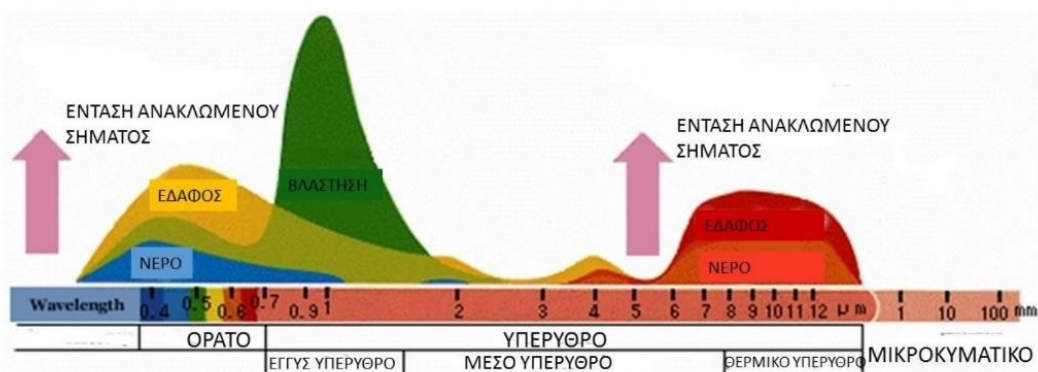
- L1T- Ραδιομετρικά βαθμονομημένη εικόνα, γεωμετρικά διορθωμένη και ορθοανηγμένη με χρήση επίγειων σημείων ελέγχου GCPs (Ground Control Points) (UTM –WGS84)
- L2 – Ατμοσφαιρικά διορθωμένη εικόνα σε ραδιομετρικές τιμές ανάκλασης στην επιφάνεια της Γης (BOA). Γεωγραφικά επίπεδα μάσκας για σύννεφα. Επίπεδα ποιότητας εικόνας

Φασματική απόκριση των αντικειμένων – Φασματικές ταυτότητες

Τα φυσικά χαρακτηριστικά και η σύσταση κάθε αντικειμένου επηρεάζουν το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται στα διάφορα μήκη κύματος με τον δικό του χαρακτηριστικό τρόπο. Η ποσότητα και η φασματική κατανομή της ανακλώμενης και εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από ένα αντικείμενο χρησιμοποιούνται ως μέσα αναγνώρισης του αντικειμένου αυτού, αναφερόμενα ως φασματική ταυτότητα (spectral signature) ή φασματική απόκριση (spectral response) του αντικειμένου και καταγράφονται από τους δέκτες (sensors) των δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά παρατήρησης της Γης (Campbell 1996, Sabins 1997, Mather 1999).

Κατ’ αυτόν τον τρόπο καταγράφεται και αναλύεται η συμπεριφορά στην ανάκλαση και στην εκπομπή ακτινοβολίας (ενέργειας με τη μορφή ακτινοβολίας) των διαφόρων αντικειμένων στην επιφάνεια της Γης, ώστε να διευκολυνθεί η επιλογή των κατάλληλων δεκτών και φασματικών ζωνών που θα βοηθήσουν καλύτερα στον εντοπισμό των αντικειμένων και των ιδιοτήτων τους που μας ενδιαφέρουν.

Εκτός από τις επιδράσεις με την ύλη, όπως η απορρόφηση, η ανάκλαση και η διάχυση, οι οποίες διαμορφώνουν την πληροφορία που συλλέγεται με τις μεθόδους τηλεπισκόπησης, ένας άλλος παράγοντας που επιδρά στην ποιότητα του φάσματος είναι η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία εξαρτάται από το ύψος του Ηλίου (sun elevation).





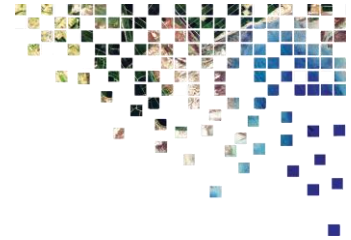
Εικόνα 2.35: Τυπικές καμπύλες φασματικής απόκρισης για διάφορα υλικά της γήινης επιφάνειας σε εύρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από 0,3 έως 12 περίπου μm (Παρχαρίδης, 2015)

Μια χρήσιμη ποσοτική έκφραση της ανάκλασης διαφορετικών αντικειμένων είναι ο συντελεστής ανάκλασης ή φασματική ανάκλαση ή albedo. Εκφράζει το ποσοστό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που ανακλάται από τα αντικείμενα, π.χ. με 50% νεφοκάλυψη η φασματική ανάκλαση είναι 35%.

Ως εκ τούτου, το albedo επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο εμφανίζονται τα αντικείμενα κατά την παρατήρηση της Γης από το Διάστημα. Τα πλέον φωτεινά σημεία της είναι τα σύννεφα και τα πλέον σκοτεινά οι υδάτινες μάζες. Το albedo, χωρίς να αποτελεί σημαντική ιδιότητα των αντικειμένων, σε ό,τι αφορά την ανακλαστική τους ικανότητα, βοηθάει στην ερμηνεία της θερμοκρασίας ενός αντικειμένου (θερμό ή κρύο) κατά την έκθεσή του στον ήλιο. Γενικά, αντικείμενα με υψηλό albedo είναι καλοί ανακλαστήρες, ενώ με χαμηλό albedo είναι καλοί απορροφητές, δηλαδή θερμαίνονται και κρυώνουν αντίστοιχα ευκολότερα.

Πίνακας 2.25: Φασματική Ανάκλαση διάφορων αντικειμένων στην επιφάνεια της Γης

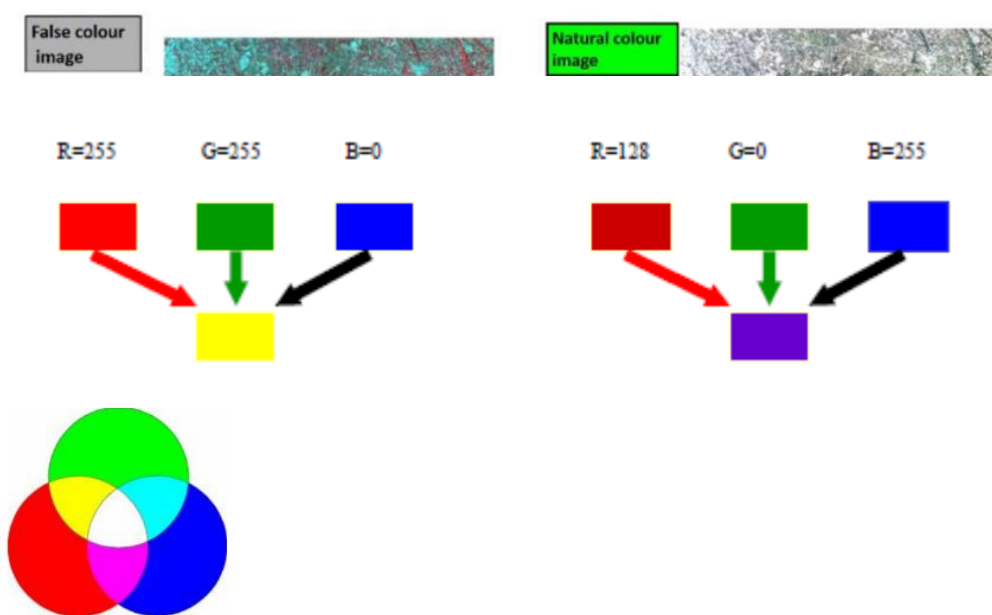
Αντικείμενο	Φασματική Ανάκλαση
Εσωτερικά και Παράκτια Υδάτινα Σώματα	Γενικώς αντανakλούν έντονα το ορατό φάσμα του φωτός, ωστόσο διαυγή ύδατα αντανakλούν λιγότερο από ύδατα με μεγάλη θολερότητα. Στις περιοχές Κοντινού Υπερθύρου NIR και Μέσου Υπερθύρου MIR, το νερό απορροφά εντόνως την ηλιακή ακτινοβολία, κάνοντας την απεικόνισή του με τόνους πολύ σκοτεινού γκρι έως μαύρου. Στην απεικόνιση αυτή σημαντική επίδραση έχουν το βάθος και το ίζημα του πυθμένα, όταν το υδάτινο σώμα είναι ρηχό. Ύδατα με μεγάλο αιωρούμενο φορτίο όπως τα ποτάμια και τα εκβολικά συστήματά τους σε παράκτια και λιμναία υδάτινα σώματα, τείνουν να εμφανίζουν μέγιστη ανάκλαση μετατοπισμένη από την περιοχή του Μπλε - Πράσινου προς την περιοχή του Κόκκινου.
Έδαφος	Η φασματική ανακλαστικότητα του εδάφους σχετίζεται με από τη σύστασή του. Οργανικά Εδάφη είναι Σκούρα Καφέ ενώ εδάφη με περισσότερα οξείδια εμφανίζονται κόκκινα. Γενικώς το albedo του εδάφους μειώνεται με αύξηση της οργανικής ύλης. Η υγρασία του εδάφους μειώνει το albedo σε όλες τις περιοχές του φάσματος.
Βλάστηση	Η φασματική ανακλαστικότητα εξαρτάται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του φύλλου από το περιεχόμενο νερό και τη χλωροφύλλη που έχει χρωστικές ιδιότητες. Γενικώς η σκληρόφυλλη βλάστηση εμφανίζει χαμηλότερο albedo από την πλατύφυλλη στην περιοχή του Πράσινου, ενώ η υγιής από την ασθενή βλάστηση διαφέρουν στις περιοχές Κόκκινου και Κοντινού Υπερθύρου NIR. Η ασθενική βλάστηση έχει αυξημένο albedo στο κόκκινο και μειωμένες τιμές στο NIR.
Ανθρωπογενείς Κατασκευές	Το μπετόν και η άσφαλτος εμφανίζουν φασματικές καμπύλες που γενικώς αυξάνουν από την περιοχή του ορατού, στις περιοχές NIR και MIR. Σε παλαιές κατασκευές, το μπετόν γίνεται σκουρότερο, ενώ η άσφαλτος ανοιχτότερη σε χρωματικό τόνο.



Συνδυασμός φασματικών ζωνών – Σύνθετες ψευδέγχρωμες εικόνες (FCC)

Ο συνδυασμός διαφόρων φασματικών καναλιών οδηγεί στη δημιουργία πολυφασματικών εικόνων με βελτιωμένη ευαισθησία στη φασματική ανάκλαση ή χρωματική διαφοροποίηση μεταξύ επιφανειακών αντικειμένων που συχνά είναι δύσκολο να ανιχνευτούν στα επιμέρους φασματικά κανάλια.

Η ανθρώπινη αντίληψη για τα χρώματα προέρχεται από το σχετικό ποσό ακτινοβολίας, στο ερυθρό, πράσινο και μπλε τμήμα, που μετρούνται από το αισθητήριο όργανο, το μάτι. Το ερυθρό, το πράσινο και το μπλε μπορούν να προστεθούν και να παράγουν μεγάλο αριθμό χρωμάτων. Τα τρία αυτά χρώματα ονομάζονται κύρια χρώματα. Ο τρόπος εμφάνισης εικόνων, στηριζόμενος στη λογική των κύριων αυτών χρωμάτων, ονομάζεται σύστημα RGB (Red Green Blue)



Εικόνα 2.36: Προσθετικό Μοντέλο Χρωμάτων. Η πρόσθεση χρωμάτων, συμβαίνει όταν αναμίξουμε ένα βασικό χρώμα με κάποιο άλλο. Για παράδειγμα, εάν εστιάσουμε στο ίδιο σημείο (λευκός τοίχος) μια δέσμη πράσινου φωτός και μια δέσμη κόκκινου, αυτό που θα προκύψει είναι μια απόχρωση του κίτρινου χρώματος, και εάν προσθέσουμε και μια δέσμη μπλε φωτός, τότε το σημείο εκείνο θα έχει λευκό χρώμα. Ο τρόπος λειτουργίας των υπολογιστών στη δημιουργία των χρωμάτων στην οθόνη είναι ακριβώς ο ίδιος (CCRS, 1998).

Σε μια πολυφασματική, έγχρωμη δορυφορική εικόνα, κάθε εικονοστοιχείο λαμβάνει ένα χρώμα από τη σύνθεση των τριών βασικών χρωμάτων ερυθρό (R), πράσινο (G) και μπλε (B). Η ένταση κάθε χρώματος κυμαίνεται από 0 έως 255. Τα διαστημικά συστήματα συλλέγουν και αποθηκεύουν την πληροφορία από ένα περιορισμένο εύρος μήκους κύματος, το οποίο καλείται φασματικό κανάλι ή φασματική ζώνη. Υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης και εμφάνισης της πληροφορίας ενός αριθμού φασματικών καναλιών (συνήθως τριών) συνδεδεμένα με τα τρία βασικά χρώματα, ερυθρό (R), πράσινο (G), μπλε (B). Η πληροφορία για κάθε κανάλι εμφανίζεται με ένα από τα βασικά χρώματα και εξαρτάται από τη σχετική φωτεινότητα (ψηφιακή τιμή) του κάθε εικονοστοιχείου. Έτσι γίνεται η



σύνθεση των βασικών χρωμάτων σε διαφορετικές αναλογίες δημιουργώντας διαφορετικά τελικά χρώματα

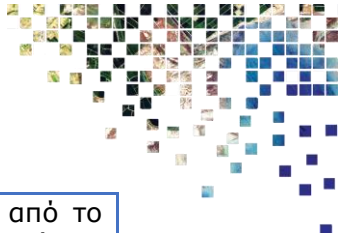
Εικόνα 2.37: Συνδυασμός των τριών βασικών χρωμάτων

Η επιλογή των φασματικών καναλιών γίνεται με βάση τον σκοπό για τον οποίο απαιτούνται πληροφορίες. Η αύξηση της ευκρίνειας λαμβάνει χώρα για δύο βασικούς λόγους, διότι:

- Η φασματική πληροφόρηση λαμβάνεται από τρεις διαφορετικές φασματικές εικόνες, πράγμα που ουσιαστικά προσθέτει τόσο στην πληροφόρηση, όσο και στην καλύτερη χρωματική διαβάθμιση της εικόνας (3 x 256 χρώματα).
- Επιτρέπει την καλύτερη ανάλυση, αφού το ανθρώπινο μάτι είναι πιο ευαίσθητο στις χρωματικές αλλαγές (σε σχέση με τις αποχρώσεις του γκρι)

Πίνακας 2.26: Φασματική πληροφόρηση δεδομένων της Γης

R, G, B	Πληροφορία Παρατήρησης Γης
NIR, RED, GREEN L8 (5,4,3) L5(4,3,2)	Το τυπικό ψευδοέγχρωμο σύνθετο εικόνας. Η βλάστηση απεικονίζεται με Κόκκινες αποχρώσεις, αστικές περιοχές και κατασκευές με Κυανό, και τα εδάφη κυμαίνονται από ανοιχτό έως σκούρο Καφέ. Ο πάγος, το χιόνι και τα νέφη εμφανίζονται Λευκά έως ανοιχτό Κυανό. Η απεικόνιση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε μελέτες βλάστησης, εδάφους, και επιφανειακής απορροής. Γενικά, σκούρες Κόκκινες χροίες αναπαριστούν πλατύφυλλη και υγιή βλάστηση, ενώ ανοιχτότερες αποχρώσεις απεικονίζουν λιβαδικές εκτάσεις.
RED, GREEN, BLUE L8(4,3,2) L5 (3,2,1)	Σύνθετο φυσικού χρώματος, απεικονίζει τα αντικείμενα με αποχρώσεις όμοιες με αυτές της ανθρώπινης όρασης. Η απεικόνιση αυτή παρουσιάζει τη μέγιστη διαπερατότητα στις υδάτινες μάζες, και δίνει πληροφορία για το αιωρούμενο φορτίο και το βάθος του ταμιευτήρα. Λόγω της ιδιότητας αυτής, δεν μπορεί να διακρίνει τα ρηχά ύδατα από το έδαφος.
SWIR2, NIR, GREEN L8 (7,5,3) L5(7,4,2)	Σύνθετο φυσικού χρώματος απαλλαγμένο από τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις σκέδασης και αερολυμάτων. Η υγιής βλάστηση απεικονίζεται με ανοιχτό Πράσινο, ενώ επέρχεται κορεσμός του χρωματικού τόνου σε εποχές έντονης ανάπτυξης της βλάστησης. Γυμνό έδαφος απεικονίζεται Ροζ. Η ξηρή βλάστηση έχει Πορτοκαλί τόνους και οι Υδάτινες επιφάνειες Μπλε. Η ψευδοέγχρωμη αυτή απεικόνιση είναι χρήσιμη για γεωλογικές, γεωπονικές μελέτες, καθώς και μελέτες υδάτων.
NIR, SWIR1, BLUE L8 (5,6,2) L5 (4,5,1)	Η υγιής βλάστηση απεικονίζεται σε αυτό το σύνθετο με τόνους Κόκκινου, Καφέ, Πορτοκαλί και Κίτρινο. Το έδαφος έχει Πράσινους και Καφέ τόνους, ενώ οι ανθρωπογενείς κατασκευές απεικονίζονται με Γκρι και Κυανό. Είναι δυνατή η διάκριση του βάθους και των φερτών υλικών ενός υδάτινου σώματος, με βάση την απόχρωση του Μπλε. Ανοιχτές αποχρώσεις αντιστοιχούν σε ρηχά νερά με αιωρούμενα ιζήματα, ενώ οι πολύ σκούρες αποχρώσεις αντιστοιχούν σε ήρεμα νερά μεγάλου βάθους.
SWIR2, SWIR1, RED 7,5,3	Σύνθετο φυσικού χρώματος απαλλαγμένο από τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις σκέδασης και αερολυμάτων. Η υγιής βλάστηση απεικονίζεται με ανοιχτό Πράσινο, ενώ επέρχεται κορεσμός του χρωματικού τόνου σε εποχές έντονης ανάπτυξης της βλάστησης. Η απορρόφηση που εμφανίζουν τα κανάλια SWIR στο νερό, στον πάγο και το χιόνι, καθιστούν τον συνδυασμό αυτό ιδανικό για υδρολογικές μελέτες. Για παράδειγμα, πλημμυρισμένες εκτάσεις



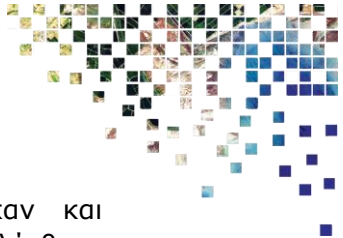
	εμφανίζονται με σκούρο Μπλε και μπορούν να διακριθούν από το περιβάλλον τους με σχετική ευκολία. Θερμές επιφάνειες, όπως πυρκαγιές, ηφαιστειακή και γεωθερμική δραστηριότητα, εμφανίζουν κορεσμό στα κανάλια Μέσου Υπέρυθρου και εμφανίζονται με Κίτρινους, Πορτοκαλί, και Κόκκινους τόνους.
SWIR1, RED, BLUE L8(6,4,2) L5(5,3,1)	Το ψευδοέγχρωμο αυτό σύνθετο μας επιτρέπει να διακρίνουμε τοπογραφικά χαρακτηριστικά του ανάγλυφου, ενώ η χρήση του καναλιού BLUE, βοηθάει στη διάκριση υδάτων με αιωρούμενα ιζήματα. Η αντικατάσταση του καναλιού SWIR 1 από το SWIR 2 στοχεύει στη διάκριση λιθολογικών χαρακτηριστικών.
NIR, SWIR1, RED L8 (5,6,4) L5(4,5,3)	Ο συνδυασμός αυτός παρουσιάζει πλεονεκτήματα, στη διαγράμμιση υδάτινων σωμάτων, καθώς και στη μελέτη της υγρασίας του εδάφους.

Τηλεπισκόπηση και αποτίμηση αλλαγών στη λεκάνη του Νέστου

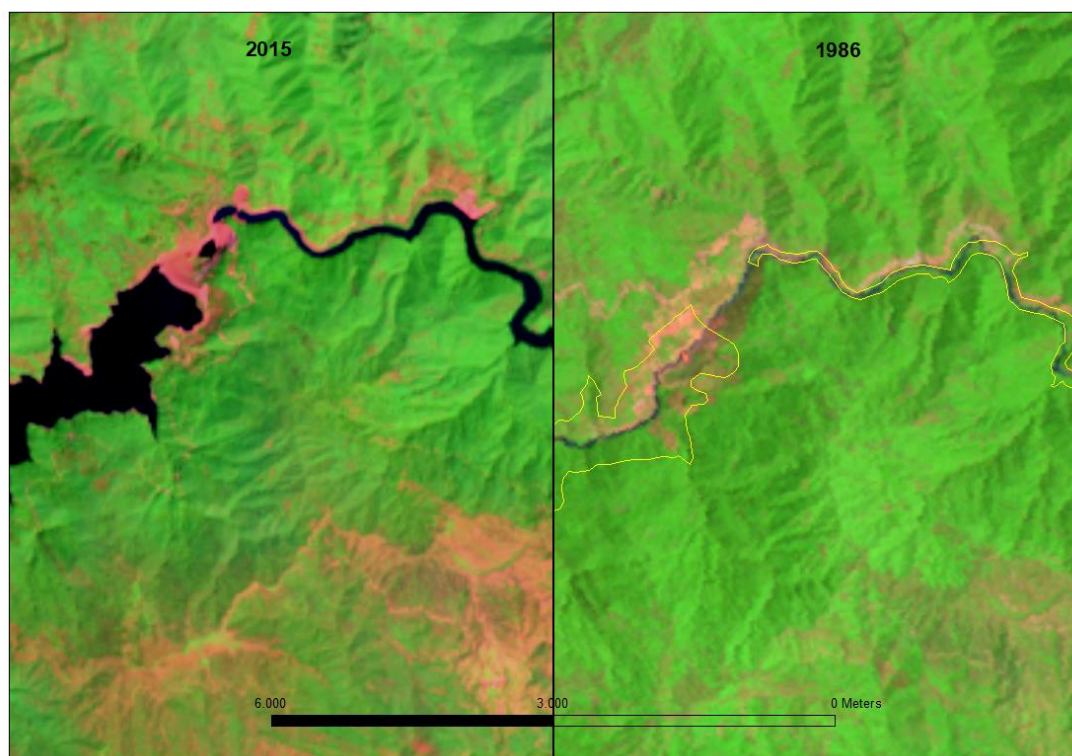
Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού γίνεται παρουσίαση των εργαλείων που δίνει η Τηλεπισκόπηση και η φωτοερμηνεία των δορυφορικών εικόνων στην αποτίμηση των μεταβολών που προκαλούν οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο φυσικό σύστημα μιας λεκάνης απορροής, όπως είναι αυτή του ποταμού Νέστου, και εν προκειμένω, η κατασκευή των φραγμάτων Θησαυρού και Πλατανόβρυσης, με τη δημιουργία των τεχνητών ταμιευτήρων στα ανάντη τμήματα της λεκάνης.

Η κατασκευή ενός φράγματος σε έναν ποταμό και η δημιουργία τεχνητής λίμνης, μετατρέπει το φυσικό ποτάμιο σύστημα σε λιμναίο. Η ανθρώπινη αυτή επέμβαση επιφέρει, όπως άλλωστε θα περίμενε κανείς, κάποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι κυριότερες από αυτές, προέρχονται από τη δημιουργία της τεχνητής λίμνης που έχει ως συνέπεια την κατάκλυση μεγάλων εκτάσεων, τη διακοπή της ροής του ποταμίου συστήματός και τη διακοπή της τροφοδοσίας των κατάντη εκτάσεων με φερτές ύλες. Όλα τα παραπάνω, επιδρούν ως ένα βαθμό στην αλλαγή της χλωρίδας και πανίδας της περιοχής, καθώς επίσης και στο τοπικό κλίμα.

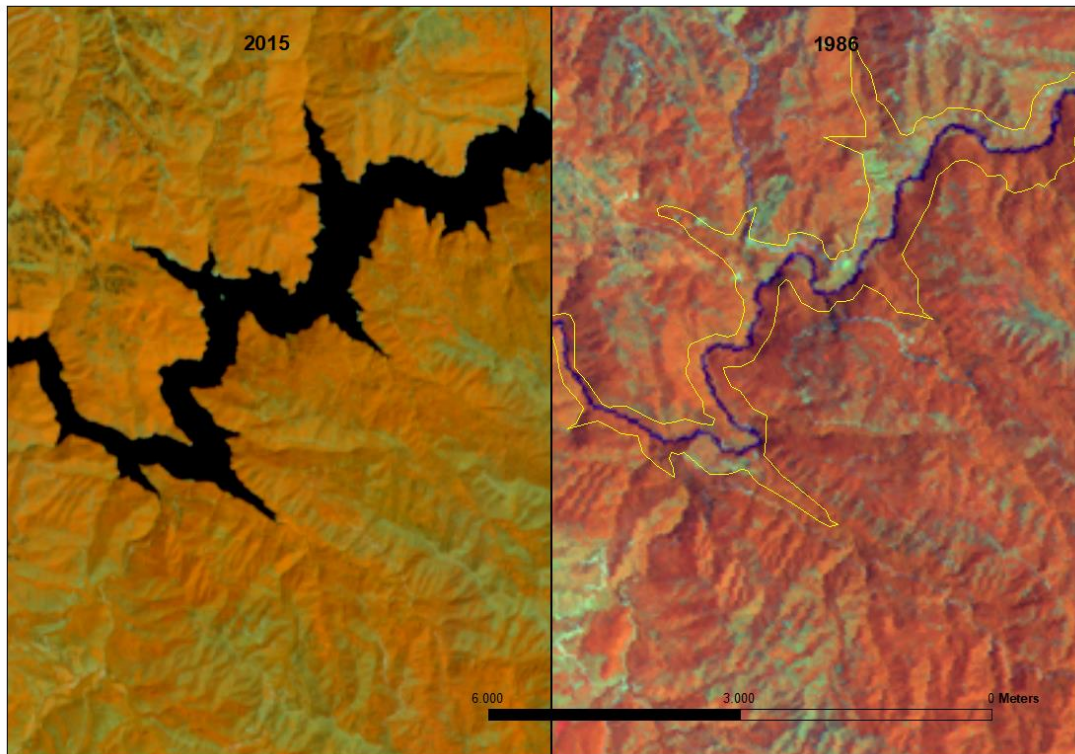
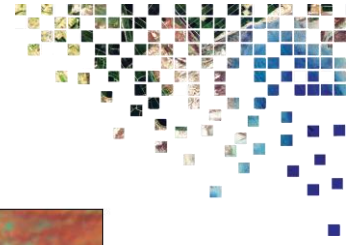
Η διαχρονικότητα που προσφέρουν οι λήψεις δορυφορικών δεδομένων, καθώς και η χρήση ακόμα και των πιο βασικών εργαλείων φωτοερμηνείας που προσφέρει η Τηλεπισκόπηση μπορούν να δώσουν πληροφορία για τις αλλαγές που συντελούνται στο φυσικό περιβάλλον εξαιτίας των ανθρωπογενών επεμβάσεων.



Οι κατασκευές των μεγάλων φραγμάτων του Νέστου συντελέστηκαν και ολοκληρώθηκαν στα μέσα της δεκαετίας του 1990. Για τον λόγο αυτό, επιλέχθηκε ως εργαλείο διαχρονικής παρακολούθησης το αρχείο χρονοσειράς του δορυφορικού προγράμματος Landsat, στο οποίο υπάρχουν λήψεις της περιοχής πριν την κατασκευή των φραγμάτων. Επιλέχθηκαν λοιπόν, για την ανίχνευση των αλλαγών, μια εικόνα Landsat 5 με ημερομηνία λήψης 22/05/1986, η οποία συγκρίνεται με μια σύγχρονη εικόνα Landsat 8 με ημερομηνία λήψης 06/05/2015. Έχει επιλεγεί λήψη κατά την ίδια περίπου εποχή του χρόνου, για να μην είναι ιδιαίτερα εμφανείς οι εποχιακές επιδράσεις στη βλάστηση. Ακολουθεί αντιπαραβολή των δυο λήψεων και χρήση αντίστοιχων ψευδοέγχρωμων απεικονίσεων, για να διαπιστωθούν οι όποιες αλλαγές. Στη λήψη του 1986 παρατίθενται τα όρια του σημερινού ταμιευτήρα της λίμνης.

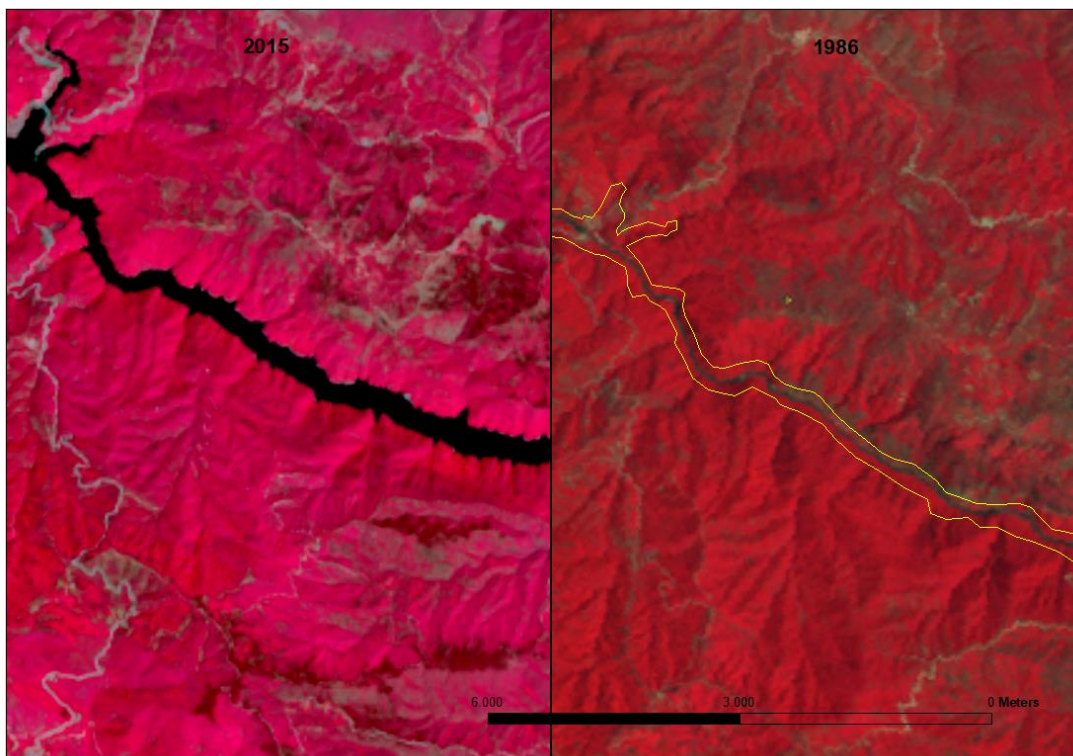
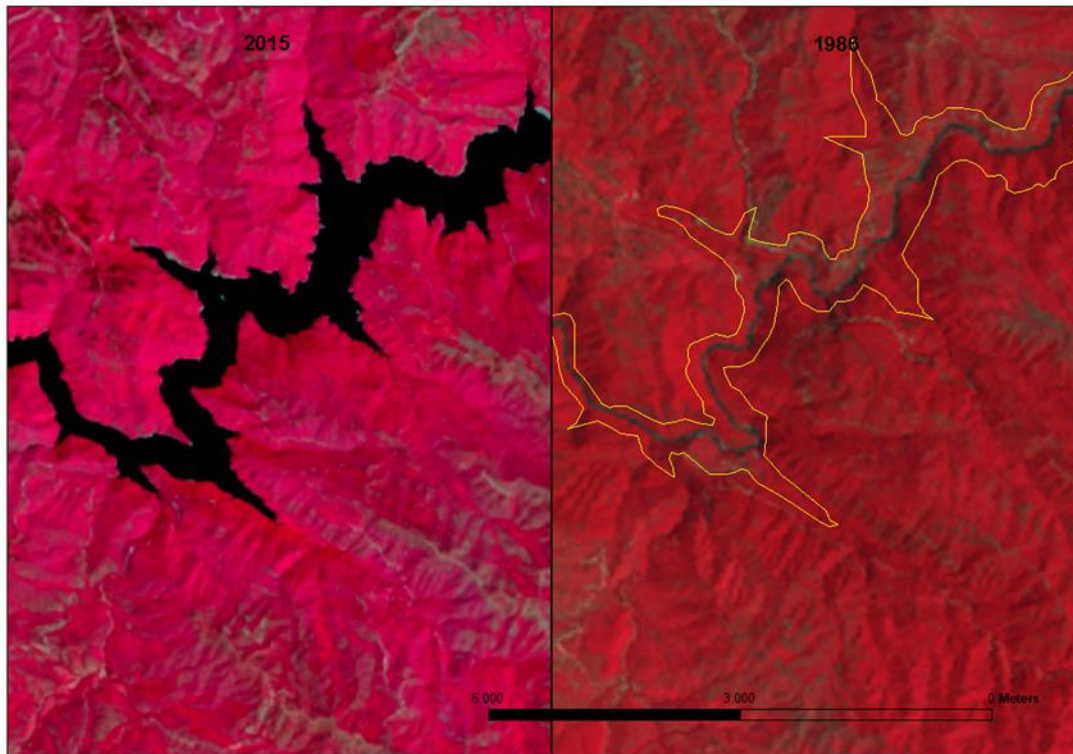


Εικόνα 2.38: Ψευδοέγχρωμο Εικόνας SWIR2, NIR, GREEN, θέση Φράγμα



Εικόνα 2.39: Ψευδοέγχρωμο Εικόνας SWIR2, NIR, GREEN

Στην πρώτη εικόνα (2.38) παρατηρούμε τη σύγκριση των δύο λήψεων με χρήση συνθέτου SWIR2, NIR, GREEN, στη θέση του φράγματος Θησαυρού. Στο δεξιό μέρος φαίνεται η λήψη του 1986, με αλληλεπίθεση του επιπέδου τη λίμνης, όπως είναι σήμερα. Με κόκκινες – ροζ αποχρώσεις γίνονται αισθητές στην λήψη του 2015, το πρανές του φράγματος, οι εγκαταστάσεις της ΔΕΗ, ενώ με πορτοκαλί στις δυο εικόνες δείχνονται οι εμφανίσεις πετρωμάτων και εδάφους.

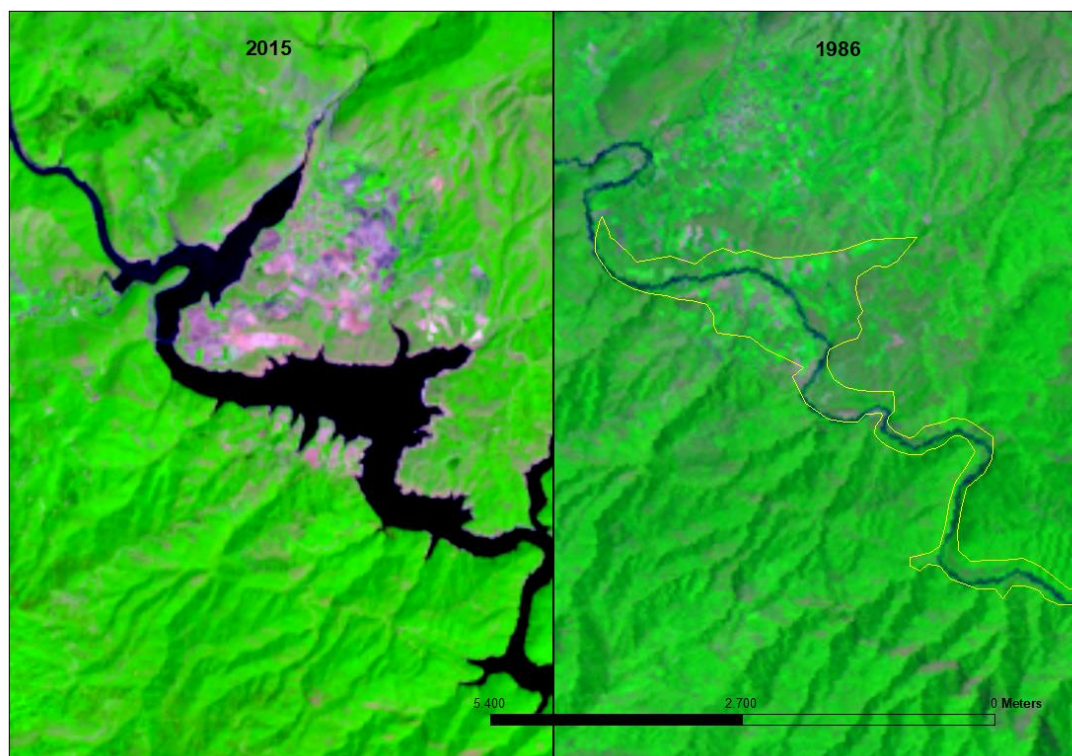


Εικόνα 2.40: Ψευδοέγχρωμο Εικόνας NIR, RED, GREEN

Η χρήση του σύνθετου εικόνας NIR, SWIR1, RED, με τις πληροφορίες που δίνει για τις υδάτινες επιφάνειες, είναι χρήσιμες για να διαπιστωθούν οι αλλαγές που επήλθαν από την πλήρωση του ταμιευτήρα. Είναι λοιπόν εμφανής η κατάκλυση στους κλάδους μικρότερης τάξης, στις θέσεις που αυτοί καταλήγουν στην κεντρική κοίτη του Νέστου. Η παραπάνω απεικόνιση, σε συνδυασμό με την απεικόνιση σε

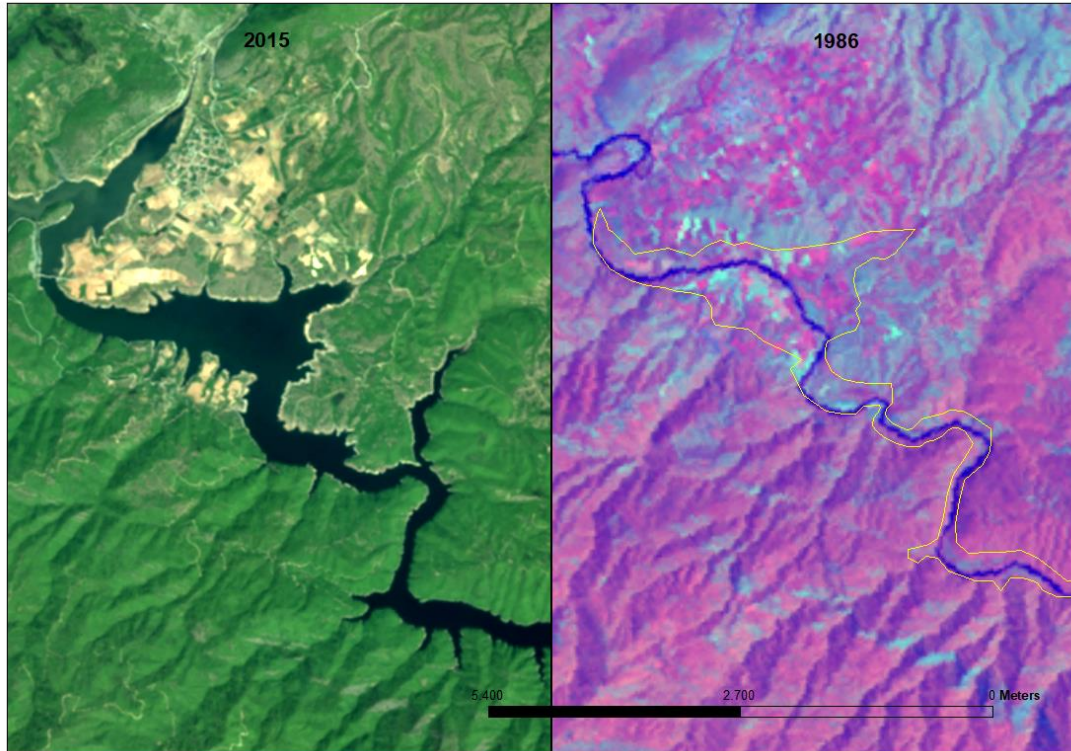
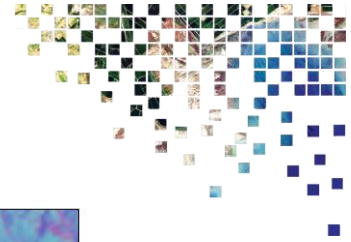


σύνθετο NIR, RED, GREEN, δίνει τη δυνατότητα να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις αλλαγές που επήλθαν στην παρόχθια βλάστηση, από τη μετάβαση από το ποτάμιο σε λιμναίο υδάτινο σύστημα. Στην ψευδοέγχρωμη αυτή απεικόνιση παρατηρείται η ανάπτυξη παρόχθιας δασικής βλάστησης σε θέσεις που παλαιότερα ήταν ακάλυπτες. Η εξέλιξη αυτή οφείλεται στην κατάκλυση της λεκάνης που επέφερε άνοδο του υδροφόρου ορίζοντα και του βασικού επιπέδου διάβρωσης. Έτσι, οι υδρογεωλογικές συνθήκες μεταβλήθηκαν, με αποτέλεσμα την ανάβλυση του υπόγειου νερού κοντά στο επίπεδο της σημερινής λίμνης, και τη δημιουργία συνθηκών για περαιτέρω ανάπτυξη της βλάστησης.



Εικόνα 2.41: Ψευδοέγχρωμο Εικόνας SWIR2, NIR ,RED, Θέση Ποταμοί, κατάκλυση καλλιεργούμενων εκτάσεων

Μία ακόμα διαφαινόμενη αλλαγή που παρατηρείται είναι η κατάκλυση καλλιεργούμενων περιοχών. Στην περιοχή του χωριού Ποταμοί, στη θέση που συμβάλλουν ο Νέστος με τον Δεσπάτη, το ανάγλυφο είναι σχετικά ομαλό και η δημιουργία του ταμιευτήρα του φράγματος Θησαυρού επέφερε την κατάκλυση μικρής έκτασης καλλιεργούμενων εκτάσεων. Η παρατήρηση αυτή είναι εμφανής με τη χρήση σύνθετου εικόνας SWIR2, NIR, RED, όπου οι εκτάσεις αυτές εμφανίζουν συγκεκριμένο χρωματικό τόνο, ανοιχτό πράσινο οι αρδευόμενες, και ρόζ- μωβ οι μη αρδευόμενες εκτάσεις. Εμφανίζουν ακόμα συγκεκριμένο χωρικό πρότυπο κατάτμησης με μορφή «σκακιέρας».



Εικόνα 2.42: Ψευδοέγχρωμο Εικόνας Φυσικού Χρώματος, RED, GREEN, BLUE, πληροφορία για ποτάμια στερεομεταφορά

Μια τελευταία παρατήρηση που σχετίζεται με την κατασκευή των φραγμάτων, αναφέρεται στη διακοπή της φυσικής στερεοαπορροής του Νέστου. Η δημιουργία ενός λιμναίου συστήματος διακόπτει τον φυσικό ρου του ποταμού και μειώνει την μεταφορική του ικανότητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εκβολικών συνθηκών στην περιοχή του χωριού Ποταμοί, όπου και το ποτάμι εκφορτίζεται και αποθέτει εκεί μεγάλο μέρος των ιζημάτων του. Το φαινόμενο αυτό γίνεται εμφανές με τη χρήση του σύνθετου φυσικής απεικόνισης RED, GREEN, BLUE στην πλέον πρόσφατη λήψη του 2015. Η συμβολή Νέστου και Δεσπάτη και η εκβολή τους στο λιμναίο υδάτινο σώμα συνοδεύεται με απόθεση των αιωρούμενων ιζημάτων τους. Η ποτάμια ροή με αιωρούμενα ιζήματα φαίνεται να περιλαμβάνει αποχρώσεις του κόκκινου δίνοντας εξάλλου μια καφέ απόχρωση στο νερό. Με τη ροή προς τα κατάντη, το αιωρούμενο φορτίο αποτίθεται, ο ταμειυτήρας βαθαίνει, και το νερό εμφανίζεται σκούρο μπλε.

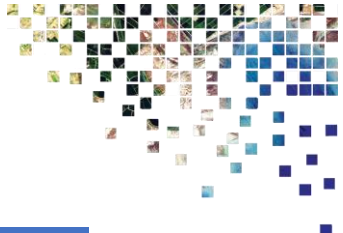
2.10 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Γεωργία

Η κύρια οικονομική δραστηριότητα στη λεκάνη απορροής του Νέστου είναι η γεωργία. Συγκεκριμένα, στη νότια πλευρά της λεκάνης και κυρίως στο Δέλτα του Νέστου παράγονται διάφορα προϊόντα, όπως σιτηρά, ρύζι, καπνός, ακτινίδια και σπαράγγια.

Τα σπαράγγια είναι ένα από τα προϊόντα τα οποία εξάγονται σε χώρες του εξωτερικού, ενισχύοντας έτσι την οικονομία της περιοχής.

Για να μπορέσει να αντιληφθεί κάποιος τις εκτάσεις των γεωργικών καλλιεργειών, αρκεί να πληροφορηθεί την έκταση των αρδευτικών δικτύων που χωροθετούνται στη λεκάνη του Νέστου. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αρδευτικά δίκτυα της περιοχής, καθώς και η έκταση που αυτά καλύπτουν σε εκτάρια.



Πίνακας 2.27: Αρδευτικά δίκτυα λεκάνης Νέστου, (Σκουληκάρης, 2008)

Αρδευτικό Δίκτυο	Περιφερειακή Ενότητα	Έκταση (ha)
Χρυσούπολης	Καβάλας	2.045
Ερατινού – Πηγών	Καβάλας	2.515
Γέροντα – Ν. Καρβάλης	Καβάλας	2.160
Δυτικού αρδευτικού καναλιού	Καβάλας	370
Χρυσούπολης	Καβάλας	990
Ερημονησίου – Καρυών	Καβάλας	2.710
Χαϊδευτού	Καβάλας	1.500
Θαλασσιάς – Κρεμαστής	Ξάνθης	3.100
ΣΥΝΟΛΟ		15.390

Βιομηχανία

Ένα μεγάλο κομμάτι επίσης της οικονομικής δραστηριότητας στην περιοχή μελέτης καταλαμβάνει ο βιομηχανικός κλάδος. Η βιομηχανία απασχολεί περίπου το 24% του εργατικού δυναμικού. Οι περιοχές όπου ο κλάδος αυτός έχει αναπτυχθεί είναι κυρίως στο λιμάνι της Καβάλας και την πόλη της Ξάνθης. Ωστόσο, καλύπτουν μικρή έκταση των περιοχών αυτών.

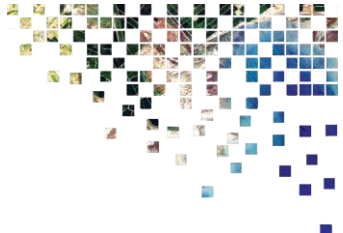
Τουρισμός

Ο κλάδος αυτός δεν έχει αναπτυχθεί στην ελληνική πλευρά όσο θα έπρεπε. Δυστυχώς, ενώ υπάρχει μεγάλη φυσική ομορφιά στην περιοχή, δεν έχει εκμεταλλευτεί τόσο, όσο θα έπρεπε από τους αρμόδιους φορείς.

2.11 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στη λεκάνη απορροής του Νέστου στο Ελληνικό έδαφος ανήκουν εννέα (9) Δήμοι από τρεις (3) περιφερειακές ενότητες (Δράμας – Καβάλας – Ξάνθης). Στην Περιφερειακή Ενότητα Δράμας ανήκει το μεγαλύτερο κομμάτι της ΛΑΠ του Νέστου σε ένα ποσοστό περίπου 58%.

Ο συνολικός πληθυσμός είναι περίπου 43.000 κάτοικοι με βάση την απογραφή του 2011 από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), οι οποίοι είναι κατανομημένοι σε 118 οικισμούς (μικρές πόλεις και χωριά). Η Περιφερειακή Ενότητα Καβάλας είναι η πιο πυκνοκατοικημένη συγκριτικά με τις δύο άλλες περιφερειακές ενότητες σε ποσοστό 56%. Ο παρακάτω Πίνακας 2.28 παρουσιάζει τον πληθυσμό ανά δήμο με βάση τις απογραφές που έχουν γίνει κατά το 1991, 2001 και 2011 από την ΕΛ.ΣΤΑΤ., καθώς και τον αριθμό των οικισμών τους.



Πίνακας 2.28: Πληθυσμός ανά Δήμο της λεκάνης απορροής του Νέστου (ΕΛΣΤΑΤ, 1991, 2001, 2011)

Δήμος	Οικισμοί	Απογραφή 1991	Απογραφή 2001	Απογραφή 2011
Νικηφόρου	1	307	376	3.901
Παρανεστίου	5	1.592	1.646	
Σιδηρόνερου	7	514	400	
Κ. Νευροκοπίου	17	2.023	2.123	2.072
Ορεινού	12	1.652	1.610	22.331
Χρυσούπολης	19	14.741	15.678	
Κεραμωτής	7	4.254	6.039	
Τοπείρου	29	10.554	11.347	11.544
Στραυρούπολης	21	3.003	2.709	3.090
ΣΥΝΟΛΟ	118	38.640	41.958	43.350

2.12 ΤΟΜΕΙΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ

Ο πιο αναπτυγμένος τομέας απασχόλησης στη λεκάνη απορροής του Νέστου είναι ο πρωτογενής τομέας. Ακολουθεί ο δευτερογενής τομέας και, τέλος, τη μικρότερη ανάπτυξη παρουσιάζει ο τριτογενής τομέας. Ειδικότερα, προκύπτει ότι ο πληθυσμός απασχολείται κυρίως στον πρωτογενή τομέα (44,88%) και ακολουθούν ο τριτογενής (29,44%) και ο δευτερογενής (21,99%) (ΕΣΥΕ, 2011).

2.12.1 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ

2.12.1.1 ΓΕΩΡΓΙΑ

Η κύρια οικονομική δραστηριότητα στη λεκάνη απορροής του Νέστου είναι η γεωργία. Τα βασικότερα προϊόντα που παράγονται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης είναι: καπνός, σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι και η μηδική καλλιέργεια. Οι παραγόμενες πατάτες του Δήμου Κ. Νευροκοπίου θεωρούνται ως οι καλύτερης ποιότητας στην Ελλάδα. Στο νότιο τμήμα της λεκάνης επικρατούν οι καλλιέργειες καλαμποκιού και το βαμβάκι, (Καμπράγκου, 2006).

Επιπρόσθετα, και στις τρεις Περιφερειακές Ενότητες (Δράμα, Καβάλα, Ξάνθη) υπάρχουν αροτραίες καλλιέργειες, με εξαίρεση τα αμπέλια που δεν καλλιεργούνται στην ΠΕ Δράμας.

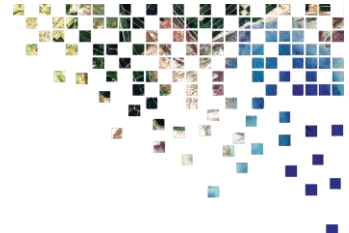
2.12.1.2 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

Στο Δέλτα του ποταμού Νέστου υπάρχουν πεδινόι βοσκότοποι, με πλούσια πώδη βλάστηση από ένα μίγμα αγροστωδών και ψυχανθών και κυριαρχεί ο κλάδος της προβατοτροφίας. Η υπόλοιπη λεκάνη περιλαμβάνει ημιορεινούς και ορεινούς βοσκοτόπους, με αυτοφυή θαμνώδη βλάστηση και κυριαρχούν γιδοπρόβατα, για να βοσκήσουν (Καμπράγκου, 2006).

Με βάση στοιχεία της ΔΕΗ η βοσκοϊκανότητα της λεκάνης ανέρχεται σε 416.225 Μζμ (Μικρή ζωική μονάδα), ενώ το σύνολο της βοσκοφόρτωσης είναι της τάξης των 299.450 Μζμ.

Στη Δράμα συναντώνται τα εξής ζώα στον κλάδο της κτηνοτροφίας:

- Αιγοπρόβατα
- Αγελάδες
- Μόσχες



Στην Καβάλα συναντώνται τα εξής ζώα στον κλάδο της κτηνοτροφίας:

- Όρνιθες
- Πρόβατα
- Κατσίκες
- Βοοειδή
- Χοίροι

Στην Ξάνθη συναντώνται τα εξής ζώα στον κλάδο της κτηνοτροφίας:

- Όρνιθες
- Πρόβατα
- Κατσίκες
- Χοίροι
- Εγχώρια βοοειδή
- Ξενικά βοοειδή

2.12.1.3 ΔΑΣΟΠΟΝΙΑ

Στο νομό Δράμας υπάρχουν πέντε δασικά συμπλέγματα (Καμπράγκου, 2006):

- Λειβαδακίου, με έκταση Δάσους 4.838ha
- Βώλακα-Πύργων, με έκταση Δάσους 5.389ha
- Δυτικού Νέστου, με έκταση Δάσους 39.857ha
- Μυρσίνερου – Λιβαδερού – Αετού – Ξηροπόταμου – Καλλιφύτου - Μοναστηρίου, με έκταση Δάσους 5.212ha
- Περίβλεπτου - Πολυκάρπου, με έκταση Δάσους 8.739ha

Ένα μέρος του μεγάλου δάσους Κοτζά-Ορμάν στο Δέλτα του ποταμού χρησιμοποιείται για τη λευκοκαλλιέργεια.

2.12.1.4 ΑΛΙΕΙΑ

Το σύμπλεγμα των υγροτόπων στο Δέλτα του ποταμού παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την ιχθυοπαγωγή. Τα είδη των ψαριών που συναντώνται στη λεκάνη του Νέστου παρουσιάστηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια.

2.12.2 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ

Στον δευτερογενή τομέα, οι εμπορικές δραστηριότητες και η βιομηχανία είναι συγκεντρωμένες στις πρωτεύουσες των Περιφερειακών Ενοτήτων της Δράμας, Καβάλας και Ξάνθης και τις αντίστοιχες Βιομηχανικές Περιοχές (ΒΙ.ΠΕ.) τους. Μικρότερη ανάπτυξη παρουσιάζεται σε αγροτικά ημιαστικά κέντρα, όπως η Χρυσούπολη. Επιπλέον, στους οικισμούς υπάρχουν μόνο καταστήματα καθημερινού εμπορίου (μπακάλικά), καθώς και επαγγελματικές-εμπορικές δραστηριότητες (υδραυλικά, ηλεκτρολογικό υλικό) συνδεδεμένες με τις δραστηριότητες στην περιοχή, (Πασχαλίδης, 2015). Σχετικά με τον βιομηχανικό κλάδο, περισσότερο εστιάζει στις μεταποιητικές μονάδες προϊόντων.

2.12.3 ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο τουριστικός κλάδος δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένος συγκριτικά με τη μεγάλη φυσική ομορφιά που παρουσιάζει η περιοχή μελέτης. Περιοχές που μπορούν να αξιοποιηθούν τουριστικά είναι, (Πασχαλίδης, 2015):



- Τα στενά του Νέστου. Ήδη η περιοχή αξιοποιείται για αθλητικές δραστηριότητες, όπως κανό-καγιάκ.
- Οι καταρράκτες του Λειβαδίτη. Ήδη η περιοχή αξιοποιείται με ορειβατικές διαδρομές.
- Τα δασικά συμπλέγματα στο βόρειο τμήμα της περιοχής και στο δέλτα του ποταμού.
- Η περιοχή Φαλακρού-Βώλακα με το χιονοδρομικό κέντρο στο όρος Φαλακρό Βόρειο-Δυτικά του Νέστου.

3 ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

3.1 ΘΕΣΜΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Από το 1950 η Ελλάδα θεσμοθέτησε νόμους για τη διαχείριση του νερού αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος. Οι θεσμικές διατάξεις, ΥΑ, ΚΥΑ, κ.ά. που έχουν εφαρμοστεί μέχρι σήμερα για τη διαχείριση των υδατικών πόρων είναι οι παρακάτω:

- Με τους Ν. 1650/1986 «Για την Προστασία του Περιβάλλοντος» και Ν. 1739/87 (ΦΕΚ 201Α) «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις», εισάγεται μία νέα αντίληψη για τη διαχείριση του νερού στην Ελλάδα. Με τους νόμους αυτούς διαφάνηκε η πρόθεση της Πολιτείας για διαμόρφωση μιας Εθνικής πολιτικής διαχείρισης των υδατικών πόρων και θεσμοθετήθηκαν διαδικασίες και όργανα σε κεντρικό και περιφερειακό επίπεδο. Οι συγκεκριμένοι νόμοι αποτελούσαν το θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση των υδατικών πόρων για 14 χρόνια, από το 1986 έως το 2000, οπότε η ΕΕ υιοθέτησε μία νέα πολιτική για τη διαχείριση των υδατικών πόρων με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ, που περιγράφεται σε επόμενο κεφάλαιο (Κατηρτζίδου, 2018).
- Ν. 3199/2003: Το επόμενο βήμα έγινε το 2003, σε εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας. Η Ελλάδα εκδίδει το Ν. 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000». Ο νόμος αυτός περιλαμβάνει 17 άρθρα σε 6 κεφάλαια.
- Π.Δ 51/2007: Ακολουθεί το Π.Δ 51/2007 με το οποίο εφαρμόζονται οι διατάξεις του Ν.3199/03 και του Ν.1650/86 και η πλήρης συμμόρφωση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ. Το συγκεκριμένο διάταγμα σε συνδυασμό με τον προηγούμενο νόμο ενσωμάτωσαν στην εθνική νομοθεσία τις βασικές έννοιες της Οδηγίας για τους υδατικούς πόρους και, ταυτόχρονα, συγκροτήθηκε η νέα διοικητική δομή και καθορίστηκαν οι αρμοδιότητες των επιμέρους φορέων τόσο σε εθνικό, όσο και σε περιφερειακό επίπεδο, (Κατηρτζίδου, 2018).
- Το 2010 εκδίδεται το ΠΔ 24/2010 (ΦΕΚ 56/Α' /15-4-2010). Με το άρθρο 1 παρ. 4 του ΠΔ 24/2010 συστάθηκε η Ειδική Γραμματεία Υδάτων σε αντικατάσταση της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων. Η Ειδική Γραμματεία Υδάτων έχει την αρμοδιότητα κατάρτισης των προγραμμάτων προστασίας και διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας και του συντονισμού των υπηρεσιών και των κρατικών φορέων για κάθε ζήτημα που αφορά την προστασία και τη διαχείριση υδάτων.
- Το 2013 με την ΚΥΑ 322/22-03-2013 των Υπουργείων Οικονομικών – Διοικητικής Μεταρρύθμισης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης – Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, η Ειδική Γραμματεία Υδάτων οργανώνεται και συγκροτείται από τις ακόλουθες υπηρεσιακές μονάδες:
 - i. Διεύθυνση Προστασίας και Διαχείρισης Υδάτινου Περιβάλλοντος,



- ii. Διεύθυνση Σχεδιασμού και Διαχείρισης Υπηρεσιών Ύδατος.
- Το 2017 εκδόθηκε η ΥΑ Αριθμ. Οικ. 135275/ ΦΕΚ 1751/Β/22-5-17 «Έγκριση γενικών κανόνων κοστολόγησης και τιμολόγησης υπηρεσιών ύδατος. Μέθοδος και διαδικασίες για την ανάκτηση κόστους των υπηρεσιών ύδατος στις διάφορες χρήσεις του» σε εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο.

3.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Όπως έχει αναφερθεί σε πολλά σημεία του παρόντος παραδοτέου, η ομορφιά, τα μοναδικά τοπία και η πλούσια βιοποικιλότητα σε όλη τη διαδρομή του ποταμού Νέστου είναι αδιαμφισβήτητη. Έτσι, αυτό έχει οδηγήσει στο να ανακηρυχτούν πολλές περιοχές του ως προστατευόμενες.

Συγκεκριμένα, έντεκα (11) περιοχές του έχουν ενταχθεί στο δίκτυο NATURA 2000 βάσει των ευρωπαϊκών Οδηγιών 92/43/ΕΟΚ (και την τροποποίηση της ΦΕΚ 645 Β'/11-04-2008) και 79/409/ΕΟΚ, όπως κωδικοποιήθηκε με την Οδηγία 2009/147/ΕΚ (τέσσερις (4) Ζώνες Ειδικής Προστασίας για την ορνιθοπανίδα και επτά (7) Τόποι Κοινοτικής Σημασίας), δύο (2) περιοχές έχουν χαρακτηριστεί ως Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης, δεκατρία (13) ως Καταφύγια Άγριας Ζωής βάσει της εθνικής νομοθεσίας και τρεις (3) περιοχές έχουν χαρακτηριστεί από το Συμβούλιο της Ευρώπης ως Βιογενετικά Αποθέματα.

Επιπρόσθετα, μία περιοχή έχει ενταχθεί στους προστατευόμενους υδροβιότοπους της Ελλάδας.

Δίκτυο NATURA 2000

Τόποι Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ) – [Ν. 3937/29-3-11 (ΦΕΚ 60 Α)]

- Όρος Χαϊντού – Κούλα και γύρω κορυφές (GR 1120003)
- Αισθητικό Δάσος Νέστου (GR 1120005)
- Δάσος Φρακτού (GR 1140001)
- Ροδόπη (Σημύδα) (GR 1140002)
- Περιοχή Ελατιά, Πυραμίσ Κούτρα (GR 1140003)
- Κορυφές Όρους Φαλακρό (GR1140004)
- Δέλτα Νέστου και Λιμνοθάλασσες Κεραμωτής – Ευρύτερη περιοχή και Παράκτια Ζώνη (GR 1150010)

Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) – [ΚΥΑ 37388/1807/Ε103/1-9-2012 (ΦΕΚ 1495 Β)]

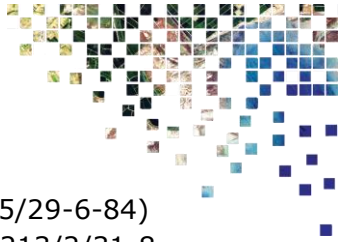
- Στενά Νέστου (GR 1120004)
- Δέλτα Νέστου και Λιμνοθάλασσες Κεραμωτής και Νήσος Θασοπούλα (GR 1150001)
- Κεντρική Ροδόπη και Κοιλιάδα Νέστου (GR 1140008)
- Όρος Φαλακρό (GR 1140009)

Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης – ΦΕΚ 121 Δ/80

- Παρθένο Δάσος Κεντρικής Ροδόπης
- Δάσος Οξιάς Τσίχλα Χαϊντού

Καταφύγια Άγρια Ζωής (ΚΑΖ)

- Ντομούζ Ορμαν (Απ. 173346/2517/5-7-85)
- Κεστενέ Νταγ (Απ. 2239/8-5-2001 – ΦΕΚ 625/25-5-2001))



- Περιοχή Κοινοτήτων Γέρακα Ωραίου και Δ. Σταυρ. (Απ. 158255/2815/29-6-84)
- Πρινολόφου – Μαυροκορδάτου (Απ. 81002/3279/26-7-90 – ΦΕΚ 1213/2/31-8-2005)
- Τσανάκ Ντερέ (Απ. 85109/2086/12-5-89 – ΦΕΚ 392/25-5-89)
- Δασικό Σύμπλεγμα Δρυμού (Απ. 210501/1835/23-4-77 – ΦΕΚ 448/16-5-77)
- Φρακτού (Απ. 81347/1513/4-5-1987)
- Κοτζά-Ορμάν Νέστου (Απ. 191929/4351/3-2-86 – ΦΕΚ 132/27-3-86)
- Στενά Νέστου (Απ. 191929/4351/3-2-86 – ΦΕΚ 132/27-3-86)
- Στενά Νέστου Αριστερής Όχθης Ποταμού Νέστου (Απ. Δ1628/5-8-1994 ΝΞ – ΦΕΚ 632/22-8-1994)
- Νευροκοπίου – Λειβαδακίου – Αχλαδιάς – Βώλακα – Γρανίτη (Απ. 1837/8-5-2001 – ΦΕΚ 639/28-5-2001)
- Ποταμού Νέστου (Απ. 4567/1-8-2005 – ΦΕΚ 1213/2/31-8-2005)
- Αετοράχη (Απ. 4568/1-8-2005 – ΦΕΚ 1213/2/31-8-2005)

Ευρωπαϊκό Δίκτυο Βιογενετικών Αποθεμάτων

- Φυσικό Μνημείο Δάσους Οξιός στην Τσίχλα – Χαϊντού Ξάνθης
- Παρθένο Δάσος Παρανεστίου
- Παρθένο Δάσος Κεντρικής Ροδόπης

Σύμβαση Ραμσάρ (Ν.Δ. 191/74 περί κυρώσεως της εν Ραμσάρ του Ιράν κατά τη 2 Φεβρουαρίου 2001 – ΦΕΚ 350/ΤΑ ή 28/11/

- Δέλτα Νέστου και παρακείμενη λιμνοθάλασσα, όπως καταχωρήθηκε στις 21 Αυγούστου 1975. Αξίζει να σημειωθεί ότι περιλαμβάνεται στο «Αρχείο Montreaux», που αποτελεί ένα μητρώο της λίστας RAMSAR με περιοχές, οι οποίες βρίσκονται σε άμεσο κίνδυνο περιβαλλοντικής καταστροφής από ανθρωπογενείς παράγοντες (<https://rsis Ramsar.org>).

4 ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΑ ΥΔΑΤΑ

Για την Ελλάδα, το θέμα των διασυνοριακών υδάτων είναι πολύ σημαντικό, μιας και περίπου το 25% του υδατικού δυναμικού (18% του συνολικού υδατικού δυναμικού της χώρας) προέρχεται από τα διασυνοριακά ύδατα των μεγάλων ποταμών της Ηπείρου, της Μακεδονίας και της Θράκης, όπως ο Αώος, ο Αξιός, ο Στρυμόνας, ο Νέστος και ο Έβρος και από τις διασυνοριακές λίμνες Πρέσπες και Βοϊράνη. Έτσι, η Ελλάδα έχει συνάψει σε διμερές ή τριμερές επίπεδο αρκετές Συμφωνίες και Πρωτόκολλα με γειτονικές χώρες (Τουρκία, Βουλγαρία, ΠΓΔΜ, Αλβανία).

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει η προσπάθεια να παρουσιαστούν οι διακρατικές συμφωνίες μεταξύ της Ελλάδας και της Βουλγαρίας στο πέρασμα των χρόνων.

4.1 ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΕΣ ΣΥΜΦΩΝΙΕΣ ΕΛΛΑΔΑ - ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ

Η Ελλάδα και η Βουλγαρία ξεκίνησαν τις διαπραγματεύσεις για τη διαχείριση της λεκάνης απορροής του Νέστου αρκετά χρόνια πριν κάνοντας διάφορες συμφωνίες και πρωτόκολλα προς την κατεύθυνση αυτή. Κάποιες από αυτές τις συμφωνίες/πρωτόκολλα είναι (Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των ΛΑΠ του ΥΔ Θράκης, 2017):



- Το 1964, ΦΕΚ 193Α με το νομοθετικό διάταγμα με αριθμό 4393: «Συμφωνία συνεργασίας για την χρησιμοποίηση των υδάτων που απορρέουν από τα εδάφη των δύο χωρών (Βουλγαρίας – Ελλάδας)»,
- Το 1971 ΦΕΚ Α 160/25-06-1976 «Συμφωνία Ελλάδας και Βουλγαρίας σχετικά με το σχηματισμό μιας Ελληνοβουλγαρικής επιτροπής για τη συνεργασία στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας και τη χρήση των υδάτων των κοινών ποταμών»,
- Το 1988 ΦΕΚ 160/26-07-1988 «Έγκριση Πρακτικού της Ελληνο-Βουλγαρικής Επιτροπής για το Νέστο», όπου ξεκίνησαν οι διαπραγματεύσεις με βάση την ποσοστιαία κατανομή των νερών,
- Το 1990 ΦΕΚ Α 143/30-10-1990 «Πρωτόκολλο για την Ελληνοβουλγαρική τεχνική ομάδα εργασίας για το περιβάλλον»,
- Το 1991 εγκρίθηκε το «Πρωτόκολλο της συνεδρίασης της μικτής Ελληνοβουλγαρικής επιτροπής εμπειρογνομόνων για προετοιμασία κοινής πρότασης στην ΕΕ για την παρακολούθηση και τον έλεγχο του ύδατος (ποιότητα και ποσότητα) των διασυνοριακών ποταμών Έβρου, **Νέστου** και Στρυμώνα, (ΦΕΚ Α 161/30-10-1991),
- Το 1995 Α ΦΕΚ 98/04-06-1996 (Ν. 2402/1995) «Κύρωση Συμφωνίας μεταξύ της Κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας της Βουλγαρίας για τα ύδατα του ποταμού Νέστου». Η συγκεκριμένη συμφωνία αποτελεί την καταληκτική συμφωνία μεταξύ Ελλάδας και Βουλγαρίας και αποτελείται από οκτώ (8) άρθρα:
 - Καθορίζεται η κατ' όγκο κατανομή της ποσότητας των υδάτων που εισρέει στο ελληνικό έδαφος. Επίσης, ορίστηκε ότι το μέγεθος αυτό θα επικαιροποιείται κάθε επτά χρόνια.
 - Τα συμβαλλόμενα μέρη δεσμεύονται να ανταλλάσσουν ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα και πληροφορίες για την κατάσταση των υδάτων, αλλά και να ενημερώνουν αμφότεροι για τα υπάρχοντα και τα μελλοντικά έργα που υλοποιούνται στα όρια της λεκάνης απορροής και επηρεάζουν το σύστημα.
 - Αναφορικά με την ποιότητα του Νέστου, οι δύο χώρες δεσμεύονται να ακολουθούν τις ευρωπαϊκές οδηγίες σχετικά με τις μεθόδους δειγματοληψίας και τη συχνότητα πραγματοποίησής τους.
 - Προβλέπεται η σύσταση μόνιμης Ελληνο-Βουλγαρικής Επιτροπής Υδροοικονομίας, ως ο αρμόδιος φορέας για την εφαρμογή της συμφωνίας και την επίλυση πιθανών διενέξεων.
 - Ορίζεται η διάρκεια ισχύος της συμφωνίας στα 35 έτη, με την προοπτική επανασύναψης και αναπροσαρμογής της συμφωνίας με βάση την τότε ισχύουσα νομοθεσία.

Τα κύρια σημεία της συμφωνίας είναι τα εξής (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013):

- Η συμφωνία υποχρεώνει τη Βουλγαρία να αφήνει το 29% των υδάτων του Νέστου που απορρέει στο Βουλγαρικό έδαφος για την Ελλάδα. Καθορίζεται επίσης η μέση ετήσια απορροή βάσει στοιχείων των ετών 1935-1970 σε 1.500 κυβικά εκατόμετρα (hm³).
- Τα Συμβαλλόμενα Μέρη θα ανταλλάσσουν πληροφορίες και στοιχεία σχετικά με την κατάσταση των υδάτων.
- Σύσταση Μόνιμης Ελληνο-Βουλγαρικής Επιτροπής Υδροοικονομίας, υπεύθυνη για την εφαρμογή της συμφωνίας και την επίλυση διαφορών.



- Οι Διεθνείς Συμβάσεις και οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα ληφθούν υπόψη για τη βελτίωση της ποιότητας των υδάτων.

Μετά από την πρόσφατη κοινή διακήρυξη των αρμόδιων Υπουργών Ελλάδας και Βουλγαρίας για την πρόθεση συνεργασίας μεταξύ των δύο χωρών σε θέματα διαχείρισης των διασυνοριακών λεκανών και την ίδρυση της Κοινής Ομάδας Εργασίας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η συνεργασία μεταξύ των δύο χωρών έχει πάρει νέα τροπή. Η σύνθεση της Ομάδας Εργασίας έχει ως ακολούθως (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013):

Από Βουλγαρικής πλευράς:

- Ο/η Δ/ντης της ΠΛΑΠ Ανατολικού Αιγαίου, ως Εθνικός Αντιπρόσωπος.
- Ο/η Δ/ντης της ΠΛΑΠ Δυτικού Αιγαίου, ως Εθνικός Αντιπρόσωπος.
- Προβλέπεται μια (1) θέση Αναπληρωτή Εθνικού Αντιπρόσωπου, ο οποίος στην παρούσα φάση προέρχεται από το Εθνικό Ινστιτούτο Υδρολογίας και Μετεωρολογίας.
- Και έξι (6) ακόμα τακτικά μέλη.

Από Ελληνικής πλευράς:

- Ο Ειδικός Γραμματέας Υδάτων, Επικεφαλής της Ελληνικής αντιπροσωπείας.
- Προβλέπεται μια (1) θέση Αναπληρωτή του Ειδικού Γραμματέα Υδάτων.
- Τρία (3) μέλη από το Υ.Π.Ε.Κ.Α.
- Ένα (1) μέλος από την Γ.Γ. Πολιτικής Προστασίας.
- Ένα (1) μέλος από την Δ/νση Υδάτων ΑΜΘ.
- Ένα (1) μέλος από την Δ/νση Υδάτων ΚΜ.
- Ένα (1) μέλος από το Υπουργείο Εξωτερικών.

Προβλέπεται επίσης η δυνατότητα για ειδικούς επί διαφόρων θεμάτων που συνδέονται με το αντικείμενο της Ομάδας Εργασίας να συνδράμουν κατά περίπτωση το έργο της Ομάδας, όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

- Το 2002, υπογράφηκε το «Μνημόνιο Κατανόησης στον τομέα του Περιβάλλοντος και της Βιώσιμης Ανάπτυξης» από τους Υπουργούς Περιβάλλοντος των δύο χωρών και αναφέρεται η Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά ως ένα κοινό πλαίσιο για τη διαχείριση των διασυνοριακών υδάτων (Νόμος 3367/04-07-2005).
- Το 2010, υπογράφηκε στη Σόφια «Κοινή Διακήρυξη για την κατανόηση και τη συνεργασία στον τομέα της χρήσης των υδατικών πόρων στις αντίστοιχες επικράτειες των κοινών Λεκανών Απορροής Ποταμού που μοιράζονται η Δημοκρατία της Βουλγαρίας και η Ελληνική Δημοκρατία» μεταξύ της Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής της Ελληνικής Δημοκρατίας και της Υπουργού Περιβάλλοντος και Υδάτων της Δημοκρατίας της Βουλγαρίας.

4.2 ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ

Στην Ευρώπη και ειδικότερα στη Νοτιοανατολική περιοχή της, εφαρμόστηκε ένα κύμα σημαντικών υδάτινων συνθηκών στη δεκαετία του '50 με '60. Το κύριο θέμα των Συνθηκών που υπογράφηκαν κατά τη δεκαετία του '70 και του '80 αφορούσε θέματα έρευνας, ελέγχου των πλημμυρών, βελτίωση των αποστραγγιστικών αγωγών, κατασκευή φραγμάτων και εκμετάλλευση μονάδων παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας, πλοήγηση και αλιεία. Ζητήματα ρύπανσης ήταν επίσης στην ημερήσια διάταξη. Ωστόσο, σε κάποιο βαθμό, οι συνθήκες αυτές ήταν οι πρόδρομοι της σύστασης μικτών επιτροπών που είχαν την εξουσία να τις



εφαρμόσουν. Δυστυχώς, η ιστορία έχει δείξει ότι το αποτέλεσμα των εργασιών αυτών των επιτροπών ήταν ένα ζήτημα που αξίζει περαιτέρω διερεύνηση.

Το γεγονός ότι τα Βαλκάνια είναι γεωγραφικά εντός της ευρωπαϊκής ηπείρου και επίσης ότι ορισμένα κράτη της περιοχής είναι μέλη της ΕΕ, ενώ άλλα είναι πρόθυμα να ενταχθούν σε αυτή, υπογραμμίζει τη σημασία των περιφερειακών νομοθετικών πρωτοβουλιών. Η νομοθεσία της ΕΕ απαιτεί αλλαγή στα υφιστάμενα εθνικά συστήματα νομικών κανόνων για θέματα διαχείρισης των υδάτων. Όλες οι χώρες της Νοτιοανατολικής Ευρώπης είναι ενσωματωμένες ή έχουν δεσμευτεί να ενταχθούν στην ΕΕ, ώστε να μεταφέρουν και να εφαρμόσουν τη νομοθεσία της ΕΕ (δηλαδή το σύνολο του κοινοτικού κεκτημένου). Στο πλαίσιο αυτό, ο αντίκτυπος της ΕΕ όχι μόνο ως περιφερειακός φορέας αλλά και ως νομοθέτης είναι πολύ σημαντικός.

Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα βασικά διεθνή μέσα για τη διασυνοριακή διαχείριση των υδάτων και σε επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά.

Οι κανόνες του Ελσίνκι

Το 1966, η Ένωση Διεθνούς Δικαίου συνέταξε την πιο γνωστή έκθεση του εθιμικού δικαίου για τους διασυνοριακούς υδάτινους πόρους. Το αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας είναι γνωστό ως οι κανόνες του Ελσίνκι για τις χρήσεις των υδάτων των διεθνών ποταμών. Αυτοί οι κανόνες αντιπροσώπευαν την πρώτη προσπάθεια ενός διεθνούς οργανισμού να κωδικοποιήσει ολόκληρο το νομικό πλαίσιο των διεθνών ποταμών. Αυτή ήταν και η πρώτη φορά που έγινε δεκτή η έννοια της "λεκάνης απορροής".

Ωστόσο, ενώ αρχικά οι Κανονισμοί δε συμπεριέλαβαν θέματα όπως τα περιβαλλοντικά προβλήματα και το καθεστώς των υπόγειων υδάτων, αργότερα συμπληρώθηκαν από διάφορα πρόσθετα κείμενα που τα αναπτύσσουν.

Οι κανόνες του Ελσίνκι περιγράφουν αρχές που σχετίζονται με τη "δίκαιη αξιοποίηση" των κοινών υδάτινων πόρων και τη δέσμευση να μην προκληθεί ζημία σε παράκτια κράτη. Δυστυχώς, οι κανόνες δεν έχουν καθόλου επίσημο ή νομικά δεσμευτικό χαρακτήρα. Ωστόσο, μετά την υιοθέτηση της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών τριάντα χρόνια αργότερα, αυτό το σύνολο κανόνων παραμένει το πιο αναφερόμενο σύνολο κανόνων για τη ρύθμιση της χρήσης και προστασίας των διεθνών υδάτων. Παρ' όλα αυτά, πολλά κράτη λόγω του μη δεσμευτικού χαρακτήρα της, διαφωνούσαν με πολλά τμήματα των κανόνων αυτών, κάτι που οδήγησε τη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών να ιδρύσει το δικό της νομικό συμβουλευτικό όργανο, την Επιτροπή Διεθνούς Δικαίου, το 1970, σε μία προσπάθεια αποτελεσματικής αντιμετώπισης της κωδικοποίησης του νόμου για τα υδατικά μαθήματα για σκοπούς άλλους από την ναυσιπλοΐα.

Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το δίκαιο των μη ναυτιλιακών χρήσεων των διεθνών υδατορευμάτων, Μάιος 1997

Η ILC, η οποία κλήθηκε να μελετήσει θέματα σχετικά με τις διεθνείς υδάτινες ροές, είναι ένα σώμα των Ηνωμένων Εθνών με νομικούς εμπειρογνώμονες που ορίζονται από κράτη, εκλεγμένα από τη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών. Η Επιτροπή ξεκίνησε λειτουργώντας το πρώτο σχέδιο της Σύμβασης το 1971 και τελικά ολοκλήρωσε το έργο της υιοθετώντας ένα σύνολο 32 άρθρων το 1994.



Μετά από τρία χρόνια συνεχών επίσημων και ανεπίσημων διαβουλεύσεων από την Έκτη Επιτροπή του ΟΗΕ και από τη Γενική Συνέλευση, η Σύμβαση εγκρίθηκε τελικά στις 21 Μαΐου 1997. Συνολικά 103 χώρες ψήφισαν για τη Σύμβαση, αλλά μόνο 12 την έχουν επικυρώσει.

Εστιάζοντας στο περιεχόμενο της ίδιας της Σύμβασης, είναι προφανές ότι η έννοια και η γλώσσα είναι αρκετά όμοια με τους κανόνες του Ελσίνκι. Στην πραγματικότητα, αναφέρεται σε μέτρα που έχουν σχέση με τη συντήρηση, τη διαχείριση και την προστασία των υδάτινων πόρων.

Οι κανόνες του Βερολίνου

Οι γνωστοί κανόνες του Βερολίνου είναι στην πραγματικότητα μια αναθεώρηση των κανόνων του Ελσίνκι. Προσπαθούν να συντάξουν μια σαφή, ορθολογική και συνεκτική περίληψη του σχετικού εθιμικού διεθνούς δικαίου, λαμβάνοντας υπόψη την ανάπτυξη σημαντικών οργάνων του διεθνούς περιβαλλοντικού δικαίου, του διεθνούς δικαίου ανθρωπίνων δικαιωμάτων και του ανθρωπιστικού δικαίου σχετικά με τον πόλεμο και τις ένοπλες συγκρούσεις, καθώς και έγκριση από τη Γενική Συνέλευση της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών. Ιστορικά, κατά τη συνάντηση στο Εδιμβούργο τον Ιανουάριο του 1996, η επιτροπή για το δίκαιο των υδάτινων πόρων ψήφισε να καταρτίσει και να αναθεωρήσει το σύνολο των εργασιών της.

Σύμβαση της UNECE για την προστασία και τη χρήση των διασυνοριακών υδατορευμάτων και των διεθνών λιμνών

Στις 17 Μαρτίου 1992, κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης της UNECE, προσαρμόστηκε η σύμβαση για την προστασία και τη χρήση των διασυνοριακών υδατορευμάτων και των διεθνών λιμνών στην Ευρώπη. Αυτή η σύμβαση, η οποία κυρώθηκε από την ΕΕ και είκοσι δύο άλλες ευρωπαϊκές χώρες, προέβλεπε την αποτροπή, τον έλεγχο και τη μείωση της ρύπανσης των υδάτων από επικίνδυνες ουσίες. Οι χώρες που συμμετείχαν συμφώνησαν επίσης να οικοδομήσουν ισχυρότερους δεσμούς εμπιστοσύνης μεταξύ τους για να αποφευχθούν τυχόν συγκρούσεις που θα μπορούσαν να προκληθούν από αυτές τις δραστηριότητες.

Η σύμβαση αυτή επικυρώθηκε όχι μόνο από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας (ΕΟΚ), αλλά και από τα συνδεδεμένα μέλη και ορισμένες άλλες χώρες, που τελικά έφθασαν τις τριάντα δύο χώρες.

Υπογράφοντας τη Σύμβαση, τα κράτη αποφάσισαν ότι «η προστασία και η χρήση των διασυνοριακών υδατορευμάτων και των διεθνών λιμνών είναι σημαντικά και επείγοντα καθήκοντα, συμφωνώντας επίσης ότι η αποτελεσματική επίτευξη της προστασίας τους μπορεί να εξασφαλιστεί μόνο με ενισχυμένη συνεργασία».

Συνεπώς, προκειμένου τα μέρη να επιτύχουν αυτούς τους στόχους, θα πρέπει να λάβουν όλα τα κατάλληλα μέτρα που περιγράφονται ως εξής:

- την πρόληψη, τον έλεγχο και τη μείωση της ρύπανσης των υδάτων,
- να εξασφαλιστεί ότι τα διασυνοριακά ύδατα χρησιμοποιούνται με στόχο την ορθολογική διαχείρισή τους, τη διατήρηση των υδάτινων πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος, και την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων.

Η σύμβαση αυτή, αν και δεν είναι τόσο δημοφιλής όσο και οι προηγούμενες, έχει σημασία που είναι αναμφισβήτητη. Για την επίτευξη των στόχων της, η σύμβαση



ορίζει τρεις βασικές αρχές: την αρχή της προφύλαξης, την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» και την αρχή της βιώσιμης διαχείρισης των υδάτων.

4.3 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕΚ

Η Οδηγία 2000/60 θέτει το νομοθετικό πλαίσιο για την ορθή και βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων, με ιδιαίτερη έμφαση στην ενίσχυση της προστασίας και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος, καθώς και στην υιοθέτηση μέτρων για την προοδευτική μείωση και εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών επικίνδυνων ρυπογόνων ουσιών σε αυτό.

Χαρακτηριστικό σημείο της Οδηγίας αποτελεί η θεώρηση της λεκάνης απορροής ως βασική διαχειριστική μονάδα στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης και βιώσιμης πολιτικής στον τομέα των υδάτων.

Επομένως, προωθεί ένα καθεστώς συνεργασίας προς αυτή την κατεύθυνση, καθώς ορίζει ότι «στο εσωτερικό λεκάνης απορροής ποταμού, όπου η χρήση ύδατος μπορεί να έχει διασυννοριακά αποτελέσματα, οι απαιτήσεις για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων και ιδιαίτερα όλα τα προγράμματα μέτρων, θα πρέπει να συντονίζονται για όλη την περιοχή της λεκάνης απορροής ποταμού. Για λεκάνες απορροής ποταμών, οι οποίες εκτείνονται πέραν των ορίων της Κοινότητας, τα κράτη μέλη θα πρέπει να επιδιώκουν τον κατάλληλο συντονισμό με τα ενδιαφερόμενα τρίτα κράτη».

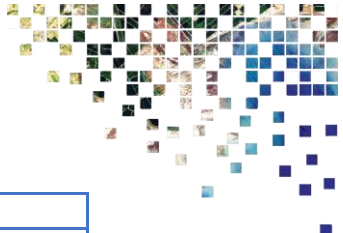
Το χρονοδιάγραμμα που θέτει η Οδηγία για την εκπλήρωση των απαιτήσεων υποδηλώνει ότι μέχρι το 2011 τα κράτη μέλη θα έπρεπε να έχουν προβεί σε προκαταρκτική αξιολόγηση για τον προσδιορισμό των λεκανών απορροής ποταμών και των συναφών παράκτιων περιοχών που κινδυνεύουν από πλημμύρες. Μέχρι το 2013, τα κράτη μέλη θα έπρεπε να έχουν καταρτίσει χάρτες κινδύνου πλημμύρας σε αυτούς τους προσδιορισμένους τομείς. Μέχρι το 2015, τα κράτη μέλη δεσμεύονταν να καταρτίσουν σχέδια διαχείρισης των κινδύνων πλημμύρας με έμφαση στην πρόληψη, την προστασία και την ετοιμότητα.

Η Οδηγία προβλέπει το σχεδιασμό ενός Κοινού Σχεδίου Διαχείρισης σε διασυννοριακές λεκάνες απορροής. Ωστόσο, για την περίπτωση Ελλάδας και Βουλγαρίας στο πλαίσιο του τρέχοντος διαχειριστικού κύκλου της Οδηγίας (2009-2015) δεν ήταν δυνατόν να επιτευχθεί αυτό καθώς η Βουλγαρία από το 2010 έχει δημοσιεύσει και υποβάλλει στην Επιτροπή τα Σχέδια Διαχείρισης των ΠΛΑΠ, στις οποίες ανήκουν οι διασυννοριακές λεκάνες με την Ελλάδα (Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των ΛΑΠ του ΥΔ Θράκης, 2017).

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται μία συνοπτική αναφορά των άρθρων της Οδηγίας Πλαίσιο.

Πίνακας 4.1: Τα άρθρα της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά

ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕΚ	
Άρθρο	Περιεχόμενο
1	Σκοπός
2	Ορισμοί
3	Συντονισμός διοικητικών ρυθμίσεων σε περιοχές λεκάνης απορροής ποταμού
4	Περιβαλλοντικοί στόχοι
5	Χαρακτηριστικά της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού, επισκόπηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και οικονομική ανάλυση της χρήσης ύδατος



6	Μητρώο προστατευόμενων περιοχών
7	Υδάτα που χρησιμοποιούνται για την άντληση πόσιμου ύδατος
8	Παρακολούθηση της κατάστασης των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων και των προστατευόμενων περιοχών
9	Ανάκτηση κόστους για υπηρεσίες ύδατος
10	Η συνδυασμένη προσέγγιση για σημειακές και διάχυτες πηγές
11	Πρόγραμμα μέτρων
12	Θέματα που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν σε επίπεδο κράτους-μέλους
13	Σχέδια Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού
14	Πληροφόρηση του κοινού και διαβουλεύσεις
15	Υποβολή εκθέσεων
16	Στρατηγικές κατά της ρύπανσης των υδάτων
17	Στρατηγικές για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων
18	Έκθεση της Επιτροπής
19	Σχέδια για μελλοντικά κοινοτικά μέτρα
20	Τεχνικές προσαρμογές της Οδηγίας
21	Κανονιστική Επιτροπή
22	Καταργήσεις και μεταβατικές διατάξεις
23	Κυρώσεις
24	Εφαρμογή
25	Έναρξη ισχύος
26	Αποδέκτες

5 ΕΚΠΟΝΗΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η λεκάνη του ποταμού Νέστου εγείρει το επιστημονικό ενδιαφέρον εδώ και πολλά χρόνια με αποτέλεσμα να έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες μελέτες και έρευνες. Το παρόν κεφάλαιο θα παρουσιάσει κάποιες από τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα.

Οι μελέτες έχουν επικεντρωθεί σε διάφορα θέματα σχετικά με τα νερά του ποταμού Νέστου, όπως για παράδειγμα μελέτες σχετικές με:

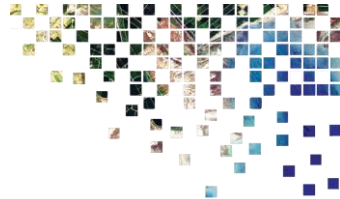
- Τη διαχείριση των υδάτων του ποταμού
- Την ποιότητα και την ποσότητα των υδάτων του ποταμού
- Τα υπόγεια ύδατα της λεκάνης του ποταμού
- Τις λιμνοθάλασσες της περιοχής
- Τη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής

Ενδεικτικά, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται διάφορες εργασίες-μελέτες που έχουν εκπονηθεί τα τελευταία χρόνια για την περιοχή της λεκάνης απορροής του Νέστου.



Πίνακας 5.1: Ενδεικτικές μελέτες που έχουν εκπονηθεί για την περιοχή της λεκάνης απορροής του Νέστου (ΙΚΕΕ)

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ
Ελληνικοί Υγρότοποι	1996	Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων	Παρουσιάζονται όλοι οι ελληνικοί υγρότοποι συμπεριλαμβανομένων και των υγροτόπων στην ΛΑΠ του Νέστου. (Λιμνοθάλασσες, Δέλτα, κ.ά.)
Ο διασυνοριακός ποταμός Νέστος και η αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτων: διασυνοριακή συνεργασία μεταξύ Ελλάδας και Βουλγαρίας	2002	Νταρακάς Ευθύμιος	Παρουσιάζεται η διασυνοριακή συνεργασία μεταξύ δύο διακρατικών θεσμών: το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και το Πανεπιστήμιο της Σόφιας (Βουλγαρία), στο πλαίσιο των προγραμμάτων Interreg. Η πρώτη συνεργαζόμενη απόπειρα ήταν η πραγματοποίηση συντονισμένου προγράμματος παρακολούθησης της ρύπανσης του ποταμού Νέστου. Το δεύτερο ήταν η προστασία και η αποκατάσταση του οικοσυστήματος μέσω της εκπαίδευσης νέων μηχανικών και τη μεταφορά εμπειριών και επιστημονικών γνώσεων στα σύνορα.
Ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων στη διακρατική λεκάνη του ποταμού Νέστου	2003	Μυλόπουλος Ι., Κολοκυθά Ε., Παπαχρήστου Ε., Νταρακάς Ε.	Η παρούσα εργασία ερευνά τη διαχείριση των υδατικών πόρων στην διακρατική υδρολογική λεκάνη του Νέστου. Αρχικά διερευνώνται θέματα που αφορούν στη χωρική και χρονική διαθεσιμότητα του νερού, στην ποιότητά του, στην ανταγωνιστικότητα των χρήσεων, στην προσφορά και στη ζήτησή του σε συνδυασμό με το υπάρχον θεσμικό καθεστώς. Επισημαίνονται τα προβλήματα που εμφανίζονται λόγω των ανταγωνιστικών χρήσεων του νερού μεταξύ των δύο χωρών. Τέλος, διατυπώνεται ένα πλαίσιο προτάσεων για ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων στη λεκάνη του Νέστου, η οποία θα πρέπει να υιοθετηθεί προκειμένου να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για να επιτευχθεί, τόσο η συνεργασία και αρμονική συνύπαρξη μεταξύ των δύο χωρών, όσο και η διατήρηση της ανάπτυξης και η προστασία του οικοσυστήματος του ποταμού.



Η Διαχείριση του διασυνοριακού ποταμού Νέστου. Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα IRON CURTAIN.	2004	Μυλόπουλος Γ., Κολοκύθα Ε., Βαγιωνά Δ.	Αναπτύχθηκε μία μεθοδολογία για την ολοκληρωμένη ανάλυση, αξιολόγηση και διαχείριση διασυνοριακών υδρολογικών λεκανών σύμφωνα με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Η πιλοτική αυτή μεθοδολογία δοκιμάστηκε σε διάφορες περιπτώσεις κατά μήκος της περιοχής μελέτης. Το βορειότερο άκρο στην περιοχή μελέτης είναι η Ελληνοβουλγαρική συνεργασία για τη μελέτη του διακρατικού ποταμού Νέστου. Η εργασία που παρουσιάστηκε αφορούσε στη μελέτη της διαχείρισης του νερού στην υδρολογική λεκάνη του Νέστου. Η μεθοδολογία LFA που παρουσιάστηκε περιελάμβανε την ανάλυση των αρμοδιοτήτων των τελικών φορέων-χρηστών, τη δημιουργία δενδρογραμμάτων προβλημάτων και στόχων για την Ελληνική περίπτωση.
Εξομάλυνση αντιθέσεων στη διαχείριση διακρατικών υδατικών πόρων με χρήση μαθηματικών μεθόδων	2006	Ελευθεριάδου Ελένη	Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η πρόταση μίας μεθοδολογίας διαχείρισης διακρατικών υδάτων μέσα στο θεσμικό και νομικό πλαίσιο όπως αυτό ορίζεται από διεθνείς οδηγίες και συμβάσεις, η οποία θα συνεισφέρει στην εξομάλυνση αντιθέσεων που συχνά προκύπτουν σε διακρατικές λεκάνες. Βασισμένη στις αρχές της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, η προτεινόμενη μεθοδολογία καλύπτει όλα τα στάδια των διακρατικών σχέσεων σχετικών με το νερό, ξεκινώντας από τη φάση των διαπραγματεύσεων, στη συνέχεια στη σύναψη της συμφωνίας για τα κοινά ύδατα και τέλος προτείνει τους μηχανισμούς που θα υποστηρίξουν την εφαρμογή της βιώσιμης διαχείρισης των διακρατικών υδάτων.
Ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων: εφαρμογή του πίνακα ισορροπημένης στοχοθεσία στη λεκάνη απορροής του Νέστου	2006	Καμπαράγκου Ελένη	Αντικείμενο της διδακτορικής διατριβής είναι η ανάπτυξη και η αξιοποίηση ενός εργαλείου σχεδιασμού και αξιολόγησης της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων, με γνώμονα τη θέσπιση στόχων διαχείρισης του νερού σε σχέση με την ευρύτερη στρατηγική στον τομέα των υδατικών πόρων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε ο Πίνακας Ισορροπημένης Στοχοθεσία(ΠΙΣ), προσαρμοσμένος στις ανάγκες και ιδιαιτερότητες της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων, με περίπτωση μελέτης της λεκάνης απορροής του ποταμού Νέστου. Ο ΠΙΣ αναδείχθηκε χρήσιμο εργαλείο για την ενσωμάτωση των αρχών και των μεθόδων, που αφορούν την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων. Επιτυγχάνεται παράλληλα 1)η θέσπιση στόχων και ο σχεδιασμός δράσεων διαχείρισης και 2)η αντικειμενική αξιολόγηση της απόδοσής τους, με ένα εργαλείο. Όσον αφορά στην περίπτωση του Νέστου, αναδείχθηκαν και αξιολογήθηκαν τα κρίσιμα σημεία βελτίωσης του νερού στην περιοχή.



Το νομοθετικό πλαίσιο και η πολιτική διαχείρισης των υδάτινων πόρων των διασυνοριακών ποταμών στην Ευρώπη: η περίπτωση του ποταμού Νέστου / Μεστά μεταξύ Ελλάδας και Βουλγαρίας	2006	Καλλιώρας Α., Πλιακάς Φ., Διαμαντής Ι.	Η εργασία αυτή περιγράφει το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο όσον αφορά τη διαχείριση των διασυνοριακών λεκανών απορροής ποταμών εντός της γεωγραφικής περιοχής της Ευρώπης. Αναλύει τις κύριες πτυχές της Ευρωπαϊκής Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά καθώς και τον σημαντικό ρόλο της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (ΟΕΕ / ΗΕ) για τη διαχείριση των διεθνών ποταμών. Τέλος, παρουσιάζει την περιπτώσιολογική μελέτη του διασυνοριακού ποταμού Μέστα/Νέστου που διέρχεται από τη Βουλγαρία και την Ελλάδα. Περιγράφει τη συνεργασία των δύο χωρών από το 1964, όταν ξεκίνησαν οι διαπραγματεύσεις, και τη σημερινή κατάσταση, ενώ η Βουλγαρία είναι υποψήφια χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και θα αναπτυχθεί ένα νέο καθεστώς συνεργασίας μεταξύ των δύο χωρών.
Μαθηματική προσομοίωση για την βιώσιμη διαχείριση έργων υδατικών πόρων σε κλίμακα λεκάνης απορροής: η περίπτωση του ποταμού Νέστου	2008	Σκουληκάρης Χαράλαμπος	Στόχος είναι η διερεύνηση της σύζευξης μαθηματικών μοντέλων υδρολογίας, υδροηλεκτρικής λειτουργίας, κλιματικής αλλαγής και οικονομικών μοντέλων, προκειμένου να προτείνει τρόπους λήψης ισορροπημένων αποφάσεων σε περιπτώσεις έργων υδατικών πόρων. Λαμβάνει δε υπόψη, τόσο τις απαιτήσεις των κριτηρίων που διέπουν ένα επενδυτικό σχέδιο, όσο και την κοινωνική ευημερία και τις ορθολογικότερες πρακτικές διαχείρισης μιας λεκάνης απορροής. Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόζεται στο μελλοντικό υδροηλεκτρικό-αρδευτικό φράγμα του Τεμένους στη λεκάνη απορροής του ποταμού Μέστα/Νέστου. Η μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη περιοχή της λεκάνης του Μέστα/Νέστου βασίστηκε στα αποτελέσματα του τοπικού κλιματικού μοντέλου CLM του Γερμανικού Ινστιτούτου Μετεωρολογίας Max Planck.
Στρατηγικές ανάπτυξης ορεινής περιοχής Νέστου Ν. Ξάνθης: ήπιες μορφές παρεμβάσεων	2008	Συμεωνίδου Παρθενόνη	Στόχος της διατριβής είναι η ανάπτυξη της περιοχής με έργα βασισμένα στις αρχές της βιώσιμης τουριστικής ανάπτυξης με σκοπό την αύξηση του τουριστικού ρεύματος και την εξασφάλιση απασχόλησης και εισοδήματος από τους κατοίκους. Με τη μέθοδο δειγματοληψίας κατά συστάδες και τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων οι επισκέπτες αξιολόγησαν τους πόλους έλξης της περιοχής, την επάρκεια των εγκαταστάσεων, τα δυνατά και αδύναμα σημεία και έκαναν προτάσεις για έργα και δράσεις που θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις τους. Για την υλοποίηση των προτάσεων αυτών επιβάλλεται και προτείνεται η εκτέλεση επιπρόσθετων έργων και δράσεων για την τουριστική ανάπτυξη.
Προσέγγιση αναψυχικής φέρουσας ικανότητας της περιοχής των εκβολών του	2009	Τσιτσώνης Αλκιβιάδης	Ο κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι μια πρώτη προσέγγιση του όρου Φέρουσα Ικανότητα (Φ. Ι.) ή Χωρητικότητα (Φ. Χ.) στην ευρύτερη



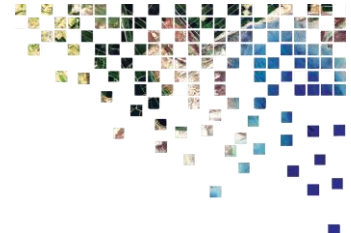
<p>Νέστου: επιλογή δεικτών ποιότητας</p>	<p>περιοχή του Παραποτάμιου Δάσους (Π. Δ.) και των εκβολών του Νέστου. Ως βασικότερο αλλά και πλέον απαραίτητο εργαλείο εκτίμησης και χειρισμού του μεγέθους της θεωρείται η ανάδειξη δεικτών ποιότητας και ποιοτικών μεταβλητών. Η διαδικασία υλοποιείται μέσα από την καταγραφή των απόψεων των επισκεπτών της περιοχής, σε συνδυασμό με τη διαμόρφωση σαφούς εικόνας για το δημογραφικό τους προφίλ και τη διερεύνηση εμφάνισης συγκεκριμένων ομάδων στο χώρο. Η ευρύτερη περιοχή θεωρείται-με βάση τη συνθήκη RAMSAR- ένας από τους 11 υδροβιότοπους διεθνούς σημασίας της χώρας μας, ενώ ταυτόχρονα έχει ενταχθεί και στα Ευρωπαϊκά Προγράμματα «Δίκτυο ΦΥΣΙΣ-2000» (NATURA), Ε.Π.ΠΕΡ.- Μέτρο 8.3 και Πρόγραμμα LIFE III-ΦΥΣΗ των συναρμοδίων Υ. ΠΕ. ΧΩ. Δ. Ε. και ΥΠ. ΓΕ.</p>
<p>Σύγκριση της οικολογικής ποιότητας με βάση τα βενθικά μακροασπόνδυλα σε όμοιους τύπους ποτάμιων συστημάτων στα ελληνικά τμήματα 2 διασυνοριακών λεκανών απορροής της Β. Ελλάδας (ποταμοί Στρυμόνας και Νέστος)</p>	<p>2010</p> <p>Πατσιά Α., Λαζαρίδου Μαρία</p> <p>Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες βενθικών μακροασπονδύλων σε 17 σταθμούς στη ΛΑΠ του ελληνικού τμήματος του Στρυμόνα τον Απρίλιο και Ιούλιο του 2008 (33 δείγματα) και σε 12 σταθμούς του ελληνικού τμήματος της ΛΑΠ του ποταμού Νέστου τον Ιούνιο και Σεπτέμβριο του 2008 (23 δείγματα), με σκοπό την εκτίμηση της οικολογικής τους ποιότητας. Η δειγματοληψία των βενθικών μακροασπονδύλων έγινε με τη μέθοδο 3 min kick/sweep και ο προσδιορισμός τους έγινε μέχρι την κατώτερη δυνατή ταξινομική ομάδα, ενώ η ποιότητα του νερού του κάθε σταθμού δειγματοληψίας προσδιορίστηκε από το ΕΣΥΑ (Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης) (Artemiadiou & Lazaridou, 2005), το οποίο κατατάσσει τη βιολογική κατάσταση των υπό έρευνα σταθμών σε πέντε κατηγορίες που ορίζει η Οδηγία 2000/60/ΕΚ. Σύμφωνα με το ΕΣΥΑ., στο σύνολό του ο ποταμός Νέστος έχει καλύτερη ποιότητα νερού από τον ποταμό Στρυμόνα (ακόμα και εξετάζοντας όμοια υδάτινα σώματα).</p>



Έλεγχος δειγματοληπτικού λάθους κατά την εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας σε επίπεδο λεκάνης απορροής: Ειδική περίπτωση μελέτης: ο ποταμός Νέστος	2010	Λαζαρίδου Μαρία, Παναγιώτου Α.	Έγιναν δειγματοληψίες σε 5 σταθμούς στη ΛΑΠ του Ελληνικού τμήματος του ποταμού Νέστου. Σκοπός της έρευνας ήταν η εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας των σταθμών αυτών και ο έλεγχος του δειγματοληπτικού λάθους μεταξύ δύο χειριστών. Οι υπό έρευνα σταθμοί καταχώθηκαν σε πέντε κατηγορίες ποιότητας όπως ορίζει η Οδηγία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η ποιότητα των υδάτων του σταθμού που βρισκόταν στον κύριο ρου του ποταμού βρέθηκε ελλιπής, σε αντίθεση με αυτή των σταθμών σε παραποτάμους που βρέθηκε πολύ καλή ή καλή. Με την ανάλυση Redundancy του προγράμματος Canoco έγινε αντιληπτό ότι στο σταθμό κατάντη ιχθυοκαλλιέργειών η ποιότητα ήταν υψηλή αλλά με περισσότερες χαμηλόβαθμες οικογένειες ως προς την ευαισθησία στη ρύπανση.
Εκτίμηση της απόθεσης ιζημάτων σε μία διασυνοριακή Μεσογειακή Λεκάνη: Το παράδειγμα του ποταμού Νέστου	2010	Ζαρρής Δ., Βλαστάρα Μ., Παναγιώτλια Δ.	Ο κύριος στόχος της εργασίας ήταν να εκτιμηθεί η αναμενόμενη απόθεση ιζημάτων του Νέστου στο ανώτατο σημείο της του ταμιευτήρα του Θησαυρού. Αυτό έγινε με την εφαρμογή της Παγκόσμιας Εξίσωσης Απώλειας Εδαφών σε ένα περιβάλλον GIS για τον προσδιορισμό της μέσης ετήσιας διάβρωσης του εδάφους σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα μέτρησης ενυδρείων (114 μετρήσεις συνολικά) που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ του 1965 και του 1983 δίπλα στο φράγμα.
Άτλας της Ιχθυοπανίδας του Νέστου - Ο διασυνοριακός ποταμός Νέστους: Επισκόπηση της υδρολογίας και του περιβάλλοντος	2010	Οικονομίδης Π., κ.ά - Συλαίος Γ., Bournaski E.	Παρουσιάζεται η ιχθυοπανίδα της περιοχής της ΛΑΠ του Νέστου, καθώς και πληροφορίες για την υδρολογία και για το περιβάλλον της περιοχής μελέτης.
Περιγραφή και προσομοίωση συμπεριφοράς πλουμίου του ποταμού Νέστου – Διερεύνηση των επιπτώσεων στα εκβολικά συστήματα	2011	Καμίδης Νικόλαος	Σκοπός της διατριβής είναι η μελέτη του πλουμίου του Ποταμού Νέστου, σε ότι αφορά τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά και η διασαφήνιση της επίδρασης του στην παράκτια ζώνη των εκβολών και στον Κόλπο Καβάλας.
Περιβαλλοντική Διαχείριση Λεκάνης Ποταμού Νέστου	2011	Μποσκίδης Ιωάννης	Παρουσιάζεται η περιβαλλοντική διαχείριση του οικοσυστήματος της λεκάνης απορροής του ποταμού Νέστου, σύμφωνα με τα δεδομένα που θέτει η Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά. Οι στόχοι που τέθηκαν ήταν: <ul style="list-style-type: none"> • Η συλλογή πληροφοριών σχετικά με το γεωλογικό, υδρογεωλογικό και μορφολογικό καθεστώς της λεκάνης του Νέστου • Η ανάπτυξη και η εφαρμογή ενός εκτεταμένου συστήματος παρακολούθησης των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών όλων των υδατικών σωμάτων (ποτάμια, λιμναία, υπόγεια, παράκτια) της περιοχής μελέτης • Η ανάλυση και η αξιολόγηση της υφιστάμενης περιβαλλοντικής



			<p>κατάστασης του ποταμού Νέστου</p> <ul style="list-style-type: none"> • Η προσομοίωση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή μελέτης, με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων προσομοίωσης.
Προσομοίωση στερεομεταφοράς σε λεκάνη απορροής κατάντη φράγματος	2015	Πασχαλίδης Γεώργιος	<p>Το αντικείμενο μελέτης της παρούσας είναι η διερεύνηση της στερεομεταφοράς στη λεκάνη απορροής του ποταμού Νέστου, στην περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Συγκεκριμένα, η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τη λεκάνη απορροής από το φράγμα της Πλατανόβρυσης, το οποίο βρίσκεται περίπου στη μέση του ρου του ποταμού εντός της ελληνικής επικράτειας, μέχρι τους Τοξότες του νομού Ξάνθης, πριν την εκβολή του ποταμού στο Θρακικό Πέλαγος. Η διερεύνηση αφορά την εκτίμηση του στερεοφορτίου στην έξοδο της περιοχής μελέτης εξαιτίας της απορροής. Χρησιμοποιήθηκαν αριθμητικά μοντέλα, εργαλεία GIS και διάφορα άλλα εργαλεία ώστε να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των υπαρχόντων δεδομένων και η μοντελοποίηση της περιοχής μελέτης.</p>
Οικονομική θεώρηση του νερού αρδευτικής χρήσης στο πλαίσιο της αειφορικής διαχείρισης: η περίπτωση της λεκάνης απορροής του Νέστου	2018	Λαζαρίδου Δήμητρα	<p>Επιχειρείται η διερεύνηση της προθυμίας ανάληψης του περιβαλλοντικού κόστους, που αφορά στην ποιοτική υποβάθμιση των υδατικών πόρων, από τους κύριους χρήστες του νερού στη λεκάνη απορροής του ποταμού Νέστου. Εφαρμόζοντας μια εκ των μεθόδων δεδηλωμένης προτίμησης εξετάστηκε και παρουσιάζεται για πρώτη φορά μια τεκμηριωμένη απάντηση στο ερώτημα για το ποια είναι η μέγιστη χρηματική συνεισφορά που οι γεωργοί είναι πρόθυμοι να πληρώσουν, αναλαμβάνοντας το περιβαλλοντικό κόστος που προκύπτει από την άσκηση της δραστηριότητάς τους. Τα ευρήματα της έρευνας δύνανται να συναποτελέσουν εργαλείο λήψης αποφάσεων, καθώς μέσα από αυτά αποτυπώνεται η προθυμία των χρηστών του νερού να συνεισφέρουν οικονομικά στην πληρωμή του προβλεπόμενου από την Οδηγία «περιβαλλοντικού τέλους». Παράλληλα, εξετάζεται ο βαθμός επίτευξης της συμμετοχικής διακυβέρνησης, η οποία προκρίνεται ως προϋπόθεση για την αποτελεσματική εφαρμογή της Οδηγίας και ένας παράγοντας επιτυχούς υλοποίησης των πολιτικών αποφάσεων. Το μεθοδολογικό πλαίσιο που προτείνεται στην παρούσα έρευνα συντίθεται από μια υβριδική μορφή της μεθόδου των Δελφών, συνδυασμένη με μια ποσοτική SWOT ανάλυση. Στο πλαίσιο κατάρτισης διαχειριστικών προτάσεων για την προστασία των υδάτων, αναζητήθηκαν πιθανές εναλλακτικές λύσεις για την εξοικονόμηση αποθεμάτων του φυσικού πόρου.</p>



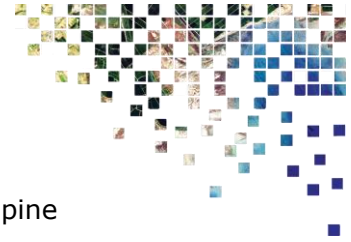
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διεθνής Βιβλιογραφία

- Borsi, S., Ferrara, G. Mercier, J. 1964. Détermination de l'âge des séries métamorphiques du Massif SerboMacedonien au Nord-est de Thessalonique (Grèce) par les méthodes Rb/Sr et K/Ar. Ann. Soc. Geol. Nord, LXXXIV, 223-225.
- Brun, J-P., Sokoutis, D. (2007). Kinematics of the Southern Rhodope Core Complex (North Greece). International Journal of Earth Sciences. 96. 1079-1099. 10.1007/s00531-007-0174-2.
- D. Papanikolaou, H. Bargathi, C. Dabovski, R. Dimitriu, A. El-Hawat, D. Ioane, H., Kranis, A. Obeidi, G. Oaie, A. Seghedi, I. Zagorchev, 2004, TRANSMED Transect VII: East European Craton – Scythian Platform – Dobrogea – Balkanides – Rhodope Massif – Hellenides – East Mediterranean – Cyrenaica. In: Cavatza, Roure, F., Spakman, W., Stampfli, G., Ziegler, P., (Eds.), The TRANSMED Atlas: the Mediterranean Region from Crust to Mantle, Springer – Verlag, Heidelberg.p. 42.
- Demek, J., 1972. Manual of detailed geomorphological mapping. Academia, Prague, 334 p
- Dikau, R., 1989. The application of digital relief model to landform analysis, Taylor and Francis, London: pp. 51 – 77.
- Dinter, D., Royden, V., 1993. Late Cenozoic extension in north-eastern Greece: Strymon valley detachment system and Rhodope metamorphic core complexes. Geology, 21, pp. 45-48.
- Dixon, J.E. Dimitriadis, S.1984. Metamorphosed ophiolitic rocks from the Serbo-Macedonian Massif, near Lake Volvi, North-East Greece. Geol. Soc. London, Sp. Publ. 17, pp. 603-618.
- Fytikas, M., Innocenti, F., Manetti, P., Peccerillo, A., Mazzuoli, R., Villari, L. (1984). Tertiary to Quaternary evolution of volcanism in the Aegean region. Geological Society, London, Special Publications. 17. 687-699. 10.1144/GSL.SP.1984.017.01.55.
- H. F. Robertson, A & Mountrakis, D. (2006). Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region. Geological Society, London, Special Publications. 260. 1-9. 10.1144/GSL.SP.2006.260.01.01.
- Harre, W., Kockel, F., Kreuzer, H., Lenz, H., Mulder, P. Walther, H.W., 1968. Über Rejuvenationen im SerboMazedonischen Massiv (Deutung radiometrischer AltersBestimmungen). (XXII int. Geol. Congress 6). Geologica et Palaentologica 2, pp. 193-194. Marburg.
- Ivanov, Z.1985. Position tectonique, structure géologique et évolution alpidique du massif des Rhodopes. Reun. Extr. Soc. Geol. France en Bulgarie, Guide, p.1-31.
- Kilias, A., Falalakis, G., Mountrakis, D., (1999). Cretaceous-Tertiary structures and kinematics of the Serbomacedonian metamorphic rocks and their relation to the exhumation of the Hellenic hinterland (Makedonia, Greece). International Journal of Earth Sciences. τόμ. LXXXVIII, σ.513-531.



- Kilias, A., Mountrakis, D. (1990). Kinematics of the crystalline sequences in the western Rhodope massif. *Geologica Rhodopica*. τόμ.II, σ.100-116.
- Kilias, A., Mountrakis, D., (1998). Tertiary extension of the Rhodope Massif associated with granite emplacement (Northern Greece). *Acta Vulcanologica*. τόμ.X αρ.2 σ.331-337.
- Kockel, F., Mollat, H., Walther, H., W., 1977. Erläuterungen zur geologischen karte der Chalkidiki und angrenzender Gebiete 1/100.000 (Nord Griechenland). Bund. Fur. Geowiss. V. Rohstoffe, 100 p., Hannover.
- Kokkinakis, A. 1978. Das intrusivgebiet des Symvolon Gebirges und von Kavalla in Ostmakedonien, Griechenland. Unpubl. Dr thesis, Munchen.
- Koutrakis E.T., Sapounidis A., Apostolou A., Vassilev M., Peglivanov L., Leontarakis P., Tsekov A., Sylaios G. & Economidis P.S., 2013, An Intergrated ichthyofaunal survey in a heavily-modified, cross-border watershed, *Journal of Biological Research Thesssaloniki*, 20:326-338.
- Kozhukharov, D., 1988. Precambrian in the Rhodope Massif. In "Precambrian Younger Fold Belts" Wiley, pp. 723-745, 762-765
- Krohe, A., Mposkos, E. (2002). Multiple generations of extensional detachments in the Rhodope Mountains (northern Greece): Evidence of episodic exhumation of high-pressure rocks. *Geological Society London Special Publications*. 204. 151-178. 10.1144/GSL.SP.2002.204.01.10.
- Liati, A. 1986. Regional metamorphism and overprinting contact metamorphism of the Rhodope zone, near Xanthi (N.Greece). *Petrology, geochemistry, geochronology*. Unpubl. Rh. D. Thesis, University of Brunschweig, p. 183
- Mantzios, I.A., 1991. Rb-Sr whole-rock geochronology of gneisses from Olympias, Chalkidiki. *Bull. Geol. Soc. Greece*, XXI, pp. 147-161.
- Mercier, J., 1968. Etude géologique des zones internes des Hellenides au Macédoine centrale (Grèce). *Ann. Geol. Pays Hellen*. 20, 1-792
- Mposkos, E., Kostopoulos, D. 2001. Diamond, former coesite and supersilic garnet in metasedimentary, rocks from the Greek Rhodope: a new ultrahighpressure metamorphic province established. *Earth and Planet Sci. Let.*, 192, 497-506.
- Papanikolaou, D., 1984. The three metamorphic belts of the Hellenides: a review and a kinematic interpretation. *Spec. Publ. Geol. Soc. London*, 17, pp. 551-561.
- Papanikolaou, D., 1988b. Precambrian in the Rhodope massif. (The southern parts of the Rhodope massif). In: "Precambrian in Younger Fold Belts", Zoubek et al. (ed.) Willey and Sons Ltd, pp.765-788.
- Papanikolaou, D., 1989a. Are the Medial Crystalline Massifs of the Eastern Mediterranean drifted Gondwanan fragments? *Geol. Soc. Greece, Spec. Publ.*, 1, pp. 63-90.
- Papanikolaou, D., 1997. The tectonostratigraphic terranes of the Hellenides. *Ann. Geol. Soc. Hellen.*, 37, pp. 495-514.
- Papanikolaou, D., Panagopoulos, A., 1981. On the structural style of Southern Rhodope. *Geol. Balc.*, 11.3, pp. 13- 22.



- Papanikolaou, D., Sassi, F., P., Skarpelis, N., 1982, Outlines of the Pre- Alpine Metamorphisms in Greece. In : Sassi & Varga (Ed.), IGCP Project No 5, Newsletter, 4, 56-62, and Ann. Geol. Pays Hellen., 31/1, 16-31.
- Papanikolaou, D., Stojanov, R., 1983. Geological Correlation between the Greek and the Yugoslave part of the Pelagonian Metamorphic Belt. In Sassi F.P. (Ed.): IGCP No 5, Newsletter, 5, pp. 146-152.
- Papanikolaou, Dimitrios. (2009). Timing of tectonic emplacement of the ophiolites and terrane paleogeography in the Hellenides. Lithos. 108. 262-280. 10.1016/j.lithos.2008.08.003.
- Psilovikos, A., 1986. Contribution to the Geomorphology of the South-West part of the Rhodope Massif, Geolog. Balk, 44: 55-87.
- Psilovikos, A, Vavliakis, E., 1989. Contribution to the evolution of the river' Nestos valley in the Greek territory. Geographica Rhodopica, Sofia. 1: 26-33.
- Sengör, A.M.C., 1984a. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia. Geol. Soc. Amer. Sp. Papers, 195, 74p.
- Soldatos, I. Christofides, G. 1986. Rb-Sr geochronology and origin of the Elatia pluton, Central Rhodope, North Greece. Geol. Balcanica, 16, 15-23
- Strahler, A. N., 1952, Hypsometric (are - altitude) analysis of erosional topography, Bulletin Geological Society of America Bulletin, 63: pp. 1117- 1142.
- Strahler, A. N., 1957, Quantitative analysis of watershed geomorphology, Trans. Am. Geo phys. Union, 38: pp. 913 – 920.
- Strahler, A. N., 1964, Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and channel Networks, In: Chow, V. T., (Ed.) Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, Section 14, 54 p
- Wawrzenitz, N., Krohe, A., 1998. Exhumation and doming of the Thassos metamorphic core complex (S. Rhodope, Greece); structural and geomorphological constraints. Tectonophysics, 285, 301-332.
- Wawrzenitz, N., Mposkos, E., 1997 First evidence for lower Cretaceous HP/LT- metamorphism in NE Greece. Eur. J. Mineral., 9, 659-664.
- Zagorchev, Ivan. (2002). Neogene fluviolacustrine systems in the Northern Peri-Aegean region. Geol. Balcanica. 32.
- Zervas, S. 1980. Age determination by the 7Rb-87Sr method of some pigmatites in the area of Lagada (Macedonia, Greece). Ann. Geol. Pays Hellen. 30/1, 143-153.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αλμπανάκης Κ., 2008, Υπηρετήσεις μεταβολές της θερμοκρασίας των νερών στο ποταμολιμναίο σύστημα του Νέστου, Πρακτικά 3ης συνάντησης γεωμορφολόγων, 24-25 Οκτωβρίου, Αθήνα
- Γκανούλης Ι., 2005, Διαχείριση διεθνών υδάτων η περίπτωση των Βαλκανίων, 6-12, Εισήγηση Συνεδρίου: HELECO 2005, 5η διεθνής έκθεση και συνέδριο για την τεχνολογία περιβάλλοντος: "Η διαχείριση των υδατικών στην Ελλάδα σήμερα. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο: http://library.tee.gr/digital/techr/2006/techr_2006_1_heleco.pdf



ΔΕΗ, 1994 Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την Ευρύτερη περιοχή της Ελληνικής Λεκάνης του Ποταμού Νέστου, Τόμος Α

ΔΕΗ, 2018, Υδροηλεκτρικά Έργα - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο: <https://www.dei.gr/el/i-dei/perivallon/perivallontiki-stratigiki/ananeuwsimes-piges-energeias>

Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013, Σχέδιο Διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας

Ελευθεριάδου Ε., 2006, Εξομάλυνση αντιθέσεων στη διαχείριση διακρατικών πόρων με χρήση μαθηματικών μεθόδων: εφαρμογή στη λεκάνη του Νέστου, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2018, Απογραφές πληθυσμού 1991, 2001, 2011 - <http://www.statistics.gr/>

Ευρωπαϊκή Ένωση, 2000, Κοινοτική Οδηγία 2000/60 για τη θέσπιση του πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα πολιτικής των υδάτων

ΙΓΜΕ. Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Διεύθυνση Γεωθερμίας και Θερμομεταλλικών Υδάτων. 2007. Τα Γεωθερμικά Πεδία της Χώρας (Χαρακτηρισμός σύμφωνα με ν. 3175/2003), σ. 35, Αθήνα.

ΙΓΜΕ. Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Διεύθυνση Γεωθερμίας και Θερμομεταλλικών Υδάτων. 2007. Τα Γεωθερμικά Πεδία της Χώρας (Χαρακτηρισμός σύμφωνα με ν. 3175/2003), σ. 35, Αθήνα.

ΙΚΕΕ-Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης - Βιβλιοθήκη, 2018, <https://ikee.lib.auth.gr/>

Καμίδης Ν., 2011, Περιγραφή και προσομοίωση πλουμίου του ποταμού Νέστου - Διερεύνηση των επιπτώσεων στα εκβολικά συστήματα, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνική Σχολή Ξάνθης

Καμπράγκου Ε., 2006, Ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων. Εφαρμογή του πίνακα ισορροπημένης στοχοθεσίας στη λεκάνη απορροής του Νέστου, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

Καραχασάν Χ., 2013, Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Διηλυστηρίου στην περιοχή Ξάνθης, ΤΕΙ Καβάλας

Καταγραφή και επεξεργασία χωροταξικών και οικιστικών χαρακτηριστικών Ν. Καβάλας, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος

Κατηρτζίδου Μ., 2018, Διαχείριση Υδατικών Πόρων υπό Συνθήκες Κλιματικής Αλλαγής με τη Χρήση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ.

Κοντογιαννίδης Κ., 1997, Τα Νεστοχώρια της Ξάνθης εκδόσεις Ρήσος, Αθήνα

Μουντράκης, Δ., 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, σ. 207.

Μπαλαφούτης Χ. Μαχαίρας Π., Μαθήματα Γενικής Κλιματολογίας Εκδόσεις Γιαχούδη Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, 1983



ΠΑΜΘ, 2008, Υπηρεσίες Προγράμματος παρακολούθησης επιφανειακών & υπόγειων υδάτων λεκάνης απορροής Νέστου, Διεύθυνση Υδάτων, Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης

Παναγιωτίδης Ι., 2011, Αγαθοκλημάνια Διαθέσιμο: <https://natureguide.gr/>

Παπανικολάου, Δ., 2015. Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα, σ.443.

Παρχαρίδης, Ι, 2015. Αρχές δορυφορικής τηλεπισκόπησης, Εκδόσεις Κάλλιπος, σ.185

Πασχαλίδης Γ., 2015, Προσομοίωση στερεομεταφοράς σε Λεκάνη Απορροής κατάντη φράγματος, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

Πρόγραμμα Οριοθέτησης Υδροβιότων Σύμβασης RAMSAR, 1986, Υδροβιότοπος: Δέλτα Έβρου, Υ.Πε.Χω.Δ.Ε., Αθήνα

Σκουληκάρης Χ., 2008, Μαθηματική προσομοίωση για τη βιώσιμη διαχείριση έργων υδατικών πόρων σε κλίμακα λεκάνης απορροής. Η περίπτωση του ποταμού Νέστου, Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ.

Σούλιος, Γ., Χ., 2016. Γενική υδρογεωλογία - Αποθέματα και διαχείριση του υπογείου νερού. Αφοί Κυριακίδη Εκδόσεις Α.Ε. Θεσσαλονίκη, σ. 256.

Συμεωνίδου Π., 2008, Στρατηγικές Ανάπτυξης ορεινής περιοχής Νέστου νομού Ξάνθης: Ήπιες μορφές παρεμβάσεων, Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ.

Σχέδιο Δράσης Αειφορικής Ενέργειας Δήμου Δράμας, 2013

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Διεύθυνση Σχεδιασμού Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Αξιοποίησης Εδαφοϋδατικών Πόρων & Υποδομών. 2012. «Έλεγχος Χημικής Ποιότητας Αρδευτικών Υδάτων (Επιφανειακών και Υπόγειων) σε Κλίμακα Λεκανών Απορροής Μακεδονίας – Θράκης και Θεσσαλίας. Αποτελέσματα Λεκάνης Νέστου - Υδρογεωλογικά Στοιχεία. Αθήνα.

Φλόκας Α., Μαθήματα μετεωρολογίας και κλιματολογίας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1997

Ψιλοβίκος, Α., 2010. Ιζηματολογία. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σ.358.

Ψιλοβίκος, Α., Στάικος, Π., Βουβαλίδης, Κ., Τεταρτογενείς Αναβαθμίδες του Ποταμού Νέστου στο βύθισμα Παρανεστίου – Σταυρούπολης 5ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

Ψιλοβίκος. Α., (1990). Η επίδραση της Νεοτεκτονικής στη διαμόρφωση των υδρογραφικών δικτύων της νοτιοδυτικής Ροδόπης. Bull. Geol. Soc. Greece, Vol. XXII, pp. 171-182, Athens