



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



ΡΕΪЗОΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ
ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΤΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙ
ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΣΕ ΑΥΤΕΣ ΚΑΤΑ
ΤΟΝ 20^Ο ΑΙΩΝΑ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



ΡΕΪЗОΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ
ΛΕΚΑΝΕΣ ΤΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΤΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙ
ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΣΕ ΑΥΤΕΣ ΚΑΤΑ
ΤΟΝ 20ο ΑΙΩΝΑ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Υπό την επίβλεψη του:

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΒΟΥΒΑΛΙΔΗ, Επίκουρου Καθηγητή

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	5
1.1 Γεωγραφικά στοιχεία	6
1.2 Γεωλογικά στοιχεία.....	10
1.3 Ιστορικά στοιχεία.....	13
1.4 Ανθρώπινες επεμβάσεις	14
1.5 Ενδιατήματα.....	15
2. Υλικά και μέθοδοι.....	16
2.1 Χαρτογραφικά δεδομένα	16
2.1.1 Τοπογραφικοί χάρτες της Αυστροουγγρικής χαρτογράφησης	16
2.1.2 Τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.)	17
2.1.3 Δορυφορικές εικόνες	17
2.2 Χαρτογραφική ανάλυση και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γ.Σ.Π.(G.I.S.)	18
2.2.1 Γεωαναφορά και διορθώσεις των χαρτών της Αυστροουγγρικής χαρτογράφησης	18
2.2.2 Ψηφιοποίηση, ανάλυση και μετρήσεις σύγχρονων δεδομένων από χάρτες της Γ.Υ.Σ. και δορυφορικές εικόνες.....	22
2.2.3 Τρόπος σύγκρισης σύγχρονων και παλαιότερων δεδομένων	26
2.3. Ανάλυση μορφολογικού ανάγλυφου	27
2.3.1 Ταξινόμηση ανάγλυφου.....	27
2.3.2 Κλίση αναγλύφου	30
3. Αποτελέσματα.....	33
4. Συμπεράσματα	48
5. Βιβλιογραφία.....	49

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Διπλωματική Εργασία» του Η' εξαμήνου του 4^{ου} έτους του Γεωλογικού Τμήματος της Σχολής Θετικών Επιστημών του Α.Π.Θ.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Βουβαλίδη Κωνσταντίνο, για την ανάθεση του θέματος καθώς και για την ουσιαστική επιστημονική καθοδήγηση του.

Επίσης, οφείλω να ευχαριστήσω τους υποψήφιους διδάκτορες του Τμήματος Γεωλογίας Παράσχου Θεόδωρο, Πεχλιβανίδου Σοφία και Βαξεβανόπουλο Μάρκο, καθώς επίσης και τον μεταπτυχιακό φοιτητή Γιδιώτη Γεώργιο για την επίλυση πολλών αποριών μου.

1. Εισαγωγή

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι διττός. Από την μία μεριά να ελεγχθούν και να αξιολογηθούν τα χαρτογραφικά δεδομένα που προέκυψαν από την 3^η Αυστροουγγρική χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα στην περιοχή της κεντρικής Μακεδονίας. Από την άλλη, να μελετηθούν οι μεταβολές των κύριων γεωγραφικών στοιχείων (ποταμών, λιμνών) της περιοχής καθώς επίσης και οι επιπτώσεις των μεταβολών αυτών στους υγρότοπους που καλύπτουν την περιοχή.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν χαρτογραφικά δεδομένα της 3^{ης} Αυστροουγγρικής χαρτογράφησης, συγκεκριμένα το φύλλο Βοδένα (Vodena, Έδεσσα) του 1904 και κλίμακας 1:200000. Επίσης, δύο φύλλα από τους τοπογραφικούς χάρτες της Γ.Υ.Σ. (Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού) των οποίων η προβολή είχε μετατραπεί σε ΕΓΣΑ,87. Τέλος, σύγχρονες δορυφορικές εικόνες LANDSAT, λήψης 2004. Από τα παραπάνω χαρτογραφικά δεδομένα εξήχθησαν τα γεωγραφικά στοιχεία, σε διανυσματική μορφή, ώστε η σύγκριση τους να είναι ευκολότερη σε περιβάλλον Γ.Σ.Π. (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών).

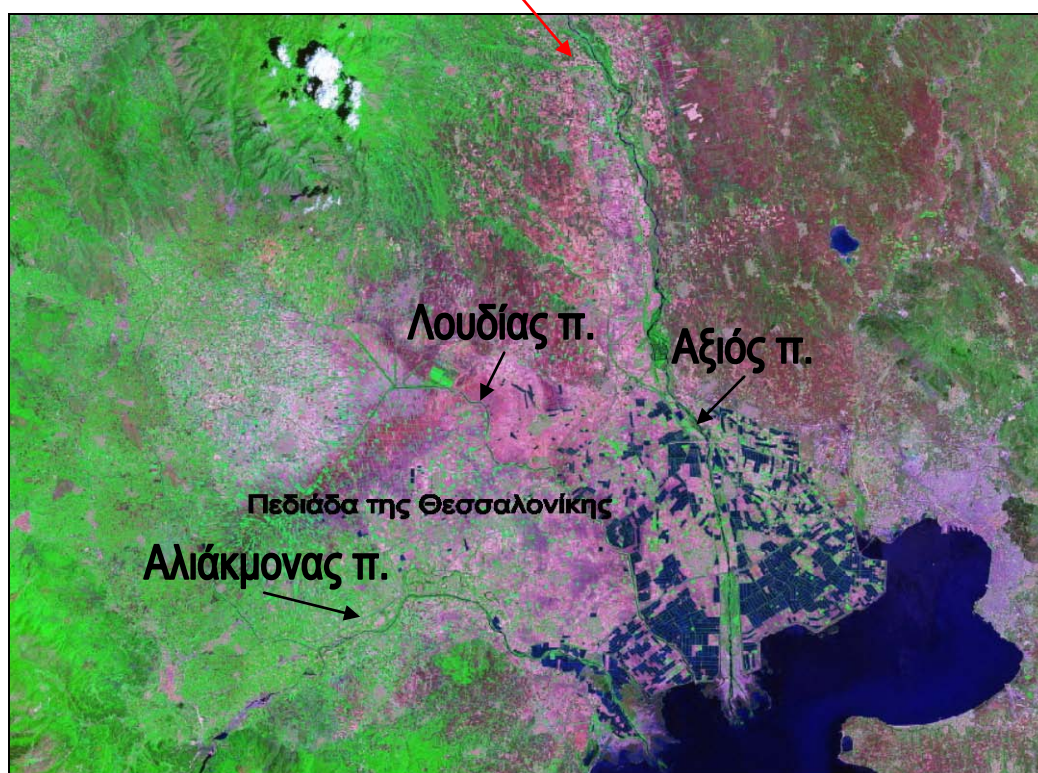
Τελικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων και συγκρίσεων έδειξαν ότι οι χάρτες της Αυστροουγγρικής χαρτογράφησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μία χαρτογράφηση μεγάλης κλίμακας. Από τη σύγκριση των γεωγραφικών στοιχείων φάνηκε ότι το μεγαλύτερο μέρος του υγρότοπου που δέσποζε στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης στις αρχές του 20^{ου} αιώνα έχει εξαφανιστεί, ενώ η ροή των μεγάλων ποταμών της περιοχής (Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα) έχει αλλάξει.

1.1 Γεωγραφικά στοιχεία

Η πεδιάδα της Θεσσαλονίκης (σχήμα 1), η οποία λέγεται και πεδιάδα της Κεντρικής Μακεδονίας, σχηματίστηκε από τις προσχώσεις των ποταμών Γαλλικού, Λουδία, Αξιού, Αλιάκμονα και από την αποξήρανση της λίμνης των Γιαννιτσών.



Σχήμα 1: Η περιοχή μελέτης (πεδιάδα της Θεσσαλονίκης).



Λόγω των ποταμών που την διασχίζουν, σχηματίζεται το μεγαλύτερο σε έκταση δελταϊκό οικοσύστημα της Ελλάδας. Στον παρακάτω πίνακα (1), αναγράφονται οι νόμοι που περιλαμβάνονται στην περιοχή μελέτης και από πόσους δήμους αποτελούνται (σχήμα 2), ενώ παρακάτω αναφέρονται γεωμορφολογικά στοιχεία των νομών αυτών.

Πίνακας 1: Οι νομοί που περιλαμβάνονται στην περιοχή μελέτης.

<i>ΝΟΜΟΙ</i>	<i>ΔΗΜΟΙ</i>
Ν. Θεσσαλονίκης	45
Ν. Πιερίας	13
Ν. Ημαθίας	12
Ν. Κιλκίς	12
Ν. Πέλλας	11



Σχήμα 2: Οι 5 νομοί που περιλαμβάνονται στην περιοχή μελέτης.

Το έδαφος του Ν. Θεσσαλονίκης είναι κατά τα 2/3 πεδινό. Πιο συγκεκριμένα η κατανομή του κατά κατηγορίες έχει ως εξής: 62% πεδινό, 20% ημιορεινό και 18% ορεινό. Το μεγαλύτερο μέρος δηλαδή είναι πεδινό και αποτελείται κυρίως από την πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, που είναι πολύ εύφορη και έχει άφθονα νερά (<http://www.geocities.com>). Ο Ν. Θεσσαλονίκης βρέχεται σε δύο σημεία από τη θάλασσα, στα ΝΔ και στα Α. Στα ΝΔ οι ακτές φτάνουν μέχρι τον κόλπο της

Θεσσαλονίκης και τον Θερμαϊκό κόλπο, ενώ στα Α μέχρι τον Στρυμονικό κόλπο. Το κλίμα του Ν. Θεσσαλονίκης είναι υγρό, με πολύ θερμό καλοκαίρι και πολύ ψυχρό χειμώνα.

Το έδαφος του νομού Πιερίας έχει δύο σαφώς διακρινόμενα τμήματα: το ορεινό, στα νότια, στα δυτικά και στα βορειοδυτικά, και το πεδινό στα ανατολικά ως τη θάλασσα. Το υδρογραφικό δίκτυο του νομού είναι πλουσιότατο, αποτελούμενο από πολλά αλλά μικρά ποτάμια, κάποτε, και με τη μορφή χειμάρρων που κατεβαίνουν από τα γύρω βουνά. Το κλίμα της πεδινής περιοχής του νομού, με την ευνοϊκή επίδραση της θάλασσας από ανατολικά και την προστασία του ορεινού τείχους από την άλλη πλευρά, είναι σχετικά ήπιο.

Στο νομό Ημαθίας, το ανάγλυφο είναι το μισό ορεινό και το μισό πεδινό. Το πεδινό τμήμα του αποτελεί συνέχεια (προς τα δυτικά) της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης και (προς τα νότια) της πεδιάδας των Γιαννιτσών. Το κλίμα του νομού Ημαθίας είναι ηπειρωτικό, εκτός από ελάχιστα παράκτια τμήματα.

Ο νομός Κιλκίς συνορεύει βόρεια με τη F.Y.R.O.M., ανατολικά με το νομό Σερρών, δυτικά με τον νομό Πέλλας και νότια με το νομό Θεσσαλονίκης. Το μορφολογικό ανάγλυφο του νομού διαμορφώνεται από τους ορεινούς όγκους του που ανυψώνονται στο ανατολικό και δυτικό τμήμα του. Στα δυτικά υψώνεται η οροσειρά του Πάικου, του οποίου οι ψηλότερες κορυφές καθορίζουν τα όρια του νομού Κιλκίς με τον νομό Πέλλας. Μεταξύ των ορεινών όγκων που υπάρχουν στα ανατολικά και δυτικά του νομού, απλώνεται η μεγάλη προσχωσιγενής πεδιάδα του Κιλκίς, η οποία αποτελεί το βόρειο τμήμα της μεγάλης πεδιάδας της κεντρικής Μακεδονίας. Το κλίμα του νομού Κιλκίς είναι ηπιότερο στα νότια (εκεί που συνορεύει με τον νομό Θεσσαλονίκης). Προς τα βόρεια γίνεται δριμύτερο και έχει τα χαρακτηριστικά του ηπειρωτικού, ιδιαίτερα στις ορεινές περιοχές. Εκεί το χιόνι αποτελεί συχνό φαινόμενο, το ύψος των βροχοπτώσεων είναι μεγάλο και επικρατούν οι βόρειοι άνεμοι.

Τέλος, στο Ν. Πέλλας το μεγαλύτερο μέρος είναι πεδινό. Περιβάλλεται όμως και από μεγάλους ορεινούς όγκους. Το κλίμα του Νομού είναι ηπειρωτικό με μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος μεταξύ χειμώνα και θέρους και έλλειψη βροχοπτώσεων κατά τη θερμή περίοδο.

Πιο συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στους ποταμούς που διασχίζουν αυτούς τους νομούς:

Ο Αξιός ποταμός έχει συνολικό μήκος 320 χλμ., από τα οποία 76 χλμ. είναι σε ελληνικό έδαφος. Πηγάζει από την Π.Γ.Δ.Μ., ρέει ΝΝΑ, εισέρχεται στην Ελλάδα από το Ν. Κιλκίς και εκρέει στο Θερμαϊκό κόλπο. Στη λεκάνη απορροής του περιλαμβάνονται ολόκληρη η Π.Γ.Δ.Μ., μικρό μέρος της δυτικής Βουλγαρίας, μικρό μέρος της Ομοσπονδιακής Δημοκρατίας της Γιουγκοσλαβίας και στην Ελλάδα οι νομοί Φλώρινας, Κιλκίς, Πέλλας και Θεσσαλονίκης. Το 95% της λεκάνης απορροής του βρίσκεται στην Π.Γ.Δ.Μ.. Η εκροή και η απόθεση ιζημάτων του Αξιού ποταμού είναι πολύ σημαντική, σύμφωνα με το Θεριανό (1974, από Αλμπανάκη, 1985) η μέγιστη μεταφορά στερεού φορτίου συμβαίνει το Μάρτιο, δηλαδή τρεις μήνες μετά την μέγιστη κατακρήμνιση και μετά το λιώσιμο των πάγων. Κατά την διάρκεια της περιόδου «αιχμής», η μηνιαία εκροή ξεπερνά τα $270 \text{ m}^3 / \text{sec}$. (η ελάχιστη εκροή αντιστοιχεί στα $49 \text{ m}^3 / \text{sec}$).

Ο Λουδίας ποταμός έχει μήκος 60 χλμ. πηγάζει από την Κρύα Βρύση, το υ Ν. Πέλλας με κατεύθυνση τον Θερμαϊκό κόλπο. Σήμερα δεν είναι πια ένα φυσικό ποτάμι αλλά ένα αποσραγγιστικό κανάλι που σκοπό έχει να μεταφέρει τα νερά από το αποστραγγιστικό δίκτυο της πρώην Λίμνης Γιαννιτσών στον Θερμαϊκό κόλπο. Αποτελεί -μέχρι τις εκβολές του στον Θερμαϊκό- το σύνορο των νομών Ημαθίας και Θεσσαλονίκης.

Ο Αλιάκμονας ποταμός είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός της χώρας μας και διατρέχει μία διαδρομή περίπου 350 χλμ. από τις πηγές του στον Γράμμο και το Βόϊο ως την εκβολή του στον Θερμαϊκό, έχοντας εμπλουτιστεί στην πορεία του από πολλούς μικρούς παραπόταμους στο τμήμα του που βρίσκεται μεταξύ Βέρμιου και Πιερίων και υπόγεια νερά. Η μηνιαία εκροή του Αλιάκμονα είναι $137 \text{ m}^3 / \text{sec}$ και υπάρχει και σταδιακή ελάττωση μέχρι τον μήνα Αύγουστο που είναι και ο μήνας με την ελάχιστη παροχή ($21 \text{ m}^3 / \text{sec}$) (Θεριανός, 1974, από Αλμπανάκη, 1985). Η ροή του ρυθμίζεται από την τεχνητή λίμνη που δημιουργείται από ρυθμιστικό φράγμα το οποίο δέχεται τα νερά από τρία υδροηλεκτρικά φράγματα που βρίσκονται ανάντη: φράγμα Πολυφύτου (1974), Σφηκιάς (1975) και Ασωμάτων (1985). Στον Αλιάκμονα, επίσης, εκβάλλει και η Τάφρος 66 μήκους 35 χλμ. Η τάφρος 66 σχεδιάστηκε για να

δέχεται μέρος από τα νερά που προέρχονται από το αποστραγγιστικό δίκτυο της πρώην λίμνης Γιαννιτσών.

Η λίμνη Γιαννιτσών ως το 1933 είχε μεγάλη έκταση λόγω της τροφοδότησης της από τους ποταμούς Μογλενίτσα (Ανω Λουδία), Βόδα (Εδεσσαίο), Αραπίτσα, Τριπόταμο καθώς και μικρότερα ρέματα του Πάικου. Το υψόμετρό της ήταν 5 μ., ενώ κυρίως έκτασή της έφθανε τα 10.000 στρέμματα. Το υπόλοιπο της λίμνης (340.000 στρέμματα) αποτελείτο από ελώδη τέλματα. Σε πολλά σημεία της ήταν αβαθής. Το 1933 ξεκίνησαν τα έργα αποξήρανσης στο πλαίσιο των γενικότερων εγχειριστικών έργων στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης. Μετά την οριστική της πλέον αποξήρανση διανεμήθηκαν στους ακτήμονες, κυρίως από την Μικρά Ασία, 288.750 στρέμματα εύφορης γης.

1.2 Γεωλογικά στοιχεία

Η περιοχή μελέτης, σύμφωνα με Μουντράκη, 1985, ανήκει γεωλογικά στην **ζώνη Αξιού**, η οποία πήρε το όνομα της από τον ποταμό της κεντρικής Μακεδονίας, τον Αξιό ποταμό. Αναφέρεται και ως ζώνη Vardar (από την ονομασία του ποταμού στα σλαβικά)

Η **ζώνη Αξιού** έχει διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Ξεκινάει από την περιοχή των Σκοπίων, διασχίζει τον Θερμαϊκό κόλπο και τα νησιά των Βορείων Σποράδων και στη συνέχεια στρέφεται ανατολικά προς την Μ. Ασία. Βασικό γνώρισμα της ζώνης Αξιού είναι οι οφιολίθοι που υπάρχουν σε αυτή καθώς η συγκεκριμένη ζώνη αποτελεί την *εσωτερική οφιολιθική λωρίδα* του ελληνικού χώρου (ΙΡΟ). Πάνω σε αυτό στηρίχτηκε η άποψη πως η ζώνη Αξιού αποτέλεσε τμήμα του ωκεανού της Τηθύος στον ελληνικό χώρο. Φυσικά μαζί με τους οφιολίθους συναντάμε και τα συνωδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας (μεσοζωικό). Η ζώνη Αξιού χωρίζεται σε τρεις ενότητες, από ανατολικά προς τα δυτικά: **ενότητα Παιονίας**, **ενότητα Πάικου** και **ενότητα Αλμωπίας**. Παλαιογεωγραφικά η ενότητα του Πάικου ήταν ένα ύβωμα μεταξύ των αυλακών-βαθιών θαλασσών της ενότητας Παιονίας και της ενότητας Αλμωπίας.

Το βασικό κριτήριο (όχι βέβαια το μοναδικό) για αυτήν την διάκριση είναι η ύπαρξη μιας παχιάς νηριτικής ασβεστολιθικής σειράς στην ενότητα Πάικου εν αντίθεση με τα αργιλικά-κερατολικά ιζήματα (ιζηματογένεση βαθιάς θάλασσας) που απαντούν στις ενότητες Παιονίας και Αλμωπίας.

Η γεωλογία των ζωνών (συνοπτικά) είναι :

- Στην ζώνη Παιονίας: συναντούμε διάφορα πετρώματα όπως σχιστόλιθους, πηλίτες, ψαμμίτες, δολερίτες, ασβεστόλιθους, μάρμαρα, κροκαλοπαγή κ.α. Επίσης τεκτονικά η ενότητα Παιονίας χαρακτηρίζεται από λεπιοειδή (λέπια) τεκτονική του τριτογενούς. Μάλιστα τα δεν είναι όλα τα λέπια εμφανή καθώς πολλά από αυτά καλύπτονται από τεταρτογενή ιζήματα.
- Στην ζώνη Πάικου: χαρακτηρίζεται από μεταμορφωμένα πετρώματα και ρήγματα με διευθύνσεις ΒΔ και ΒΑ.
- Στην ζώνη Αλμωπίας: υπάρχουν οφιόλιθοι και ιζήματα βαθιάς θάλασσας, από άνω κρητιδικά επικλυσιογενή ιζήματα καθώς και από μεταμορφωμένα προ-οφιολιθικά πετρώματα. Η επαφή της ζώνης της Αλμωπίας με αυτήν του Πάικου είναι τεκτονική με ανάστροφα ρήγματα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης, και επίσης εφίππεύει (η ζώνη Αλμωπίας) προς τα δυτικά την Πελαγονική ζώνη.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής που μελετάμε (σχήμα 3).

1.3 Ιστορικά στοιχεία

Σύμφωνα με το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (Ε.Κ.Β.Υ.), στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, η φυσιογνωμία της περιοχής την οποία μελετάμε ήταν διαφορετική. Την κεντρική Μακεδονία καταλάμβανε η λίμνη των Γιαννιτσών (η οποία αργότερα ονομάστηκε και λίμνη του Λουδία), με πολλά έλη και βλάστηση. Η εκβολή του Αξιού βρισκόταν στα νότια του Καλοχωρίου (δυτικά της Θεσσαλονίκης), απειλώντας με αποκοπή τη θαλάσσια πρόσβαση στο λιμάνι λόγω της συνεχούς απόθεσης φερτών υλικών στον Θερμαϊκό. Η εκβολή του Αλιάκμονα βρίσκονταν στα βόρεια της Μεθώνης (δηλαδή στις βόρειες ακτές του νομού Πιερίας).

Κάποιες ενέργειες που έγιναν μετά την Μικρασιατική καταστροφή είχε ως αποτέλεσμα η φυσιογνωμία της περιοχής να αλλάξει. Πιο συγκεκριμένα, άρχισαν τα εγγειοβελτικά έργα στην περιοχή, στην δεκαετία του 30' και συνεχίστηκαν και μετά τον β' παγκόσμιο πόλεμο λόγω της μεγάλης προέλευσης προσφύγων και την ανάγκη που είχαν για γεωργικής γης είχε ως αποτέλεσμα να οδηγήσει στην αποξήρανση των ελών. Η λίμνη των Γιαννιτσών και τα έλη του Λουδία αποξηράνθηκαν λόγω της γεωργίας. Έτσι ο Λουδίας μετατράπηκε σε τάφρο και κατεύθυνε τα νερά του στραγγιστικού δικτύου της λίμνης στον κόλπο του Θερμαϊκού. Η κοίτη του Αξιού ποταμού μετατοπίστηκε με τεχνικά έργα στα δυτικά της παλιάς, λόγω κίνδυνου πρόσχωσης του λιμανιού της Θεσσαλονίκης, έτσι το 1934 η κοίτη ευθυγραμμίστηκε και κατασκευάστηκαν κατά μήκος της αντιπλημμυρικά αναχώματα. Επίσης, κατά την περίοδο αυτή, εκτροπές και αντιπλημμυρικά έργα έγιναν και σε διάφορα σημεία στον Αλιάκμονα, ο οποίος με την ολοκλήρωση των έργων δέχτηκε τα νερά των χειμάρρων από την λίμνη των Γιαννιτσών.

Εξαιτίας όλων των παραπάνω και φυσικά λόγω των υλικών που εναποθέτουν οι ποταμοί αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία των δέλτα των ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα και τις εκβολές του Λουδία έτσι όπως τα γνωρίζουμε σήμερα.

1.4 Ανθρώπινες επεμβάσεις

Σημαντικός παράγοντας στις μορφολογικές μεταβολές της περιοχής μελέτης είναι η επέμβαση που γίνεται από τον άνθρωπο.

Πολλές φορές πραγματοποιούνται αμμοληψίες κατά μήκος του ποταμού και μεγάλης έκτασης έργα, τα οποία έρχονται να διαμορφώσουν το φυσικό τοπίο για να εξυπηρετήσουν τις ανθρώπινες ανάγκες. Επίσης, κατασκευάζονται φράγματα, τα οποία περιορίζουν το νερό και έχουν ως αποτέλεσμα την δημιουργία τεχνητών λιμνών. Έργα, που αποτρέπουν τις πλημμύρες, κρατούν το νερό ώστε να χρησιμοποιηθεί για άρδευση σε χρονική περίοδο που τα νερά είναι λιγοστά ακόμη και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Εκτός από τα παραπάνω, συχνά η ανθρώπινη παρουσία αποτελεί απειλή για τους ελληνικούς υγρότοπους εξαιτίας των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων καθώς και των γεωργικών απορροών, τα οποία οδηγούν στην υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων. Τέλος, αρνητική επίδραση έχουν και οι παράνομες αντλήσεις υδάτων, η παράνομη και αυθαίρετη δόμηση, οι αποξηράνσεις υγροτοπικών εκτάσεων και η συρρίκνωση της γεωργίας.

1.5 Ενδιαιτήματα

Η κεντρική Μακεδονία είναι ένας παράκτιος υγρότοπος με μικρές λιμνοθάλασσες, αλίπεδα, και αλλουβιακά δάση. Αναμφίβολα αποτελεί έναν σύνολο από υγρότοπους που έχουν μεγάλη αξία. Πολλά πτηνά χρησιμοποιούν τις κοίτες των ποταμών (Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα) ως καταφύγιο ή ενδιαίτημα αναπαραγωγής. Συναντάμε πολλά είδη πτηνών μερικά από τα οποία είναι απειλούμενα παγκοσμίως προς εξαφάνιση.

Το καθεστώς προστασίας που χρησιμοποιείται διεθνώς είναι:

23.810 στρ. αποτελούν «Καταφύγιο Άγριας Ζωής» (Στεργίου-Αλιάκμονα/Αιγινίου).

12.000 στρ. αποτελούν «Καταφύγιο Άγριας Ζωής» (Δέλτα Αλιάκμονα/Κλειδιού).

21.500 στρ. αποτελούν «Καταφύγιο Άγριας Ζωής» (Δέλτα Αξιού-Χαλάστρας).

Μέρος της Σημαντικής Περιοχής για τα Πουλιά επικαλύπτεται με Περιοχή Προστασίας της Φύσης.

118.080 στρ. αποτελούν περιοχή «Ramsar» (Δέλτα Αξιού, Αλιάκμονα και Αλιάκμονας-Αλυκή Κίτρους).

278.000 στρ. της περιοχής καλύπτονται από τη Ζώνη Ειδικής Προστασίας δέλτα Αξιού- Λουδία- Αλιάκμονα- Αλυκή Κίτρους (GR1220010).

Όπως γίνεται κατανοητό η αξία αυτών των υγροτόπων είναι μοναδική για τον άνθρωπο. Και οι αλλαγές που γίνονται, φυσικές ή τεχνικές, είτε στην κοίτη είτε στο διάδρομο που περικλείει την κοίτη, είτε στην λεκάνη απορροής μπορούν να αλλάξουν την ζωή (Jeffries and Mills, 1990). Για αυτό το σκοπό στη παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια να εντοπιστούν ποσοτικές και ποιοτικές μεταβολές των υγροτόπων κατά τον τελευταίο αιώνα.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Χαρτογραφικά δεδομένα

2.1.1 Τοπογραφικοί χάρτες της Αυστροουγγρικής χαρτογράφησης

Πρώτη φορά έγινε επιστημονική χαρτογραφική απεικόνιση του βορειοελλαδικού χώρου, στην μεγαλύτερη μέχρι τότε κλίμακα, με την «τρίτη» αυστρουγγρική χαρτογράφηση, το β' μισό του 19^{ου} αιώνα (1869-1887) επί Φραγκίσκου Ιωσήφ Α' («Φύλλα χάρτη Βόρειας Ελλάδας-», Λιβιεράτος, 2003). Η χαρτογράφηση αυτή θεωρείται μία από τις σημαντικές ευρωπαϊκές χαρτογραφικές εργασίες, και μας δείχνει αφενός μία κρατική αντίληψη εξουσίας και κυριαρχίας και αφετέρου οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη στην Ευρώπη εκείνης της εποχής. Αποτέλεσμα αυτής της τρίτης χαρτογράφησης, «Φραγκίσκο-Ιωσήφειας», όπως την αποκαλούν, ήταν να παραχθούν, από το 1889, η σειρά των 282 φύλλων του γενικευμένου στρατιωτικού τύπου *Γενικού Χάρτη* (Genaralkarte), από τα οποία τα 18 φύλλα καλύπτουν την βόρεια Ελλάδα, μέσα στα οποία είναι και η περιοχή που μελετάμε.

Τα φύλλα τα οποία απεικονίζουν τον Ελλαδικό χώρο αποτελούν για εμάς μία χαρτογραφική κληρονομιά, λόγω του ότι αναπαριστούν την απελευθερωμένη γη της βόρειας χώρας και εκτός αυτού όπως αναφέρθηκε είναι η πρώτη επιστημονική απεικόνιση αυτών των περιοχών, στην λεπτομέρεια της κλίμακας 1:200000 δηλαδή το ένα εκατοστό από το φύλλο χάρτη αντιστοιχεί σε δύο χιλιόμετρα στο έδαφος. Το γεγονός αυτό δίνει μεγάλη ιστορική αξία σε αυτά τα φύλλα χάρτη λόγω της μεγάλης ακρίβειας και λεπτομέρειας.

Το προβολικό σύστημα της τρίτης χαρτογράφησης ανήκει στην *πολυεδρική ή τραπεζόμορφη* απεικόνιση. Το φύλλο το οποίο χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία ανήκει στην δεύτερη ζώνη και είναι το φύλλο 40°-41° Vodena, (Έδεσσα).

Το κύριο χαρακτηριστικό των χαρτών αυτών είναι ότι ως μηδενικό μεσημβρινό χρησιμοποιείται ο μεσημβρινός που περνάει από τη νήσο *Φέρρο* (Ferro) των Κανάριων, το οποίο βρίσκεται 17° 39' 46'' δυτικά του μεσημβρινού του Greenwich. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει μία εμφανή διαφορά σε σχέση τους χάρτες που χρησιμοποιούνται σήμερα (οι οποίοι έχουν ως αρχή την αρχή του Greenwich).

2.1.2 Τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.)

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ), κλίμακας 1:50000.

Οι χάρτες έχουν στοιχεία της δεκαετίας του '70. Το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 87 (Ε.Γ.Σ.Α. 87) που αποτελεί το πιο ολοκληρωμένο σύστημα αναφοράς για τον Ελληνικό χώρο. Το Ε.Γ.Σ.Α. 87 έχει αφετηρία το μετατεθειμένο γεώκεντρο, βάθρο Διονύσου. Το datum χρησιμοποιεί ως ελλειψοειδές το διεθνώς παραδεκτό GRS80, προσανατολισμένο παράλληλα με το WGS 84 Ελλειψοειδές αναφοράς: GRS'80 Το ΕΓΣΑ'87 χρησιμοποιεί ως προβολή την εγκάρσια μερκατορική προβολή (transverse mercator) με ένα κεντρικό μεσημβρινό με $\lambda_0=240$ (ένα μόνο κέντρο φύλλου χάρτη για όλη τη χώρα) και συντελεστή κλίμακας $K_0=0.9996$. Ο κεντρικός μεσημβρινός θεωρείται ότι έχει $\chi=500.000$ για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές στα χ . Ως μεγάλος ημιάξονας ελλειψοειδούς ο a : 6378137.000m ενώ η επιπλάτυνση του ελλειψοειδούς είναι $(1/f)$: $1/298.257222101$. Τέλος ο συντελεστής κλίμακας είναι K_0 0.9996.

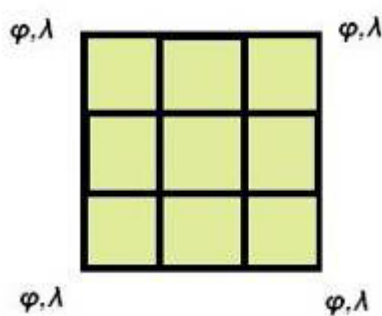
2.1.3 Δορυφορικές εικόνες

Η χρήση δορυφορικών εικόνων αποτελεί ένα βασικό εργαλείο της σύγχρονης γεωλογικής έρευνας. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες LANDSAT 7/ETM, με χωρική ανάλυση 30μ (MS), 15μ (PAN) (οι οποίες έχουν ληφθεί κατά το 2004) για να γίνει καλύτερη και πιο ρεαλιστική η κατανόηση του μορφολογικού αναγλύφου.

2.2 Χαρτογραφική ανάλυση και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γ.Σ.Π. (G.I.S.)

2.2.1 Γεωαναφορά και διορθώσεις των χαρτών της Αυστροουγγρικής χαρτογράφησης.

Αρχικά, θα πρέπει να αναφερθούν κάποια στοιχεία για τους χάρτες και πως αυτοί αναγνωρίζονται από έναν Υ/Η. Ένας χάρτης για να γίνει αναγνωρίσιμος από έναν Υ/Η θα πρέπει να γίνει μετατροπή από την δισδιάστατη αναλογική κατανομή του χάρτη σε ψηφιακή. Τα ψηφιακά δεδομένα καταχωρούνται σε μορφή κανάβου, τα λεγόμενα *raster*, ο χώρος του κανάβου, όπως φαίνεται στην παρακάτω σχήμα 4, υποδιαιρείται σε ένα σύνολο βασικών μονάδων, τα κελιά, *cells*. Είναι δηλαδή σαν ένα πλέγμα γραμμών που αναπαριστούν τους μεσημβρινούς και τους παράλληλους. Για να ορίσουμε εμείς ένα σημείο της γήινης επιφάνειας στον χάρτη θα πρέπει να ξέρουμε τις γεωγραφικές συντεταγμένες: λ , γεωγραφικό μήκος, *longitude*, (η απόσταση ενός σημείου από τον πρώτο μεσημβρινό) και φ , γεωγραφικό πλάτος, *latitude*, (η απόσταση ενός σημείου από τον Ισημερινό),



Σχήμα 4: Αποψη του κανάβου.

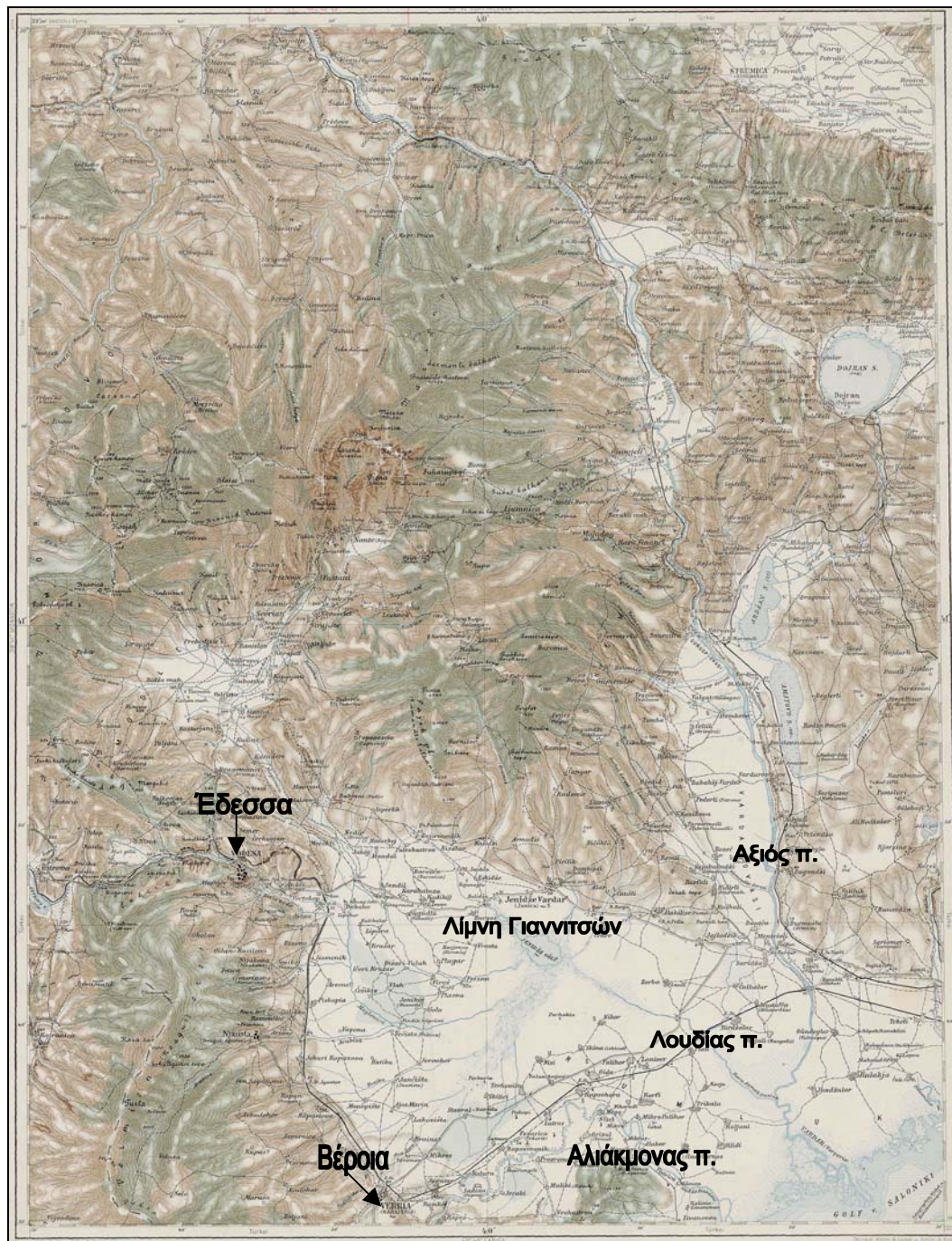
δίνοντας λοιπόν στον χάρτη τις γεωγραφικές συντεταγμένες (φ,λ), στις τέσσερις γωνίες του χάρτη ουσιαστικά κάνουμε γεωαναφορά (*georegistration*) του χάρτη.

Το πρόβλημα που συναντήσαμε στους Αυστροουγγρικούς χάρτες είναι ότι έχουν διαφορετικό προβολικό σύστημα σε σχέση με τους χάρτες της Γ.Υ.Σ. (Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού), και φυσικά το ότι έχουν ως αρχικό μεσημβρινό την αρχή του Φερρό (Ferro). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να πρέπει να ορθοδιορθώσουμε τον Αυστροουγγρικό χάρτη. Δηλαδή να γίνει γεωμετρική διόρθωση σε ΕΓΣΑ,⁸⁷ εξαιτίας του ότι η προβολή του Αυστροουγγρικού χάρτη δεν χρησιμοποιείται σήμερα. Μετά την μετατροπή αυτή θα είναι εφικτή και η σύγκριση των δύο χαρτών.

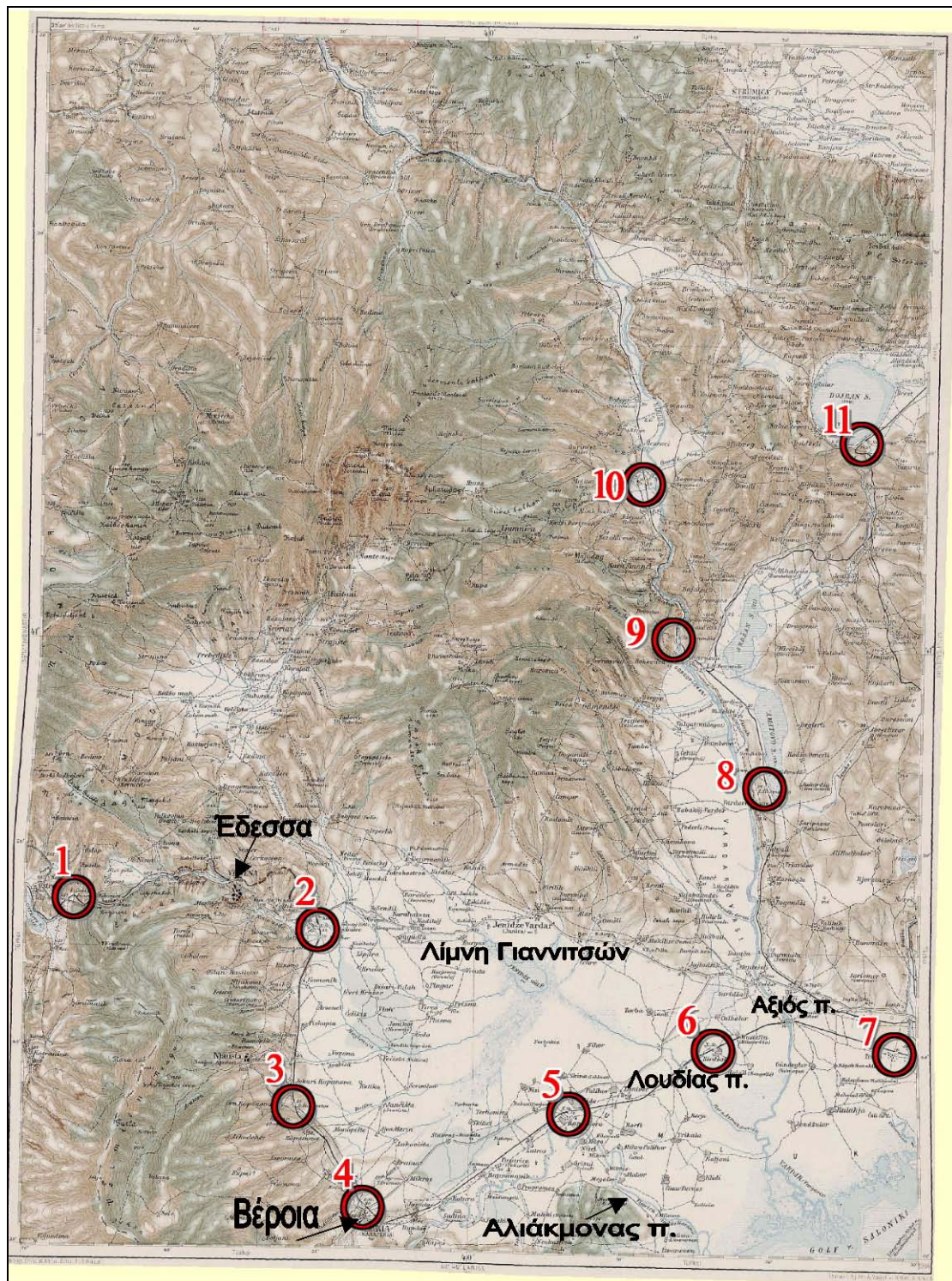
Η διόρθωση του χάρτη πραγματοποιήθηκε με τα παρακάτω βήματα:

Με τη χρήση του προγράμματος *MapInfo*, έγινε γεωαναφορά του ιστορικού χάρτη ως εξής, λόγω του ότι έχει διαφορετική αρχή (αρχή Φερρό) αυτό έχει ως συνέπεια ο χάρτης να έχει και διαφορετικές γεωγραφικές συντεταγμένες (φ, λ) σε σύγκριση με τους χάρτες της Γ.Υ.Σ. (Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού), για αυτό τον λόγο η γεωαναφορά έγινε αφαιρώντας από τις γεωγραφικές συντεταγμένες του χάρτη της 3^{ης} Αυστροουγγρικής χαρτογράφησης την διαφορά των μοιρών που έχει η αρχή του Φερρό με την αρχή του Greenwich, δηλαδή έγινε η αφαίρεση των 17° 39' 46'', και φυσικά ως προβολικό σύστημα ορίστηκε το ΕΓΣΑ,⁸⁷.

Αφού έγινε η γεωαναφορά του χάρτη, στην συνέχεια έπρεπε ο ιστορικός χάρτης να ταυτιστεί με τον χάρτη της Γ.Υ.Σ. χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα *Global Mapper*, λόγω του ότι ο Αυστροουγγρικός χάρτης είναι του 1889, είναι λογικό η περιοχή που μελετάμε να έχει υποστεί αρκετές αλλαγές μέχρι σήμερα έτσι προσπαθήσαμε να ταυτίσουμε τους δύο χάρτες με την επιλογή κοινών σημείων των δύο χαρτών που υπάρχουν ακόμα και σήμερα, στην συγκεκριμένη περίπτωση τα σημεία τα οποία πάρθηκαν είναι 11, όπως για παράδειγμα ένας σιδηροδρομικός σταθμός, ο οποίος υπήρχε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και υπάρχει ακόμα και σήμερα. Παρακάτω παρατίθεται ο ιστορικός χάρτης πριν την γεωαναφορά και την ταύτιση του με τον χάρτη της Γ.Υ.Σ. (σχήμα 5) και μετέπειτα ακολουθεί ο τελικός χάρτης. (σχήμα 6).



Σχήμα 5: Παρατηρείται τον Αυστροουγγρικό χάρτη (φύλλο 40-41 Βοδενά) μη γεωαναφερόμενο.



Σχήμα 6: Ο Αυστροουγγρικός χάρτης και τα σημεία γεωαναφοράς που πάρθηκαν για την ταυτίσή του με τον χάρτη της Γ.Υ.Σ.

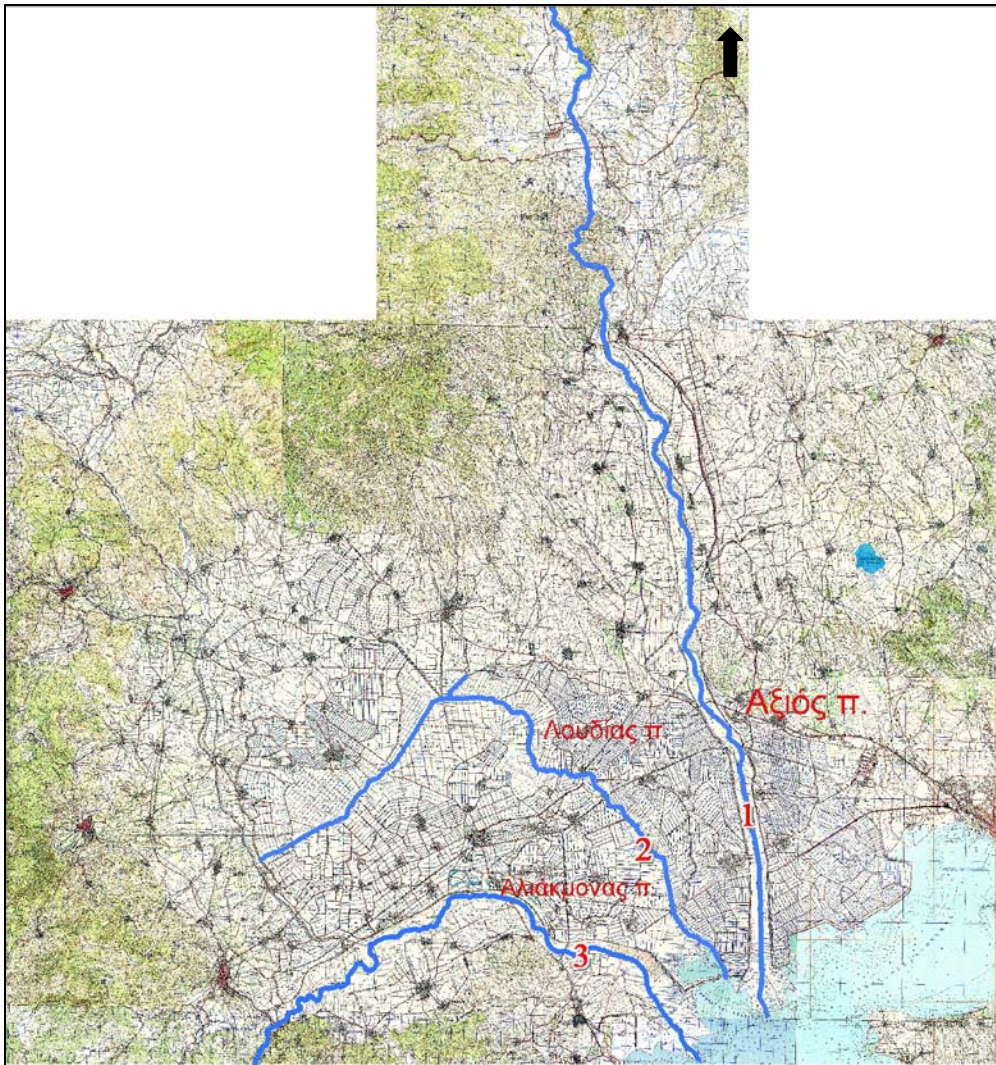
Μετά την επιλογή των σημείων ο ιστορικός χάρτης έχει υποστεί μία μικρή παραμόρφωση λόγω της ταύτισης με τον χάρτη της Γ.Υ.Σ..

Το αποτέλεσμα όλης αυτής της διαδικασίας είναι ότι πλέον μπορεί να γίνει σύγκριση ανάμεσα σε αυτούς τους χάρτες, αφού και οι δύο χάρτες έχουν το ίδιο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ,⁸⁷.

2.2.2 Ψηφιοποίηση, ανάλυση και μετρήσεις σύγχρονων δεδομένων από χάρτες της Γ.Υ.Σ. και δορυφορικές εικόνες.

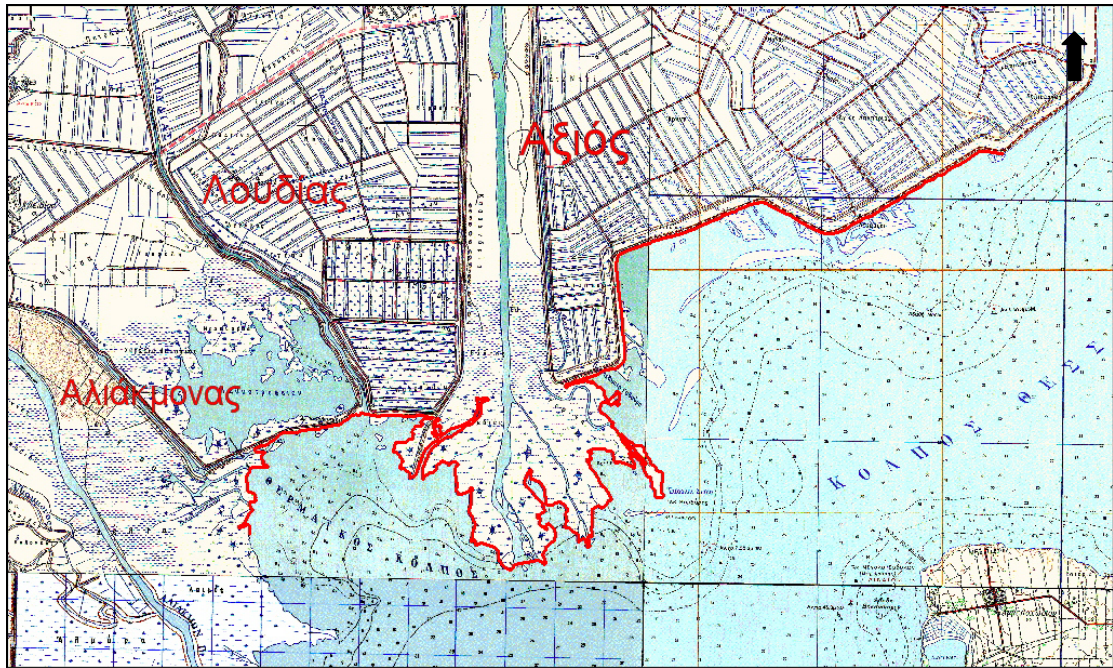
Η ψηφιοποίηση της περιοχής την οποία μελετάμε, πραγματοποιήθηκε με την χρήση του προγράμματος *MapInfo*. Έχοντας πρώτα κάνει γεωαναφορά, (*georegistration*), στον χάρτη της Γ.Υ.Σ. παίρνοντας της γεωγραφικές συντεταγμένες (φ,λ) των τεσσάρων κορυφών και ορίζοντας ως προβολικό σύστημα το ΕΓΣΑ,⁸⁷.

Πιο συγκεκριμένα από τα φύλλα χάρτη της Γ.Υ.Σ. και από τις δορυφορικές εικόνες έγινε ψηφιοποίηση της ροής των ποταμών Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα. (σχήμα 7).

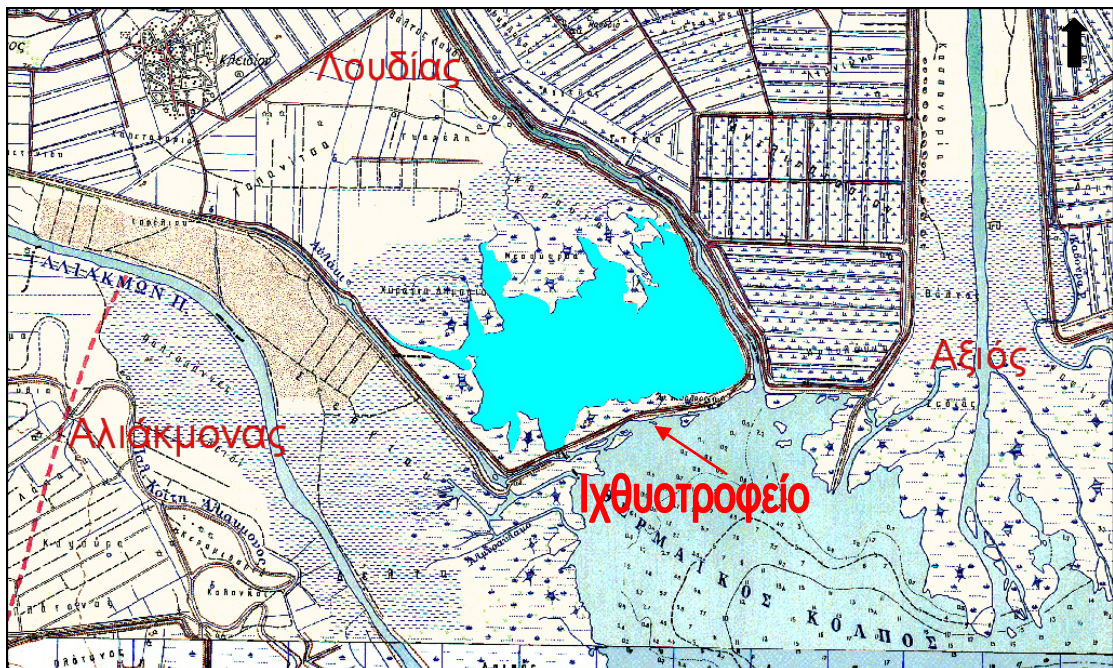


Σχήμα 7: Άποψη των ποταμών Αξιού (1), Λουδία (2) και Αλιάκμονα (3), (χάρτης της Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000).

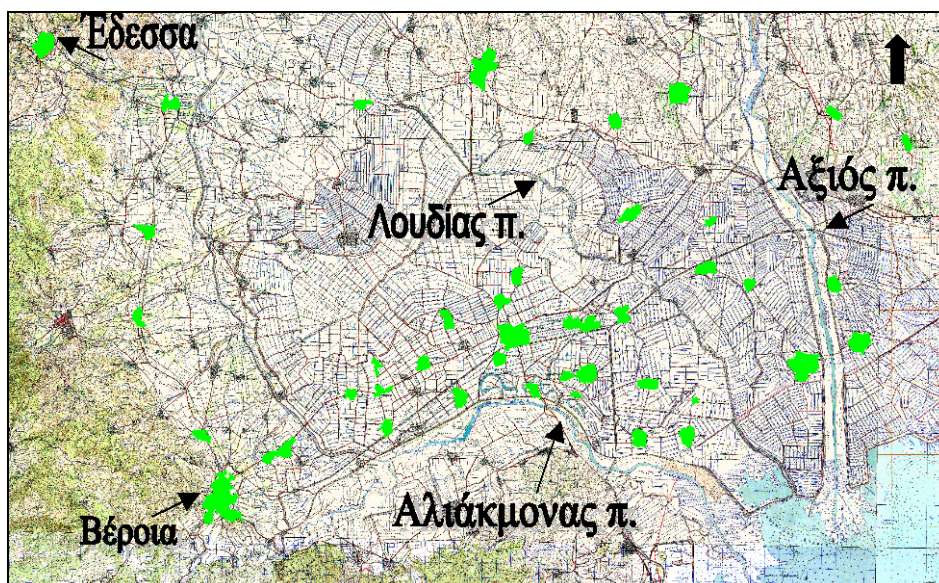
Εκτός από τους ποταμούς, μετρήθηκε το μήκος της ακτογραμμής (στην περιοχή που θέλουμε να συγκρίνουμε σε σχέση τον ιστορικό χάρτη), και το εμβαδόν και την περίμετρο του ιχθυοτροφείου. Επίσης, ψηφιοποιήθηκαν οι κατοικημένες περιοχές που υπάρχουν στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, έτσι ώστε να συγκριθεί η μεταβολή που έχουν υποστεί στην έκταση και στη περίμετρο τους από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα. Στην συνέχεια φαίνονται οι χάρτες, καθώς και τα στοιχεία που μετατράπηκαν σε διανυσματική μορφή (vector) ώστε να γίνουν οι συγκρίσεις (σχήμα 8,9 & 10).



Σχήμα 8: Παρατηρούμε την ακτογραμμή με κόκκινη γραμμή, (χάρτης της Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000).

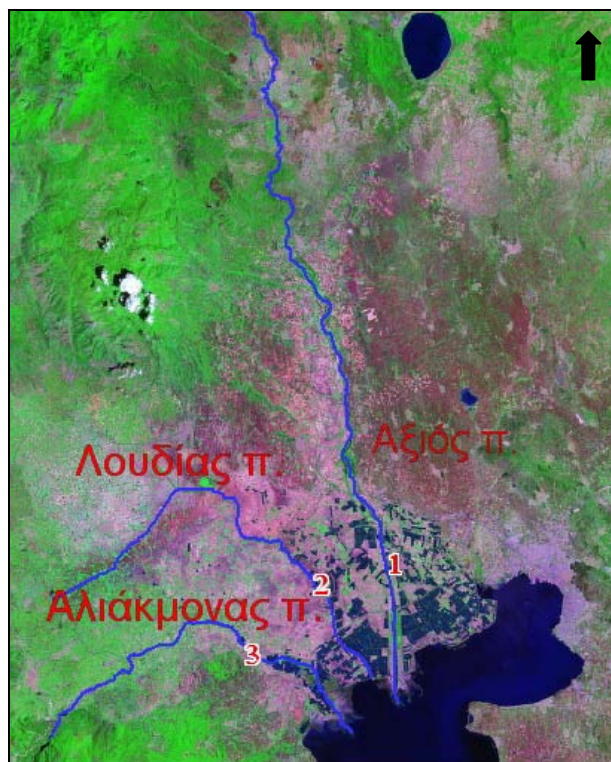


Σχήμα 9: Αποψη του ιχθυοτροφείου (γαλάζιο χρώμα), ανάμεσα στον Αλιάκμονα και τον Λουδία ποταμό (χάρτης της Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000).

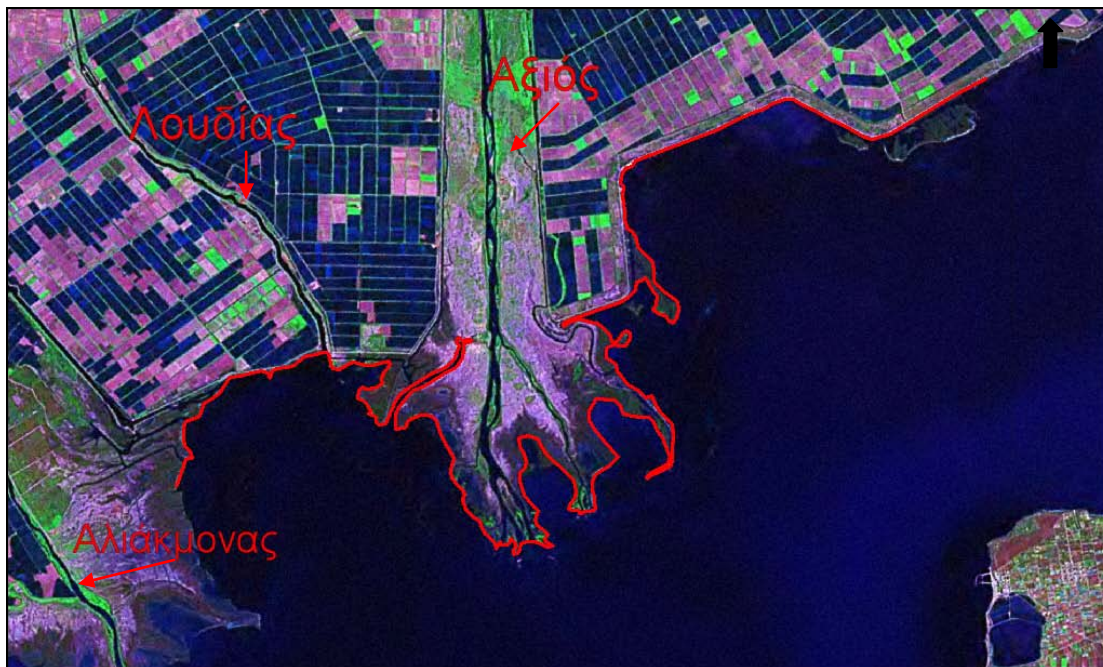


Σχήμα 10: Αποψη των κατοικημένων περιοχών στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης.
(χάρτης Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50000)

Εκτός από τους τοπογραφικούς χάρτες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και σε δορυφορικές εικόνες, για την περιοχή που μελετάμε. Η δορυφορική εικόνα παρουσιάζεται παρακάτω (σχήμα 11 και 12), ώστε να δούμε την σημερινή διαδρομή των ποταμών και την ακτογραμμή.



Σχήμα 11: Δορυφορική εικόνα LANDSAT 7/ETM. Διακρίνονται οι: Αξιός ποταμός (1), Λουδίας ποταμός (2), Αλιάκμονας ποταμός (3).



Σχήμα 12: Σημειώνεται η ακτογραμμή (κόκκινο χρώμα) στη δορυφορική εικόνα LANDSAT 7/ETM.

2.2.3 Τρόπος σύγκρισης σύγχρονων και παλαιότερων δεδομένων.

Έχοντας πλέον και στους δύο χάρτες το ίδιο προβολικό σύστημα μπορούμε να συγκρίνουμε τα σύγχρονα με τα παλιότερα δεδομένα.

Η σύγκριση έγινε με δύο τρόπους : *ποσοτικά* και *ποιοτικά*. Ποσοτικά συγκρίναμε τις κοίτες των ποταμών Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα, και το πόσο αυτές έχουν αλλάξει διεύθυνση από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα. Επίσης την ακτογραμμή στον Θερμαϊκό κόλπο και τις εκβολές του ποταμού Αξιού (δέλτα).

Μελετήθηκε επίσης η ύπαρξη υγροτόπων (λίμνες, έλη, τέλματα κ.τ.λ.), οι οποίοι σήμερα έχουν αποξηρανθεί. Εκτός από αυτά στην περιοχή μελέτης έχουν γίνει πολλά αποστραγγιστικά έργα από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα που έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή στην μορφολογία της περιοχής.

Στο υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής, αποτελούμενο από τους υπάρχοντες χείμαρρους, πραγματοποιήθηκε ποιοτική σύγκριση και ελέγχθηκε η κατεύθυνση στην οποία κινούνται καθώς και το ποιοτικό αίτιο.

2.3 Ανάλυση μορφολογικού ανάγλυφου

Για την καλύτερη κατανόηση της μορφολογίας της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου της περιοχής μελέτης (DEM). Η κατασκευή του μοντέλου έγινε με την βοήθεια του προγράμματος «Vertical Mapper, 3.1».

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου ανάγλυφου της περιοχής με την κατασκευή του χάρτη υψομέτρων και κλίσεων, που βοηθάει στην αναγνώριση διαφόρων γεωμορφών και στην κατανόηση της εξέλιξης της περιοχής.

2.3.1 Ταξινόμηση ανάγλυφου

Σύμφωνα με τον Dikau, το 1989, (από Παράσχου, 2005, Πεχλιβανίδου, 2007), η ταξινόμηση του ανάγλυφου της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ανάλογα με το υψόμετρο που παρουσιάζει πάνω από το επίπεδο της θάλασσας.(πίνακας 2)

Πίνακας 2: Ταξινόμηση αναγλύφου σύμφωνα με Dikau, 1989.

<i>Υψόμετρο (πάνω από το επιφάνεια της θάλασσας)</i>	<i>Τύπος ανάγλυφου</i>
<150	Πεδινή
150-600	Λοφώδης
600-900	Ημιορεινή
>900	Ορεινή

Χρησιμοποιώντας το ψηφιακό μοντέλο (DEM), κατασκευάστηκε ο χάρτης υψομέτρων για την πεδιάδα της Θεσσαλονίκης. Ο χάρτης υψομέτρων παρουσιάζεται στο σχήμα 13. Στην συνέχεια, υπολογίστηκε η έκταση σε km² και το ποσοστό που καταλαμβάνει η κάθε περιοχή, ανάλογα με το τύπο του ανάγλυφου που έχει (πίνακας 3).

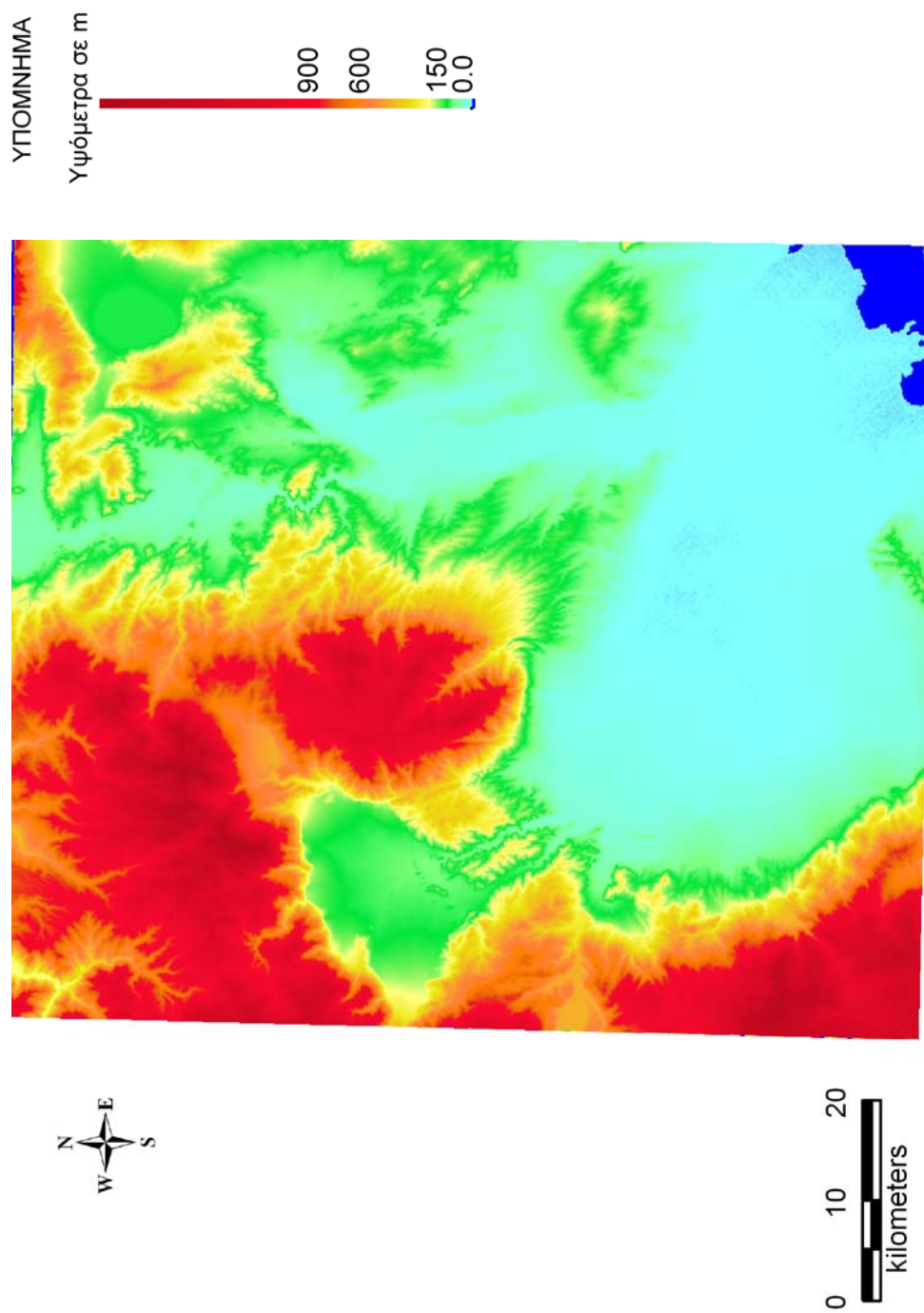
Από την χωρική κατανομή των υψομέτρων διαπιστώνεται ότι το ανάγλυφο της περιοχής στην μεγαλύτερη έκταση του χαρακτηρίζεται πεδινό (48.6%). Οι περιοχές αυτές φαίνονται στο χάρτη με γαλάζιο χρώμα, και βρίσκονται σχεδόν στο κεντρικό τμήμα του χάρτη. Σε μικρότερο ποσοστό έκτασης (26%) παρατηρούνται οι λοφώδεις περιοχές, οι οποίες φαίνονται με πράσινο και κίτρινο χρώμα στο χάρτη των υψομέτρων. Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών των περιοχών βρίσκεται ΒΑ του χάρτη και δυτικά αυτού.

Οι ημιορεινές περιοχές παρατηρούνται ΒΔ και ΝΔ του χάρτη σε ποσοστό μόλις 9.3% και αναπαρίστανται σε αυτόν με πορτοκαλί χρώμα. Τέλος οι ορεινές περιοχές φαίνονται με κόκκινο χρώμα και βρίσκονται κυρίως ΒΔ του χάρτη.

Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό, ότι η περιοχή που μελετάμε χαρακτηρίζεται στην μεγαλύτερη έκταση της από χαμηλό ανάγλυφο.

Πίνακας 3: Χωρική κατανομή των υψομέτρων στην περιοχή μελέτης, σύμφωνα με Dikau, 1989.

<i>Υψόμετρο (πάνω από το επιφάνεια της θάλασσας)</i>	<i>Τύπος ανάγλυφου</i>	<i>Έκταση (km²)</i>	<i>Ποσοστό έκτασης (%)</i>
<150	Πεδινή	164.7	48.6
150-600	Λοφώδης	88.1	26
600-900	Ημιορεινή	31.5	9.3
>900	Ορεινή	54.5	16.1



Σχήμα 13: Χάρτης υψομέτρων της περιοχής μελέτης σύμφωνα με Dikau, 1989.

2.3.2 Κλίση αναγλύφου

Για την περαιτέρω ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου (DEM), μιας περιοχής, είναι η κλίση του ανάγλυφου. Για την ταξινόμηση των κλίσεων χρησιμοποιήθηκε το σύστημα ταξινόμησης της Διεθνούς Γεωγραφικής Εταιρίας (International Geographical Union/IGU) (Demek, 1972), με βάση το οποίο οι τιμές τις μέσης κλίσης του αναγλύφου χωρίζονται σε 6 ομάδες, οι οποίες χαρακτηρίζουν το είδος της επιφάνειας και τον τρόπο διάβρωσης τους (Demek, 1972, από Παράσχου, 2005, Πεχλιβανίδου, 2007).

Οι ομάδες είναι οι εξής:

- Κλίση 0° - 2° : ανάγλυφο επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο και έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος.
- Κλίση 2° - 5° : ανάγλυφο ελαφρώς κεκλιμένο. Διάβρωση καλύμματος και έναρξη αυλακωτής διάβρωσης.
- Κλίση 5° - 15° : ανάγλυφο ισχυρώς κεκλιμένο. Ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή. Γενικά έντονες διαβρωτικές διεργασίες και κινήσεις μαζών.
- Κλίση 15° - 35° : ανάγλυφο απότομο έως εξαιρετικά απότομο. Έντονες διεργασίες απογύμνωσης, ερπυσμοί εδαφών, λασπορροές, έντονη αυλακωτή και γραμμική διάβρωση. Στις κλίσεις αυτές κυριαρχούν οι βοσκότοποι και οι δασικές εκτάσεις.
- Κλίση 35° - 55° : απόκρημνο ανάγλυφο. Παρουσία πολύ λεπτού ασυνεχούς στρώματος εδάφους. Έντονη απογύμνωση του μητρικού πετρώματος.
- Κλίση $> 55^{\circ}$: κάθετο ανάγλυφο. Απουσία εδάφους, απογύμνωση πετρωμάτων και κατάρρευση βράχων.

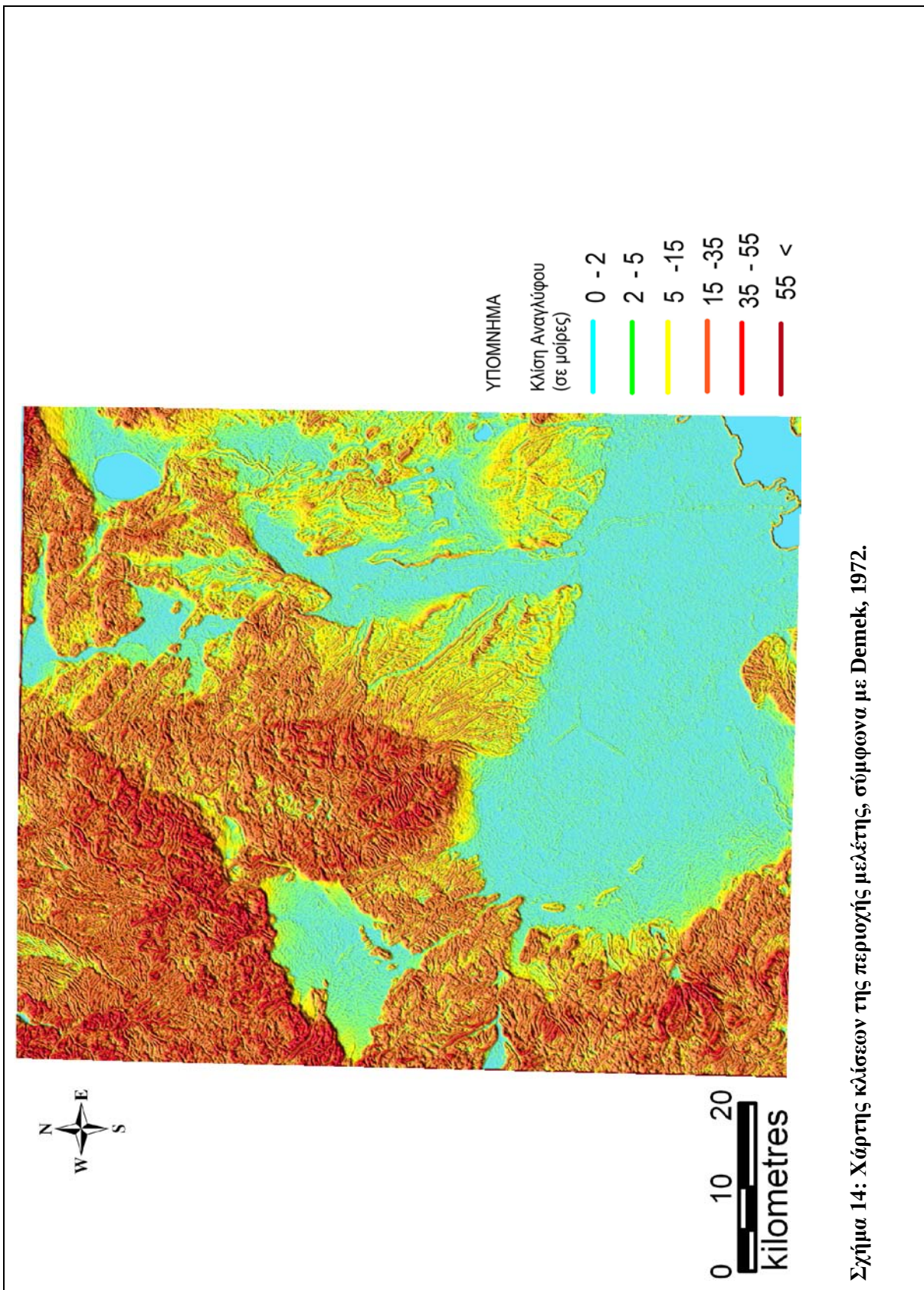
Με βάση τα παραπάνω, κατασκευάστηκε ο χάρτης κλίσεων, με τη βοήθεια του ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου (DEM), (σχήμα 14) με περιοχές που έχουν εύρος κλίσεων ανάλογα με την ταξινόμηση του Demek. Στον πίνακα 4 διατυπώνεται η χωρική κατανομή της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 4: Χωρική κατανομή των κλίσεων στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με την ταξινόμηση του Demek, 1972.

<i>Κλίσεις σε μοίρες</i>	<i>Επιφάνεια σε km²</i>	<i>Ποσοστό έκτασης</i>
0-2	118,2	34,88 %
2-5	43	12,7 %
5-15	71,75	21,17 %
15-35	75,26	22,21 %
35-55	24,5	7,24 %
55<	6,1	1,8 %

Παρατηρείται ότι στο 34.88% της επιφάνειας της περιοχής, δηλαδή 118.2 km² υπάρχει κλίση από 0 έως 2 μοίρες, δηλαδή η περιοχή έχει ανάγλυφο επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο.

Σε ποσοστό 22.21% (δηλαδή 75,26 km²) υπάρχει κλίση 15 με 35 μοίρες. Γεγονός που συνεπάγεται με έντονες διεργασίες απογύμνωσης, ερπυσμοί εδαφών, λασπορροές, έντονη αυλακωτή και γραμμική διάβρωση. Σχετικά στο ίδιο ποσοστό (21.17 %) η κλίση του αναγλύφου είναι 5 με 15 μοίρες. Δηλαδή το ανάγλυφο είναι ισχυρώς κεκλιμένο. Γεγονός σε αυτή την έκταση (71,75 km²) είναι η ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή και οι έντονες διαβρωτικές διεργασίες και κινήσεις μαζών που πραγματοποιούνται.



Σχήμα 14: Χάρτης κλίσεων της περιοχής μελέτης, σύμφωνα με Demek, 1972.

3. Αποτελέσματα

Η σύγκριση των Αυστροουγγρικών χαρτών με τους χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και τις δορυφορικές εικόνες, κατέδειξε μορφολογικές διαφορές, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

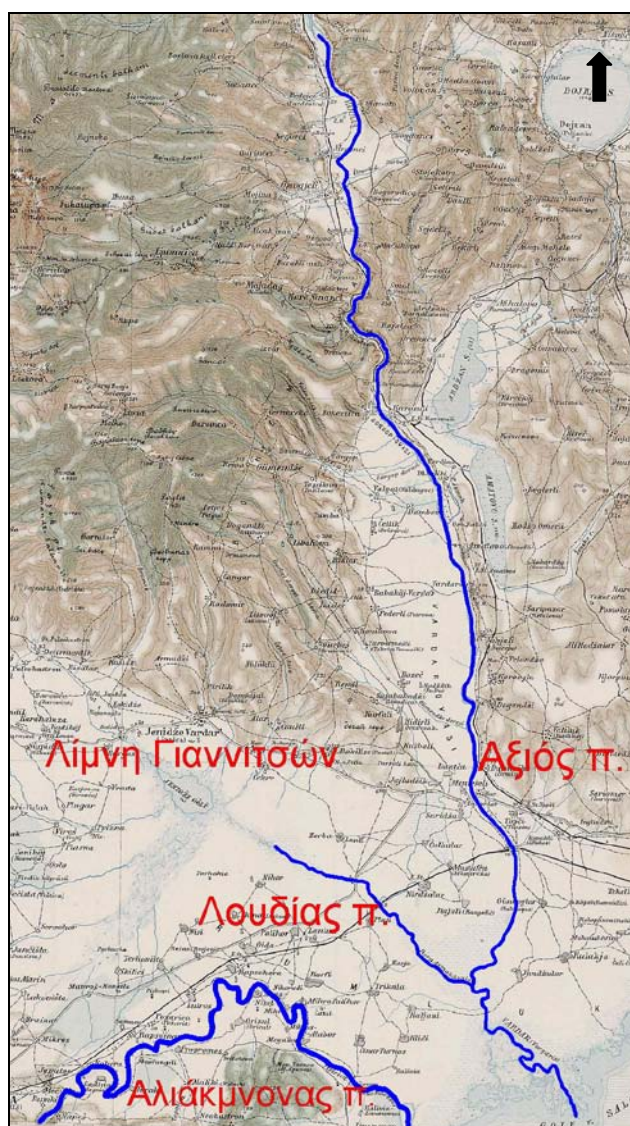
Συγκρίνοντας τις εικόνες, (σχήμα 15, 16 & 17) παρατηρούμε ότι στα τέλη του 19^{ου} αιώνα οι εκβολές του **Αξιού** ποταμού βρίσκονταν ανατολικότερα σε σχέση με την σημερινή τους θέση. Το 1934 μεταφέρθηκε τεχνητά η κοίτη δυτικότερα, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος να φράξει το Θερμαϊκό κόλπο και να αποκόψει το λιμάνι της Θεσσαλονίκης. Οι τροποποιήσεις συνεχίστηκαν με αντιπλημμυρικά, αποξηραντικά και αρδευτικά έργα, τα οποία είναι η αποστράγγιση της λίμνης Γιαννιτσών και των ελών της περιοχής, η αποστράγγιση των λιμνών Αρτζάν και Αματόβου (βλέπε παρακάτω), επίσης έγινε η ευθυγράμμιση των όχθων με αναχώματα και το φράγμα του Αξιού (στην Ελεούσα), που κατασκευάστηκε 2,8 km ανάντη της οδικής γέφυρας Έλλης, περίπου 28 χιλιόμετρα βορειότερα από την εκβολή του ποταμού στη θάλασσα, κατά τα έτη 1954-1958. Επίσης, πλευρικά του φράγματος αριστερά και δεξιά, βρίσκονται οι διώρυγες άρδευσης του Γενικού Οργανισμού Εγγείων Βελτιώσεων (ΓΟΕΒ). Όλες αυτές οι ενέργειες είχαν σαν αποτέλεσμα την αλλαγή πορείας του Αξιού ποταμού στην σημερινή του μορφή.

Ο ποταμός **Λουδίας** (δυτικότερα από τον Αξιό), όπως παρατηρείται στον Αυστρο-ουγγρικό χάρτη (σχήμα 15), αποτελούσε κλάδο του Αξιού ποταμού. Μετά την αποξήρανση της λίμνης Γιαννιτσών και των ελών του Λουδία, μετατράπηκε σε τάφρο (σχήμα 16 & 17). Αυτή η ενέργεια είχε ως αποτέλεσμα την αλλαγή πορείας του ποταμού, όπως την βλέπουμε σήμερα. Πλέον ο Λουδίας ποταμός οδηγεί τα νερά του στραγγιστικού δικτύου της πρώην λίμνης στον Θερμαϊκό κόλπο.

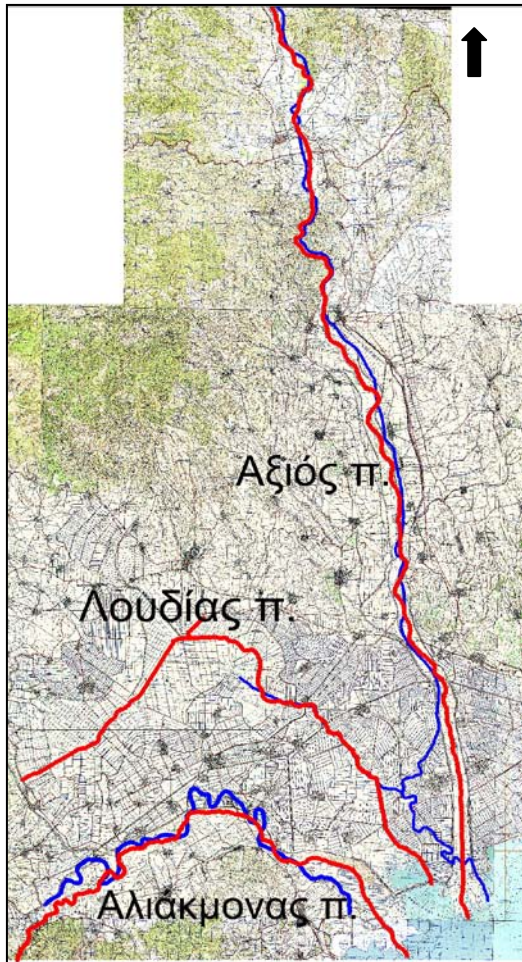
Ο **Αλιάκμονας** ποταμός (δυτικότερα από τον Λουδία ποταμό), μετά τις εκτροπές και τα έργα αντιπλημμυρικής προστασίας που έγιναν, δέχθηκε επιπλέον τα νερά των χειμάρρων που τροφοδοτούσαν την πρώην λίμνη των Γιαννιτσών. Παρακάτω στον πίνακα 5, παρουσιάζονται οι μετρήσεις με τα μήκη των τριών ποταμών για κάθε απεικόνιση (Αυστροουγγρικό, χάρτης της Γ.Υ.Σ. και της δορυφορικής εικόνας).

Πίνακας 5: Μετρήσεις τα μήκη των ποταμών Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα.

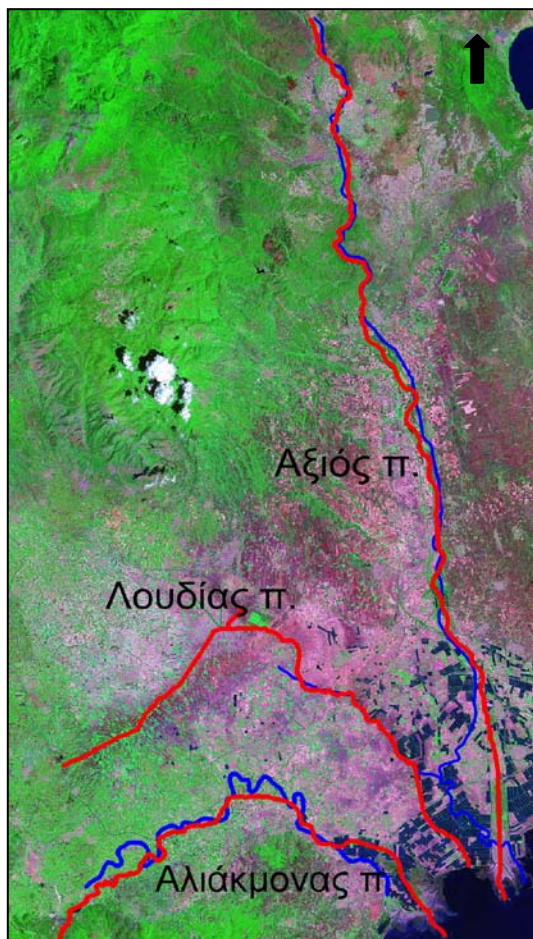
<i>Απεικόνιση</i>	<i>Αξιός (μήκος ποταμού σε km).</i>	<i>Λουδίας (μήκος ποταμού σε km).</i>	<i>Αλιάκμονας (μήκος ποταμού σε km).</i>
<i>Αυστροουγγρικός χάρτης.</i>	102,7 km	20.00 km	53.10 km
<i>Χάρτης Γ.Υ.Σ..</i>	96.84 km	59.76 km	54.71 km
<i>Δορυφορική εικόνα.</i>	97.87 km	59.28 km	52.61 km



Σχήμα 15: Διακρίνονται από δεξιά προς αριστερά οι ποταμοί: Αξιός, Αλιάκμονας και Λουδίας όπως αποτυπώνονται στον Αυστροουγγρικό χάρτη.



Σχήμα 16: Διακρίνονται από δεξιά προς αριστερά ο Αξιός, ο Λουδίας και ο Αλιάκμονα ποταμός. Με κόκκινο σημειώνεται ο σημερινός ρους των ποταμών ενώ με μπλε χρώμα η παλαιότερη διαδρομή τους. (Τοπογραφικός χάρτης της Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000).



Σχήμα 17: Παρατηρείτε στην δορυφορική εικόνα LANDSAT 7/ETM, από δεξιά προς αριστερά τον Αξιό, Λουδία και Αλιάκμονα ποταμό, τον σημερινό ρου των ποταμών αυτών με κόκκινο χρώμα, ενώ με μπλε χρώμα η παλαιότερη διαδρομή τους.

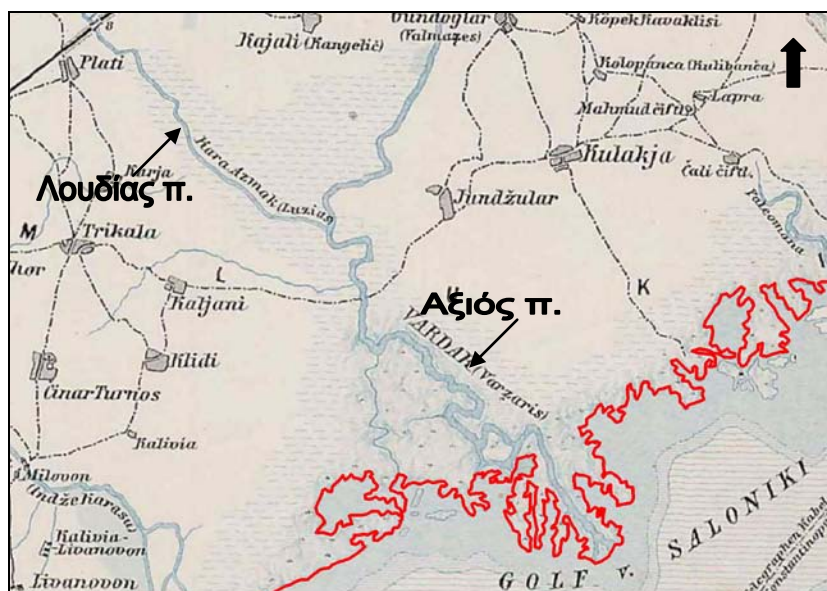
Παρατηρείται μία έντονη μεταβολή στο μήκος της **ακτογραμμής**, σύμφωνα με τις μετρήσεις του πίνακα 6, από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα.

Όπως διακρίνεται και στο σχήμα 18 & 19, υπάρχει μεταβολή των δέλτα των ποταμών (Αξιού και Αλιάκμονα), το οποίο οφείλεται στην προσφορά φερτών υλικών που εναποθέτουν οι ποταμοί μετά το τέλος των εγγειοβελτιωτικών έργων. Εκτός από αυτό, όπως προαναφέρθηκε, οι εκβολές του Λουδία ποταμού τοποθετούνται στον Θερμαϊκό κόλπο, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα αλλαγή της ακτογραμμής μετά από κάθε μεγάλη παροχή σε φερτά υλικά.

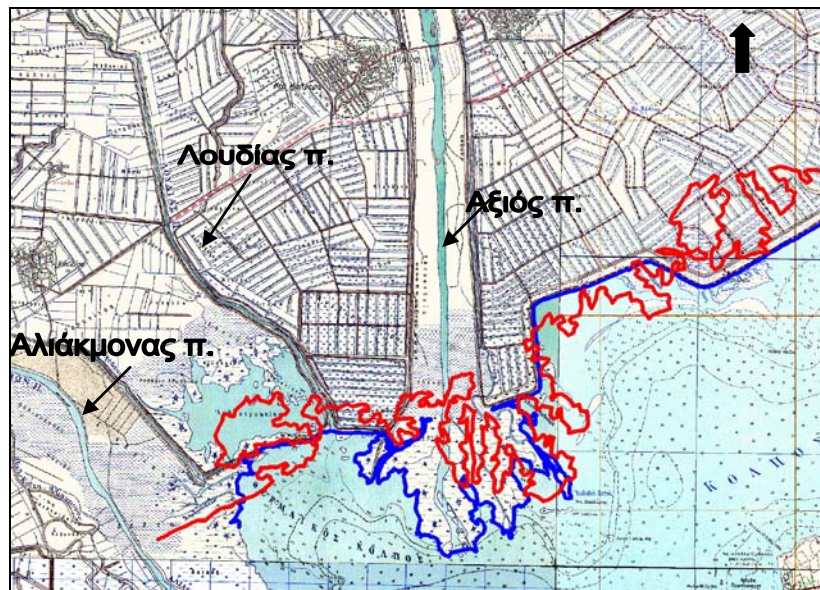
Επίσης, μικρή αλλαγή εκτιμάται συγκρίνοντας την δορυφορική εικόνα της ακτογραμμής (σχήμα 20) με τον τοπογραφικό χάρτη.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα μετρήσεων της ακτογραμμής.

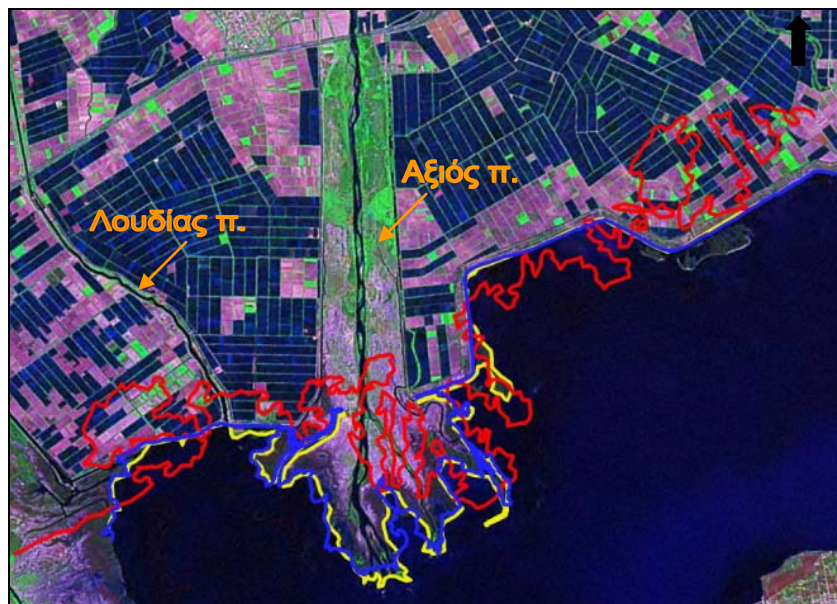
	<i>Αυστροουγγρικός χάρτης.</i>	<i>Χάρτης Γ.Υ.Σ..</i>	<i>Δορυφορική εικόνα.</i>
<i>Μήκος της ακτογραμμής (km).</i>	94.09 km	50.58 km	44.50 km



Σχήμα 18: Αποτύπωση της ακτογραμμής στον Αυστροουγγρικό χάρτη.



Σχήμα 19: Αποψη ακτογραμμής σε χάρτη της Γ.Υ.Σ. (κλίμακα 1:50000) με μπλε χρώμα σημειώνεται η ακτογραμμή όπως είναι σήμερα, ενώ με κόκκινο όπως ήταν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

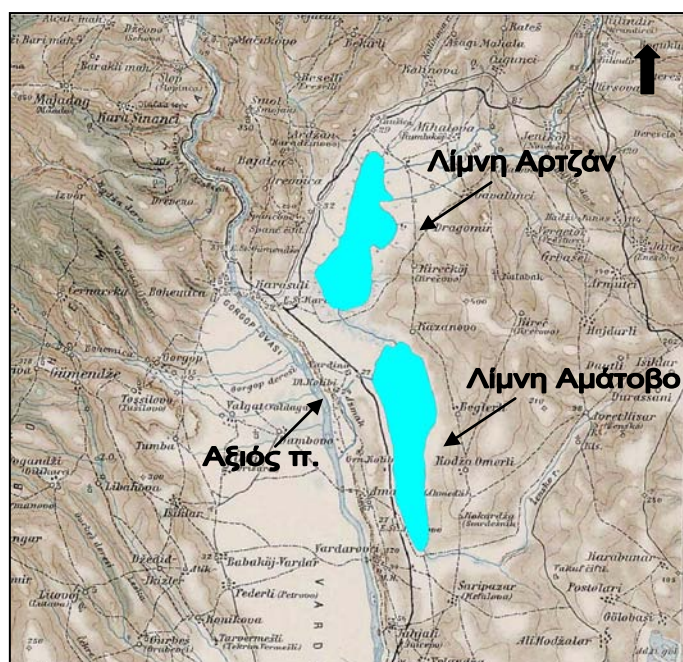


Σχήμα 20: Αποτύπωση ακτογραμμής σε δορυφορική εικόνα LANDSAT. (Με κίτρινο χρώμα σημειώνεται η ακτογραμμή στην δορυφορική εικόνα, με μπλε χρώμα σε χάρτη της Γ.Υ.Σ., και με κόκκινο όπως ήταν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

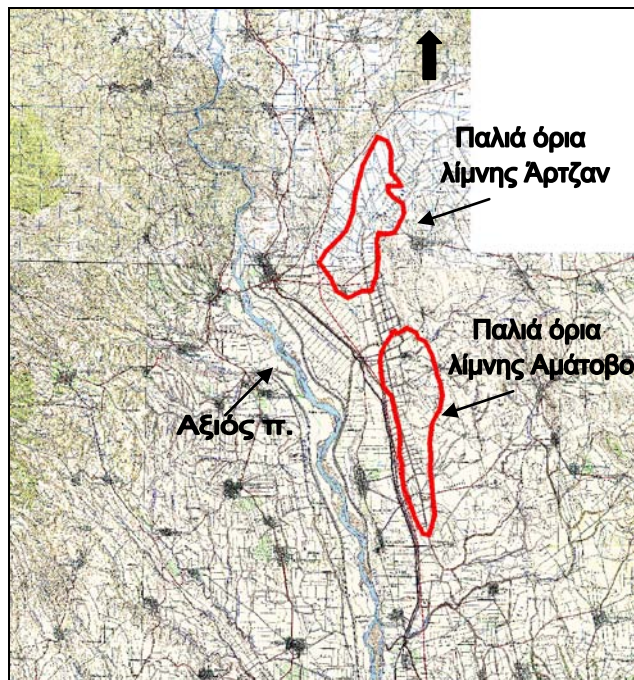
Οι λίμνες **Αρτζάν** και **Αμάτοβο**, τις οποίες διακρίνεται στον Αυστροουγγρικό χαρτη (σχήμα 21), στην σημερινή εποχή έχουν αποξηρανθεί (σχήμα 22 & 23). Έχει κατασκευαστεί τεχνητά ένα κανάλι που αποστραγγίζει την περιοχή Αρτζάν-Αζιάκ-Αματόβου, την λεγόμενη τάφρο του Αρτζάν-Αζιάκ. Παρακάτω δίνονται οι μετρήσεις των λιμνών στα τέλη του 19^{ου} αιώνα (πίνακας 7).

Πίνακας 7: Αποτελέσματα μετρήσεων των λιμνών Αρτζάν και Αμάτοβου στα τέλη του 19^{ου} αιώνα.

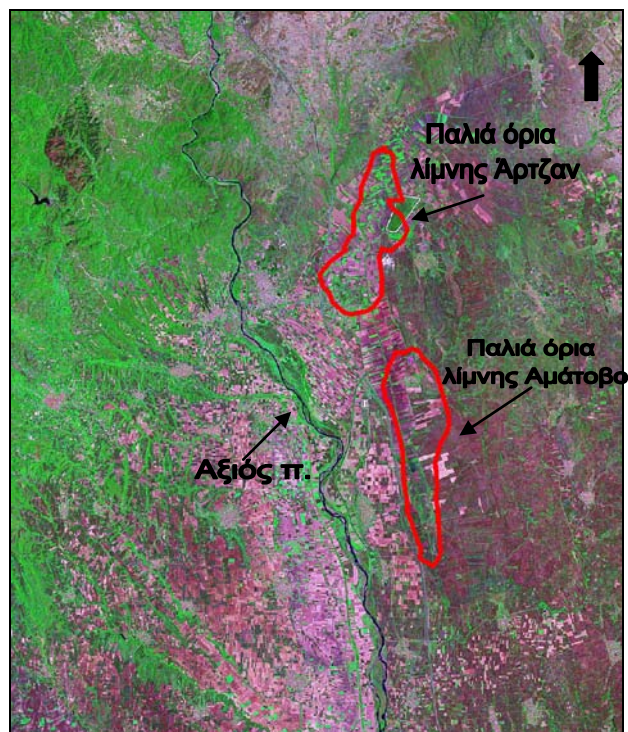
<i>Λίμνες</i>	<i>Εμβαδόν</i>	<i>Περίμετρο</i>
Αρτζάν	15,41 km	21.03 km ²
Αμάτοβο	18.53 km	23.61 km ²



Σχήμα 21: Διακρίνονται οι λίμνες Αρτζάν (βόρεια) και Αμάτοβο (νότια) στον Αυστροουγγρικό χάρτη.



Σχήμα 22: Παρατηρείται, με κόκκινη γραμμή τα παλιά όρια των λιμνών : Αρτζάν (βόρεια) και Αμάτοβο (νότια), δεξιά του Αξιού ποταμού. Τοπογραφικός χάρτης της Γ.Υ.Σ.(κλίμακα 1:50000).



Σχήμα 23: Παρατηρείται στην δορυφορική εικόνα LANDSAT, τα παλιά όρια των λιμνών: Αρτζάν (βόρεια) και Αμάτοβο (νότια), δεξιά του Αξιού ποταμού (με κόκκινη γραμμή).

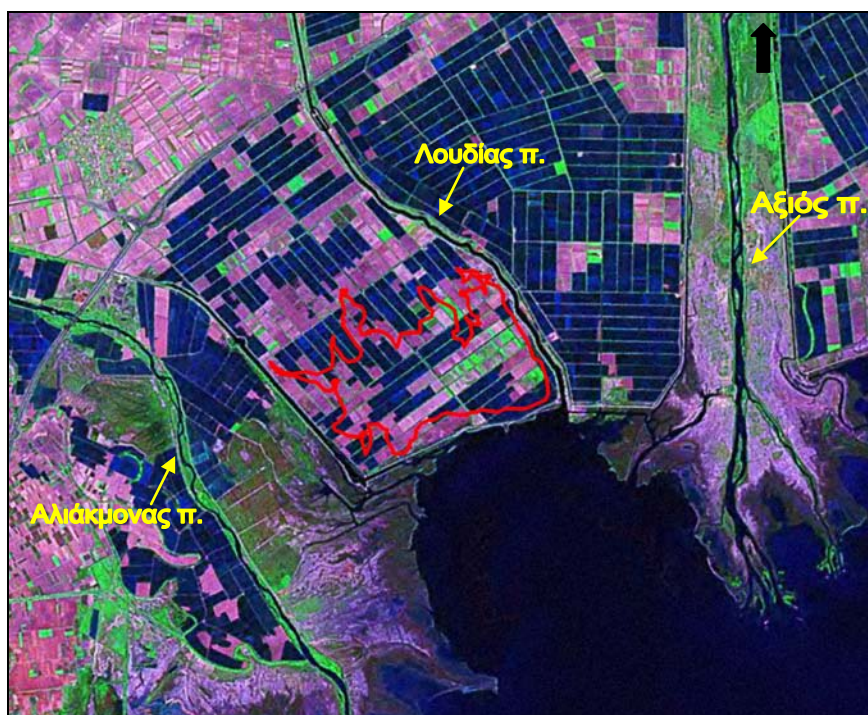
Από την ψηφιοποίηση του Αυστροουγγρικού χάρτη (σχήμα 24) προέκυψαν οι εξής μετρήσεις: το *εμβαδόν* της λίμνης ήταν 7.961 km και η *περίμετρος* 13.16 km^2 . Η λίμνη κάποια στιγμή είχε αποκτήσει βαλτώδη μορφή, (το εμβαδόν των ελών ήταν $53,52\text{ km}$ και η περίμετρος 95.16 km^2) εξαιτίας της αύξησης της εισερχόμενης λάσπης στην πεδιάδα και η καλλιέργεια ήταν αδύνατη, ακόμα και σε γειτονικές μορφές, για αυτό τον λόγο διαμορφώθηκε καταλληλότερα και η κοίτη του ποταμού Λουδία.(όπως προαναφέρθηκε). Περίπου μισό αιώνα πριν, όπως φαίνεται στο σχήμα 25, η λίμνη Γιαννιτσών αποξηράνθηκε εντελώς από τον άνθρωπο για γεωργικούς σκοπούς και σήμερα χρησιμοποιείται για καλλιέργεια (Astaras T.A. & Sotiriadis, 1988).



6/2010



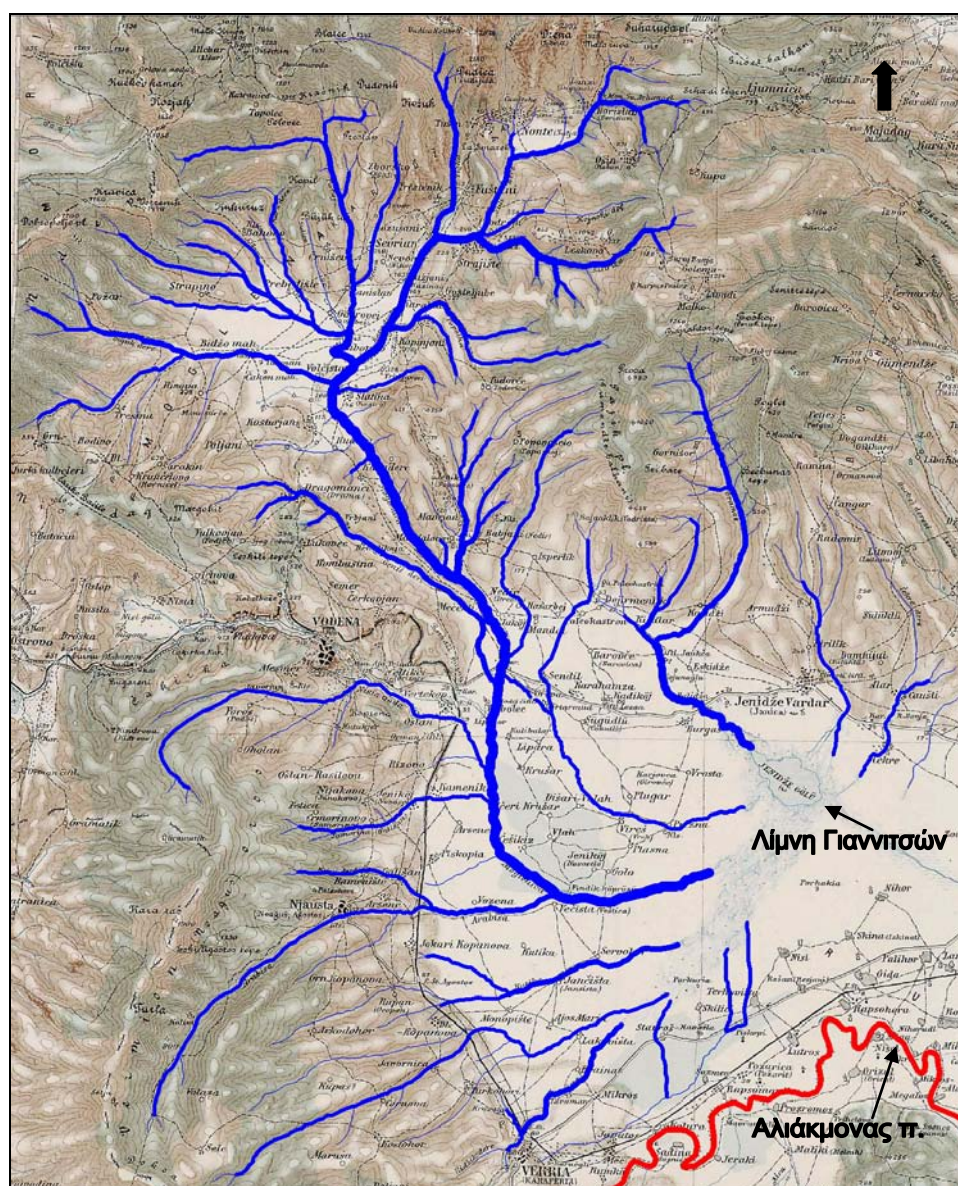
Σχήμα 27: Άποψη του ιχθυοτροφείου. (χάρτης Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000)



Σχήμα 28: Η περιοχή του ιχθυοτροφείου, όπως παρατηρείται στις μέρες μας.(Δορυφορική εικόνα LANDSAT 7/ETM)

Ύστερα από όλες τις τροποποιήσεις στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, παρατηρείται αλλαγή στο δίκτυο των πλευρικών χειμάρρων. Στον Αυστροουγγρικό χάρτη (σχήμα 29) αποτυπώνεται το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής, γύρω από την λίμνη Γιαννιτσών. Στο βορειοδυτικό τμήμα του χάρτη, παρατηρείται ότι οι χειμάρροι κινούνται προς τα πάνω, ενώ νότια του χάρτη κατευθύνονται προς τον Αλιάκμονα.

Πλέον, όλοι οι χειμάρροι αποκόπηκαν και μπαίνουν στην τάφρο. Το αποτέλεσμα από αυτή την ανθρώπινη παρέμβαση είναι οι χειμάρροι να αλλάξουν κατεύθυνση και κατ'επέκταση να αλλάξει η φυσιογνωμία της περιοχής.



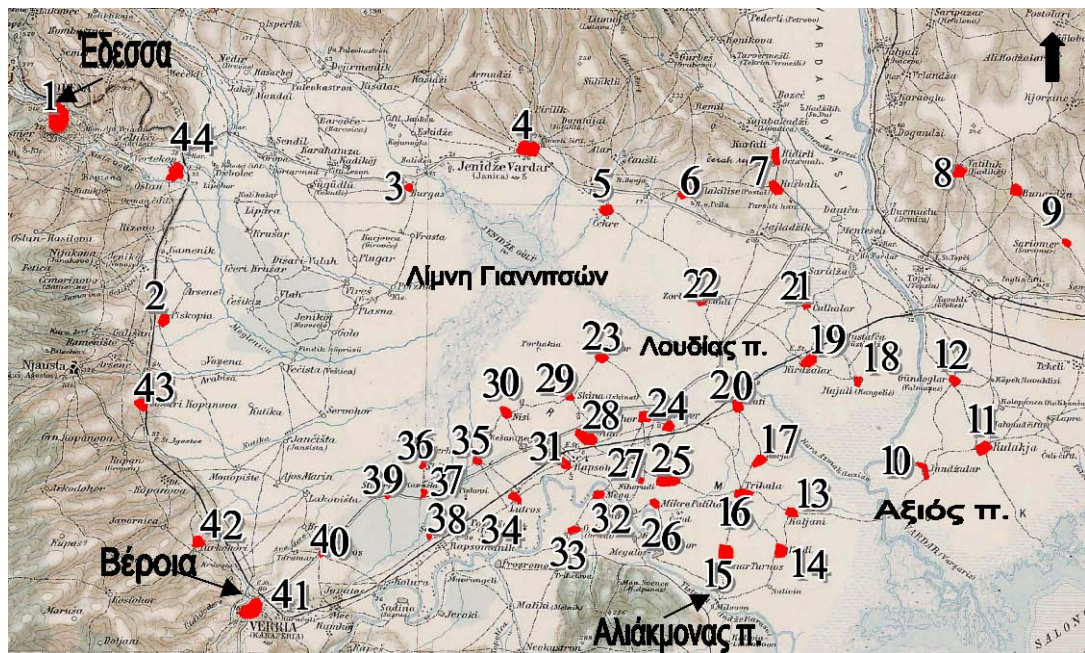
Σχήμα 29: Αποψη του υδρογραφικού δικτύου στα τέλη του 19^{ου} αιώνα.

Τέλος, παρατηρείται μία μεταβολή στην έκταση των κατοικημένων περιοχών από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα.

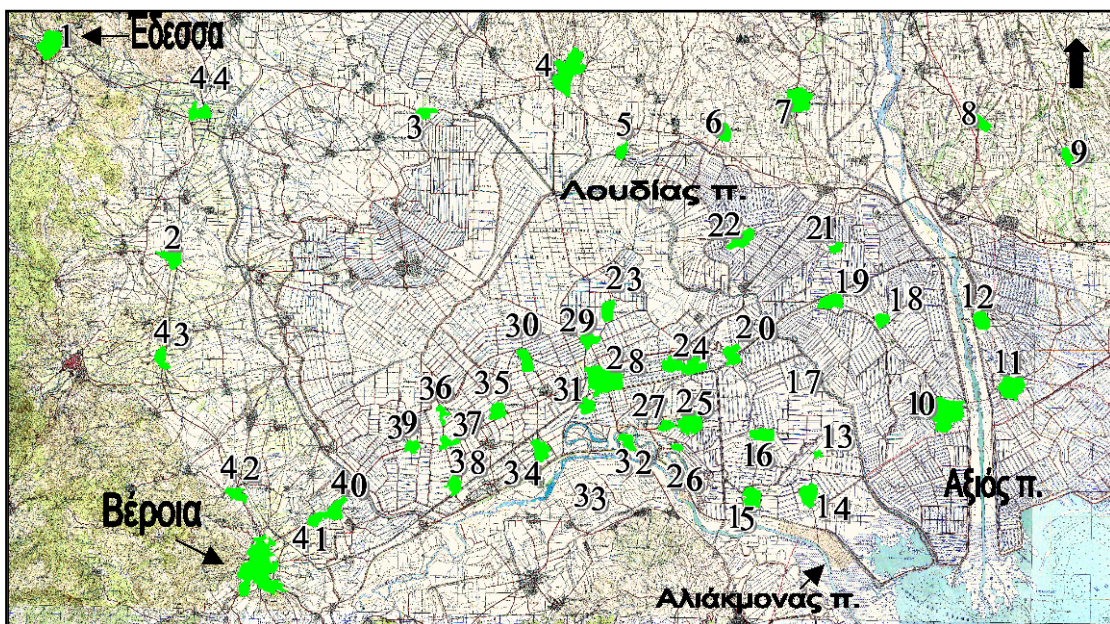
Συγκρίνοντας τον Αυστροουγγρικό χάρτη με τον χάρτη της Γ.Υ.Σ. (σχήμα 30 και 31), παρατηρείται είτε αύξηση της έκτασης (σε μεγαλύτερο ποσοστό), είτε μείωση. Η μεγαλύτερη αύξηση που σημειώθηκε είναι στο πολεοδομικό συγκρότημα της Βέροιας (νοτιοδυτικά του χάρτη). Επίσης, κάποιες κατοικημένες περιοχές ενώθηκαν μεταξύ τους και πλέον ορίζονται ως μία μονάδα, όπως για παράδειγμα η περιοχή Κουφάλια, η οποία προήλθε από την ένωση των χωριών : Hidirli και Kusbali, οι ονομασίες των οποίων είναι Τουρκικές.

Εκτός από τα παραπάνω, αξίζει να αναφερθεί ότι κάποιες περιοχές, οι οποίες υπήρχαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα πλέον δεν υπάρχουν.

Στην συνέχεια παρατίθενται οι χάρτες με ψηφιοποιημένες τις συγκρίσιμες κατοικημένες περιοχές στον Αυστροουγγρικό χάρτη (σχήμα 30) και στον χάρτη της Γ.Υ.Σ. (σχήμα 31) και μετέπειτα ακολουθεί πίνακας με τα αποτελέσματα των εκτάσεων για κάθε περιοχή (πίνακας 8).



Σχήμα 30: Άποψη των κατοικημένων περιοχών στα τέλη του 19^{ου} αιώνα. (Αυστροουγγρικός χάρτης). Αριθμούνται οι πλέον διακριτές.



Σχήμα 31: Άποψη των κατοικημένων περιοχών στις μέρες μας (χάρτης Γ.Υ.Σ., κλίμακα 1:50000). Αριθμούνται οι πλέον διακριτές. Σημειώνονται διαφορές σε ανάλογες κατοικημένες περιοχές του Αυστροουγγρικού χάρτη (βλ. παραπάνω).

Πίνακας 8: Σύγκριση των μετρήσεων (εμβαδού και περιμέτρου) των κατοικημένων περιοχών από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα.

Κατοικημένη περιοχή.	Μετρήσεις από τον Αυστροουγγρικό χάρτη		Μετρήσεις από τον χάρτη της Γ.Υ.Σ.	
	Εμβαδόν σε km	Περίμετρο σε km ²	Εμβαδόν σε km	Περίμετρο σε km ²
1. Έδεσσα	1,76	6,06	1,83	5,38
2. Επισκοπή	0,4	2,45	0,91	4,98
4. Καρυώτισσα	0,22	1,84	0,63	3,61
5. Γιαννιτσά	1,31	5,01	3,08	9,57
6. Παραλίμνη	0,43	2,46	0,52	3,13
7. Κουφάλια (ένωση χωριών : Hidirli και Kusbali)	0,39	2,73	1,85	5,65
	0,53	2,81		
8. Βαθύλακκος	0,53	2,82	0,68	3,33
9. Νέα Μεσημβρία (ένωση χωριών : Bunardza και Sariomer)	0,41	2,47	0,56	3,09
	0,24	1,7		
10. Νέα Μάλγαρα- Κύμιννα	0,38	3,68	3,05	8,33
11. Πύργος	0,56	2,88	1,71	5,52
12. Ανατολικό	0,32	2,18	0,88	4,59
13. Άλωρος	0,36	2,31	0,18	2,01
14. Κλειδίον	0,49	2,78	1,15	4,45
15. Πλάτανος	0,71	3,21	1,08	4,62
16. Τρίκαλα	0,56	3,05	0,95	4,12
17. Αγ. Δημήτριος	0,44	2,65	-	-
18. Βράχια	0,22	2,46	0,55	3,26
19. Άδεδρον	0,56	2,95	1,05	5,19
20. Πλατό	0,44	2,55	0,97	4,71
21. Παρθένιον	0,13	1,51	0,37	2,71
22. Μικρό Μοναστήριον	0,49	2,58	1,16	4,88
23. Νεοχώριον	0,39	2,38	0,84	3,63

24. Λειανοβέργειον (ένωση χωριών : Palihor και Lanier)	0.41	2.56	1,98	8,49
	0.37	2.41		
25. Κορυφή	0,88	3,79	1,52	5,78
26. Παλαιοχώρα	0,26	1,95	0,24	2,05
27. Νεοχωρόπουλον	0,12	1,38	0,47	3,27
28. Αλεξάνδρεια	0,84	4,82	3,06	8,46
29. Σχοινάς	0,24	1,96	0,81	3,89
30. Νήσιον	0,37	3,04	0,92	4,76
31. Καποχώριον	0,32	2,22	0,73	3,65
32. Νησέλλιον	0,27	2,07	0,71	4,09
33. Αγ. Γεώργιος	0,26	2,12	-	-
34. Λουτρός	0,34	2,46	1,07	5,04
35. Καμποχώριον	0,26	2,05	0,81	4,21
36. Παλαιόν Σκυλλίτσιον	0,15	1,61	0,44	4,19
37. Καβασίλα	0,17	1,75	0,61	4,99
38. Ξεχασμένη	0,11	1,31	0,75	4,91
39. Σταυρός	0,16	1,52	0,54	3,33
40. Μακροχώριον	0,17	1,77	1,64	7,97
41. Βέροια	1,21	4,31	5,53	19,58
42. Πατρίς	0,42	2,53	0,77	5,67
43. Κόπανος	0,49	2,65	0,75	4,22
44. Σκύδρα	0,82	3,98	1,01	5,11

4. Συμπεράσματα

Η σύγκριση χαρτών και δορυφορικών εικόνων, αποτελεί χρήσιμο εργαλείο στην καταγραφή των αλλαγών στο μορφολογικό ανάγλυφο που επιφέρεται από ανθρωπογενείς επεμβάσεις αλλά και από φυσικές διαδικασίες.

Από την μελέτη των επιμέρους χαρτών και εικόνων, παρατηρείται ότι η πεδιάδα της Θεσσαλονίκης υφίσταται αναδιαμορφώσεις και βελτιωτικά έργα σχεδόν 90 χρόνια τώρα. Κατασκευάστηκαν εγγειοβελτικά έργα (αντιπλημμυρικά, αποστραγγιστικά και αρδευτικά) κατά μήκος των ποταμών Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα λόγω προστασίας των αγροτικών καλλιεργειών, την διευκόλυνση στην άρδευση και την σωστή αποστράγγιση του ύδατος. Καθώς επίσης και η κατάλληλη διευθέτηση της κοίτης καθενός ποταμού ξεχωριστά.

Στους χάρτες παρατηρήθηκε αλλαγή της πορείας των ποταμών, η οποία πραγματοποιήθηκε ανθρωπογενώς. Κύρια αιτία αυτής της εκτροπής ήταν ο κίνδυνος να μετατραπεί σε λίμνη ο Θερμαϊκός κόλπος, λόγω του μεταφερόμενου στερεού φορτίου που αποτίθονταν στον κόλπο και τη συνεχιζόμενη αύξησης του μεγέθους των δέλτα των ποταμών,

Μία άλλη ανθρωπογενής επέμβαση είναι και η αποξήρανση της λίμνης των Γιαννιτσών. Τα έλη καταλάμβαναν αρκετή έκταση με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλο τμήμα ανεκμετάλλευτης και προβληματικής γης.

Για το πρόβλημα αυτό διαμορφώθηκε καταλληλότερα η κοίτη του ποταμού Λουδία και αποξηράνθηκε η λίμνη. Επίσης, μετά την αποξήρανση των λιμνών παρατηρείται έντονη αλλαγή στο ρου των κυρίων χειμάρρων της εγγύς περιοχής.

Τέλος, εκτός των γεωμορφολογικών μεταβολών παρατηρήθηκε έντονη αλλαγή στην έκταση των κατοικημένων περιοχών με σημειούμενη αύξηση ή μείωση ακόμη και πλήρη εγκατάλειψη οικισμών.

Φυσικά οι αλλαγές δεν τελειώνουν εδώ. Η πεδιάδα της Θεσσαλονίκης συνεχίζει να αλλάζει γεωμορφολογικά, όλο και περισσότερο, λόγω της μη ορθολογικής ανθρώπινης δραστηριότητας. Οι αλλαγές καταγράφονται στους χάρτες και το

ενδιαφέρον για την εικόνα που θα έχει η περιοχή σε μερικές δεκαετίες παραμένει αμείωτο.

5. Βιβλιογραφία

- Albanakis, C., (1985). Monitoring of suspended sediment concentration using optical methods and remote sensing. *Unpublished thesis for Ph. D., Dept. Of Geography, The University of Nottingham, U.K.*
- Astaras, T.A., Sotiriadis, L., (1988). The evolution of the Thessaloniki - Giannitsa plain in northern Greece during the last 2500 years- From the Alexander the Great era until today, *Lake, Mire and River Environments, Lang & Schluchter(eds) Balkema, Rotterdam.*
- Βαβλιάκης, Ε., (1985). *Μαθήματα γεωγραφίας*. Α.Π.Θ., Υπηρεσία δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- Βουβαλίδης, Κ., (2004). *Μαθήματα φυσικής γεωγραφίας*. Τμήμα εκδόσεων, Πανεπιστημιακό τυπογραφείο, Θεσσαλονίκη.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, τοπογραφικοί χάρτες (1970), κλίμακας 1:50000.
- Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων (ΕΚΒΥ), (1996). Ελληνικοί Υγρότοποι. Εκδότης: Εμπορική τράπεζα της Ελλάδος.
- Jeffries M. and Mills D., (1990). *Freshwater Ecology: Principles and Applications*. Belhaven Press, London.
- Λιβιεράτος, Ε., (2003). *Φύλλα χάρτη Βόρειας Ελλάδας: η πρώτη απεικόνιση*.
- Μαραγκουδάκη, Ε., (2006.) *Στοιχεία της υδρολογικής συμπεριφοράς του Αξιού ποταμού στο τμήμα της κοίτης του πλησίον του φράγματος της Ελεούσας*, Διπλωματική εργασία, Θεσσαλονίκη.
- Μουντράκης, Δ., (1985). *Γεωλογία της Ελλάδας*. University studio press, Θεσσαλονίκη.

- Παράσχου, Θ., (2005). *Η γεωμορφολογική εξέλιξη της κοιλάδας του Ιναχου ποταμού της Φθιώτιδας, παραπόταμου του Σπερχειού ποταμού, Διατριβή ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη.*
- Πεχλιβανίδου, Σ., (2007). *Η γεωμορφολογία της νήσου Σκύρου και η επίδραση της στις χρήσεις γης, Διατριβή ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη.*
- Σαλονικίδου, Ε., (2006). *Σύγχρονη κατάσταση του υδροβιότοπου 'Δέλτα Αξιού' με την βοήθεια των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Μια διεπιστημονική περιβαλλοντική προσέγγιση, Διπλωματική εργασία, Θεσσαλονίκη.*
- Σωτηριάδης, Λ., Ψιλοβίκος, Α.,(1984). Ασκήσεις Γεωμορφολογίας, Α.Π.Θ., Υπηρεσία δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- Therianos, A., (1974). The annual discharge and the geographical distribution of the run-off in the Greek territory. Bull. Geol. Society of Greece, vol. XI. No.1,28-58.

Βιβλιογραφική ενημέρωση μέσω διαδικτύου.

- <http://www.thisavros.gr/2002/to/af13.asp>
- <http://www.ornithologiki.gr/gr/sppe/gr025.php>
- [http:// www.geocities.com](http://www.geocities.com)

