



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΛΙΜΝΕΣ ΑΡΤΖΑΝ - ΑΜΑΤΟΒΟΥ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΑΥΤΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΔΟΑΝΗ ΣΟΦΙΑ, ΑΕΜ: 4283

ΕΠΙΒΛΕΤΩΝ :ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Θεσσαλονίκη 2010



1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ - ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΥΠΑΓΩΓΗ

3.ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

4.ΓΕΩΛΟΓΙΑ- ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

4.1 Γεωλογικά στοιχεία

4.2 Φυσικογεωγραφικά στοιχεία

4.2.1 Φύση του εδάφους

4.2.2 Λίμνη Αματόβου

4.2.3 Λίμνη Αρτζάν

5.ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

6.ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

7.ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

8.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

9.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

9.1 Υδρολογία-Υδρογραφία

9.2 Ανάλυση μορφολογικού αναγλύφου

9.3 Περιβαλλοντικές Μεταβολές

9.3.1 Ιστορικοί Χάρτες

9.3.2 Παλαιοντολογική Ανάλυση

10.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

11.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την βοήθειά τους στη συγκέντρωση των πληροφοριών και τη συνεργασία, ευχαριστώ τους κ. Βουβαλίδη Κωνσταντίνο - επίκουρο καθηγητή, Καρακώστα Θεόδωρο-καθηγητή, Συρίδη Γεώργιο- αναπληρωτή καθηγητή, Πεχλιβανίδου Σοφία, Πέννο Χρήστο- υποψήφιους Διδάκτορες του Τμήματος Γεωλογίας. Επίσης το ΕΚΕΠΤΠ-ΕΚΕΧΧΑΚ (ευρωπαϊκό κέντρο επικοινωνίας πληροφόρησης & πολιτισμού -εθνικό κέντρο χαρτών & χαρτογραφικής κληρονομιάς- εθνική χαρτοθήκη) για την παροχή χαρτών διαφόρων χρονολογιών της περιοχής και τον τομέα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας του Γεωλογικού τμήματος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου.



Η εργασία αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος «Διπλωματική εργασία» του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η καταγραφή των περιβαλλοντικών μεταβολών των λιμνών Αρτζάν και Αματόβου, η περιγραφή των ανθρωπογενών επεμβάσεων στην φυσική κατάσταση που είχαν στις αρχές του 20ού αιώνα, καθώς και η παρουσίαση της σημερινής τους κατάστασης, κατά την οποία η λίμνη Αματόβου έχει αποξηρανθεί καθολικά ενώ η λίμνη Αρτζάν έχει υποστεί μερική αποξήρανση με ένα κομμάτι της να υπάρχει ακόμη με την μορφή τεχνητής λίμνης υποστηριζόμενης από φράγμα.

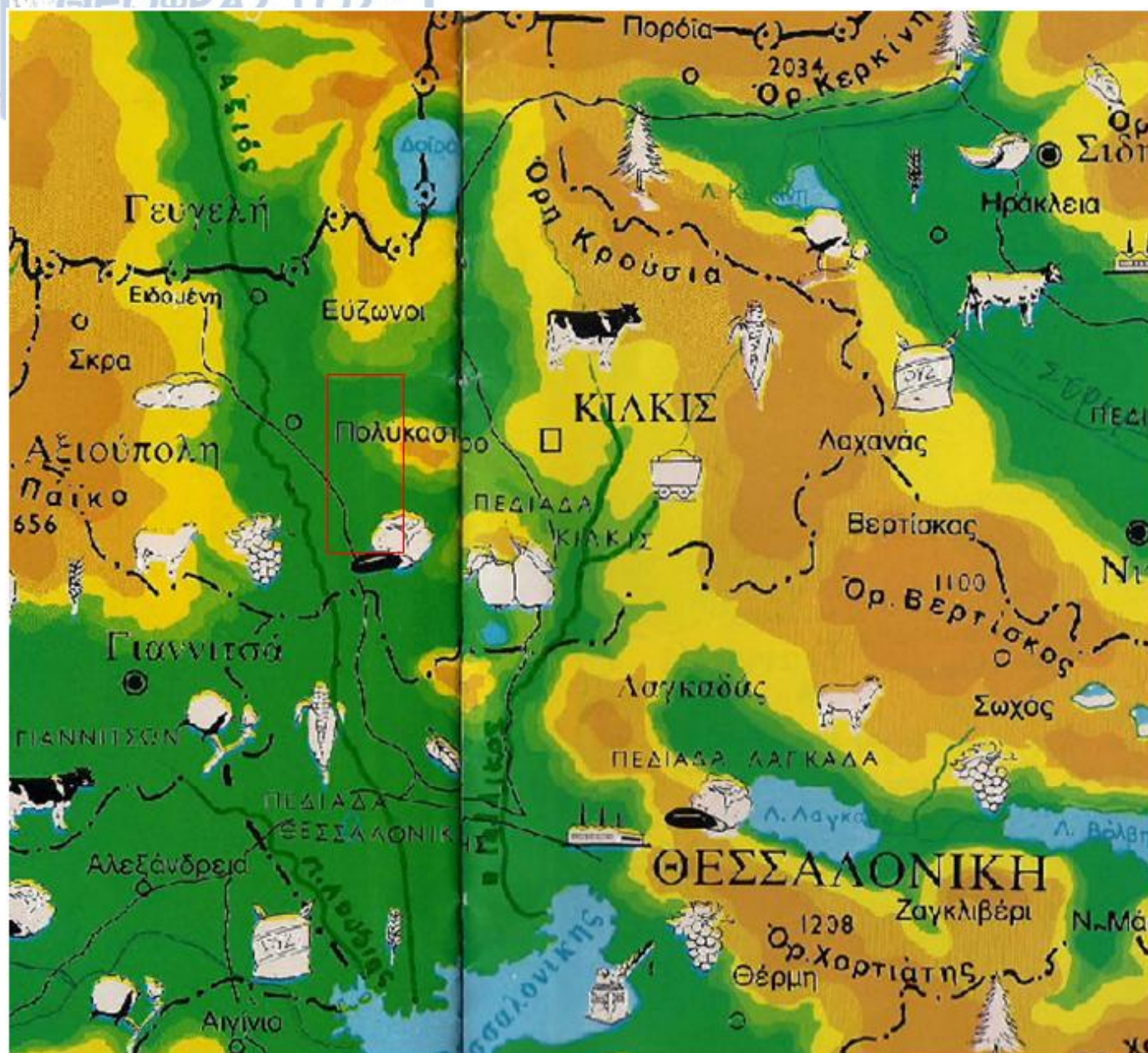
Για την επίτευξη του σκοπού αυτού πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες επισκέψεις στην περιοχή των λιμνών, δειγματοληψίες, επισκέψεις στο ΕΚΕΠΠ-ΕΚΕΧΧΑΚ (ευρωπαϊκό κέντρο επικοινωνίας πληροφόρησης & πολιτισμού - εθνικό κέντρο χαρτών & χαρτογραφικής κληρονομιάς- εθνική χαρτοθήκη) για την λήψη χαρτών διαφόρων χρονολογιών της περιοχής και επεξεργασία τους σε Γ.Σ.Π.



(Εικ. 1) Η λίμνη Αρτζάν σήμερα

Στην παρούσα εργασία αρχικά γίνεται μια γενική αναφορά στην γεωγραφική θέση και διοικητική υπαγωγή των λιμνών Αρτζάν - Αματόβου καθώς και σε κάποια ιστορικά στοιχεία που αφορούν την περιοχή. Στην συνέχεια, παρουσιάζεται το ειδικό μέρος της μελέτης το οποίο αφορά τα γεωγραφικά, γεωλογικά, κλιματολογικά και υδρολογικά στοιχεία των λιμνών. Ακολουθεί η περιγραφή των αποστραγγιστικών και αντιπλημμυρικών έργων και η καταγραφή των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων όπως αυτά παρατηρήθηκαν στην ύπαιθρο και εξήχθησαν από την επεξεργασία με την χρήση λογισμικών και GIS.

Ο νομός Κιλκίς στον οποίο υπάγονται οι αποξηραμένες λίμνες Αρτζάν και Αματόβου περιβάλλεται, από ανατολικά από την οροσειρά των Κρουσίων με τα όρη Δύσωρο και Μαυροβούνι που αποτελούν το φυσικό σύνορο με το νομό Σερρών. Η ψηλότερη κορυφή των Κρουσίων είναι στο Μαυροβούνι στα 1.179 μέτρα. Δυτικά δεσπόζει το όρος Πάικο, φυσικό σύνορο με το νομό Πέλλας, με ψηλότερη κορυφή τα 1.650 μέτρα. Βορειοδυτικά ορθώνεται η Κερκίνη, που αποτελεί ένα φυσικό τείχος που χωρίζει, από τη μια την Ελλάδα και από την άλλη, Βουλγαρία και Π.Γ.Δ.Μ. Στο νομό Κιλκίς, η ψηλότερη κορυφή είναι 1.874 μέτρα. Ανάμεσα σε αυτά τα όρη δημιουργούνται δύο κοιλάδες, που αποτελούν και τις λεκάνες απορροής των δύο ποταμών του νομού. Δυτικά, η λεκάνη του Αξιού, που διαρρέει το νομό κάθετα, από Βορρά προς Νότο, με τους παραποτάμους του: Μέγα Ρέμα και Ρέμα Γοργόπης δυτικά και Σιλιμλή ανατολικά. Στο Μέγα Ρέμα έχει σχηματιστεί η τεχνητή λίμνη του Μεταλλείου. Επίσης σε έναν παραπόταμο του Μεγάλου Ρέματος, (βορειοδυτικά) σχηματίζεται ένας καταρράκτης που χύνεται στη Γαλάζια λίμνη. Ανατολικά, ο Σιλιμλής πηγάζει από το λόφο της Κορώνας (στα σύνορα Ελλάδος - Π.Γ.Δ.Μ.) και χύνεται ως την αποξηραμένη λίμνη Αρτζάν, όπου ενώνεται με το κανάλι αποστράγγισής της, με τελική κατάληξη τον Αξιό. Στα ανατολικά του νομού σχηματίζεται η λοφώδης λεκάνη του Γαλλικού ή Εχέδωρου ποταμού. (Σχ.1)



(Σχ.1) Γεωφυσικός χάρτης της περιοχής. Στο κόκκινο πλαίσιο παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης.



(Χάρ.1) Ιστορικός χάρτης του 1909 κλίμακας 1:200.000. Στο κόκκινο πλαίσιο παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης.

Για τη διαμόρφωση της γεωγραφίας και γεωμορφολογίας της ευρύτερης περιοχής του Πολυκάστρου, σημαντικό ρόλο έπαιξε από την αρχαιότητα ο Αξιός ποταμός. Σύμφωνα με την αρχαιολόγο Θώμη Σαββοπούλου, στην έκδοση της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Κιλκίς «Αρχαιολογική Περιήγηση στο Νομό Κιλκίς», τον 5ο αιώνα π.Χ. σύμφωνα με μαρτυρίες του Ηροδότου και του Θουκυδίδη, η περιοχή δυτικά του Αξιού και μέχρι τις υπώρειες του Πάϊκου, ανήκε στην περιοχή της Βοττιαίας, ενώ η περιοχή που εκτείνεται ανατολικά του Αξιού και μέχρι τα Κρούσια ή το Δύσωρον όρος αποτελούσε την περιοχή της Κρηστώνιας. Στα νότια της Κρηστώνιας εκτεινόταν η Μυγδονία. Στα βόρεια της Βοττιαίας και της Κρηστωνίας εκτεινόταν η Παιονία, με ονομαστότερη πόλη της τη Δόβηρο. Στο νότιο τμήμα του Αξιού, όπως απέδειξαν γεωλογικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν με αφορμή τη γερμανική ανασκαφή στον προϊστορικό οικισμό του Καστανά (Χάρτ.2 σελ.31), η περιοχή ήταν χαμηλότερη από τη στάθμη της θάλασσας και είχε κατακλυσθεί από τα νερά του θαλάσσιου κόλπου. Οι εκβολές του Αξιού βρίσκονταν σ' απόσταση 15 χλμ. Από τη θέση του σημερινού Πολυκάστρου. Λιμνάζοντα νερά και έλη κάλυπταν όλη την έκταση ως τις παρυφές της λεκάνης. Οι αρχαίοι οικισμοί εντοπίστηκαν στα υψώματα που την περιέκλειαν, τα οποία ασφαλώς προσέφεραν υγιεινότερες συνθήκες διαβίωσης. Σταδιακά απομακρύνθηκε το σημείο των εκβολών και στον 5ο αιώνα π.Χ. είχε φθάσει στο ύψος των Κουφαλίων, στην αρχαία πόλη των Ιχνών. Το χαμηλό ανάγλυφο της περιοχής και η συσσώρευση υδάτων από τη γύρω ορεινή ζώνη είχε σαν αποτέλεσμα να σχηματισθούν σε μεταγενέστερη εποχή, μετά την κλασική, στην ανατολική πλευρά του Αξιού, οι γνωστές λίμνες Αρτζάν - Αματόβου. Με την αποξήρανση των λιμνών και την καταπολέμηση της ελονοσίας στις αρχές του 20ου αιώνα, νεότεροι οικισμοί εξαπλώθηκαν στα πεδινά μέρη της λεκάνης και πρόσφυγες από διάφορα μέρη του Πόντου, της Ανατολικής Θράκης και της Μικράς Ασίας, εγκαταστάθηκαν εκεί.

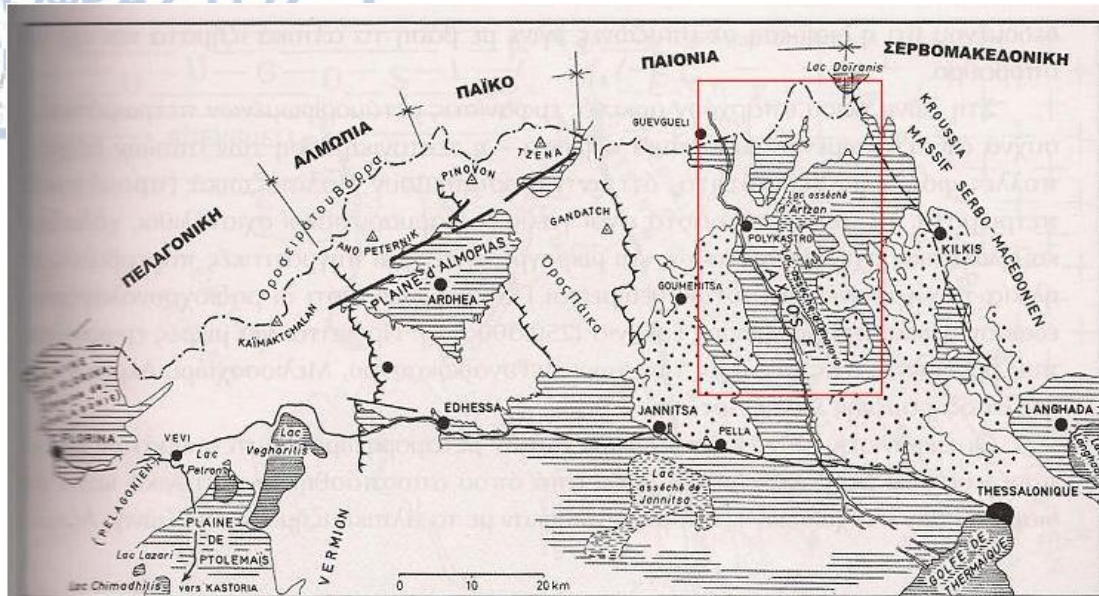
(Θώμη Σαββοπούλου

http://www.polikastro.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=80&Itemid=74)

4.1 Γεωλογικά στοιχεία

Με βάση την διάκριση του Ελληνικού χώρου σε γεωτεκτονικές ζώνες η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην ζώνη Αξίου. Χαρακτηρίζονταν παλιότερα σαν μια ενιαία βαθιά αύλακα (ευγεωσύγκλινο) που χώριζε τη Ροδοπική χέρσο προς τα ανατολικά και την Πελαγονική πάχη προς τα δυτικά. Αργότερα άλλες έρευνες διαχώρισαν μέσα στη ζώνη Αξίου τρεις επιμέρους υποζώνες που αντίστοιχα είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά: η αύλακα της Παιονίας, το ύβωμα του Πάικου και η αύλακα της Αλμωπίας. Παρόλη τη διαίρεση αυτή η ζώνη Αξίου εξακολουθεί να θεωρείται σαν μια ενιαία ζώνη με χαρακτήρες παλιάς ωκεάνιας περιοχής από όπου προήλθαν οι οφειόλιθοι. Σύμφωνα με τις απόψεις που επικρατούν σήμερα ο ωκεάνιος αυτός χώρος ήταν ο ωκεανός της Τηθύος Θάλασσας ενώ υπάρχουν και άλλες αντιλήψεις που θεωρούν τη ζώνη Αξίου σαν μια παλιά μικρή ωκεάνια λεκάνη.

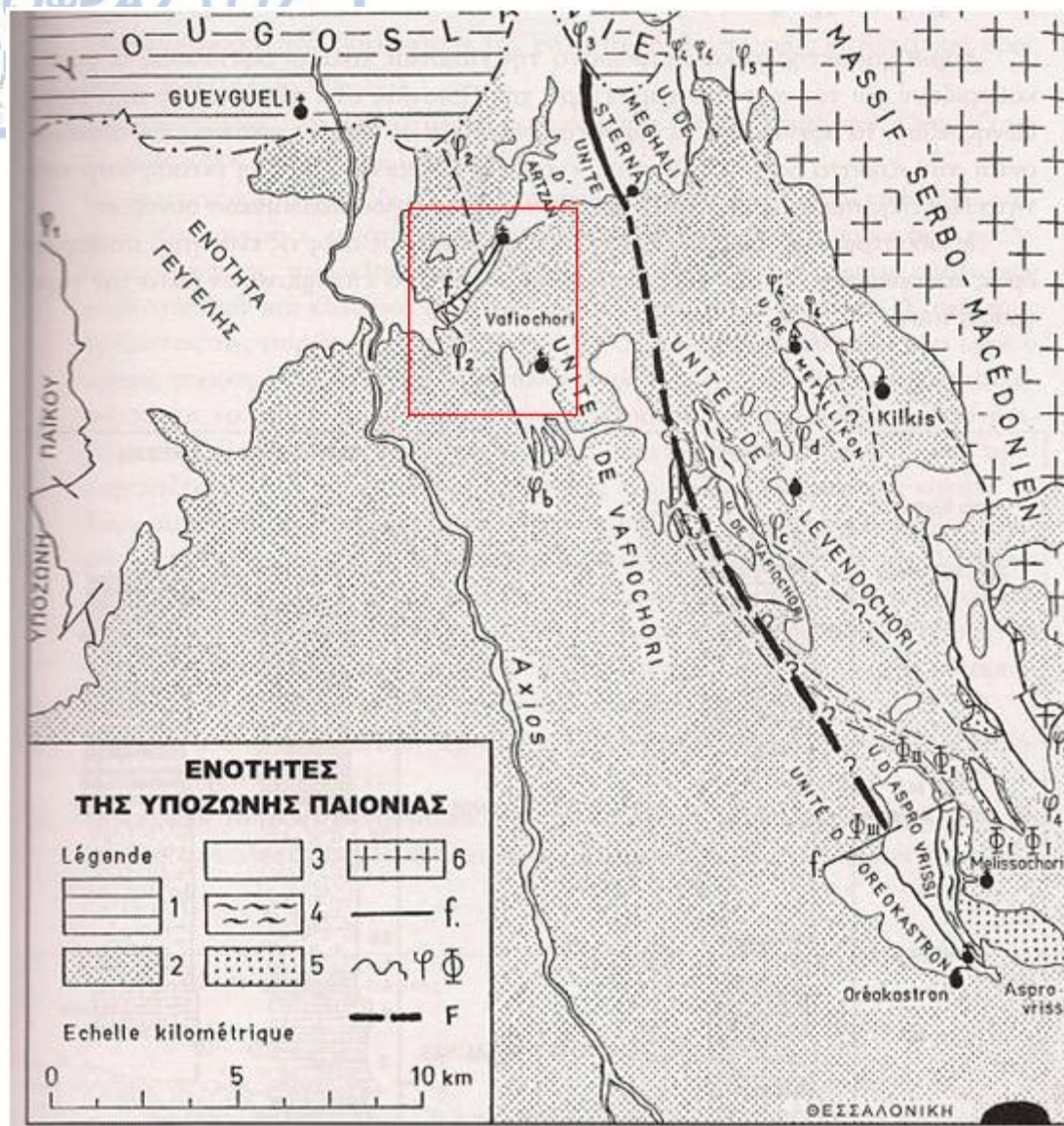
Ο ωκεάνιος χαρακτήρας αποδίδεται ενιαία σε όλη τη ζώνη Αξίου (κυρίως λόγω των οφειολίθων και των ωκεάνιων αβυσκίων ιζημάτων (σχιστοκερατολιθική διάπλαση) στις δυο υποζώνες Παιονίας και Αλμωπίας με την παρεμβολή της μικρής πλατφόρμας του Πάικου, στην οποία αποδίδονται χαρακτήρες νησιωτικού τόξου με έντονη ηφαιστειακή δράση στην περίοδο του Ιουρασικού, εξαιτίας της ενδοωκεάνιας υποβύθισης που προκλήθηκε κατά την αρχική συμπίεση και διάρρηξη της ωκεάνιας πλάκας. (Δ.Μουντράκης 2010)



(Σχ.2) Σκαρίφημα της διαίρεσης της ζώνης Αξιού στις υποζώνες Παιονίας, Πάικου και Αλμωπίας (Κατά Mercier 1966). Διακρίνονται οι τεκτονικές επαφές μεταξύ των υποζωνών, καθώς και η μεγάλη ρηξιγενής ζώνη Αρχαγγέλου-Λουτρακίου. (Μουντράκης 2010) Στο κόκκινο πλαίσιο βρίσκεται η περιοχή μελέτης.

Λεπτομερέστερα η περιοχή μελέτης όπως φαίνεται και στον παραπάνω χάρτη ανήκει στην υποζώνη Παιονίας, στην ενότητα Αρτζάν. Οι σχηματισμοί της ενότητας από τους κατώτερους προς τους ανώτερους είναι:

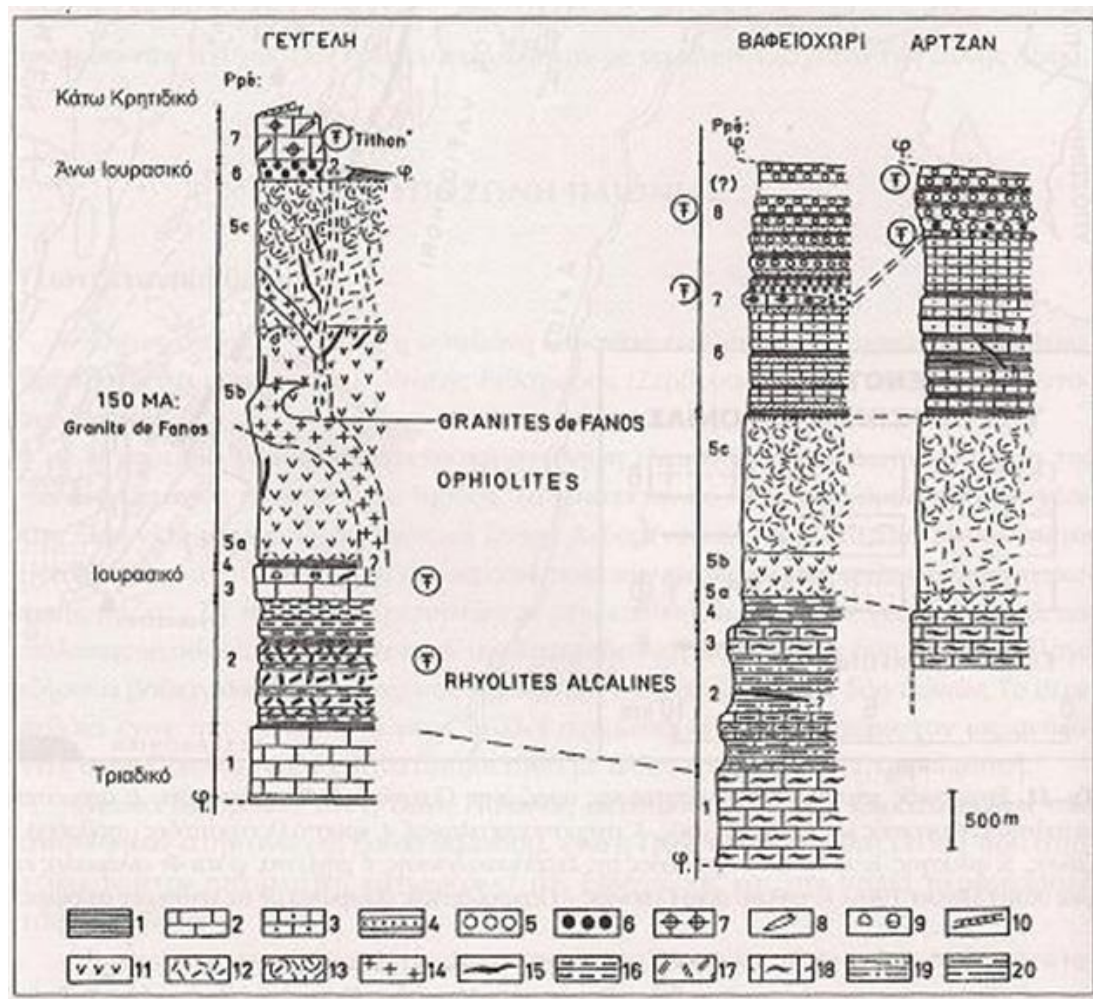
- Μεταμορφωμένα πετρώματα στην πρασινοσχιστολιθική φάση, όπως μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, χαλαζίτες, μάρμαρα και σιπολίνες που υποθέτονται ηλικίας Τριαδικού-Ιουρασικού.
- Οφειολιθικά πετρώματα όπως γάββροι, δολερίτες κ.α
- Πάνω στους οφειόλιθους βρίσκεται μια μεγάλου πάχους τυπική επικλυσιογενής σειρά ηλικίας Ανώτερου Ιουρασικού, η οποία αποτελείται από κλαστικά ιζήματα όπως κροκαλοπαγή με κροκάλες οφειολίθων, ψαμμίτες, ψαμμιτικούς ασβεστόλιθους, και πηλίτες. Προς τα επάνω η σειρά περιέχει ασβεστολίθους του Προτλανδίου και προς το βασικό Κρητιδικό η σειρά αποκτά φλυσχοειδή δομή.



(Σχ.3) Σχηματικός χάρτης με τις ενότητες της υποζώνης Παιονίας. 1:Γιουγκοσλαβία, 2:σχηματισμοί μεταλπικοί Νεογενούς και Τεταρτογενούς, 3:σχηματισμοί αλπικοί, 4:κρυσταλλοσχιτώδες υπόβαθρο της ζώνης, 5:φλύσχης, 6:κρυσταλλοσχιτώδες της Σερβομακεδονικής, f:ρήγματα, φ και Φ: ανώμαλες επαφές (κατά Mercier 1966). F: πιθανό όριο Παιονίας-Περιροδοπικής σύμφωνα με τις νεώτερες απόψεις. (Μουντράκης 2010) Στο κόκκινο πλαίσιο βρίσκεται η περιοχή μελέτης.

Η κοιλάδα του Αξιού όπου ανήκαν και οι λίμνες Αρτζάν- Αματοβου είναι ένα τεκτονικό βύθισμα το οποίο εξελίχθηκε ως συνέπεια της ανύψωσης ή βύθισης της λεκάνης και της πορείας των φαινομένων της διάβρωσης και αποσάθρωσης. Η υδρογεωλογική λεκάνη του Αξιού καθορίζεται από μια σειρά

ρηγμάτων με διεύθυνση Α-Δ και εγκάρσια προς αυτά Β-Ν. η διεύθυνση των πτυχών και των ρηγμάτων είναι βορειοδυτική προς νοτιοανατολική (Χριστόδουλος Θ. 1975)



(Σχ.4) Λιθοστρωματογραφικές στήλες των ενοτήτων της Παιονίας 1:σχιστόλιθοι και πηλίτες, 2:ασβεστόλιθοι και μάρμαρα, 3:ασβεστόλιθοι ψαμμιτοειδείς, 4:ψαμμίτες, 5:κροκαλοπαγή, 6: κροκαλοπαγή με κροκάλες οφειολιθικές, 7:κοράλλια, 8:βελεμνίτες, 9: τρηματοφόρα, 10:φύκη, 11:γάββροι, 12:δολερίτες, 13:μικρολιθικά οφειολιθικά, 14:γρανίτες, 15:πηγματίτες και γρανοφύρες, 16:τοφφίτες, 17:σερικιτικά πορφυροειδή, 18:σιπολίτες, 19:σχηματισμοί μεταμορφωμένων πυροκλαστικών, 20:χαλαζίτες. Οι αριθμοί 1-8 αντιστοιχούν στους σχηματισμούς που περιγράφονται στο κείμενο (κατά Mercier 1966). (Μουντράκης 2010).

4.2 ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η πρώτη και λεπτομερέστερη περιγραφή των φυσικογεωγραφικών στοιχείων της περιοχής πριν την αποξήρανση αλλά και παράλληλα στην αποξήρανση έγινε για τις ανάγκες κυρίως των έργων που εκτελούνταν εκείνη την εποχή ~1930 μέσα από την μελέτη του κ. Β. ΓΑΝΩΣΗ Γεωπόνου, Ανωτέρου Υπαλλήλου της Αγροτικής Τραπέζης με τίτλο «ΑΙ ΑΠΟΚΑΛΥΨΘΕΙΣΑΙ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΛΥΨΘΗΣΟΜΕΝΑΙ ΓΑΙΑΙ ΑΜΑΤΟΒΟΥ, ΑΡΤΖΑΝ, ΛΟΥΔΙΑ ΚΑΙ ΓΙΑΝΝΙΤΣΩΝ». Έτσι αντλούνται αρκετά στοιχεία για την φύση του εδάφους και την κατάσταση της κάθε λίμνης σε εκείνη την περίοδο, με την βοήθεια γεωτρήσεων και εδαφολογικών αναλύσεων.

4.2.1 Φύση του εδάφους

Μετά την αποξήρανση, διαπιστώθηκε ότι το έδαφος στα μέσα των λιμνών παρουσιάζει χαρακτηριστικά αργιλώδους συστάσεως, σχετική ποσότητα άμμου και σημαντική αναλογία πολύ λεπτής ιλύος. Στο υψηλότερο τμήμα τους υπάρχει έκταση 1.000 περίπου στρεμμάτων που είναι πολύ αμμώδης και ακατάλληλη για γεωργία.

4.2.2 Λίμνη Αματόβου

Η λίμνη Αματόβου εκτείνονταν Νότια και σε μικρή απόσταση από την λίμνη Αρτζάν, παράλληλα σχεδόν στον Αξιό ποταμό με ένα αρκετά επίμηκες σχήμα. (Χαρ.1). Γεώτρηση που έγινε στα πλαίσια της μελέτης για την αποξήρανση το 1930 στο υψόμετρο 22,5 μ. πριν την αποξήρανση της λίμνης μας δείχνει πως το νερό κάλυπτε το έδαφος σε ύψος 1,70 μ. δηλαδή έφτανε σε υψόμετρο 24 μ. Όσο πλησιάζουμε προς το κέντρο το έδαφος γίνεται περισσότερο αργιλώδες. Λίγο βορειότερα έγιναν ακόμη 2 γεωτρήσεις. Η πρώτη τέμνει τον κεντρικό χάνδακα και έδωσε 3,90 μ. νερό, ο πυθμένας είχε ιλύ και το έδαφος ήταν αργιλώδες ενώ 500 μέτρα δυτικότερα στη 2^η γεώτρηση, βρέθηκε 2,20 μ. νερό με πυθμένα αμμώδη, υπέδαφος αμμοαργιλώδες και πιο βαθιά αργιλώδες. Συμπερασματικά, η λίμνη Αματόβου είχε περίπου 5 μ. νερό. Τα όρια της λίμνης ακολουθούσαν την υψομετρική καμπύλη 25μ. όπου έφταναν και τα

νερά. Σε υψόμετρα 24-28 μ. υπήρχαν αμμώδη συστατικά των οποίων το πάχος εξαρτιόταν από την κλίση και έπειτα ακολουθούσαν αμμοαργιλώδη εδάφη. Τέλος εμφανιζόταν τα αργιλώδη στις υψομετρικές καμπύλες 21-22 μ. Η φυσική σύσταση των εδαφών εξηγείται από την επίδραση του ύδατος όπως σε όλες τις λιμναίες περιοχές. Πρόκειται για τον διαχωρισμό που κάνει το νερό σύμφωνα με το βάρος των υλικών. Χονδρή άμμος αποτίθεται στις όχθες, λεπτή άμμος λίγο βαθύτερα και άργιλος στα πιο βαθιά τμήματα της λίμνης. Στην λίμνη υπάρχει έντονη παρουσία ασβεστίου που αποδεικνύεται από τα πολυάριθμα κελύφη ζώων. Η προέλευση των εδαφών είναι από πετρώματα που περιέβαλαν την λίμνη, από προσχώσεις του Αξιού, από φυτά της λίμνης που δημιούργησαν τύρφη και από τα κελύφη των οργανισμών.

Περιβάλλοντα πετρώματα: Στη Νότια και Δυτική πλευρά υπάρχουν Νεογενή χαλίκια και άμμοι τα οποία κοντά στο Αξιοχώριο εμφανίζονται κοκκινωπά λόγω οξείδωσης. Η Δυτική πλευρά αποτελείται από ψαμμιτικά πετρώματα με μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, χαλαζιακές φλέβες και ασβεστόλιθους. Η Βόρεια πλευρά αποτελείται από αμμοαργιλώδη υλικά του Αξιού, δίνοντας την εντύπωση δέλτα ποταμού.

4.2.3 Λίμνη Αρτζάν

Η λίμνη Αρτζάν βρισκόταν Βορειότερα από την λίμνη Αματόβου, αλλά ακολουθούσε και αυτή παράλληλα τον Αξιό ποταμό, με επίμηκες σχήμα επίσης και λίγο μεγαλύτερη έκταση. Κάνοντας μία επισκόπηση συνολικά στα εδάφη της τέως λίμνης Αρτζάν γίνεται φανερό ότι από φυσικής απόψεως παρατηρείται η ίδια κατανομή με τα εδάφη της λίμνης Αματόβου: αμμώδη εδάφη στις όχθες, λεπτή άμμος προς το εσωτερικό και άργιλος προς το κέντρο, γύρω από την υψομετρική καμπύλη 20μ. όπου έχει μείνει το υπόλοιπο της λίμνης. Τα μαυροχώματα παρουσιάζονται στις όχθες της Δυτικής κυρίως πλευράς και Βόρειας ενώ εκλείπουν σχεδόν εντελώς από την Ανατολική πλευρά όπου οι όχθες γίνονται απότομες. Στον σχηματισμό των εδαφών της λίμνης Αρτζάν συνεισέφεραν όπως και στου Αματόβου: τα αμέσως περιβάλλοντα στη λίμνη πετρώματα, οι παλαιότερες προσχώσεις του Αξιού (κώνοι αποθέσεως υλικών), τα αναπτυχθέντα στη λίμνη φυτά και τα πολυπληθή κοχύλια. Τα περιβάλλοντα στην λίμνη Αρτζάν πετρώματα ήταν αρκετά διαφορετικά από αυτά του Αματόβου. Η Ανατολική πλευρά

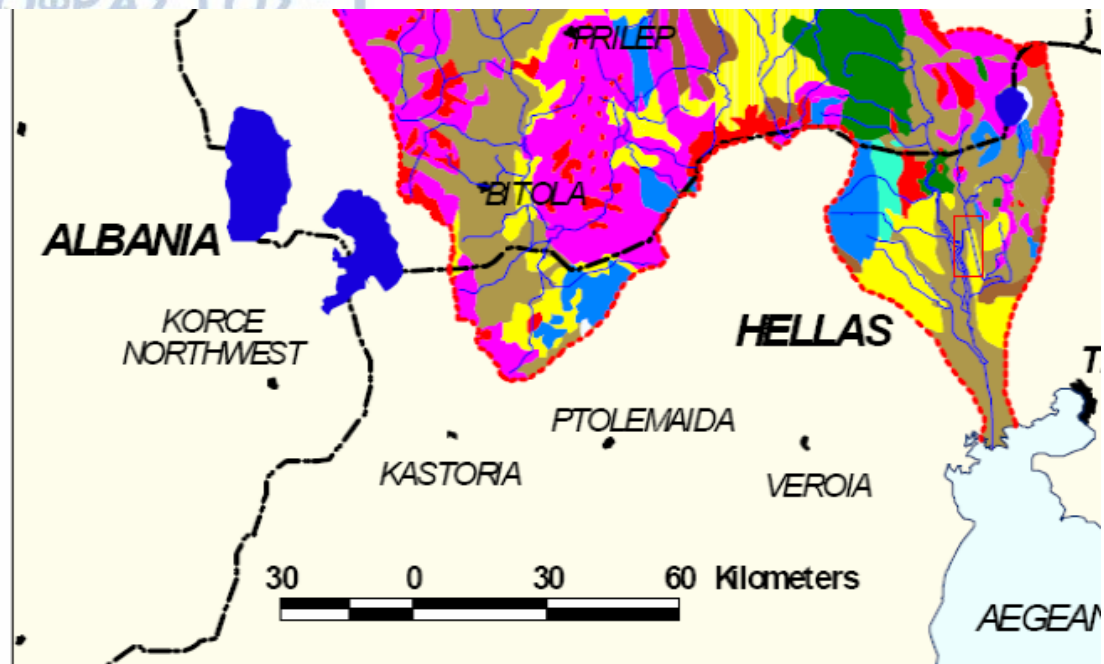
αποτελούνταν από σκληρούς μαρμαροειδής ασβεστόλιθους οι οποίοι έδωσαν ερυθρωπά μετά την εξασβέστωση εδάφη και η επίδραση του νερού της λίμνης έδωσε τα αμμώδη εδάφη στην Ανατολική ακτή από την δράση των κυμάτων όπου έχουμε και την απότομη κλίση της όπως συμβαίνει σε όλες τις παρόμοιες περιστάσεις συμπαγών πετρωμάτων υπό την επίδραση του νερού. Η Δυτική και Βόρεια πλευρά αποτελούνταν από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και σκληρούς ασβεστόλιθους. Η Νότια πλευρά αποτελεί συνέχεια της Βόρειας πλευράς του Αματόβου αποτελούμενη από υλικά αμμώδη και αμμοαργιλώδη παλιά αποθέματα του Αξιού. Συμπερασματικά, η λίμνη Αρτζάν είχε περίπου 6 μ. νερό. (ΓΑΝΩΣΗΣ, 1930)

Συνολικά και για τις 2 λίμνες εκείνη την χρονική περίοδο(~1930) :

εδάφη αμμοαργιλώδη : 5.000 στρέμματα

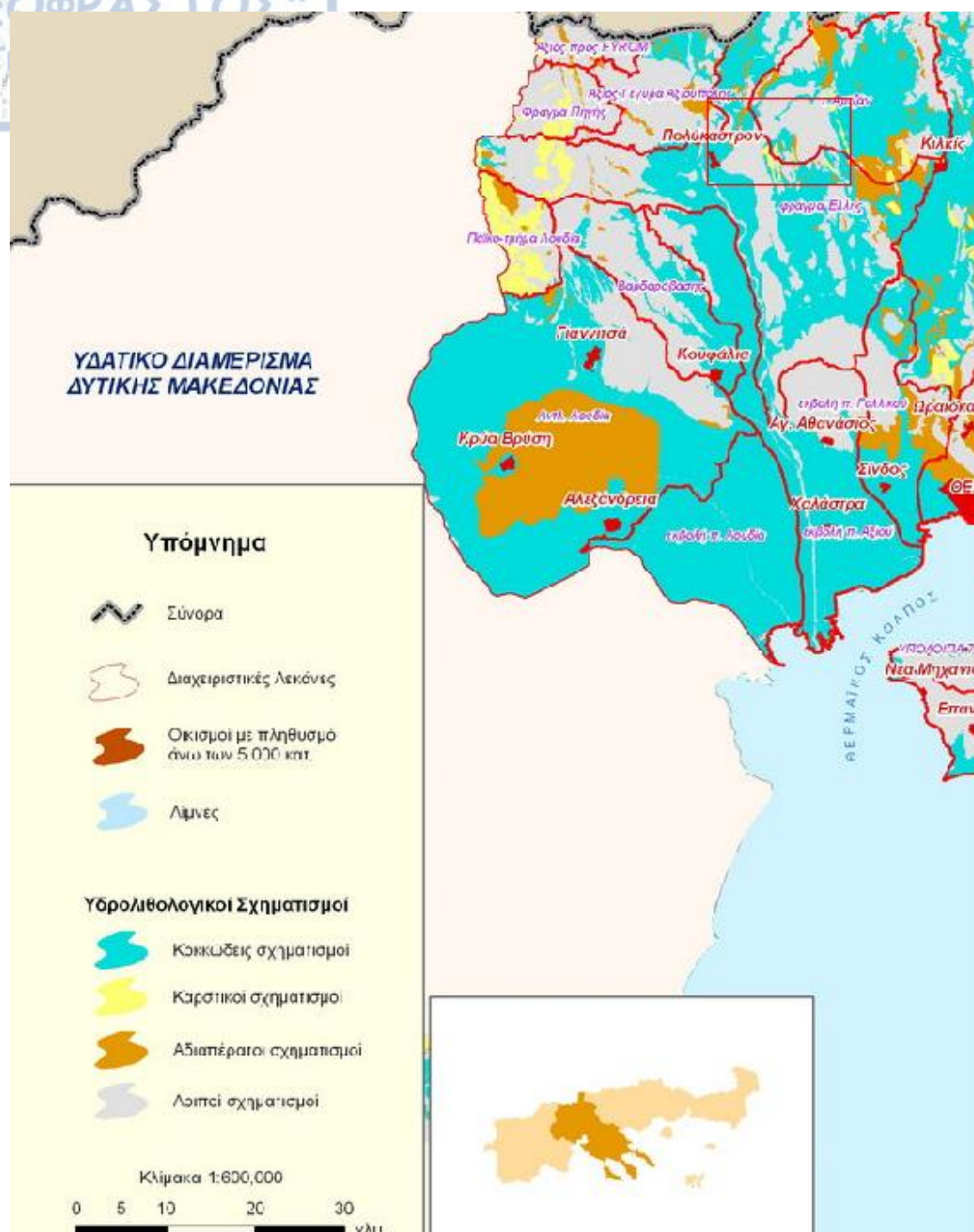
συνεκτικά πετρώματα : 8.000 στρέμματα

ύδατα : 1.400 στρέμματα



- Αλλουβιακές εναποθέσεις
- Δακίτες-ανδεσίτες, ινγκιμπρίτες-πυροκλαστίτες
- Φλύσχης, μολάσα
- Γρανίτες
- Ασβεστόλιθοι
- Άμμος, άργιλος, μάργες, λιγνίτες, κονγκλομερίτες

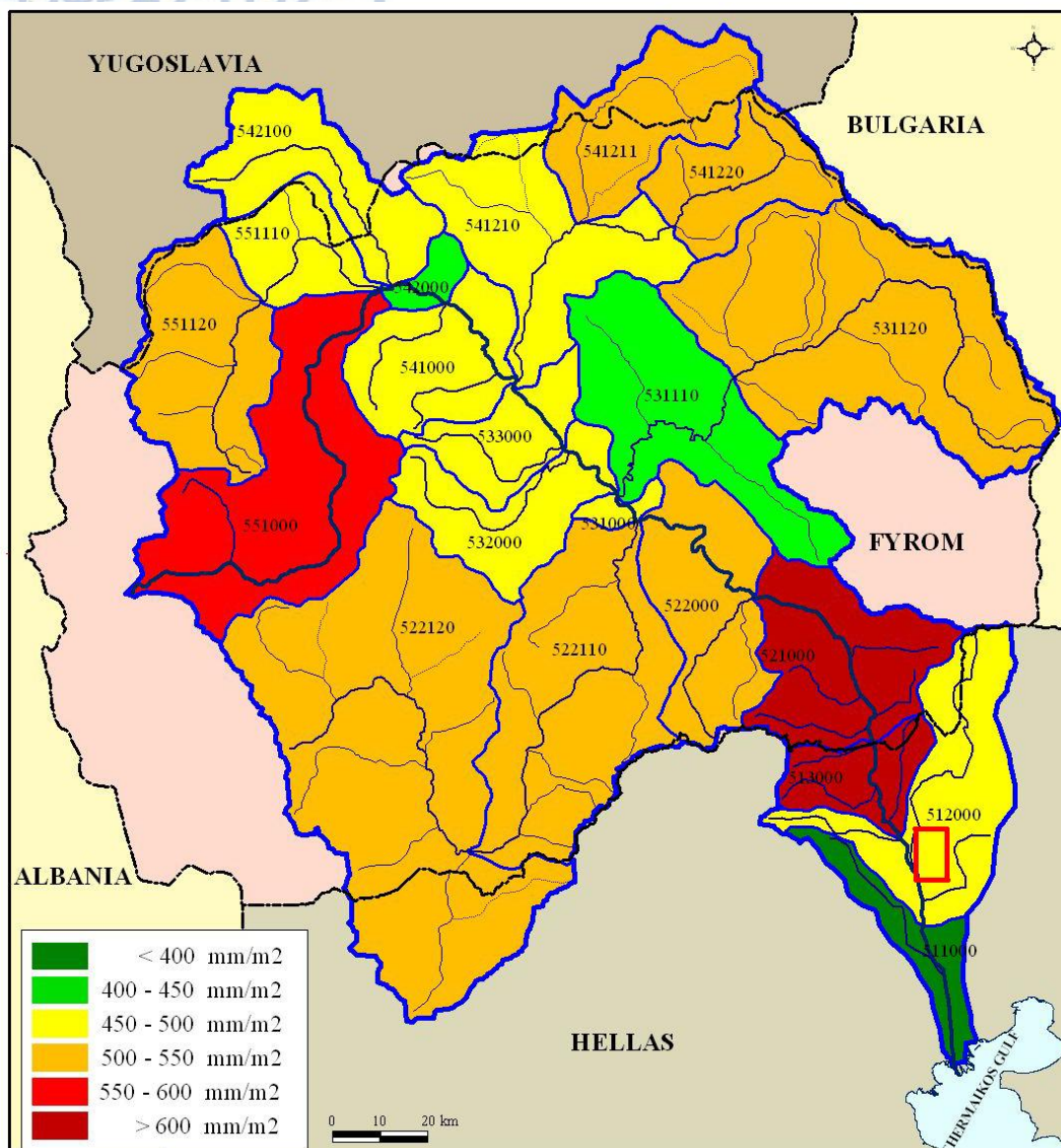
(Σχ.5) Γεωλογικός χάρτης λεκάνης Αξίου (Karageorgis et al., 2001) Στο κόκκινο πλαίσιο βρίσκεται η περιοχή μελέτης.



(Σχ.6) Χάρτης διαχειριστικών λεκανών και υδρολιθολογικών σχηματισμών υδατικού διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας. (Συντάχθηκε: Α. ΣΤΑΥΡΑΤΗ 2007) Στο κόκκινο πλαίσιο βρίσκεται η περιοχή μελέτης.

5. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το κλίμα του νομού Κιλκίς όπου ανήκουν και οι περιοχές των αποξηραμένων λιμνών Αρτζάν και Αματόβου, χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεσο μεταξύ μεσογειακού και ηπειρωτικού με άνιση κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους και με μεγάλη, συνήθως, περίοδο ξηρασίας, που προσδιορίζει τον ξηροθερμικό χαρακτήρα της περιοχής. Με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία από το μετεωρολογικό σταθμό Κιλκίς που βρίσκεται σε υψόμετρο 275 μ. η μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής είναι 15,70C (το χειμώνα 8,80C, την άνοιξη 14,0C, το καλοκαίρι 24,90C και το φθινόπωρο 17,10C). Η καλοκαιρινή περίοδος χαρακτηρίζεται ως περίοδος «ξηρασίας» με ελάχιστο ύψος βροχής κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο και σπανιότερα το Σεπτέμβριο. Τα ετήσια βροχομετρικά ύψη δεν είναι μεγάλα. Η μεγαλύτερη βροχόπτωση παρατηρείται κυρίως το φθινόπωρο με 133,5mm, ενώ την άνοιξη η βροχόπτωση κυμαίνεται στα 121,4mm, το χειμώνα στα 120,8mm και το καλοκαίρι στα 88,8mm. Το ετήσιο ύψος βροχής της περιοχής είναι περίπου 442,5mm. Παρατηρήθηκε επίσης ότι ο μέσος αριθμός ημερών βροχής είναι 39 μέρες / έτος. Επικρατέστεροι σε εμφάνιση άνεμοι είναι οι βορειοδυτικοί που πνέουν κατά την περίοδο από τον Σεπτέμβριο ως τον Απρίλιο, ενώ οι νότιοι άνεμοι εμφανίζονται από τον Μάιο ως τον Αύγουστο. Ο Βαρδάρης αποτελεί χαρακτηριστικό άνεμο της περιοχής, ο οποίος πνέει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, κατά μέσο όρο 70-75 ημέρες το χρόνο, με μεγαλύτερη συχνότητα κατά τους χειμερινούς μήνες. Τέλος, είναι συχνή η εμφάνιση παγετών, μερικών και ολικών.



(Σχ.7) Ένταση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στις υπολεκάνες του Αξιού.

(Πηγή: EUROCAT 2004)

Στο κόκκινο πλαίσιο βρίσκεται η περιοχή μελέτης.

Πίνακας 1 :Τιμές Ετήσιας και Μηνιαίας Βροχόπτωσης από σταθμό κοντά στην περιοχή μελέτης. (Στοιχεία: Μετεωρολογικός σταθμός Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης- Thessaloniki (Greece) Longitude 22 57E Latitude 40 37N H=32m)

Monthly precipitation (mm)	(* declares missing value)												
Year	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annual
1892	45.9	20.1	27.5	26.2	5.7	97	12.4	27.8	6.4	8.9	38.1	52.5	368.5
1893	103.7	7.8	29.9	33.2	79.6	59	1	44.3	13	26.7	47.6	119.1	564.9
1894	32.3	3.1	31.8	25.5	101.7	4.4	2.4	16.2	7.6	68.3	11.9	87.5	392.7
1895	29.2	36.6	6.2	60.7	19.6	20.5	1.2	0.7	9.2	59.5	76.1	19.8	339.3
1896	15	17.2	2.4	47.6	19.2	73.9	23.1	15.9	118.5	8.3	185.6	91.4	618.1
1897	89.7	4.2	8	40.2	154	46.6	37.9	37	17	52.6	18.6	18.1	523.9
1898	15.6	20.5	42.7	38.3	92.8	4.6	5.9	26.5	24.9	100.7	6	36.4	414.9
1899	0.7	2.6	0.2	67.8	2.4	30.8	44.9	37.7	24.4	24.5	34.2	26.8	297
1900	22.4	21.3	35.3	57.8	57.1	37.5	8.6	53.7	12.7	36.9	39.2	42.1	424.6
1901	22.8	11.1	24.9	3	26	94	58.2	73.6	23	5.5	98.7	25.1	465.9
1902	2	20.9	55.2	21.6	15	30	14.5	16.6	34.3	78.8	19	67.4	375.3
1903	1.4	12.6	40	23.2	22.6	65.7	0.5	0	73.5	12	23.2	91.4	366.1
1904	35	29.9	59.8	18.7	50.5	12.2	20.8	0	63	90.5	16	18.3	414.7
1905	63.6	33.5	20.2	14.5	25	46	47.5	7.5	0	102.5	25	15	400.3
1906	46	80	29	8.5	64.5	83	4	41	21	56	59	45	537
1907	26.8	23.7	36.4	133	0.3	25.3	37.4	42.8	9.1	1	80.7	45.1	461.6
1908	15.9	22.6	31.5	71.4	4.2	7.7	24.2	20	21	26.3	52.7	52.7	350.2
1909	19	18.6	35	20.5	90.5	9	4	20.5	26.5	137	90	67	537.6
1910	16	74	74.5	57.5	87.5	47	5	0	100.5	25.5	74.5	51.8	613.8
1911	13	2.3	12.3	20.3	52.7	34	52.3	48.8	82.5	3	14	20	355.2
1912	30.2	29.8	26.5	19	43.5	0	18	0	13.5	62	96.5	48	387
1913	11.5	2.8	2.5	54.5	59.5	14	56.8	49.8	26.8	36.8	8.1	25.3	348.4
1914	85.5	31.2	27.4	6.9	40.6	82.3	91.9	34	61.7	88.6	80.3	40.1	670.5
1915	52.6	47.5	57.2	49.8	69.9	34.5	16.5	47.5	46	77.5	48	36.8	583.8
1916	19.8	39.4	67.6	59.9	49	10.9	29.7	25.4	43.2	43.7	49.5	46.2	484.3
1917	89.9	36.3	27.7	58.2	18	36.3	0	0	42.2	89.9	44.7	56.6	499.8
1918	8.9	45.7	64.3	35.1	26.2	19.3	6.4	3.8	0	165.1	85.1	24.1	484
1919	97.8	51.1	57.9	52.6	164.3	36.3	0	20.6	46.7	62.5	64.5	67.8	722.1
1920	18.8	14	14.5	59.4	55.4	40.4	11.4	2.3	5.1	34	29.7	67.8	352.8
1921	19.3	21	8.4	98.3	10.2	34.8	10.9	8.4	29	11.4	59.2	43.9	354.8
1922	29.5	27.7	6.9	9.7	52.3	14.2	0	0	34	67.1	49.3	13.4	304.1
1923	61	37.6	68.6	21.1	40.4	25.4	37.3	5.8	3.3	8.4	37.6	41.4	387.9
1924	5.6	41.7	6.4	4.3	46.5	70.4	6.7	33.7	25.7	85	54.5	7.2	387.7
1925	0	41.2	70.4	16.8	39.5	26.8	75.6	1	17.5	76.7	43.1	46.4	455

1926	92.4	8.1	61.5	17.7	32.5	30.4	22.9	37.8	12	7.6	18.6	68.7	410.2
1927	28.4	8.4	22.3	24.2	76.8	1.1	1.4	0.9	16.1	87.1	47.6	50.8	365.1
1928	30.6	42.3	41	76.1	23.4	17.8	0	0	8.8	6.2	54	21.3	321.5
1929	23.8	53.5	27.3	11.2	14.9	22.2	0	61	19.3	64.3	121.1	80.3	498.9
1930	14.2	31.7	18.1	23.2	21.7	69.6	44.4	1	47.5	42.6	17.6	49.3	380.9
1931	63.6	72.6	25.4	111.7	48.5	25.4	15	3.6	38.4	60.8	29.8	41.6	536.4
1932	9.7	28.8	42.6	29	10.3	22	1.5	8.7	55.2	32.1	15.1	9.2	264.2
1933	17.7	36.6	8.2	23.8	44	29.2	12.8	41.6	7.9	52.5	24.6	45.4	344.3
1934	73.2	8.9	20.2	19.9	102.6	51.9	23.3	14.4	4.2	67.3	85.8	23.2	494.9
1935	91.6	8.2	62.2	3.6	22.9	29.1	15.3	3.7	1.8	32.1	74.7	166.2	511.4
1936	50.3	69.1	94.1	50.5	99.3	58.2	76	10.5	13.9	80.3	17.2	18	637.4
1937	23.7	54.1	51.4	61.9	79.8	31.9	56.4	9.9	11.1	88.8	136.4	34.6	640
1938	13.5	33.4	16.3	120.6	38.2	12.1	3.1	6.1	16.9	76.3	25.9	108.4	470.8
1939	46.6	18.4	43.5	62.9	9	62	23.9	23	37.1	26	56.3	38.3	447
1940	36.2	12	42.8	40.9	51.4	62.1	86.4	18.4	14.1	50.2	90.2	88.2	592.9
1941	64.9	57.2	3.9	35.6	20.8	32.2	38.5	4.2	26.5	54.7	22.8	13.4	374.7
1942	52.3	74.8	20.3	21.3	5.7	39.6	59.1	7	0	9.5	75.5	6.2	371.3
1943	37.2	29.1	2.4	30	48.7	86.7	87	10.2	65.7	16	61.9	24.7	499.6
1944	13.4	49.3	28.7	91.7	23.3	7.6	61	19.2	38.7	97.8	50.4	63	544.1
1945	61.1	0.1	25.2	23.7	8.5	21.1	4.2	58.8	118	42.7	43.5	125.9	532.8
1946	66.6	5.6	59.6	16.6	50.7	18.7	4.9	3.1	12.8	79.5	39.6	108.7	466.4
1947	40.3	52.4	3.8	7.5	12.8	58	14.5	19.3	56.7	48.7	45.4	113.1	472.5
1948	12.5	25.2	4.3	32.1	36.8	71.8	0	5.1	42.3	4.9	43	12.7	290.7
1949	34.2	4.2	81.5	49.9	64.3	16.8	10.2	31.2	49	7.4	109	30.5	488.2
1950	72.4	19.8	42.4	21.1	61.4	72.8	0.4	0	16.2	57	39	76.7	479.2
1951	111	34.9	61.9	49.7	15.7	27.6	53.3	26.2	14.4	109.6	34.7	35.9	574.9
1952	49.8	47.1	17.1	7.3	37.3	7.1	50.9	3	15.7	43.2	59.5	108.9	446.9
1953	39.9	7.7	20.9	45.9	65.7	13.6	24.2	8.6	5	65.2	24.7	27.3	348.7
1954	74.8	111.4	51.6	16.5	18.7	10	0.7	0.7	0.2	40.7	95.8	34	455.1
1955	71.9	13.5	56.7	61.7	27.5	37	43.5	31	51.6	133.6	74.7	7.4	610.1
1956	16.7	91.3	80.7	10.7	29.4	86.3	12.5	12.6	0.7	45.8	124	60	570.7
1957	26.3	30.6	7.4	21.4	27	133.3	4.6	15.3	36.2	106.5	51.7	42.6	502.9
1958	35.1	1.5	44	60.5	6.6	29.2	5.6	1.3	51.3	13	29.4	19.3	296.8
1959	27.8	8	34.1	25.5	69.3	22.6	21.5	3.2	32.2	81.2	29.2	73.8	428.4
1960	21.1	15.2	22.9	29.3	43.8	24	18.3	14	112	13.7	86.4	146	546.7
1961	24.8	11.5	22.8	35.7	84.8	29.6	24.4	0	6.4	3.3	80.6	52.5	376.4
1962	44.5	27.4	44	43.9	0.2	45.6	41.3	2.3	17.5	32.5	82.7	104.3	486.2
1963	65.9	75.3	49.3	22.7	111.9	24.3	31.4	29.3	10.1	38.5	33.2	62.1	554

1964	11.8	15	57.1	35.2	86.5	19.4	63.7	3	65.1	16.6	50.4	49.6	473.4
1965	75.9	40.8	47.4	80	40.6	38.8	0.4	0.3	0	1.4	29.2	57.4	412.2
1966	79.1	15.4	35.4	33.8	26.9	41.8	0.3	58.1	12.7	73.3	94.8	78.1	549.7
1967	23.8	8.1	57.1	30.1	77.8	16.6	84.6	22.2	125.1	21.1	13.2	9.7	489.4
1968	28.9	75.6	27.7	15.9	75	21.9	1.8	22	43	48.9	88.6	61.8	511.1
1969	67.3	66	88.1	19.6	11.3	15.9	2.1	12.2	9.8	0	10.8	140.5	443.6
1970	33.8	46.7	80.6	7.5	58.8	50.4	97.9	5.2	10.9	40.2	7	37.2	476.2
1971	52.7	51.7	72.2	34.9	81.9	30.5	45.1	41.4	15.2	9.2	28.8	55.6	519.2
1972	41.7	66.5	20.4	116.1	33.2	11	118.8	11.9	45.6	110.6	10.8	0.8	587.4
1973	47.7	38.1	56.3	22.3	8.2	36.8	35.7	17.1	86.5	65.1	40.5	32.9	487.2
1974	73.8	63.2	62.3	57.2	39.6	42.2	0	15	48.2	26	47.6	85.9	561
1975	20.3	16.7	23.7	7.6	69.8	91.7	12.1	76.2	5.1	22.3	42.1	16.9	404.5
1976	4.2	38.6	21.5	44.1	65.3	25.6	46.6	76.8	1.7	64.3	65.4	11.1	465.2
1977	14.3	9.6	31.2	9.5	46.7	48.6	20.3	8	17.6	4.4	34.9	16.9	262
1978	43	27.5	21.4	73.8	93.1	2.4	2	44	64.2	112	15.1	53.7	552.2
1979	22.5	50.5	12.2	71	36.6	16.4	62.4	28.8	44.4	82.8	95.6	44	567.2
1980	66.9	10.1	72.1	38.8	71	22.1	38.2	0.3	22	122.9	29.9	41.7	536
1981	23.4	25.5	28.2	21.5	17.3	28.2	11.5	28.4	1.2	46.1	78.1	39.2	348.6
1982	11.3	37.4	47.1	75.6	28.8	13.5	12.1	36.4	4.8	47.2	159.7	31.6	505.5
1983	11.8	11.3	30.1	2.7	27.4	121.1	31.1	21.9	6.7	24.7	45.8	159.8	494.4
1984	37.3	35.3	42.2	56.7	13.9	12.6	7.2	23.1	2.7	0.6	39.5	30.8	301.9
1985	9	3	49.1	5.3	41.4	10.1	0.1	17.7	14	8	158.7	18.2	334.6
1986	44.4	129.1	26.4	18.8	63.1	61.5	19.7	16.2	26.3	19.2	35.6	12.8	473.1
1987	53.6	47.6	78.1	88.4	35.7	39	14	44.5	27.9	85.8	102.6	33.2	650.4
1988	15.3	39.6	76.9	21.8	25.8	16.7	25.1	21.3	3.1	21.5	88.4	106	461.5
1989	0.5	0.1	44.2	26	45.5	51.6	48.6	0	34.5	14.3	29.8	45.3	340.4
1990	0	3.1	1	24	90	8.8	21.2	38.1	11.5	37.7	30.5	94.6	360.5
1991	10.4	46.6	41.9	60	31	31.9	36.7	43.2	40	14.2	28.9	4.7	389.5
1992	0	2.1	14	58.8	55.4	36.9	32	7.6	6.3	65.9	32.9	36.6	348.5
1993	17.4	10.5	20.1	46.6	103	25.3	0	1.3	10.2	6.8	67.6	17	325.8
1994	39	43.7	7.7	77.7	52.3	3.6	27.4	24.1	0	69.4	47.6	39.9	432.4
1995	61.6	9.3	37.9	7.3	71.2	7.4	64.1	35.9	20	5.6	33.8	110.5	464.6

Στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης του Αξιού, στην περιοχή Δ, ΒΔ και ΝΔ του Κιλκίς διαμορφώνονται επιμέρους τεταρτογενείς υπολεκάνες της Δοϊράνης, Χέρσου Αρτζάν, Γυναικοκάστρου εντός των οποίων δημιουργούνται υδροφόροι ορίζοντες μέσου πάχους 30 m, με μέση ετήσια διακύμανση στάθμης της τάξης του 1 m. Τα ρυθμιστικά αποθέματα της λεκάνης εκτιμώνται σε $140 \times 10^6 \text{ m}^3$. (ΒΑΡΣΑΜΙΔΟΥ, 2004).

Έγινε έλεγχος της ποιότητας των υπόγειων υδάτων στα πλαίσια του Προγράμματος INTERREG I & II με τίτλο "Ρύπανση του Ποταμού Αξιού και Επιδράσεις από και προς τη Γεωργία" (ΥΠΓΕ 2001). Ο έλεγχος της ποιότητας των υπογείων νερών (γεωτρήσεις ποσίμων νερών και άλλες πηγές υδροδότησης) της λεκάνης του Αξιού άρχισε από το 1992. Διενεργήθηκαν 5 δειγματοληψίες από τις 95 και πλέον γεωτρήσεις ή άλλες πηγές νερού που υδροδοτούν τους 69 Δήμους και Κοινότητες της λεκάνης. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι το BOD₅, τα νιτρικά, τα φωσφορικά και τα υπολείμματα των γεωργικών φαρμάκων είναι οι σημαντικότερες παράμετροι για την ταξινόμηση των υπογείων νερών της λεκάνης του Αξιού σε κατάλληλα ή ακατάλληλα προς πόση. Ισονιτρικές καμπύλες που συντάχθηκαν για τις γεωτρήσεις με βάθος <50 μέτρων , 50-100 μέτρων και >100 μέτρων έδειξαν ότι για τις αβαθείς γεωτρήσεις (15-50 μέτρα) υπάρχουν τρία επίκεντρα τα οποία καλύπτουν ολόκληρη την περιοχή Αρτζάν-Αιματόβου. Για τις γεωτρήσεις βάθους 50-100 μέτρων οι ισονιτρικές έχουν ένα επίκεντρο που ταυτίζεται με το γεωγραφικό κέντρο της περιοχής Αρτζάν-Αματόβου.

7. ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

Οι εκτάσεις των λιμνών Αρτζάν και Αματόβου έχουν υποστεί δραστικότερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις από το 1930 έως και σήμερα, με την αποξήρανσή τους αλλά και με την κατασκευή δικτύου αποστράγγισης και τεχνητού ταμιευτήρα νερού. Σκοπός των έργων αυτών ήταν να διακριθούν οι περιοχές των λιμνών σε εκτάσεις για καλλιέργεια και βοσκοτόπια αλλά και σε τόπους εγκατάστασης νέων κατοικιών.

Η θωράκιση της ευρύτερης πεδιάδας της Κεντρικής Μακεδονίας έναντι του πλημμυρικού κινδύνου από τα νερά του Αξιού υλοποιήθηκε τον περασμένο αιώνα και πιο συγκεκριμένα κατά την περίοδο του μεσοπολέμου.

Τα παραγωγικά υδραυλικά έργα που εκπονήθηκαν τότε λειτούργησαν σε μεγάλο βαθμό εκτονωτικά στην ασφυκτική κοινωνική πίεση που δημιουργήσε η εγκατάσταση εκατοντάδων χιλιάδων προσφύγων στις εν λόγω περιοχές, ως αποτέλεσμα της Μικρασιατικής καταστροφής του 1922. Η αξιοποίηση του πλεονάζοντος προσφυγικού εργατικού δυναμικού στον πρωτογενή παραγωγικό τομέα υιοθετήθηκε ως επιλογή στρατηγικής σημασίας από την κεντρική διοικητική εξουσία της εποχής. Έτσι ανέκυψε αμέσως το πρόβλημα της αναζήτησης νέων καλλιεργήσιμων εκτάσεων, το οποίο αντιμετωπίστηκε υπό το πρίσμα της ταυτόχρονης εξεύρεσης αποτελεσματικών τρόπων προστασίας των αγροτικών δραστηριοτήτων από τα συχνά για την εποχή πλημμυρικά επεισόδια του ποταμού Αξιού.

Παράλληλα, στο συγκεκριμένο πλαίσιο δράσης ενσωματώθηκαν και άλλες επιδιώξεις, όπως η εξυγίανση ελωδών εκτάσεων που αποτελούσαν πηγή νοσηρότητας για τους τοπικούς πληθυσμούς, η ελάττωση του ελλείμματος του εμπορικού ισοζυγίου μέσω της αύξησης της εγχώριας γεωργικής παραγωγής και η προαναφερθείσα εκτροπή της κοίτης του ποταμού. (Αψηλίδης, 2007)

Ανάδοχος εταιρία ορίστηκε η αμερικανικών συμφερόντων «The Foundation Company», ενώ οι εργασίες εκπόνησης των απαραίτητων μελετών ξεκίνησαν αμέσως μετά την κύρωση της σύμβασης από το ελληνικό κοινοβούλιο το 1925. Η τελευταία καθόριζε επακριβώς τις υποχρεώσεις των δύο συμβαλλόμενων μερών, μια από τις οποίες, για την περίπτωση της κατασκευαστικής εταιρίας,

ήταν η αποστράγγιση των λιμνών Αρτζάν και Αματόβου εντός 1,5 χρόνου από την απαρχή των εργασιών.

Στην περιοχή των αποξηραμένων πλέον λιμνών χτίστηκαν το 1932 από τον εποίκισμό, 70 σπίτια τα οποία κατοικήθηκαν για πρώτη φορά το 1934. Το χωριό αυτό ονομάστηκε Νέα Καβάλα, ενώ συγχρόνως κάποιοι εγκαταστάθηκαν και σε άλλα 3 διπλανά χωριά, τον Λιμνότοπο, την Σιταριά και τον Χρυσόκαμπο. Λόγω της κυκλικής ορατότητας που παρείχε η περιοχή, το 1941 δημιουργήθηκε από τον Γερμανικό στρατό και ένα αεροδρόμιο 30 χιλιομέτρων. (2/6/2006 εφημερίδα «Γνώμη» Ρεπορταζ: Πάολα Χαραλαμπίδου)



(Εικ.2) Αποστραγγιστικό κανάλι της λίμνης Αρτζάν



(Εικ.3) Αποστραγγιστικό κανάλι της λίμνης Αματόβου



(Εικ.4) Αποστραγγιστικό κανάλι της λίμνης Αματόβου

Το σύστημα αποστράγγισης και τα έργα του 1933

Ο πυθμένας της κύριας αποστραγγιστικής τάφρου, καθορίστηκε σύμφωνα με το χαμηλότερο σημείο του βυθού της λίμνης Αρτζάν. Δεν ήταν δυνατόν να γίνει περεταίρω εκβάθυνση λόγω της μικρής υψομετρικής διαφοράς μεταξύ του βυθού της λίμνης και της στάθμης του ύδατος του ποταμού Αξιού εντός του οποίου εκβάλλει. Ως εκ τούτου, ο βυθός της λίμνης θα περιέχει πάντοτε ένα ποσό νερού, ακόμη και κατά το καλοκαίρι. Κατά την μεγαλύτερη περίοδο του έτους, 2.000-4.000 στρέμματα θα είναι πλημμυρισμένα και σε περίπτωση κατακλυσμού, ακόμη περισσότερα. Θα ήταν δυνατόν να αποστραγγιστεί εντελώς όλη η έκταση, μέσω αντλιών και διπλών χανδάκων, όμως οι δαπάνες θα ήταν δυσανάλογες με το επιτευχθέν αποτέλεσμα.

Συμπερασματικά:

10.000 στρέμματα είναι ο βυθός της λίμνης, υποκείμενος σε πλημμύρες.
6.000 στρέμματα γη υποκείμενη σε ζημιές περιοδικών πλημμυρών.

30.000 στρέμματα επαρκώς αποστραγγισμένα

Σύνολο: 46.000 στρέμματα

Δευτερεύοντες χάνδακες αποστράγγισης: Οι δευτερεύοντες χάνδακες έχουν απόσταση περίπου 500 μέτρα μεταξύ τους. Στην Αρτζάν, θα κατασκευαστεί συλλεκτήρια τάφρος, στο δυτικό τμήμα της λίμνης σε υψομετρική καμπύλη μέχρι 21 μ. για την αποστράγγιση των υψηλότερων περιοχών. Γενικά, οι δευτερεύοντες αυτοί χάνδακες δεν έχουν αρκετό βάθος: 1,50-1,30 μ. Σε σημεία, οι χάνδακες φέρουν σωλήνες για την εκκένωση του κύριου χάνδακα. Σε κάποια σημεία απαιτούνται τριτεύοντες χάνδακες με βάθος περίπου 1μ. που δεν πρέπει να απέχουν μεταξύ τους λιγότερο από 100 μ.

Δαπάνες: Μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 1931 το συνολικό ποσό που δαπανήθηκε υπό της εταιρίας Foundation ανέρχεται σε 1.003.003 δολάρια ή 77.231.231 δραχμές. Μέχρι το τέλος του έργου υπολογιζόταν πως θα χρειαστούν τουλάχιστον άλλα 13.000.000 δραχμές σε δευτερεύοντες χάνδακες, γέφυρες κτλ. Η ολική δαπάνη φτάνει στα 90.000.000 δραχμές.

Η κατάσταση σήμερα, όπως παρουσιάζεται από εφημερίδες και τοπικές πηγές:

Στις 11/12/08 εγκαινιάστηκε το αρδευτικό δίκτυο της ζώνης 2Z Αρτζάν - Αματόβου στην περιοχή του Πολυκάστρου ν. Κιλκίς. Το σημαντικό αυτό έργο είχε σαν σκοπό να συμβάλλει καθοριστικά στη βελτίωση των συνθηκών άρδευσης των καλλιεργειών με ορθολογική διαχείριση του νερού , επίσης μπορεί να λειτουργήσει ως ένας θαυμάσιος υδροβιότοπος(Εικ,5,6,7). Το επόμενο βήμα που θα ολοκληρώσει το σχεδιασμό άρδευσης της περιοχής, όπως προαναγγέλθηκε, είναι η κατασκευή του αρδευτικού δικτύου της ζώνης 1Z, έργου που έχει ενταχθεί στη Δ' Προγραμματική Περίοδο 2007 - 2013. Το εγκαινιασθέν έργο θα υδροδοτείται από τον ταμιευτήρα της Αρτζάν όπου θα αποθηκεύονται νερά του Αξιού ποταμού κατά τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες και θα καλύψει τις απαιτήσεις σε άρδευση έκτασης 12.000 στρεμμάτων. Το αρδευτικό δίκτυο της ζώνης 2Z περιελήφθη στο τομεακό πρόγραμμα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η τεχνητή λίμνη Αρτζάν-Αματόβου (Εικ.5) χωρητικότητας 8.500.000 κυβικών μέτρων νερού, που εγκαινιάστηκε το 2008 ,θα συγκέντρωνε τα νερά από τα περιμετρικά κανάλια προλαβαίνοντας τις επικείμενες πλημμύρες και θα εξασφάλιζε νερό για τους καλλιεργητές τη θερινή περίοδο. Όμως υπολειτουργεί, καθώς εδώ και καιρό από τις εννέα αντλίες λειτουργούν μόλις οι τρεις.



(Εικ.5) Η τεχνητή λίμνη Αρτζάν



(Εικ.6) Υπερχειλιστήρας στην σημερινή λίμνη Αρτζάν



(Εικ.7) Υπερχειλιστήρας από την πλευρά του καναλιού αποστράγγισης

Παράλληλα, το φράγμα στην περιοχή Σιταριάς που διοχετεύει στον Αξιό τα νερά από τα περιμετρικά κανάλια, εδώ και πέντε χρόνια λειτουργεί μόνο με φυσική ροή, λόγω έλλειψης τεχνολογικού εξοπλισμού. Σαν αποτέλεσμα αυτό είχε τον Φεβρουάριο του 2010 περισσότερα από 10.000 στρέμματα της πεδιάδας Αρτζάν Αματόβου να κατακλυστούν από πλημμυρικά νερά λόγω των έντονων βροχοπτώσεων και της ελλιπούς αντιπλημμυρικής προστασίας της περιοχής, παρά την κατασκευή της λιμνοδεξαμενής. Το ίδιο συνέβη και στις αρχές του 2011 με 40.000 πλημμυρισμένα στρέμματα της Αρτζάν και μεγάλες ζημιές για τους αγρότες της περιοχής. Αναμένεται αποπεράτωση του έργου στην Λίμνη Αρτζάν-Αματόβου - κατασκευή στραγγιστικού και αρδευτικού δικτύου και λειτουργία του συνολικού έργου (Ταμειυτήρας και αρδευτικά δίκτυα) - συνέχιση και ολοκλήρωση της Σ2 φάσης. Πρόκειται για μεγάλο έργο που θα αρδεύσει πέραν των 12.000 στρεμμάτων εύφορης γης στον δήμο Πολυκάστρου.



(Εικ.8) φωτογραφίες πλημμυρών 4-1-11



(Εικ.9) φωτογραφίες πλημμυρών 4-1-11

Για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής, αναγκαίο ήταν να γίνει παρατήρηση επί τόπου στο πεδίο. Έτσι με την επίσκεψη της περιοχής και την χρήση G.P.S , τοπογραφικών χαρτών και του Google Earth, περιπλανηθήκαμε γύρω από την σημερινή τεχνητή λίμνη Αρτζάν. Διαπιστώσαμε από κοντά ,πού ήταν οι παλιές ακτογραμμές ,πού βρισκόταν η λίμνη Αματόβου πριν την ολική της αποξήρανση, καθώς και τι κατάσταση επικρατεί σήμερα στις εκτάσεις που υπέστησαν τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Ακολούθησε συλλογή δειγμάτων και φωτογραφιών.(Εικ.1,2,3,4,5,6,7,10).

Στόχος ήταν να αναλυθούν η υδρολογία-υδρογραφία της περιοχής, το μορφολογικό ανάγλυφο και να γίνει η παλαιοντολογική ανάλυση στα απολιθώματα ασπόνδυλων οργανισμών που βρέθηκαν κατά την δειγματοληψία. Για την υδρολογία-υδρογραφία της περιοχής, χρησιμοποιήθηκαν οι σημερινοί τοπογραφικοί χάρτες : Εύζωνοι , Κουφάλια, Χέρσον , Κιλκίς, κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ) , ο τοπογραφικός χάρτης των Γιαννιτσών του 1928 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ) κλίμακας 1: 100.000 και το Γενικό Τοπογραφικό διάγραμμα του 1937 από την Foundation company of New York- Salonika plain reclamation works κλίμακας 1:200.000.

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε σε λογισμικό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα MapInfo Professional 10.0.

Ψηφιοποιήθηκαν, η υδρολογική λεκάνη των λιμνών, η σημερινή έκταση τους και η έκταση που είχαν το 1928 και 1937 δηλαδή λίγο πριν ξεκινήσουν οι εργασίες αποξήρανσης τους.

Η ψηφιοποίηση έγινε πάνω στους τοπογραφικούς χάρτες. Το σύστημα προβολής που χρησιμοποιήθηκε κατά την ψηφιοποίηση και επεξεργασία των δεδομένων είναι το Ε.Γ.Σ.Α. 87 .

Για την ανάλυση του μορφολογικού ανάγλυφου, έγινε κατασκευή του ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου (DEM) και των χαρτών κατανομής των υπολογιζόμενων μορφομετρικών παραμέτρων(slope-aspect). Χρησιμοποιήθηκαν χάρτες SRTM και το λογισμικό πρόγραμμα Vertical Mapper 3.1 .

Τέλος πραγματοποιήθηκε η παλαιοντολογική ανάλυση στα απολιθώματα ασπόνδυλων οργανισμών που βρέθηκαν κατά την δειγματοληψία και η αναγνώρισή τους.

9.1 Υδρολογία-Υδρογραφία

Λεκάνη Απορροής

Η λεκάνη απορροής είναι μία περιοχή της επιφάνειας της γης, η οποία περικλείεται από τον υδροκρίτη. Σε αυτή συγκεντρώνονται τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που στη συνέχεια καταλήγουν σε ένα κεντρικό σύστημα. Αυτό το κεντρικό σύστημα μπορεί να είναι ένα ποτάμι που καταλήγει στη θάλασσα, ένας χείμαρρος ή μία λίμνη, σε ένα κλειστό σύστημα, στην οποία συγκεντρώνεται το νερό και εξατμίζεται, ή απορροφάται από το έδαφος.

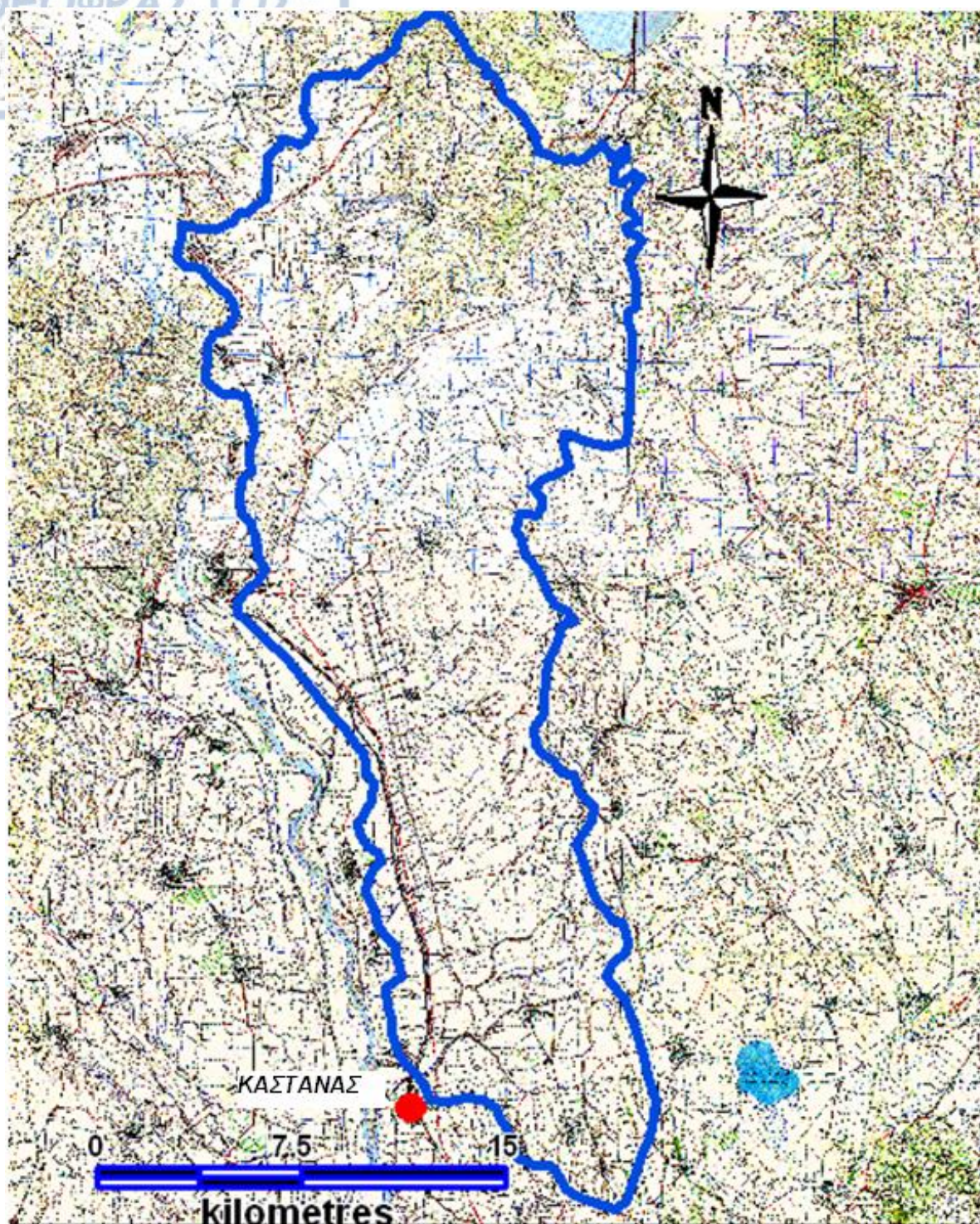
Στην δική μας περίπτωση το κεντρικό σύστημα είναι οι λίμνες Αρτζάν και Αματόβου στις οποίες συγκεντρωνόταν το επιφανειακό νερό. Μετά τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις φυσικά, αυτό συγκεντρώνεται σήμερα στον ταμιευτήρα της τεχνητής πλέον λίμνης Αρτζάν. Στον χάρτη 2 παρουσιάζεται η λεκάνη απορροής όπως προέκυψε από την επεξεργασία των τοπογραφικών χαρτών Εύζωνοι , Κουφάλια, Χέρσον , Κιλκίς, κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ) στο πρόγραμμα MapInfo Professional 10.0.

Όπως παρατηρούμε στον χάρτη η λεκάνη απορροής έχει επίμηκες σχήμα, με διεύθυνση Βορρά - Νότο.

Ξεκινά να εκτίνεται Βόρεια, από τα σύνορα Ελλάδας- Σκοπίων σε υψόμετρο 539 m. , περνά Νοτιοδυτικά από την λίμνη Δοϊράνη και κινούμενη παράλληλα με τον ποταμό Αξιό καλύπτει την περιοχή Ανατολικά του Πολυκάστρου και Δυτικά του Κιλκίς. Τέλος καταλήγει να κλείσει Δυτικά της λίμνης Πικρολίμνη και Ανατολικά του χωριού Καστανάς. Σύμφωνα με τις πληροφορίες που αντλούμε από το λογισμικό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), η λεκάνη απορροής έχει :

Total Area: 423.3 sq km.

Total Perimeter: 122.6 km.



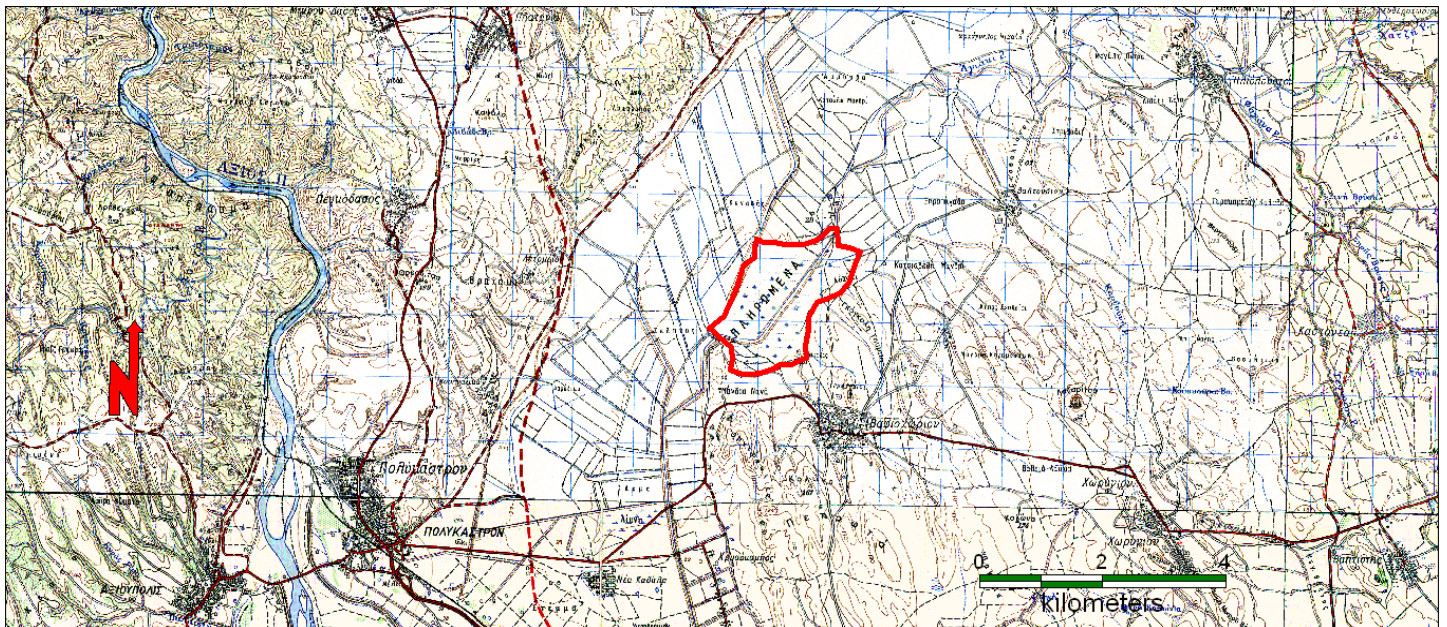
(Χάρ.2) Η λεκάνη απορροής των λιμνών Αρτζάν και Αματόβου- με κόκκινο χρώμα το χωριό Καστανάς. (1:50.000, ΓΥΣ)

Όπως αναλύθηκε στο κεφάλαιο 7, η τεχνητή λίμνη Αρτζάν-Αματόβου, χωρητικότητας 8.500.000 κυβικών νερού, εγκαινιάστηκε το 2008. Στον χάρτη 3 παρουσιάζεται έκτασή της όπως προέκυψε από την επεξεργασία των τοπογραφικών χαρτών Εύζωνοι , Κουφάλια, Χέρσον , Κιλκίς, κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ) στο πρόγραμμα MapInfo Professional 10.0.

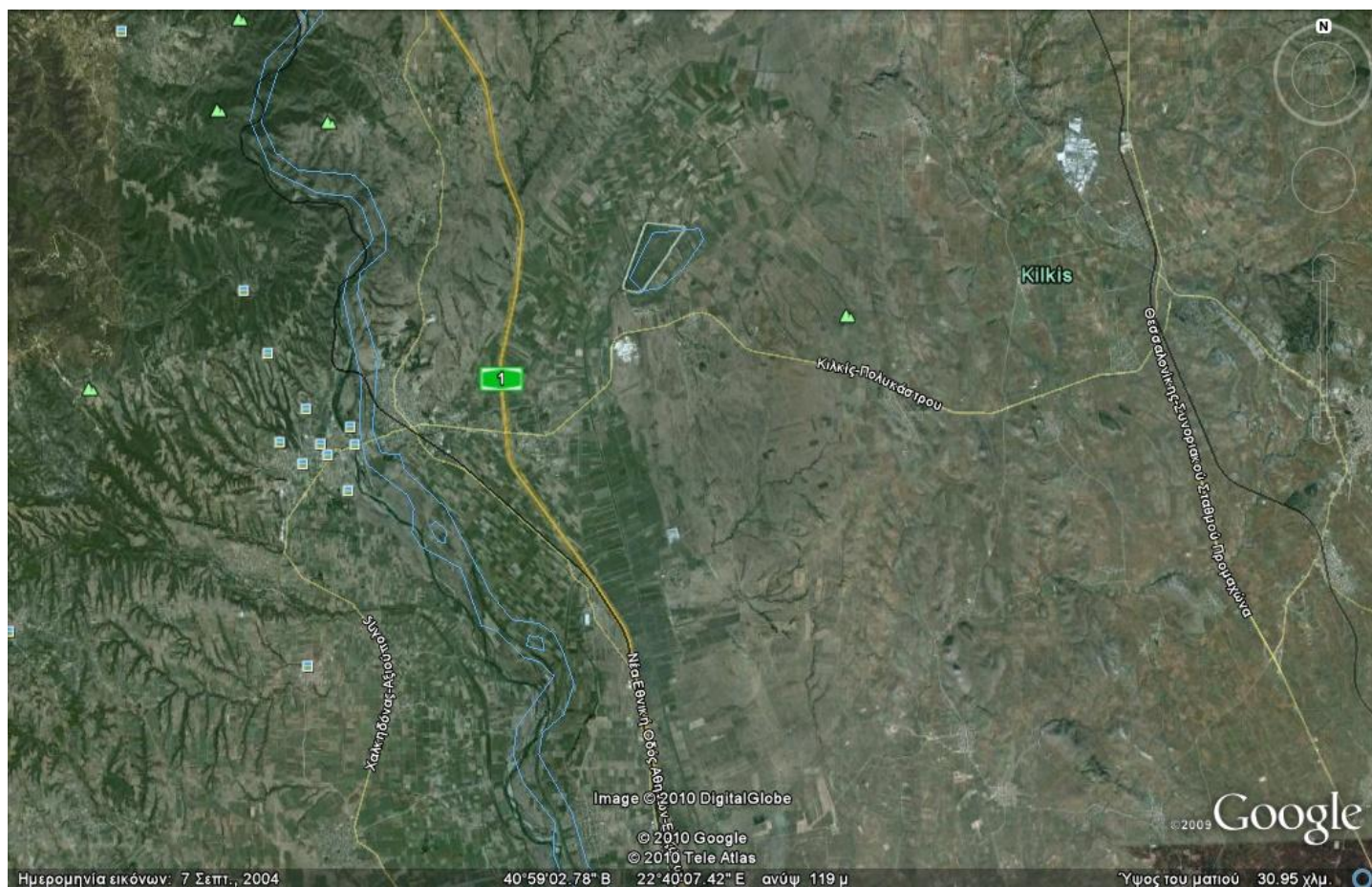
Το σχήμα της είναι πολυγωνικό, ελαφρώς επίμηκες με διεύθυνση Βορειοανατολικά- Νοτιοδυτικά. Τοποθετείται Βόρεια του χωριού Βαφειοχώριο σε κομμάτι της παλιάς έκτασης της λίμνης Αρτζάν. Σύμφωνα με τις πληροφορίες που αντλούμε από το λογισμικό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), η τεχνητή λίμνη έχει :

Total Area: 3,121 sq km.

Total Perimeter: 8,004 km.



(Χάρτ. 3) Η σημερινή έκταση της τεχνητής λίμνης Αρτζάν. (1:50.000, ΓΥΣ)



(Σχ.8) Δορυφορική εικόνα στην οποία διακρίνονται οι αποξηραμένες περιοχές και η σημερινή έκταση της τεχνητής λίμνης Αρτζάν (Google Earth).

9.2 Ανάλυση μορφολογικού αναγλύφου

Για την ανάλυση του μορφολογικού αναγλύφου, χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά δεδομένα αναγλύφου SRTM ώστε να προκύψουν από την επεξεργασία τους μέσω του MapInfo Professional 10.0 και Vertical Mapper 3.1 τα DEM της περιοχής μελέτης. Αυτά αναφέρονται στην ταξινόμηση του αναγλύφου, τις κλίσεις και τον προσανατολισμό του. Το SRTM είναι ένα διεθνές πρόγραμμα από το NGA και την NASA το οποίο αποτελείται από ένα ειδικά τροποποιημένο σύστημα ραντάρ που πέταξε με το διαστημικό λεωφορείο Endeavour τον Φεβρουάριο του 2000. Λήφθηκαν υψομετρικά δεδομένα σε σχεδόν παγκόσμια κλίμακα για την παραγωγή πλήρους και υψηλής ανάλυσης ψηφιακή τοπογραφική βάση δεδομένων της Γης. (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>)

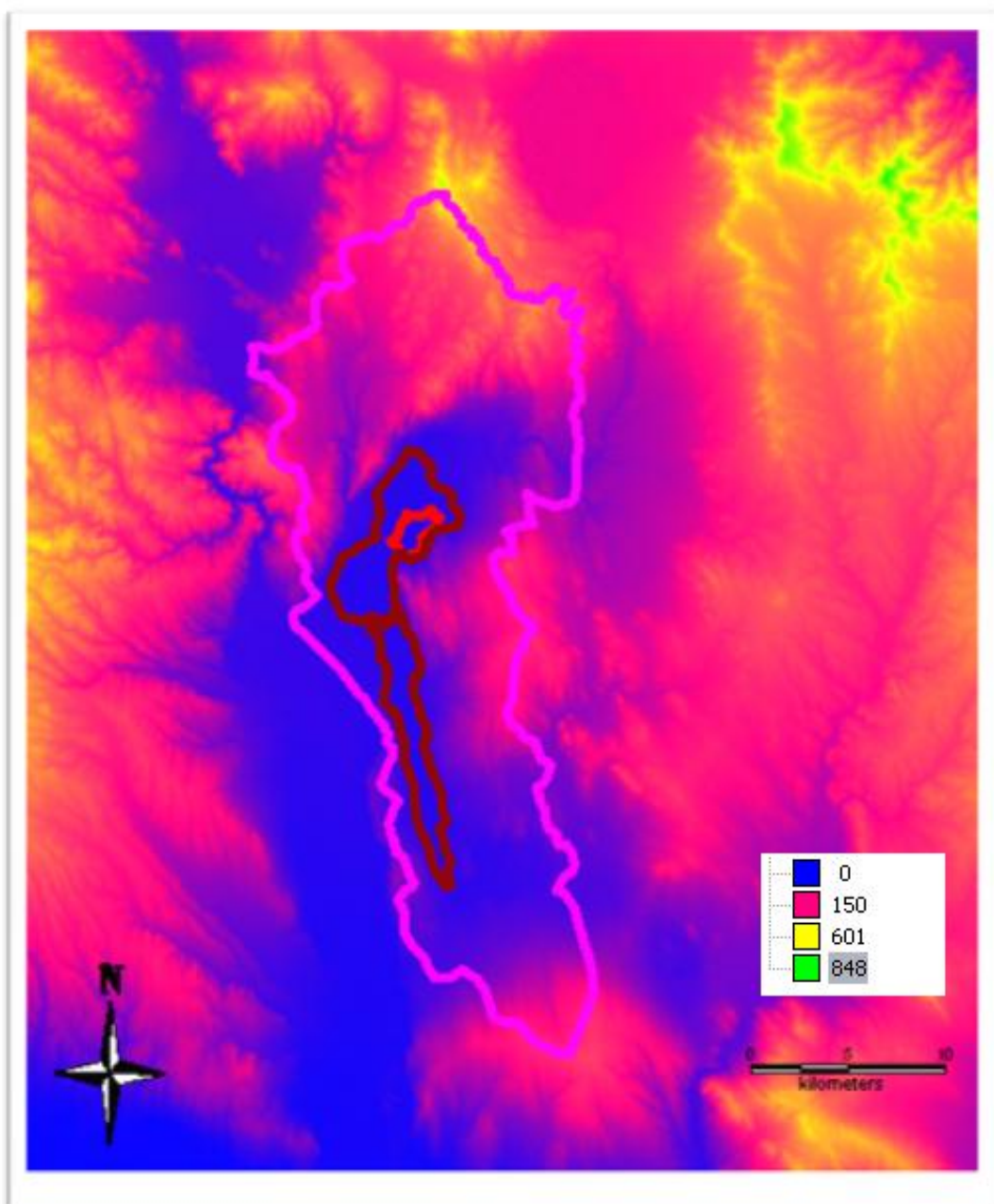
Ταξινόμηση αναγλύφου

Για να χαρακτηριστεί το ανάγλυφο που παρατηρείται στην περιοχή των τότε λιμνών Αρτζάν και Αματόβου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ταξινόμησης των υψομέτρων (Dikau 1989, από Παράσχου 2005). Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, μια περιοχή μπορεί να χαρακτηριστεί ανάλογα με το υψόμετρό της πάνω από την θάλασσα:

(Πίνακας 2)

Ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας	Χαρακτηρισμός περιοχής
<150 μ.	Πεδινή
150-600 μ.	Λοφώδης
600-900 μ.	Ημιορεινή
>900 μ.	Ορεινή

Φτιάχνοντας το DEM προέκυψε ο χάρτης υψομέτρων σύμφωνα με την παραπάνω ταξινόμηση, (Χαρ.4)



(Χάρ.4) Χάρτης υψομέτρων.DEM της περιοχής για την ταξινόμηση του αναγλύφου σύμφωνα με τον Δίκαι 1989. Με ροζ χρώμα διακρίνεται η λεκάνη απορροής , με μπορντό η παλιά έκταση των λιμνών και με κόκκινο η σημερινή έκταση της τεχνητής λίμνης.

Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη 4 (DEM) παρατηρούμε πώς κατανέμονται τα υψόμετρα στην περιοχή της υδρολογικής λεκάνης των λιμνών, καθώς και στην παλιά τους έκταση αλλά και την σημερινή. Οι πεδινές περιοχές φαίνονται με μπλε χρώμα, και καλύπτουν την έκταση των λιμνών και λίγο γύρω από αυτές. Οι λοφώδεις περιοχές φαίνονται με ροζ χρώμα και καλύπτουν περιμετρικά των λιμνών, ενώ ημιορεινές περιοχές υπάρχουν μόνο στα Βόρεια της υδρολογικής λεκάνης. Οι ορεινές περιοχές απουσιάζουν. Όπως είναι φανερό στην κύρια έκταση των λιμνών και περιμετρικά από αυτές επικρατούν οι πεδινές εκτάσεις κατά κύριο λόγο και δευτερευόντως οι λοφώδεις. Τέλος, υπολογίστηκε το ποσοστό της έκτασης που καταλαμβάνει η κάθε περιοχή, ανάλογα με τον χαρακτηρισμό που της έχει δοθεί. (Πίνακας 3)

(Πίνακας 3) Ταξινόμηση του μορφολογικού αναγλύφου της υδρολογικής λεκάνης των τέως λιμνών Αρτζάν-Αματόβου.

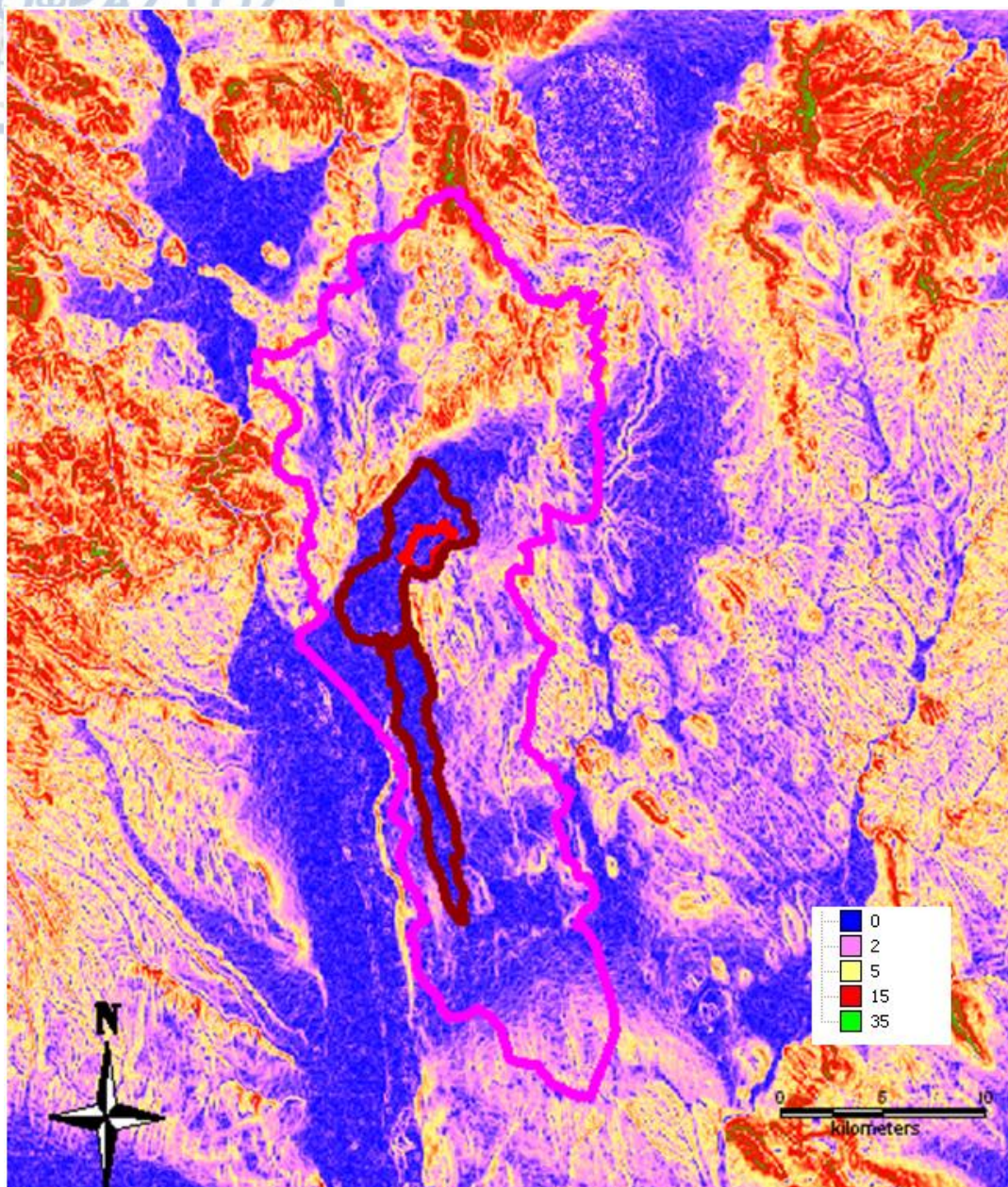
Ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας	Χαρακτηρισμός περιοχής	Ποσοστό έκτασης
<150 μ.	Πεδινή	78,50%
150-600 μ.	Λοφώδης	21,40%
600-900 μ.	Ημιορεινή	0,10%
>900 μ.	Ορεινή	0%

Κλίση αναγλύφου (Slope)

Βάση της κλίσης του αναγλύφου μιας περιοχής μπορούν να βγουν συμπεράσματα για τον βαθμό διάβρωσης που έχει υποστεί. Για την ταξινόμηση των κλίσεων της περιοχής μελέτης, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα ταξινόμησης της Διεθνούς Γεωγραφικής Εταιρίας(International Geographical Union/IGU)(Demek,1972). Σύμφωνα με αυτό, οι τιμές της μέσης κλίσης του αναγλύφου χωρίστηκαν σε 6 κατηγορίες οι οποίες περιγράφουν διαφορετικές επιφάνειες και τρόπο διάβρωσης.(Demek, 1972 από Παράσχου 2005)

- Τιμές κλίσεων από 0-2 μοίρες αντιπροσωπεύουν ένα ανάγλυφο επίπεδο ως ελαφρά κεκλιμένο και έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος. Το εύρος αυτό των κλίσεων προσφέρει τις καλύτερες συνθήκες για καλλιέργεια εκτάσεων και δημιουργία ανθρώπινων κατασκευών.
- Κλίσεις από 2-5 μοίρες, δείχνουν ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο διάβρωση τύπου καλύμματος και έναρξη της αυλακωτής διάβρωσης. Στις κλίσεις αυτές ευνοούνται επίσης οι ανθρώπινες κατασκευές ενώ προτείνεται η καλλιέργεια κατά μήκος των ισοϋψών.
- Κλίσεις από 5-15 μοίρες φανερώνουν ένα ισχυρά κεκλιμένο ανάγλυφο, όπου λαμβάνουν χώρα κινήσεις μαζών, ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή διάβρωση. Στο εύρος αυτό των κλίσεων παρατηρούνται σημαντικές δυσκολίες στην κατασκευή υποδομών και στο όργωμα των εκτάσεων.
- Κλίσεις από 15-35 μοίρες δείχνουν ένα απότομο ανάγλυφο, όπου παρατηρούνται έντονες διεργασίες απογύμνωσης, ερπυσμοί εδαφών, λασπορροές, και έντονη γραμμική διάβρωση. Στις κλίσεις αυτές κυριαρχούν οι δασικές εκτάσεις και οι βοσκότοποι.
- Κλίσεις από 35-55 μοίρες, δείχνουν απόκρημνο ανάγλυφο όπου παρουσιάζει ένα πολύ λεπτό ασυνεχές στρώμα εδάφους, και έντονη απογύμνωση του μητρικού πετρώματος. Τέλος κλίσεις μεγαλύτερες των 55 μοιρών φανερώνουν ένα κάθετο ανάγλυφο και απουσία εδάφους, ενώ είναι αδύνατη οποιαδήποτε οικονομική χρήση από τον άνθρωπο.

Χρησιμοποιώντας ως παράγωγο του ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων την κλίση, κατασκευάστηκε ο χάρτης κλίσεων της περιοχής.



(Χάρ.5) DEM της περιοχής για την κλίση του αναγλύφου. Με ροζ χρώμα διακρίνεται η λεκάνη απορροής, με μπορντό η παλιά έκταση των λιμνών και με κόκκινο η σημερινή έκταση της τεχνητής λίμνης.

Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη (DEM) παρατηρούμε πώς κατανέμονται οι κλίσεις στην περιοχή της υδρολογικής λεκάνης των λιμνών, καθώς και στην παλιά τους έκταση αλλά και την σημερινή. Απότομες αλλαγές της γωνίας κλίσης σε μια περιοχή είναι ένδειξη δράσης ρηγμάτων. Ακόμη, χαρακτηριστική είναι η ταύτιση επιμήκων περιοχών με απότομη μεταβολή της κλίσης με τοποθεσίες πρηνών ρηγμάτων (Gaņas,2004 από Παράσχου,2005) .Οι κλίσεις στην περιοχή που βρισκόταν παλιότερα οι λίμνες είναι από 0 έως 2 μοίρες, δηλαδή, ανάγλυφο επίπεδο ως ελαφρά κεκλιμένο και έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος. Περιμετρικά των εκτάσεων των λιμνών οι κλίσεις γίνονται μεγαλύτερες από 2 μοίρες, φτάνοντας ως και τις 15 μοίρες. Φανερώνουν ένα κεκλιμένο ανάγλυφο, όπου λαμβάνουν χώρα κινήσεις μαζών, ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή διάβρωση . Τέλος, βρέθηκε το ποσοστό της έκτασης που αντιστοιχεί σε κάθε ομάδα κλίσεων.(Πίνακας 4)

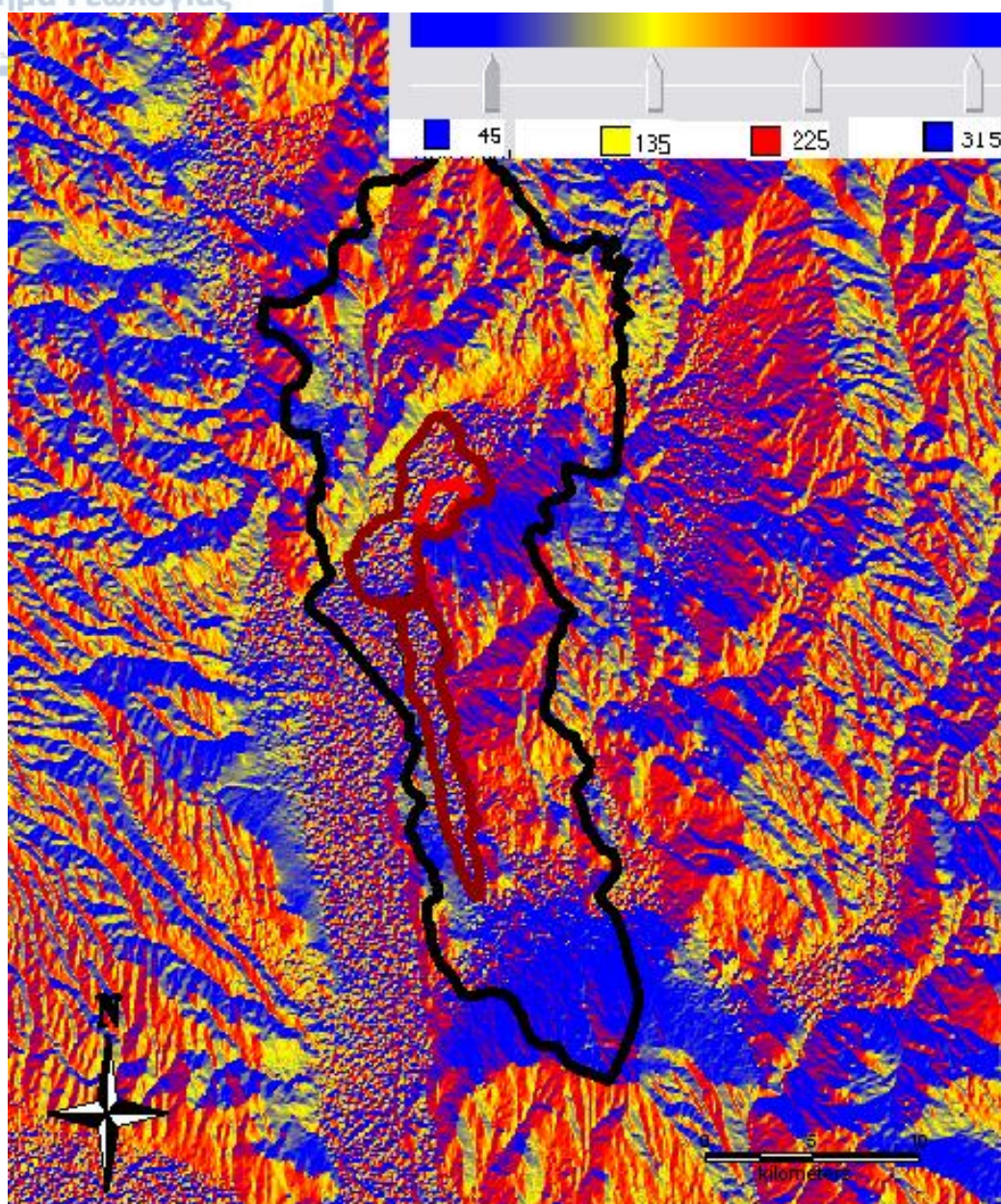
(Πίνακας 4) Ταξινόμηση των κλίσεων της υδρολογικής λεκάνης των τέως λιμνών Αρτζάν-Αματόβου.

Εύρος κλίσεων (σε μοίρες)	Ποσοστό έκτασης
0-2	54,50%
2-5	29,20%
5-15	15,70%
15-35	0,60%
35-55	0%
>55	0%

Διεύθυνση αναγλύφου-προσανατολισμός (Aspect)

Η διεύθυνση αναγλύφου, περιγράφει τον προσανατολισμό των πρηνών της περιοχής. Από τον χάρτη προσανατολισμού, είναι δυνατόν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την ακριβή τοποθέτηση επιμηκυμένων κοιλάδων, απότομων πρηνών και ραχών. (Jordan, 2003). Έτσι ανάλογα με τον προσανατολισμό των διαφόρων πρηνών προς Βορρά, Νότο , Ανατολή ή Δύση μπορούν να βγουν συμπεράσματα για το πώς πέφτει ο ήλιος πάνω στα εδάφη και το πώς επηρεάζεται η βλάστηση πάνω σε αυτά. Χρησιμοποιώντας ως παράγωγο του ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων τον προσανατολισμό, κατασκευάστηκε ο χάρτης προσανατολισμού της περιοχής.

Υπόμνημα: προσανατολισμός αναγλύφου σε μοίρες



(Χάρ.6) Χάρτης προσανατολισμού της περιοχής για την διεύθυνση του αναγλύφου. Με μαύρο χρώμα διακρίνεται η λεκάνη απορροής, με μπορντό η παλιά έκταση των λιμνών και με κόκκινο η σημερινή έκταση της τεχνητής λίμνης.

Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη (DEM) παρατηρούμε πώς κατανέμονται οι διευθύνσεις στην περιοχή της υδρολογικής λεκάνης των λιμνών, καθώς και στην παλιά τους έκταση αλλά και την σημερινή. Στο εσωτερικό των λιμνών δεν υπάρχει καμία προσανατολισμένη διάταξη προφανώς λόγω των διεργασιών του νερού και της άτακτης συσσώρευσης ιζημάτων. Βόρεια όμως των λιμνών υπάρχει ένα αρκετά μεγάλο πρανές με κλίση Ανατολική-Νοτιοανατολική. Στα δεξιά των λιμνών υπάρχουν πλαγιές με κλίση Δυτική-Νοτιοδυτική, ενώ στα αριστερά των λιμνών υπάρχουν πλαγιές με καθαρά Ανατολικό προσανατολισμό. Όλες αυτές οι κλίσεις γύρω από τις λίμνες δίνουν μια αρκετά καθαρή εικόνα για τον προσδιορισμό της κοιλάδας που μαζεύεται το νερό. Τέλος, υπολογίστηκαν τα ποσοστά της έκτασης για τον κάθε προσανατολισμό των πρανών.(Πίνακας 5)

(Πίνακας 5) Ταξινόμηση του προσανατολισμού κλίσεων του αναγλύφου της υδρολογικής λεκάνης των τέως λιμνών Αρτζάν-Αματόβου.

Προσανατολισμός κλίσεων του αναγλύφου (σε μοίρες)	Ποσοστά έκτασης
315-44 (~Βοράς)	10%
45-134 (~Ανατολή)	25,26%
135-224 (~Νότος)	25,73%
225-314 (~Δύση)	37,71%

9.3 Περιβαλλοντικές Μεταβολές

Η ιστορία των αποστραγγίσεων και των αποξηράνσεων αναφέρει πολλά παραδείγματα κατασκευής έργων για την απομάκρυνση της περίσσειας των νερών, την αντιμετώπιση των πλημμυρών και την παράδοση για γεωργική χρήση ελώδους γης, η σημασία της οποίας συνδεόταν με τη φυσική λειτουργία των λιμναζόντων νερών. Όλα αυτά τα έργα όμως εκτός από τις θετικές τους επιδράσεις προς τον άνθρωπο έχουν και αρνητικές προς το περιβάλλον οι

οποίες κάνουν την εμφάνιση τους λίγα χρόνια αργότερα. Αρχικά, οι περισσότεροι κάτοικοι των παραλίμνιων χωριών αποδέχονται πολύ θετικά την αποξήρανση με την ελπίδα απόκτησης πεδινού κλήρου, τη βελτίωση της απόδοσης των γεωργικών εκτάσεων στις παραλίμνιες περιοχές και γενικότερα το αναμενόμενο όφελος ενός μεγάλου εγγειοβελτιωτικού έργου αντιπλημμυρικής προστασίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις όμως παρατηρείται:

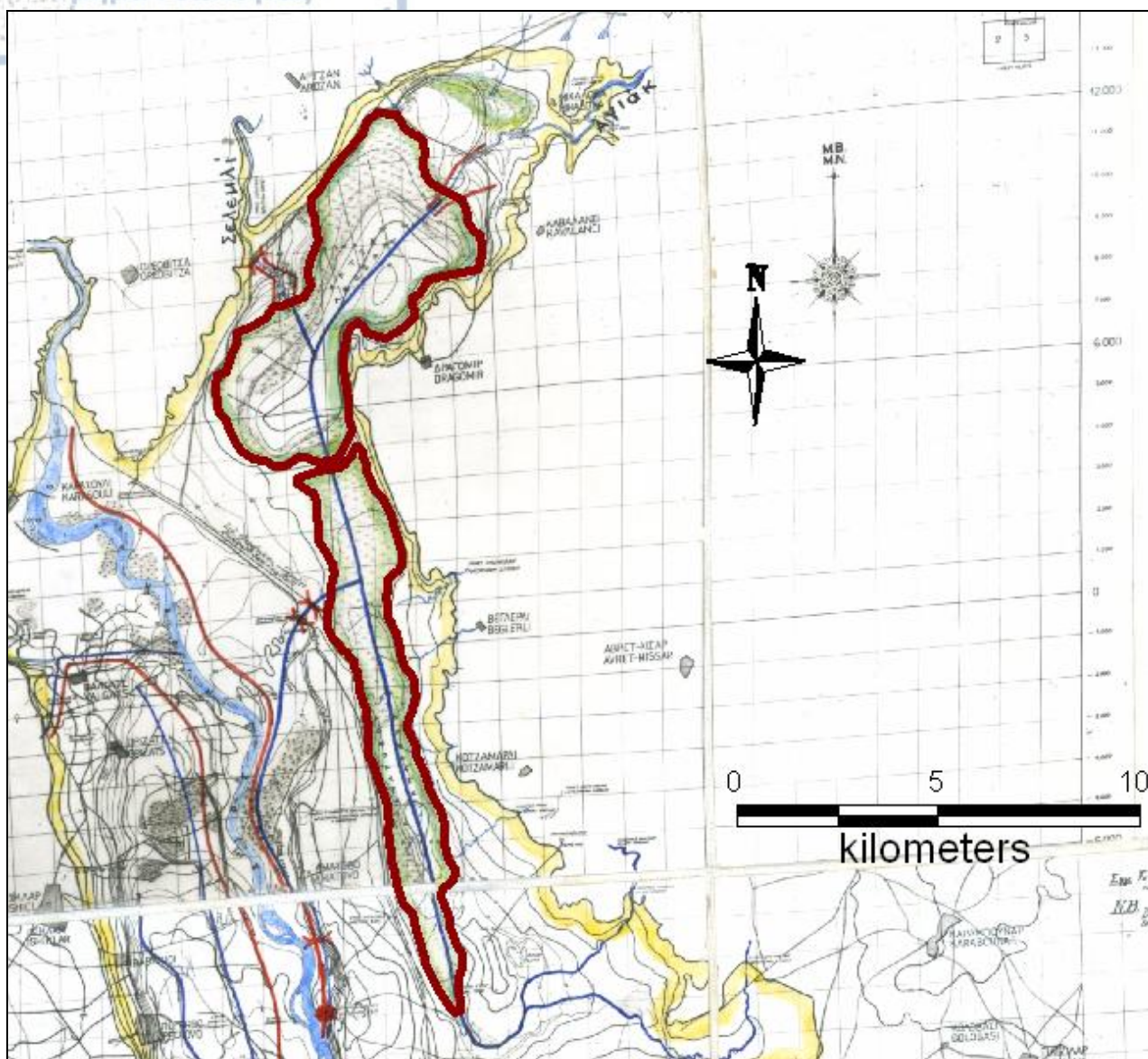
- αλλαγή του μικροκλίματος,
- πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού από τη συνεχή άντλησή του για γεωργική χρήση,
- Απόρριψη ή διασκορπισμός αδρανών και αχρήστων υλικών
- Αλλαγές υδρογραφικού δικτύου και υδραυλικών συνθηκών
- Γεωμορφολογικές μεταβολές
- Επιπτώσεις στα οικοσυστήματα

9.3.1 Ιστορικοί Χάρτες

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία για τους ιστορικούς χάρτες και την κατάσταση της περιοχής πριν και μετά τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις καθώς και συγκριτικές αναφορές στο τότε και στο σήμερα. Στον παρακάτω χάρτη (Χάρ.7) βλέπουμε πώς ήταν η έκταση και η μορφή των λιμνών κατά το 1937 όπως παρουσιάζεται από την αρμόδια εταιρία για την αποξήρανση Foundation Company of New York. Οι λίμνες είχαν σχεδόν επίμηκες σχήμα με διεύθυνση Βορρά- Νότο και ήταν παράλληλες με τον ποταμό Αξιό σε σχετικά μικρή απόσταση από αυτόν. Η έκτασή τους ξεκινούσε στο ύψος του χωριού Ηλιόλουστο. Η λίμνη Αρτζάν τότε, εκτινόταν στο ύψος του Πολυκάστρου ενώ η λίμνη Αματόβου κατέληγε εκεί που σήμερα βρίσκονται τα χωριά Ασπρός και Αξιοχώριο. Μετά από την γεωαναφορά του και επεξεργασία του με το στο πρόγραμμα MapInfo Professional 10.0. προέκυψαν οι ακριβείς εκτάσεις των λιμνών που ίσχυαν εκείνη την εποχή:

Αρτζάν- Total Area :25,82 sq km
Total Perimeter: 26.36 km

Αματόβου- Total Area :17,47 sq km
Total Perimeter: 32.76 km



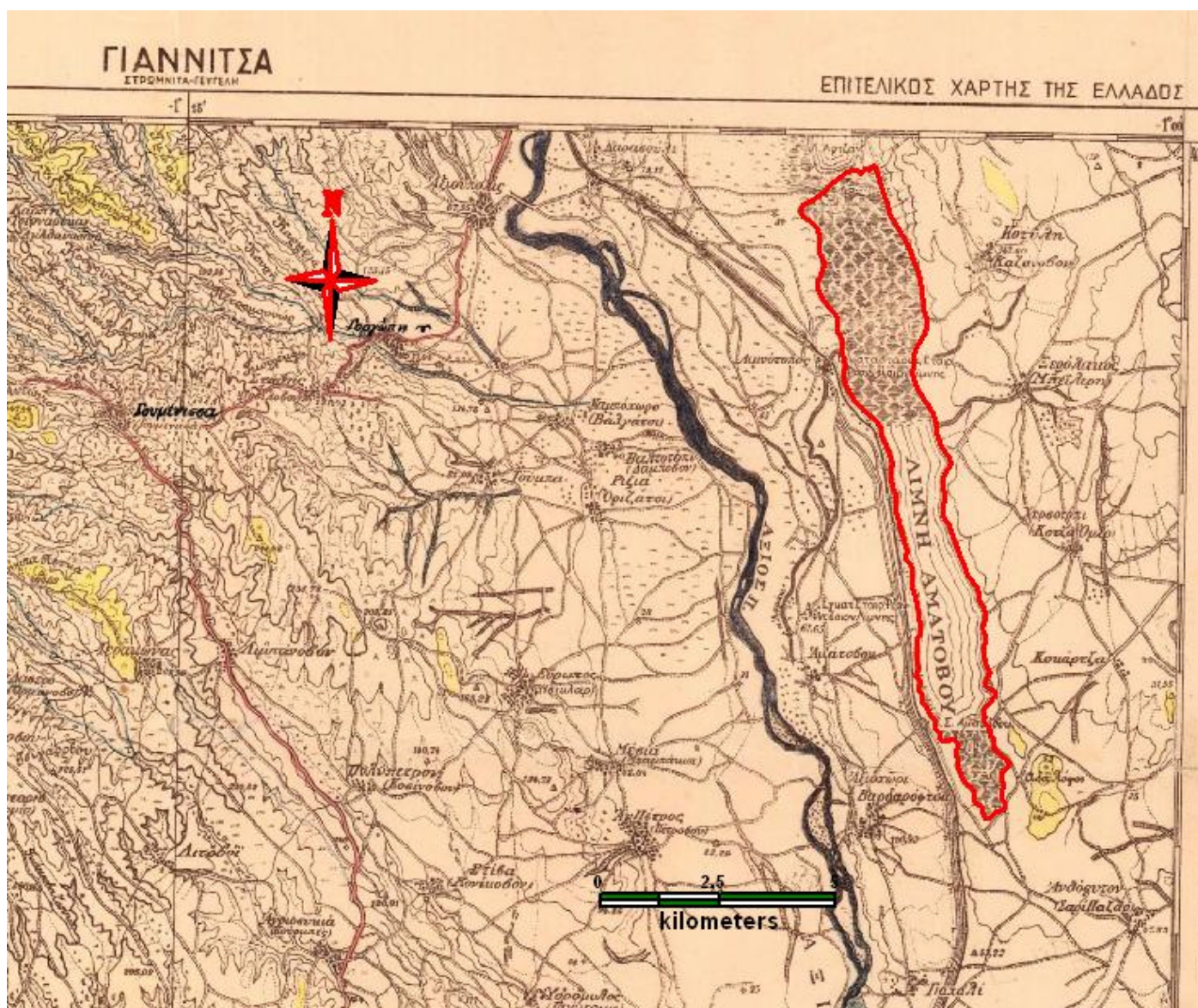
(Χαρ.7 Γενικό Τοπογραφικό διάγραμμα του 1937 από την Foundation Company of New York- Salonika plain reclamation works κλίμακας 1:200.000.)

Στον επόμενο χάρτη (Χάρ.8) απεικονίζεται η έκταση της λίμνης Αματόβου από τον τοπογραφικό χάρτη των Γιαννιτσών του 1928 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ) κλίμακας 1: 100.000. Όπως προκύπτει από την γεωαναφορά του και επεξεργασία του με το στο πρόγραμμα MapInfo Professional 10.0. (Χάρ.8). Η έκταση της ανερχόταν σε:

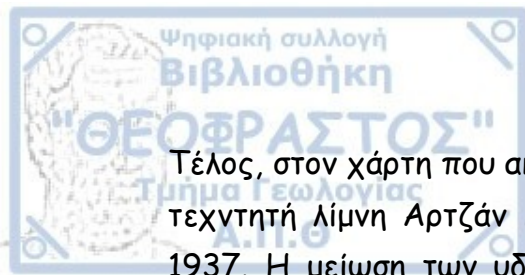
Total Area: 18.31 sq km

Total Perimeter: 33.02 km

Οι διαφορές που παρατηρούνται με την έκταση του 1937 είναι ελάχιστες γιατί τότε ήταν η εποχή που είχαν πρωτοξεκινήσει τα έργα της αποξήρανσης.



(Χάρ.8 ο τοπογραφικός χάρτης των Γιαννιτσών του 1928 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ) κλίμακας 1: 100.000)



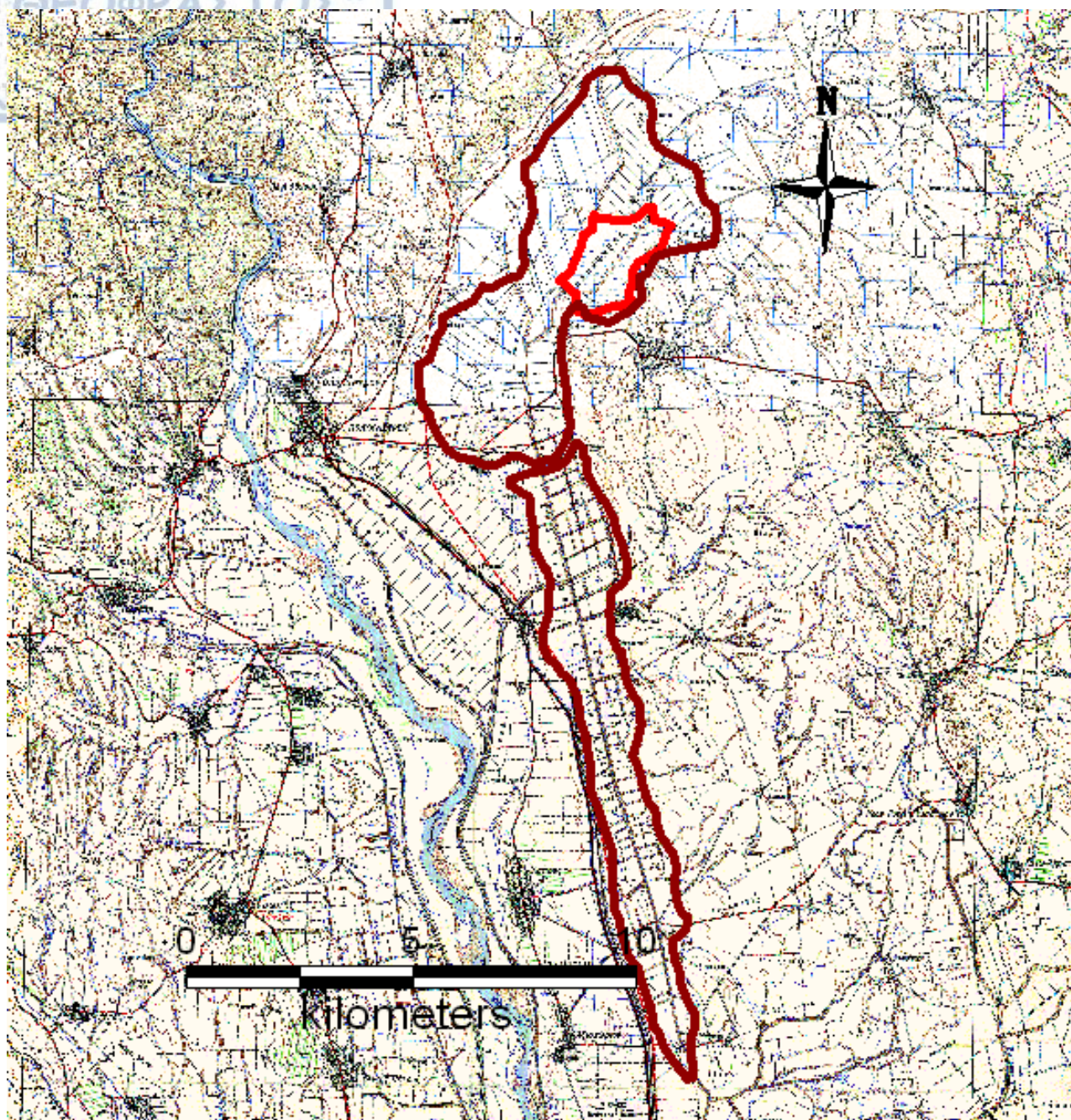
Τέλος, στον χάρτη που ακολουθεί, (Χάρ.9) φαίνονται σε σύγκριση ,η σημερινή τεχνητή λίμνη Αρτζάν και η παλιά έκταση των Αρτζάν και Αματόβου το 1937. Η μείωση των υδάτων, μετά τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις και τα έργα αποξήρανσης είναι εμφανέστατη :

Σήμερα Αρτζάν → Total Area: 3.121 sq km.-Total Perimeter: 8.004 km.

Σήμερα Αματόβου → Total Area: 0 km- Total Perimeter: 0 km

1937 Αρτζάν → Total Area: 25.82 sq km-Total Perimeter: 26.36 km

1937 Αματόβου → Total Area: 17.47 sq- Total Perimeter: 32.76 km



(Χάρτ.9) σημερινή έκταση της τεχνητής λίμνης Αρτζάν-κόκκινο χρώμα συγκριτικά με την έκταση των 2 λιμνών το 1937-μπορντό χρώμα.
Κλίμακα 1:50.000.

Κατά την έρευνα στην περιοχή των λιμνών μέσα σε ιζήματα που παλαιότερα ανήκαν στο κεντρικό σημείο του βυθού της λίμνης Αρτζάν, ανιχνεύθηκαν τα απολιθώματα των παρακάτω ασπόνδυλων οργανισμών: *Unio*, *Dreissena*. (Εικ.10) .Αυτά ανήκουν στην ομοταξία των Διθύρων.

Μορφολογία οστράκου

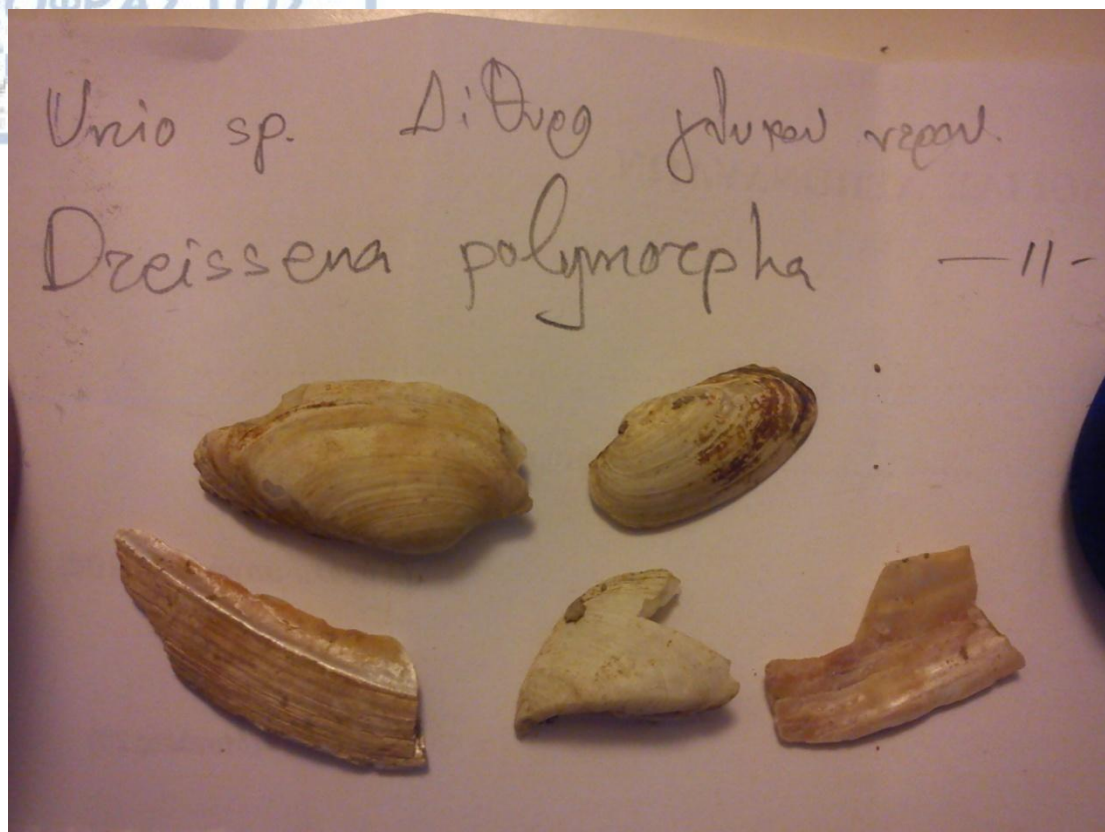
Το όστρακο αποτελείται από δύο ίσες συνήθως μεταξύ τους θυρίδες. (Δεξιά-Αριστερή) με ωοειδές ή επίμηκες σχήμα .Το επίπεδο συναρμογής τους είναι και επίπεδο συμμετρίας. Οι θυρίδες συνενώνονται μεταξύ τους στο άνω μέρος του οστράκου με ένα ελαστικό σύνδεσμο και συναρθρώνονται με ένα σύστημα οδόντων και εσοχών που υπάρχουν και στις δύο θυρίδες. Ο χώρος αυτός της συνάρθρωσης ονομάζεται κλείθρο .Στην περιοχή του κλείθρου η κάθε θυρίδα του κελύφους σχηματίζει μια μικρή προεξοχή τον σπόνδυλο από την οποία αρχίζει η αύξηση του οστράκου κατά συγκεντρικές αυξητικές γραμμές ορατές στην εξωτερική επιφάνεια του οστράκου που μπορεί να είναι λεία ή να φέρει στολισμό: ποικίλες ραβδώσεις - πτυχώσεις, ελάσματα, φυμάτια, άκανθες σε ποικίλη διάταξη ακτινωτή ή κυματοειδή ή συγκεντρική. Η αύξηση του κελύφους γίνεται από το μανδύα ο οποίος εκκρίνει ασβεστολιθική ουσία την οποία και ενσωματώνει στο εσωτερικό των θυρίδων και κατά μήκος του χείλους του οστράκου, έτσι ώστε να δημιουργείται κέλυφος το οποίο είναι βαθμιαία μεγέθυνση του αρχικού. Η αύξηση αυτή είναι λογαριθμική. Στην κορυφή του σπονδύλου εντοπίζεται και το πρωτοσχηματιζόμενο-εμβρυϊκό κέλυφος του δίθυρου που ονομάζεται πρωτοκόγχη .Το άνοιγμα και κλείσιμο των θυρίδων πετυχαίνεται με την ανταγωνιστική δράση του ελαστικού συνδέσμου και των προσαγωγών μυών. Ο ελαστικός σύνδεσμος δρα σαν ελατήριο και κρατά τις θυρίδες ανοικτές όταν οι μύες ηρεμούν. Ενώ σε περίπτωση κινδύνου όλα τα μαλακά μέρη αποσύρονται στο εσωτερικό του οστράκου το οποίο κλείνει με τη συστολή των μυών. Οι μύες προσκολλώνται στο εσωτερικό των θυρίδων αφήνοντας ευδιάκριτα σημάδια τα μυϊκά αποτυπώματα. Ο αριθμός, η θέση, το μέγεθος και το σχήμα των

μυϊκών αποτυπωμάτων είναι σημαντικό ταξινομικό χαρακτηριστικό .Ο μανδύας προσκολλάται στο εσωτερικό των θυρίδων όπου και αφήνει ένα ίχνος προσκόλλησης υπό μορφή γραμμής παράλληλης στο χείλος του οστράκου. Η γραμμή αυτή ονομάζεται μανδουακή γραμμή και μπορεί να είναι συνεχής ή να σχηματίζει εγκόλπωση. Όταν σχηματίζεται εγκόλπωση, αυτή ονομάζεται μανδουακός κόλπος και εντοπίζεται πάντα στο πίσω μέρος του οστράκου, αντιστοιχεί δε στο χώρο απόσυρσης των σιφώνων. Όσο δε μακρύτεροι οι σίφωνες τόσο βαθύτερος κόλπος (άρα και το ζώο σκάβει βαθύτερα). Η παρουσία ή όχι μανδουακού κόλπου είναι σημαντικό ταξινομικό χαρακτηριστικό και τα δίθυρα διακρίνονται σε κολπωτά και άκολπα (Γ.Συρίδης 2007).

Union: Ανήκει στην υφομοταξία UNIONACEA γλυκών υδάτων. Ισόθυρο, ανισόπλευρο, κλείθρο με 2 κύρια και 2 οπίσθια πλευρικά δόντια, σπόνδυλος προσόγυρος, κέλυφος μαργαρώδες με ωοειδές- επιμήκες σχήμα. Διμυάριο, άκολπο, εξωτερική επιφάνεια λεπτές συγκεντρικές γραμμώσεις. Τριαδικό- Σήμερα γλυκών υδάτων.

Dreissena: Ανήκει στα DREISSENACEA αρχικά θαλάσσια μαλάκια που προσαρμόστηκαν σε γλυκά νερά. Όστρακο μικρό 1-2 cm μυτιλόμορφο, στην περιοχή σπονδύλου διάφραγμα παράλληλο στο χείλος. 1 ορατό μυϊκό αποτύπωμα. Άκολπο. Ηώκαινο-Σήμερα σε ποτάμια και λίμνες. (Γ.Συρίδης 2007).

Συμπερασματικά τα απολιθώματα που βρέθηκαν επιβεβαιώνουν το λιμναίο περιβάλλον και τα γλυκά νερά που επικρατούσαν από παλιότερα ως σήμερα στις λίμνες Αρτζάν και Αματόβου.



(Εικ. 10) Απολιθώματα ασπόνδυλων οργανισμών που ανιχνεύτηκαν στη λίμνη Αρτζάν.

Για την μελέτη των περιβαλλοντικών μεταβολών στις λίμνες Αρτζάν και Αματόβου απαραίτητη ήταν η επιτόπια παρατήρηση και δειγματοληψία, η συλλογή στοιχείων από παλαιότερες έρευνες και μαρτυρίες ανθρώπων καθώς και η επεξεργασία των πληροφοριών σε λογισμικά GIS. Μετά από την εργασία πεδίου, καταλήξαμε συμπερασματικά ότι η επίδραση του ανθρώπου στην περιοχή και τις 2 λίμνες ήταν σημαντική. Έγιναν μεγάλου μεγέθους έργα όπως αποξήρανση και αποστραγγιστικά κανάλια που επέδρασαν πολύ στην σημερινή εικόνα του τοπίου. Το μόνο που θυμίζει λίγο την παλιά εικόνα της περιοχής είναι η τεχνητή λίμνη Αρτζάν (ταμιευτήρας νερού) που καταλαμβάνει ένα μικρό κομμάτι της παλιάς λίμνης Αρτζάν και λειτουργεί και ως υδροβιότοπος. Το νερό των λιμνών και η έκτασή τους, μειώθηκαν ως σήμερα περίπου στα $\frac{3}{4}$ της παλιάς τους, ενώ αντίθετα αυξήθηκαν οι εκτάσεις γης για καλλιέργεια, βοσκή και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Βέβαια η αποστράγγιση δεν είναι μόνιμη στο 100% της περιοχής καθώς έχουν παρατηρηθεί ,αρκετά συχνά, φαινόμενα πλημμυρών με αποτέλεσμα την οικονομική ζημία στους κατοίκους και την καταστροφή των καλλιεργειών. Σε όλα αυτά συμβάλει και το σοβαρό πρόβλημα της συντήρησης και λειτουργίας των αντλιών των αποστραγγιστικών έργων που έχουν μείνει ημιτελή από την αρχή ακόμη της κατασκευής τους ή απέκτησαν πρόβλημα στην πορεία. Έτσι τα φαινόμενα των πλημμυρών εντείνονται έχοντας όμως πάντα έναν εποχιακό χαρακτήρα.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Nikolaidis NP, Karageorgis AP, Kapsimalis V, Drakopoulou P, Skoulikidis N, Behrendt H., 2004. "AXCAT - Modeling of Axios River Basin". National Centre for Marine Research, EUROCAT Report, 42p
- Demek, J., 1972. Manual of detailed geomorphological mapping, International Geographical Union.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Γανώσης Β., 1930. Αι αποκαλυφθείσαι και αποκαλυφθησόμεναι γαιαι Αματόβου, Αρτζάν, Λουδία και Γιαννιτσών.
- Χριστόδουλος Θ., 1975. Υδρογεωλογική έρευνα εις λεκάνην Αξιού. Αθήνα, Εθνικό Ίδρυμα Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών.
- Πτεχλιβανίδου Σ., 2007. Η γεωμορφολογία της νήσου Σκύρου και η επίδραση της στις χρήσεις γης, Διατριβή Ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη.
- Μουντράκης Δ., 2010. Γεωλογία και Γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. University studio press, σελ.72-80
- Βαρσαμίδου Μ., 2004. Χωρική και οικονομική ανάλυση των χρήσεων υδάτινων πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Η περίπτωση της λεκάνης Αξιού. Διατριβή, Μυτιλήνη, σελ.50-55
- Αψηλίδης Ν., 2007. Διερεύνηση Πλημμυρικής Επικινδυνότητας Στον Ποταμό Αξιό -Διπλωματική εργασία, Θεσσαλονίκη, σελ.10-15
- Μιλοβάνοβιτς Μ., 2004. Διαχείριση υδάτινων πόρων και περιβαλλοντικά προβλήματα στην υδρογραφική λεκάνη του Αξιού ποταμού. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Τμήμα Οικιακής Οικονομίας Και Οικολογίας. Αθήνα, σελ. 26-38
- Παράσχου Θ., 2005. Η κοιλάδα του Ιναχού ποταμού της Φθιώτιδας, παραποτάμου του Σπερχειού ποταμού. Θεσσαλονίκη.
- Κοβάνη Ε., 2002. Λιμνών αποξηράνσεις. Μελέτη αειφορίας και πολιτιστικής ιστορίας. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΥ: Μπεόπουλος Ν., 2003.
- Συρίδης Γ., 2007. Σημειώσεις Παλαιοντολογίας Ασπονδύλων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.



- Άτλαντας Νέου Τύπου «Η Ελλάδα» εκδόσεις Καμπανά
- 2/6/2006 εφημερίδα «Γνώμη» Ρεπορτάζ: Πάολα Χαραλαμπίδου
- Αναγκαία έργα και δράσεις στον νομό Κιλκίς. Σεπτέμβριος 2008, Τεύχος: 04/359.

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

- http://el.wikipedia.org/wiki/Νομός_Κιλκίς
- http://protovoulies.nd.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=371&Itemid=44
- <http://www.eidisis.gr/topika-nea-toy-n-kilkis/selida-26.html>
- Παρασκευή, 12 Φεβρουαρίου 2010 | ΑΓΓΕΛΙΟΦΟΡΟΣ
<http://www.agelioforos.gr/default.asp?pid=7&ct=1&artid=27394>
- http://www.polikastro.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=80&Itemid=74
- ΧΑΡΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΥΠΕΡΟΧΗΣ ΤΗΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ ΤΟΥ ΚΙΛΚΙΣ <http://www.anki.gr/dat/7AE712D2/file.pdf?634141979023066602>
- <http://www.eidisis.gr/topika-nea-toy-n-kilkis/plimmyres-opos-se-kathe-broxi.html>
- http://www.e-yliko.gr/htmls/perivallon/kallisto_files/_Ydatika_oikosys.pdf