

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ»**

ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑ Α.Ε.Μ. 3836

ΡΟΔΙΤΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Α.Ε.Μ. 3912



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :

ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η λίμνη Κορώνεια βρίσκεται στη λεκάνη της Μυγδονίας και αποτελεί πλέον ένα εξαιρετικά προβληματικό υδάτινο σώμα που υποβαθμίστηκε από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που σχετίζονται με αγροτικές, βιομηχανικές – βιοτεχνικές και οικιστικές παρεμβάσεις. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 η στάθμη της και το βάθος της έχουν μειωθεί δραματικά, όπως και η ποιότητα του νερού της. Η υποβάθμιση αυτή συνεχίστηκε και τα επόμενα χρόνια και αποτελεί το αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, με ιδιαίτερη έμφαση στις πρόσφατες συνθήκες που επικρατούν στην λίμνη αυτή.

Η μελέτη αυτή εκτυλίσσεται στο συγκεκριμένο κείμενο με μια σαφή δομική ακολουθία έτσι ώστε να αναφέρονται στο κεφάλαιο 1 κάποιες αρχικές εισαγωγικές πληροφορίες σχετικά με την λίμνη Κορώνεια. Ακολούθως, στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία που αφορούν τη λίμνη όπως η γεωμορφολογία, η γεωλογία, η τεκτονική, υδρογεωλογία και η μετεωρολογία αυτής. Στη συνέχεια, και συνεπώς στο κεφάλαιο 3 εμπεριέχεται η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε και συγκεκριμένα τα στοιχεία στα οποία αρκεστήκαμε προκειμένων να καταλήξουμε σε μία γενικότερη προσέγγιση του προβλήματος (κεφάλαια 4,5,6). Εν κατακλείδι, στο κεφάλαιο 7 παρατίθενται οι εφικτές λύσεις που προτείνουμε με σκοπό την επίλυση του προβλήματος, η άποψη μας. Ακολουθεί παραρτημα με φωτογραφίες (κεφάλαιο 8) και φυσικά η βιβλιογραφία (κεφάλαιο 9) πάνω στην οποία βασιστήκαμε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	6
2.1. Γεωγραφική θέση της λίμνης – μορφολογία	6
2.2. Γενική θεωρητική αναφορά στον τρόπο δημιουργίας και λειτουργίας κλειστών λιμνών	7
2.2.1. Κατηγορίες λιμνών	7
2.2.2. Δημιουργία της λίμνης Λαγκαδά	8
2.2.3. Γεωλογικές συνθήκες στην περιοχή έρευνας	11
2.2.3.1. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής	11
2.2.3.2. Σχηματισμός της Σερβομακεδονικής Μάζας	11
2.2.3.3. Σχηματισμός της Περιοδοπικής Ζώνης	13
2.2.3.4. Γεωλογία της περιοχής στη λίμνη Κορώνεια	14
2.3. Τεκτονική - ρήγματα – λειτουργία ρηγμάτων	17
2.4. Γεωμορφολογία	19
2.5. Υδρογραφία-. Επιφανειακή και υπόγεια τροφοδοσία λίμνης	21
2.6. Υδρολογικές συνθήκες στην περιοχή έρευνας	24
2.7. Νομοθεσία - Καθεστώς προστασίας	26
3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	28
4. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ	29
4.1. Έργα και δράσεις	29
4.2. Σημερινή κατάσταση – Επεμβάσεις	37
4.2.1. Τα έργα στη λίμνη μέχρι το 2013	37
5. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗΣ	39
5.1. Περιγραφή και ανάλυση των αρνητικών επιδράσεων και των δυνητικών απειλών του οικοτόπου	39
5.2. Πιθανά σενάρια αποκατάστασης της λίμνης σύμφωνα με το αναθεωρημένο MASTER PLAN	40
5.2.1. Επιλογή βέλτιστης λύσης	42
5.2.2. Προτεινόμενα μέτρα και έργα αποκατάστασης	42
6. ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	45
6.1. Γενικά	45
6.2. Αιτίες υποβάθμισης της λίμνης	45
6.3. Συνέπειες	47
6.4. Παρακολούθηση των συνεπειών-μεταβολών της λίμνης με μεθόδους τηλεπισκόπησης και GIS	49

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-ΕΦΙΚΤΕΣ ΛΥΣΕΙΣ	54
7.1. Πρόγραμμα δράσης	54
7.2. Προγράμματα εξυγίανσης – ΑΜΕΣΑ μέτρα προστασίας	55
7.3. Η άποψη μας	57
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	59
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	64

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι λίμνες Κορώνεια (ή Λαγκαδά ή Αγ. Βασιλείου) και Βόλβη βρίσκονται στα βαθύτερα σημεία της λεκάνης της Μυγδονίας, η οποία εκτείνεται σε 2,12 εκ. στρέμματα πίσω από του λόφους της Θεσσαλονίκης και διαχωρίζει τη χερσόνησο της Χαλκιδικής από τον κεντρικό κορμό της Μακεδονίας. Οι δύο λίμνες αντιπροσωπεύουν τα υπολείμματα της ενιαίας και μεγαλύτερης λίμνης της Μυγδονίας, η επιφάνεια της οποίας, κατά την πρώτη Μεσοπαγετώδη περίοδο (πριν από 500.000 χρόνια), έφτανε στα 195m από την επιφάνεια της θάλασσας. Η μοναδική φυσική επικοινωνία της λεκάνης με τη θάλασσα είναι στα ανατολικά, μέσω της κοιλάδας της Ρεντίνας προς τη θαλάσσια περιοχή του Στρυμονικού κόλπου. Το στενό αυτό πέρασμα δημιουργήθηκε από διαβρωτικές και τεκτονικές διεργασίες κατά το τέλος του Τεταρτογενούς. Από αυτό διέρρευσαν αργά τα νερά της Μυγδονίας λίμνης.

Οι δύο λίμνες τροφοδοτούνται από τα νερά χειμάρρων, ενώ η Βόλβη τροφοδοτείται από υπόγειες θερμοπηγές οι οποίες, ωστόσο, επηρεάζουν ελάχιστα την υδρολογία της.

Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα και πριν τις έντονες ανθρωπογενείς επεμβάσεις η λίμνη Κορώνεια είχε εκτεταμένα έλη στο δυτικό της τμήμα που πλημμύριζαν εποχιακά και έφθαναν σε απόσταση 1km ανατολικά από το χωριό Καβαλάρι. Σε αυτή τη φυσική κατάσταση δεν υπήρχε φυσική επικοινωνία της λίμνης Κορώνειας με τη λίμνη Βόλβη. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η λίμνη βρισκόταν σε μία κατάσταση ισορροπίας, με τις υπόγειες ροές προς τη λίμνη Βόλβη, που βρίσκεται σε χαμηλότερο υψόμετρο, να εξισορροπούν το πλεόνασμα των βροχοπτώσεων. Τα πλημμυρικά νερά αποταμιευόταν πρόσκαιρα στα δυτικά έλη και βαθμιαία αποστραγγιζόταν υπογείως μέσα από τους υδροπερατούς χαλαρούς σχηματισμούς του πυθμένα.

Το 1926 κατασκευάστηκε τεχνική τάφρος αποστράγγισης (Παυλίδης κ.ά. 1986) της Κορώνειας προς τη λίμνη Βόλβη με σκοπό να αποστραγγιστούν τα έλη στα δυτικά και να αποδοθούν στην καλλιέργεια. Έτσι η Κορώνεια για 40 περίπου χρόνια είχε σταθερή στάθμη στα 75m απόλυτο υψόμετρο.

Η περιοχή των δύο λιμνών παρουσιάζει μεγάλη και διεθνώς αναγνωρισμένη οικολογική αξία. Ειδικότερα, έχει χαρακτηριστεί ως Υγρότοπος Διεθνούς Σημασίας, σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ και έχει οριστεί ως Τόπος Κοινοτικής Σημασίας, σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Επίσης, αποτελεί Ζώνη Ειδικής Προστασίας, σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ. Με βάση τους δύο τελευταίους χαρακτηρισμούς, περιλαμβάνεται στο Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000. Όσον αφορά στην προστασία της περιοχής σε εθνικό επίπεδο, το 2004, με την υπ. αρ. 6919 Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 248/Δ/2004), χαρακτηρίστηκε

ως «Εθνικό Πάρκο Υγροτόπων των λιμνών Κορώνειας-Βόλβης και των Μακεδονικών Τεμπών» σε έκταση 16388 ha.



2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1. Γεωγραφική θέση της λίμνης - μορφολογία

Η λίμνη Κορώνεια ή Λαγκαδά ή Αγίου Βασιλείου βρίσκεται στο Βόρειο Ελλαδικό χώρο, στην περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και σε απόσταση περίπου 12Km ανατολικά – βορειοανατολικά από την πόλη της Θεσσαλονίκης.

Οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη ανήκουν σε ένα ευρύτερο τεκτονικό μορφολογικό βύθισμα, γνωστό ως Μυγδονία λεκάνη. Η λεκάνη αυτή κατέχει μια επιμήκη ζώνη μεταξύ του Γαλλικού ποταμού και του Στρυμονικού κόλπου. Η λεκάνη της Μυγδονίας είναι ένα εκτεταμένο και επίμηκες βύθισμα, που διαχωρίζει την χερσόνησο της Χαλκιδικής από τον κεντρικό κορμό της Μακεδονίας και αποτελεί τμήμα ενός ευρύτερου βυθίσματος, του Προμυγδονιακού, το οποίο περιλαμβάνει, επίσης και τις γειτονικές λεκάνες του Ζαγκλιβερίου και της Μαραθούσας.

Η λίμνη Κορώνεια αποτελεί το ρηχότερο από τα δύο βαθύτερα βυθίσματα της μεγάλης λίμνης της Μυγδονίας που κάλυπτε την ομώνυμη λεκάνη κατά το Τεταρτογενές.

Η Μυγδονία λίμνη έφθανε ως το σημερινό υψόμετρο των 135m και καταλάμβανε μια έκταση 500km². Κατά τη διάρκεια των τελευταίων παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων που η στάθμη της θάλασσας είχε διαδοχικές αποσύρσεις και επικλύσεις αντίστοιχα, η Μυγδονία λίμνη αποστραγγιζόταν στη θάλασσα μέσω του Ρήχιου ποταμού διανοίγοντας ολοένα και βαθύτερα τα στενά της Ρεντίνας. Το αποτέλεσμα όλων αυτών των διεργασιών ήταν η αποστράγγιση ολόκληρης της λίμνης της Μυγδονίας και η δημιουργία δύο υπολειμματικών λιμνών αυτής της μεγάλης πλειστοκαινικής λίμνης (βάθους 110 m) – η οποία κάλυπτε πριν 500.000 περίπου χρόνια ολόκληρη τη Μυγδονία λεκάνη. Το όριο μεταξύ των δύο αυτών υπολεκανών δεν είναι σαφές, ορίζεται όμως, από τον άξονα Στίβου – Σχολαρίου, με ένα σύστημα ραχών, λόφων και αναβαθμίδων, διαμέσου των οποίων διέρχεται ο ποταμός Δερβένι, στην κεντρική περιοχή της Μυγδονίας.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες με τις οποίες οριοθετείται η λεκάνη της Μυγδονίας είναι:

$\varphi = 40^{\circ} 35' \text{ έως } 40^{\circ} 53'$ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος

$\lambda = 22^{\circ} 53' \text{ έως } 23^{\circ} 40'$ Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος

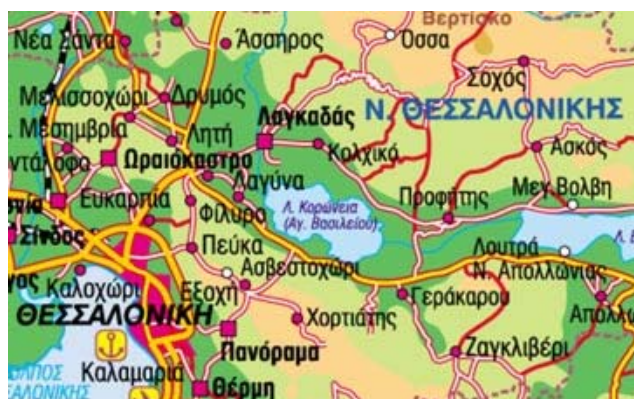
Ενώ ειδικότερα η γεωγραφική θέση της λίμνης Κορώνειας καθορίζεται από τις ακόλουθες γεωγραφικές συντεταγμένες:

$\varphi = 40^{\circ} 39' \text{ έως } 40^{\circ} 43'$ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος

$\lambda = 23^{\circ} 05' \text{ έως } 23^{\circ} 12'$ Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος

Η λίμνη Κορώνεια μαζί με τη γειτονική της λίμνη Βόλβη αποτελούν ένα σημαντικό υδροτοπικό σύστημα που με 11 ακόμη ελληνικούς υδροβιότοπους προστατεύονται από τη Διεθνή Σύμβαση Ramsar.

Η υπολεκάνη του Λαγκαδά, εκτεινόμενη μεταξύ του ορεινού όγκου της Καμήλας και των ραχών Στίβου- Σχολαρίου, που αποτελεί το δυτικό τμήμα της λεκάνης Μυγδονίας έχει σχήμα περίπου τραπεζίου. Η έκταση του χαμηλότερου τμήματος της υπολεκάνης (υψόμετρο <250 m.) είναι 350 km². Η λίμνη Κορώνεια κατέχει το ανατολικό τμήμα της υπολεκάνης του Μπογδάνα ποταμού, ενώ δυτικά εκτείνεται η εύφορη πεδινή έκταση, εντός της οποίας βρίσκεται και η πόλη του Λαγκαδά. (Σχ.1)



Σχ.1 Χάρτης ευρύτερης περιοχής λίμνης Κορώνειας

Η νότια πλευρά της υπολεκάνης και το ανατολικό τμήμα της βόρειας πλευράς αυτής είναι απότομο, σε αντίθεση με τη βόρεια πλευρά, η οποία είναι ομαλή. Η δυτική πλευρά της υπολεκάνης δεν έχει σαφή όρια, πλην του ορεινού όγκου της Καμήλας, ο οποίος τη διαχωρίζει από την λεκάνη του Γαλλικού ποταμού. Εκατέρωθεν της Καμήλας και μεταξύ Μελισσοχωρίου και Ασθήρου η μορφολογία της περιοχής χαρακτηρίζεται από εναλλαγές ραχών και κοιλωμάτων.

Είναι λίμνη γλυκού νερού και έχει σχήμα ελλειψοειδές, με μέσο μήκος του μεγάλου άξονα της έλλειψης 11 km. και διεύθυνση Α-Δ και του μικρού 4,5 km. με διεύθυνση Β-Ν. .

2.2. Γενική θεωρητική αναφορά στον τρόπο δημιουργίας και λειτουργίας κλειστών λιμνών

2.2.1. Κατηγορίες λιμνών

Οι λίμνες αποτελούν κλειστούς χώρους της ξηράς, των οποίων οι βάσεις είναι βυθίσματα ή μορφολογικές ταπεινώσεις, που χαρακτηρίζονται πάντα από τη συγκέντρωση νερού σ' αυτές. Οι λίμνες καλύπτουν το 1,8 % της γήινης επιφάνειας, δηλαδή 2 εκατομμύρια km²

και συναντιούνται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη της γης και σε διάφορα υψόμετρα.

Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους οι λίμνες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

α) **κλειστές**

i) τεκτονικές λεκάνες ii) κανονικές εσωτερικές λεκάνες

β) **καρστικές**

γ) **λίμνες με αδιαπέρατο υπόβαθρο**

Η λίμνη Κορώνεια ανήκει στην κατηγορία των τεκτονικών λιμνών με αδιαπέραστο υπόβαθρο. Οι τεκτονικές λίμνες έχουν συνήθως επίμηκες σχήμα και μορφή σκαφοειδή με αξιόλογο βάθος και απότομες ακτές, η δε κοιλότητα τους σχηματίζεται λόγω τεκτονικών αιτιών. Μπορούν να σχηματιστούν είτε από την παραμόρφωση της επιφάνειας της γης, οπότε δημιουργούνται σύγκλινα ή λεκανοειδείς μορφές, είτε από μια ταπείνωση της ξηράς, λόγω ακτινωτών ρηγμάτων, είτε, όπως συμβαίνει στη λίμνη Κορώνεια, από την παρουσία επιμηκών πλευρικών ρηγμάτων σε μια περιοχή.

2.2.2. Δημιουργία της λίμνης Κορώνειας

Σύμφωνα με τους Ψιλοβίκο (1977), Μουντράκη (1985) και άλλους ερευνητές, στα μέσα του Παλαιογενούς, λόγω έντονων τεκτονικών κινήσεων σε ολόκληρο το χώρο της βόρειας Ελλάδας σχηματίστηκε μεταξύ του Στρυμονικού κόλπου και του Γαλλικού ποταμού ένα ευρύ εσωτερικό βύθισμα, το οποίο αποτέλεσε την Προμυγδονιακή λεκάνη. Η λεκάνη αυτή σχηματίστηκε στα όρια της Σερβομακεδονικής μάζας με την Περιοδοπική ζώνη, διακόπτοντας τη συνέχεια της οροσειράς του Βερτίσκου κατά την ΝΑ πορεία της.

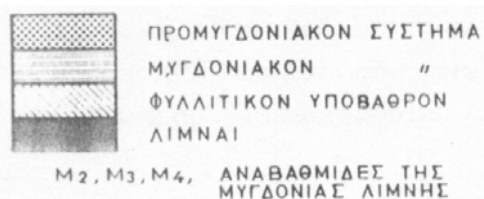
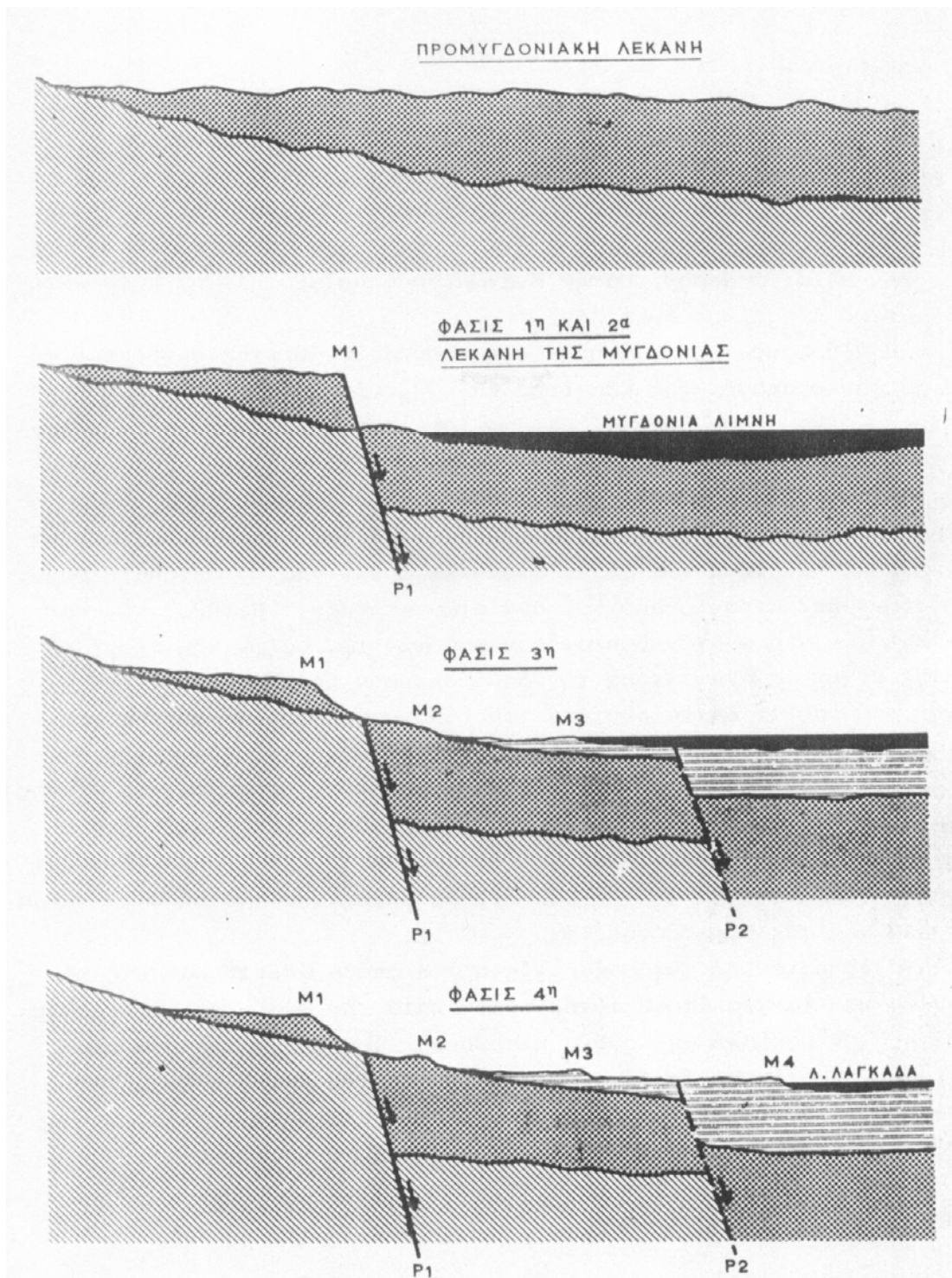
Η Προμυγδονιακή λεκάνη κατακλύσθηκε βαθμιαία από τα νερά της λεκάνης απορροής και σχηματίστηκε εντός της η Προμυγδονιακή λίμνη, η οποία χέρσευσε κατά το Α. Πλειόκαινο, εξαιτίας απόσυρσης του νερού. Η απόσυρση, αυτή εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο μιας ευρύτερης απόσυρσης της θάλασσας από το χώρο της βόρειας Αιγηίδος και διήρκησε μέχρι το Κ. Πλειστόκαινο.

Τεκτονικά γεγονότα, που συνέβησαν στην περιοχή αυτή κατά τη διάρκεια του Κάτω Πλειστοκαίνου, λόγω τάσεων εφελκυσμού (δημιουργία νέων ρηγμάτων ή ενεργοποίηση παλαιότερων, διεύθυνσης ΒΔ- ΝΑ και Α- Δ), προκάλεσαν τη διάρρηξη και βύθιση τμήματος της Προμυγδονιακής λεκάνης, με συνέπεια το σχηματισμό της λεκάνης της Μυγδονίας. Εξαιτίας της διακοπής της υδάτινης επικοινωνίας της νέας λεκάνης με το Στρυμονικό κόλπο και της συγκέντρωσης των νερών της περιοχής εντός αυτής, σχηματίστηκε μια νέα λίμνη, γνωστή ως Μυγδονία

λίμνη. Ο σχηματισμός αυτής σχετίζεται με τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες του Κ. Πλειστοκαίνου και τοποθετείται χρονολογικά στην 1^η Μεσοπαγετώδη περίοδο, δηλαδή πριν από 500 χιλιάδες χρόνια περίπου.

Η Μυγδονία λίμνη, κατά τη φάση της μέγιστης στάθμης έφθανε σε απόλυτο υψόμετρο +135 m και καταλάμβανε τα χαμηλότερα τμήματα των υπολεκανών Λαγκαδά και Βόλβης, καθώς επίσης και μικρό τμήμα της λεκάνης της Μαραθούσας. Η περαιτέρω εξέλιξη της Μυγδονίας λίμνης ακολούθησε διάφορες φάσεις, κατά τη διάρκεια των οποίων επήλθε ταπείνωση της στάθμης της, μέχρις ότου πραγματοποιήθηκε ο χωρισμός αυτής σε δύο λίμνες, τη λίμνη Κορώνεια και τη λίμνη Βόλβη. Οι λιμναίες αναβαθμίδες M₂, M₃, M₄ και M₅ επιβεβαιώνουν τη σταδιακή πτώση της στάθμης, η οποία φαίνεται να σχετίζεται με τα τεκτονικά γεγονότα και τις κλιματικές εναλλαγές του Πλειστοκαίνου. Στο Σχ.2 μπορούμε να δούμε τις διάφορες φάσεις εξέλιξης της λεκάνης και της λίμνης Μυγδονίας, στην περιοχή της υπολεκάνης του Λαγκαδά. Η σχηματική, αυτή, παράσταση φανερώνει την τεκτονική δημιουργία της λίμνης Κορώνειας (Ψιλοβίκος 1977).

Η σημερινή κατάσταση δεν αποτελεί την τελευταία φάση εξέλιξης της Μυγδονίας, αλλά μπορούσε να θεωρηθεί σαν μεταβατική προς αυτήν κατάσταση. Η πρόσχωση των λιμνών προχωρούσε, μέχρι πριν από 10 – 15 χρόνια, με ταχύτατους ρυθμούς, με αποτέλεσμα η Κορώνεια να τείνει να μετατραπεί σε έλος και η Βόλβη να προχωράει προς χωρισμό σε δύο μικρότερες λίμνες. Πλην των φυσικών διεργασιών, οι οποίες θα οδηγούσαν, μέσω της πρόσχωσης σε εξαφάνιση των λιμνών, σημαντικό ρόλο στο εν λόγω οικοσύστημα διαδραμάτισε και η ανθρώπινη επέμβαση.



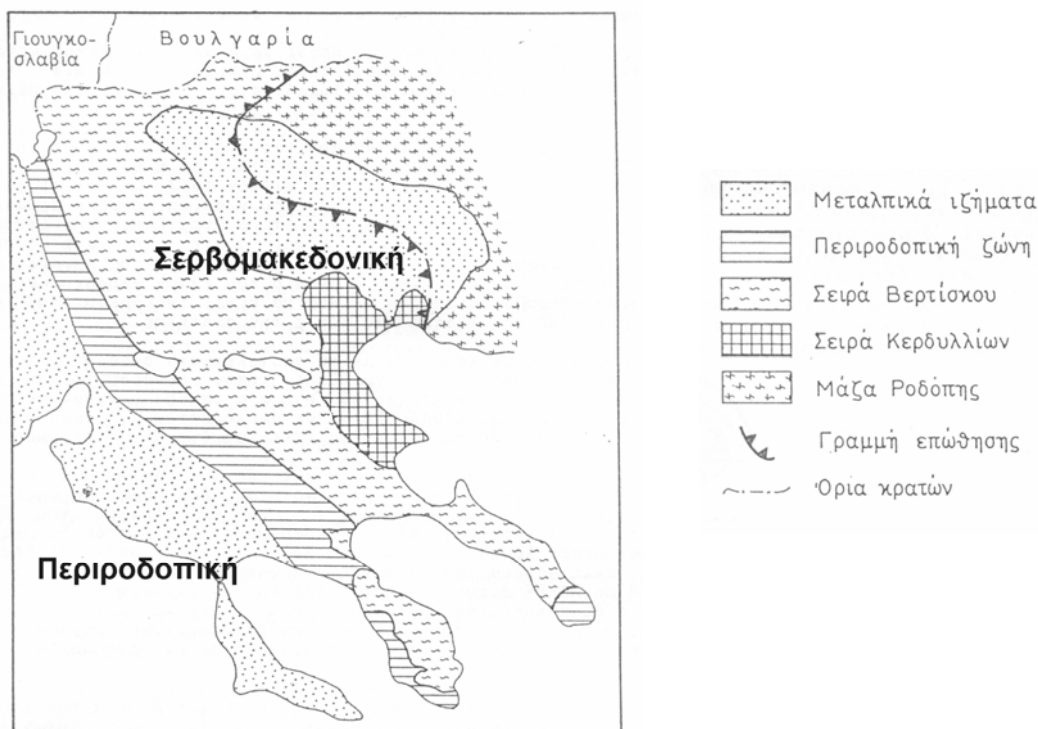
Σχ.2 Σχηματική παράσταση των διαφόρων φάσεων εξέλιξης της λεκάνης και στην της λίμνης της Μυγδονίας περιοχή της υπολεκάνης του Λαγκαδά και σχηματισμός αναβαθμίδων (Ψιλοβίκος, 1977)

2.2.3. Γεωλογικές συνθήκες στην περιοχή έρευνας

2.2.3.1. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Το Προ-νεογενές υπόβαθρο της περιοχής εξεταζόμενο από γεωτεκτονική άποψη θεωρείται ότι ανήκει στη Σερβομακεδονική μάζα, με εξαίρεση την υπολεκάνη του Λαγκαδά, που βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της λεκάνης, πάνω στο γεωλογικό όριο της εν λόγω μάζας με την Περιοδοπική ζώνη. (Σχ.3)

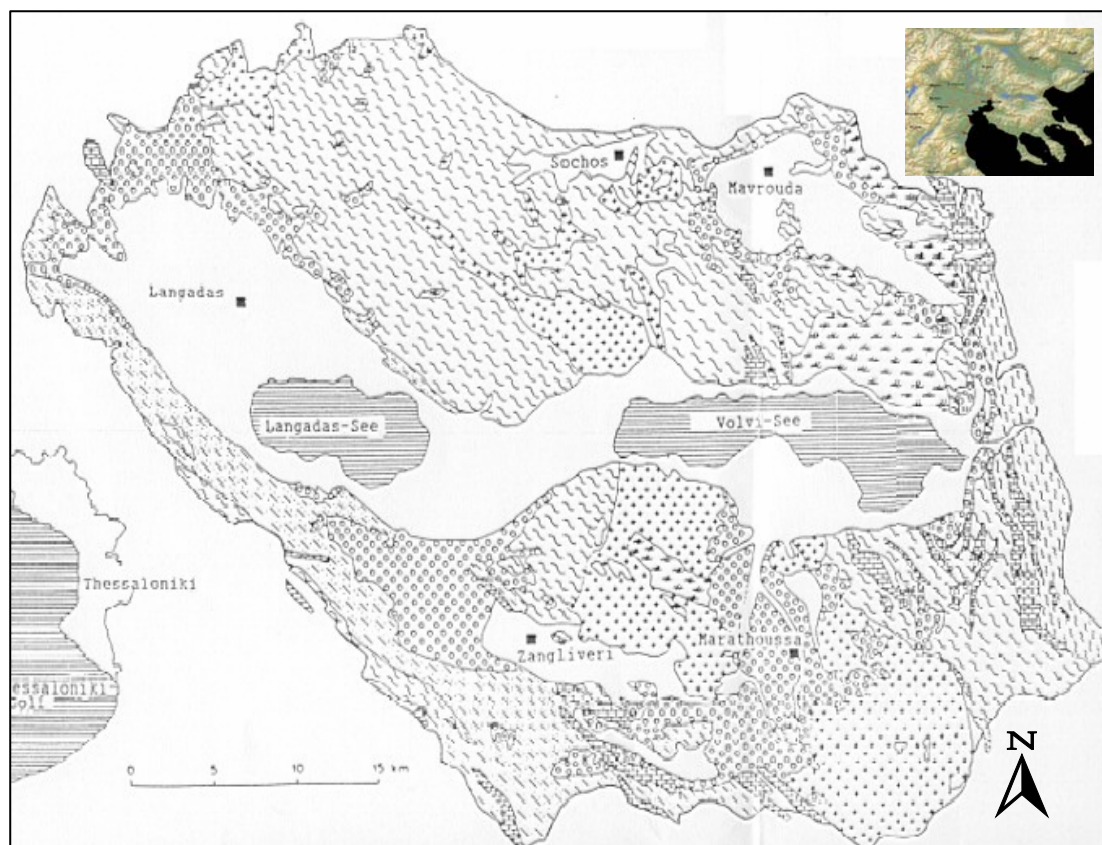
Σκόπιμη θεωρείται μια σύντομη αναφορά στην πετρολογική σύσταση των προ-νεογενών σχηματισμών της περιοχής, οι οποίοι διακρίνονται σε: γνευσιακά πετρώματα με ορίζοντες μαρμάρων, αμφιβολίτες, πετρώματα της φυλλιτικής σειράς, περιορισμένης έκτασης και σημασίας ασβεστόλιθους, χαλαζίτες και γρανίτες.



Σχ.3 Γεωτεκτονικό σκαρίφημα της ευρύτερης περιοχής έρευνας (Μουντράκης, 1985)

2.2.3.2. Σχηματισμός της Σερβομακεδονικής Μάζας

Το κρυσταλλοσχιστώδες της Σερβομακεδονικής διαιρείται σε δύο μεγάλες σειρές πετρωμάτων: την κατώτερη και αρχαιότερη σειρά των Κερδυλλίων και την ανώτερη (νεότερη) σειρά του Βερτίσκου. (Σχ.4)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Μυγδονιακό σύστημα (Τεταρτογενές)
	Προμυγδονιακό σύστημα (Νεογενές)
	Γρανίτες τύπου Αρναίας, Μεταχαλαζίτες, Χαλαζιτικοί Ψαμμίτες (Ιουρασικό) Μετα-πυροκλαστίτες, Ασβεστιτικοί Γραουβάκες, Ασβεστόλιθος, Φλύσχης, Φυλλίτες (Α.Τριαδικό - Α.Ιουρασικό)
	Μάρμαρα και Ασβεστόλιθοι (Παλαιοζωικό – Τριαδικό)
	Αμφιβολίτες, Μετα-γάββροι
	Σειρά Βερτίσκου (Παλαιοζωικό)
	Σειρά Κερδυλίων

Σχ.4 Γεωλογικός χάρτης της Προμυγδονιακής Λεκάνης (κατά Σωτηριάδη, 1983)

Μεταξύ των δύο σειρών, σύμφωνα με τους ερευνητές που έκαναν την αρχική διαίρεση (Kockel & Walther 1971), υπάρχει συμφωνία και ομαλή μετάβαση της κατώτερης σειράς προς την ανώτερη. Φαίνεται, όμως, πιο πιθανό ότι ανάμεσα στις δύο σειρές - ενότητες υπάρχει τεκτονική επαφή, η φύση και η σημασία της οποίας δεν έχει ακόμη διευκρινισθεί.

Στη Μυγδονία λεκάνη συναντάμε σχηματισμούς μόνο της σειράς Βερτίσκου και όχι των Κερδυλλίων, αφού αυτή αναπτύσσεται ανατολικότερα.

Η **σειρά Βερτίσκου** αποτελεί τον κύριο κορμό της Σερβομακεδονικής μάζας. Βρίσκεται στα δυτικά της σειράς των Κερδυλλίων και το δυτικό της περιθώριό εφάπτεται με την Περιοδοπική ζώνη. Αναπτύσσεται σε όλη την οροσειρά της Κερκίνης, των Κρουσίων, του Βερτίσκου, του Χολομώντα, καθώς και στη Σιθωνία και στο Άγιο Όρος.

Οι λιθολογικοί σχηματισμοί οι οποίοι συμμετέχουν στην γεωλογική δομή είναι: γνεύσιοι, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, με πολύ λεπτά στρώματα μαρμάρων, που απαντώνται στους κατώτερους ορίζοντες, ενώ στα ανώτερα στρώματα επικρατούν οι μεταγάββροι – μεταδιαβάσες και αμφιβολίτες, που προέρχονται από μεταμόρφωση βασικών πυριγενών. Συχνά, επίσης, παρεμβάλλονται διάσπαρτα σερπεντινικά σώματα, σε τεκτονική επαφή με τα περιβάλλοντα πετρώματα.

2.2.3.3. Σχηματισμός της Περιοδοπικής Ζώνης

Η Περιοδοπική ζώνη αποτελείται από παλιά ιζήματα Μεσοζωϊκής ηλικίας. Πρόκειται για μετά–κλαστικά, μετά–ανθρακικά ιζήματα καθώς και μετά–ηφαιστειοϊζηματογενή πετρώματα.

Τρεις βασικές ενότητες τη συγκροτούν. Οι ενότητες αυτές, με γενικότερη διάταξη ΒΔ- ΝΑ και ξεκινώντας από ανατολικά προς δυτικά είναι: α) ενότητα Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά, β) ενότητα Μελισοχωρίου - Χολομώντα, γ) ενότητα Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη. Εδώ, μας ενδιαφέρει περισσότερο η ενότητα Μελισοχωρίου - Χολομώντα, στην οποία και θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά:

Τα πετρώματά της **ενότητας Μελισοχωρίου- Χολομώντα**, διακρίνονται σε δύο σχηματισμούς, με βάση την ηλικία τους, στον ανώτερο και στον κατώτερο.

Ο ανώτερος «σχηματισμός» που είναι ηλικίας Κάτω – μέσου Ιουρασικού, αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους χρώματος λευκού ή γαλαζωπού, οι οποίοι σχηματίζουν στρώματα μικρού ή μεγάλου πάχους. Επίσης παρατηρούνται ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι με ενστρώσεις μαύρων φυλλιτών και ενστρώσεις σερικιτικών μαρμάρων υπό μορφή λεπτών στρωμάτων. Αποτελεί τον επικρατέστερο σχηματισμό της ενότητας αυτής.

Ο κατώτερος «σχηματισμός» αποτελείται από μάρμαρα και ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους ηλικίας Μέσο – Άνω – Τριαδικού με συχνές παρεμβολές φυλλιτών και σερικιτικών σχιστολίθων. Πιο πάνω ο σχηματισμός εξελίσσεται σε καθαρά φυλλιτικά πετρώματα. Οι σχηματισμοί της ενότητας εκτείνονται από τη λίμνη Δοϊράνη μέχρι το

άκρο της Σιθωνίας, με πάχος από 5 μέχρι 15 χλμ., ενώ η συνέχειά της διακόπτεται από άλλα πετρώματα λόγω τεκτονικών αιτίων.

2.2.3.4. Γεωλογία της περιοχής στη λίμνη Κορώνεια

Η περιοχή γύρω από τις λίμνες της Μυγδονίας λεκάνης καλύπτονται από σχηματισμούς, οι οποίοι είναι γνωστοί ως Μυγδονιακό σύστημα. Το σύστημα αυτό χρονολογείται στο Τεταρτογενές, δηλαδή κατά το σχηματισμό της λεκάνης.

Στην ευρύτερη περιοχή συναντάται και το Προμυγδονιακό σύστημα, με τα ο οποίο εννοούμε τους ιζηματογενείς σχηματισμούς που αποτέθηκαν (πριν από το σχηματισμό της λεκάνης) μέσα σε μια ευρύτερη και παλαιότερης ηλικίας λεκάνη, γνωστή ως Προμυγδονιακή λεκάνη (Σχ.4).

Η λίμνη του Λαγκαδά βρίσκεται στο όριο της σειράς Βερτίσκου (Σερβομακεδονική) και της ενότητας Μελισσοχωρίου - Χολομώντα (Περιοδοπική).

Η σειρά Βερτίσκου στην περιοχή της λίμνης αντιπροσωπεύεται από γνεύσιους διμαρμαρυγιακούς, βιοτιτικούς και μοσχοβιτικούς με σαφή προσανατολισμό των φυλλωδών συστατικών τους και εμφανή σχιστότητα, και στην Παλαιά Χρυσauγή από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Οι γνεύσιοι εξαπλώνονται στην νότια πλευρά της λίμνης στην περιοχή που βρίσκεται νότια της γραμμής που ορίζουν τα χωριά Λαγκαδίκια και Στίβος.

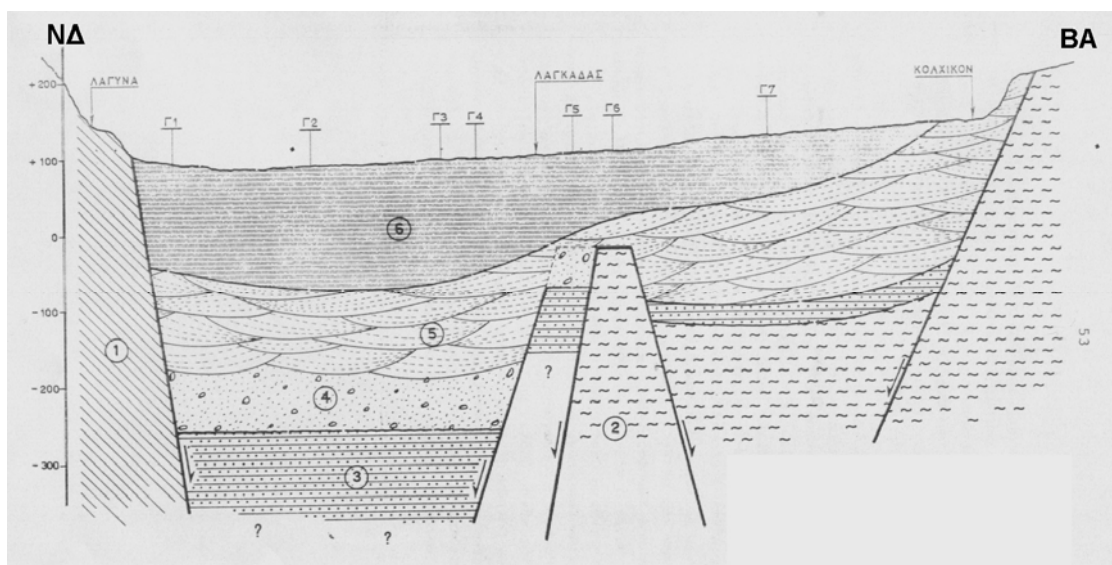
Πάνω στους γνευσίους της σειράς του Βερτίσκου τοποθετείται μια ηφαιστειο-ιζηματογενής σειρά, πάνω στην οποία επικάθεται το σύστημα των ασβεστολίθων. Πρόκειται για συμπαγείς ασβεστόλιθους, οι οποίοι είναι στρωσιγενείς με εναλλαγές μαρμάρων και δολομιτικών ασβεστολίθων. Η ηλικία τους, που υπολογίστηκε με τη βοήθεια μικροπαλαιοντολογικών στοιχείων είναι Μ.-Α. Τριαδικό. Οι ασβεστολιθικοί αυτοί σχηματισμοί κατέχουν την κεντρική, κατ'άξονα, ζώνη του ορεινού όγκου της Καμήλας, ο οποίος, πρέπει να σημειωθεί, ότι αποτελεί το μοναδικό ορεινό όγκο της δυτικής πλευράς της λεκάνης της Μυγδονίας.

Από το χωριό Μελισσοχώρι (ΒΔ της λίμνης) μέχρι το χωριό Βασιλούδι (Ν της λίμνης) εξαπλώνεται η φυλλιτική σειρά, που είναι ένα ιδιαίτερο σύστημα πετρωμάτων φυλλιτικής σύστασης, διαφορετικό των πετρολογικών σχηματισμών της Σερβομακεδονικής μάζας, που προφανώς ανήκουν στην Περιοδοπική ζώνη. Η σειρά αυτή αποτελείται από μεταμορφωμένα και ιζηματογενή πετρώματα, κυρίως φυλλίτες σκοτεινόχρωμους, γραφιτικούς, εν μέρει ψαμμιτικούς, εναλλασσόμενους από ψαμμιτικούς ασβεστόλιθους και χαλαζίτες με παρενθέσεις μαρμάρων, σιπολινών και φακών ασβεστολίθων. Λόγω θέσης και

σύστασης η φυλλιτική σειρά θεωρήθηκε ως ιδιαίτερος σχηματισμός των ορίων της Σερβομακεδονικής με την Περιοδοπική και χαρακτηρίστηκε ως φλύσχος του Μελισσοχωρίου (Mercier 1965) ή ως σειρά της Σβούλας (Kockel et al. 1971). Η κατά πλάτος έκταση της εν λόγω σειράς περιορίζεται από τη βόρια πλευρά της λεκάνης και τις κλιτείς του όρους Χορτιάτη. Η γενική διεύθυνση των πετρωμάτων είναι ΒΔ-ΝΑ, ενώ η κλίση τους είναι ΒΑ. Η ηλικία των φυλλιτικών σχηματισμών αναφέρεται στο Μ.-Α. Παλαιοζωικό.

Στη βόρια πλευρά της υπολεκάνης του Λαγκαδά οι χαλαζίτες και τα συνοδευόντα κροκαλοπαγή κατέχουν ορισμένους μικρού εύρους ορίζοντες μέσα στη γνευσιακή σειρά του Βερτίσκου. Η γενική διεύθυνση των οριζόντων αυτών είναι ΒΔ-ΝΑ. Ιδιαίτερης σημασίας χαλαζιτικοί σχηματισμοί βρίσκονται μεταξύ των χωριών Ευαγγελισμός (Δ της λίμνης) και Δρακόντιο (Β της λίμνης).

Η λεκάνη Μυγδονία είναι ένα εκτεταμένο τεκτονικό βύθισμα που μέχρι σήμερα είναι ενεργό. Σχηματίστηκε στη διάρκεια του Νεογενούς, έχει διεύθυνση ανατολική - δυτική και εντός της αναπτύσσονται οι δύο λίμνες Κορώνεια και Βόλβη, τεκτονικής προέλευσης (Σχ.5). Συγκεκριμένα οι δύο λίμνες δημιουργήθηκαν γύρω στα τέλη του Διχουβίου γεωλογικού ρήγματος.



Σχ.5 Τομή της περιοχής που βρίσκεται βορειοδυτικά της λίμνης ανάμεσα στα χωριά Λαγύνα και Κολχικό. 1. Φυλλίτες 2. Γνεύσιοι 3. Αργιλλοψαμμιτικά ιζήματα 4. Άμμος κροκάλες 5. Ερυθροστρώματα 6. Αργίλλοι της Μυγδονίας λίμνης (Ψιλοβίκος, 1977)

Τα κοιλάματα του εδάφους μέσα στα οποία σχηματίστηκαν οι λίμνες σχετίζονται με τεκτονικά φαινόμενα αναγόμενα στο Πλειοστόκαινο, όταν ρήγματα προκάλεσαν την καθίζηση μεγάλου τμήματος της περιοχής με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας τάφρου τεραστίων διαστάσεων. Μέσα

στην τάφρο συνέρρευσαν τα γύρω ορεινά ύδατα (λίμνη Μυγδονίας) και το βύθισμα πληρώθηκε από χαλαρά ιζήματα περιόδου Νεογενούς – Τεταρτογενούς, τα οποία σε ορισμένες θέσεις ξεπερνούν τα 500 μ.

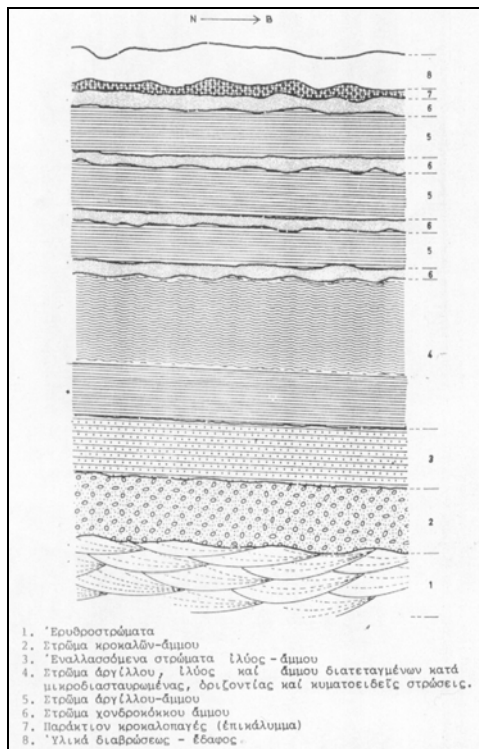
Τα χαλαρά κλαστικά ιζήματα, αποτελούν προϊόντα διάβρωσης και αποικοδόμησης από τους γειτονικούς ορεινούς όγκους του Βερτίσκου, Χορτιάτη και Χολομώντα, οι οποίοι δομούνται από βραχώδεις σχηματισμούς όπως γνεύσιους, φυλλίτες, μάρμαρα, γρανίτες, χαλαζίτες κλπ.

Τα Τεταρτογενή χαλαρά ιζήματα μεικτών φάσεων αποτελούνται από αργιλοίλους, άμμο, ψηφίδες, χάλικες και κροκάλες ποικίλης διαβάθμισης σε κυμαινόμενα ποσοστά. Αποτελούν αποθέσεις χαμηλών περιοχών, κοιλάδων, χειμάρρων και προέρχονται από τη διάβρωση και απόπλυση παλαιότερων σχηματισμών ποικίλης σύστασης. Έχουν συχνά σημαντικό πάχος που φτάνει και εκατοντάδες μέτρα και παρουσιάζουν συχνές και ταχείες μεταβολές της λιθολογικής σύστασης και κοκκομετρίας κατά την

οριζόντια και κατακόρυφη εξάπλωση του σχηματισμού (Σχ.6).

Χαρακτηρίζονται από μέτρια ως υψηλή υδροπερατότητα και πλούσια υδροφορία χωρίς όμως να δημιουργούν επιφανειακούς υδροφόρους ορίζοντες μεγάλης δυναμικότητας και με έντονες διακυμάνσεις.

Λόγω της εκτεταμένης επιφανειακής τους εξάπλωσης έχουν αναπτυχθεί επί αυτών οικισμοί. Συχνά παρουσιάζουν γεωτεχνικά προβλήματα καθίζησης και εδαφικών μετακινήσεων. Είναι επιδεκτικά ευχερούς διάβρωσης και απόπλυσης. Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά τους ποικίλλουν ανάλογα με τη λιθολογική σύσταση και κοκκομετρία, ενώ η συμπεριφορά τους ελέγχεται εκτός των άλλων και από το πάχος των αποθέσεων και την



Σχ.6 Εσωτερική διάταξη των υλικών του Μυγδονιακού συστήματος από φυσική τομή του χειμάρρου Μεγάλο Ρέμα (Ψιλοβίκος, 1977)

κλίση του εδάφους. Παρουσιάζουν απότομες πλευρικές μεταβολές που συνεπάγονται σε μακροκλίμακα ισχυρή ανισοτροπία στη μηχανική συμπεριφορά του σχηματισμού.

Τη θεωρία σχηματισμού των λιμνών επιβεβαιώνουν τόσο η εμφάνιση θερμών πηγών κατά μήκος τους, όσο και η ανεύρεση στο βυθό αλλά και

στις πλαγιές της σημερινής κοιλοπεδιάδας Λαγκαδά-Βόλβης μηχανικών και χημικών ιζημάτων των παλαιότερων θερμομεταλλικών αναβλύσεων.

Οι λόφοι, όπως και τα βουνά στα όριά της, αποτελούνται από έντονα πτυχωμένα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα, ενώ τα παραλίμνια εδάφη από τεταρτογενείς σχηματισμούς, προερχόμενους από την αποσάθρωση των πρώτων. Το θεμελιώδες γεωλογικό υπόβαθρο του τμήματος της περιοχής των λιμνών αποτελείται από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, γνεύσιους και φυλλίτες με στρώματα κερατόλιθων. Στο μεσημβρινό τμήμα της λεκάνης, το οποίο αποτελείται από την ορεινή μάζα του Χορτιάτη, υπάρχουν ασβεστολιθικές στρωματώσεις (τα ασβεστολιθικά αυτά στρώματα εμφανίζουν πηγές από τα νερά της βροχής που συγκεντρώνουν στο εσωτερικό τους, οι οποίες ρυθμίζουν την παροχή στη λίμνη). Ως υπόλειμμα της άλλοτε μεγάλης λίμνης Μυγδονίας, η λίμνη Κορώνεια έχει εμφανή ίχνη της προϋπαρξής παλαιών λιμναίων αποθέσεων, καθώς επίσης και μηχανικών ιζημάτων, τα οποία καταλαμβάνουν το νότιο και δυτικό τμήμα της λεκάνης.

2.3. Τεκτονική - ρήγματα – λειτουργία ρηγμάτων

Η γενικότερη τεκτονική του Προμυγδονιακού βυθίσματος, καθώς επίσης και οι ιδιαίτερες συνθήκες, που προκάλεσαν την τεκτονική διαφοροποίηση της κάθε λεκάνης είναι αποτέλεσμα των πολύπλοκων τεκτονικών κινήσεων του βορειοελλαδικού χώρου.

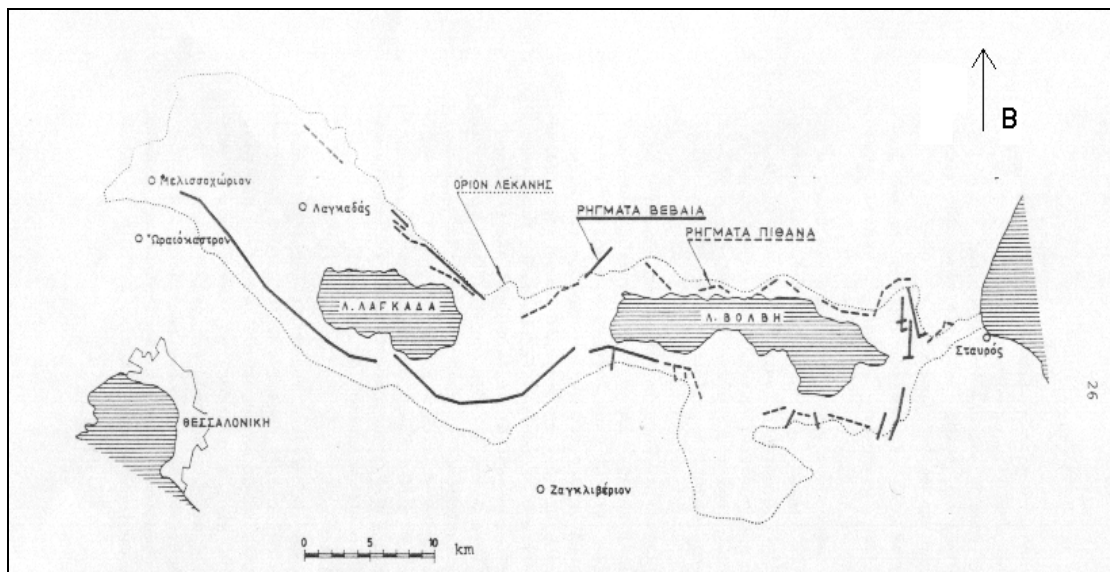
Έτσι, την υπό εξέταση περιοχή έχουν πλήξει δύο ορογενέσεις. Μια πρώτη, ηλικίας Ηώ-ερκύνιας με ρήγματα ΒΑ-ΝΔ και μια νεώτερη αλλά απροσδιορίστου ηλικίας που δημιουργήσε ρήγματα ΒΔ-ΝΑ.

Γενικότερα στη λεκάνη της Μυγδονίας (Σχ.7) παρατηρούνται κανονικά ρήγματα διαφόρων διευθύνσεων με επικρατέστερα τα ρήγματα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ.

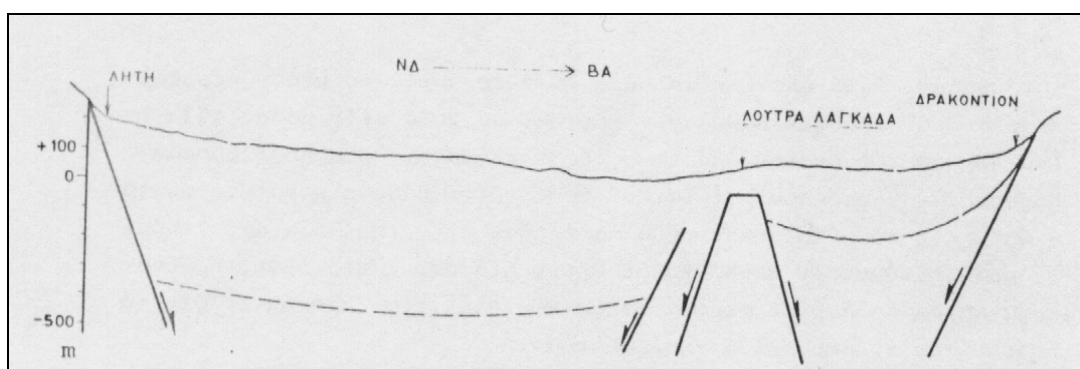
Το ανάγλυφο του υποβάθρου (πυθμένας) της υπολεκάνης Λαγκαδά, όπως προκύπτει με στοιχεία γεωτρήσεων (B.R.G.M. και Y.E.B.) δεν είναι ομαλό αλλά αποτελείται από ένα έξαρμα στο μέσο περίπου κατά την διεύθυνση Καμήλας- Λουτρών Λαγκαδά (σε βάθος 123m), εκατέρωθεν του οποίου υπάρχουν δύο κοιλώματα (Ψιλοβίκος, 1977). Ένα προς βορρά, βάθους 220m και ένα προς νότο με βάθος μεγαλύτερο από 470m. Από στρωματογραφικά στοιχεία προκύπτει ότι το προς νότο κοίλωμα είναι παλιότερο

Η διάταξη του πυθμένα της υπολεκάνης (υπόβαθρο) μπορεί να θεωρηθεί πως αντιπροσωπεύει ένα κεντρικό τεκτονικό κέρασ, εκατέρωθεν του οποίου σχηματίζονται δύο τεκτονικοί τάφροι (Σχ.8)

Στην περιοχή των διαχωριστικών ορίων των υπολεκανών Λαγκαδά και Βόλβης (περιοχή Στίβου – Σχολαρίου) το υπόβαθρο της λεκάνης Μυγδονίας παρουσιάζει ένα έξαρμα κατά διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ.



Σχ.7 Τεκτονικό σκαρίφημα της λεκάνης της Μυγδονίας (Ψιλοβίκος, 1977)

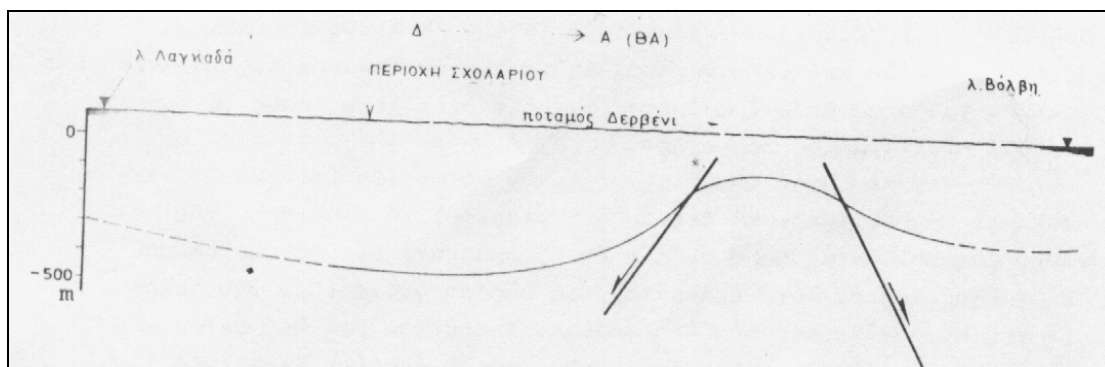


Σχ.8 Σχηματική παράσταση της τεκτονικής κατασκευής της υπολεκάνης του Λαγκαδά στην κεντρική περιοχή αυτής (Ψιλοβίκος, 1977)

Οι μεταπτώσεις του υποβάθρου της λεκάνης, οι οποίες έχουν ως συνέπεια τη δημιουργία των υπολεκανών Λαγκαδά και Βόλβης πρέπει να οφείλονται σε οριζόντιες δυνάμεις εφελκυσμού. Αυτό τεκμηριώνεται από το γεγονός ότι τα προαναφερθέντα ρήγματα είναι κανονικά (βαρύτητας). (Σχ.9)

Τα ρήγματα στην περιοχή θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένα από τα αίτια του προβλήματος της λίμνης Κορώνειας, γιατί θα μπορούσε να υπάρχει διαφυγή του νερού της λίμνης, μέσω αυτών.

Όμως, εκτός του ότι η λίμνη Λαγκαδά δεν φαίνεται να σχετίζεται προς τα τεκτονικά στοιχεία της περιοχής (Ψιλοβίκος 1977), τα ρήγματα αυτά δεν είναι πρόσφατα, οπότε δεν είναι δυνατό να ληφθούν υπόψη ως παράγοντας της φθίνουσας πορείας της λίμνης.

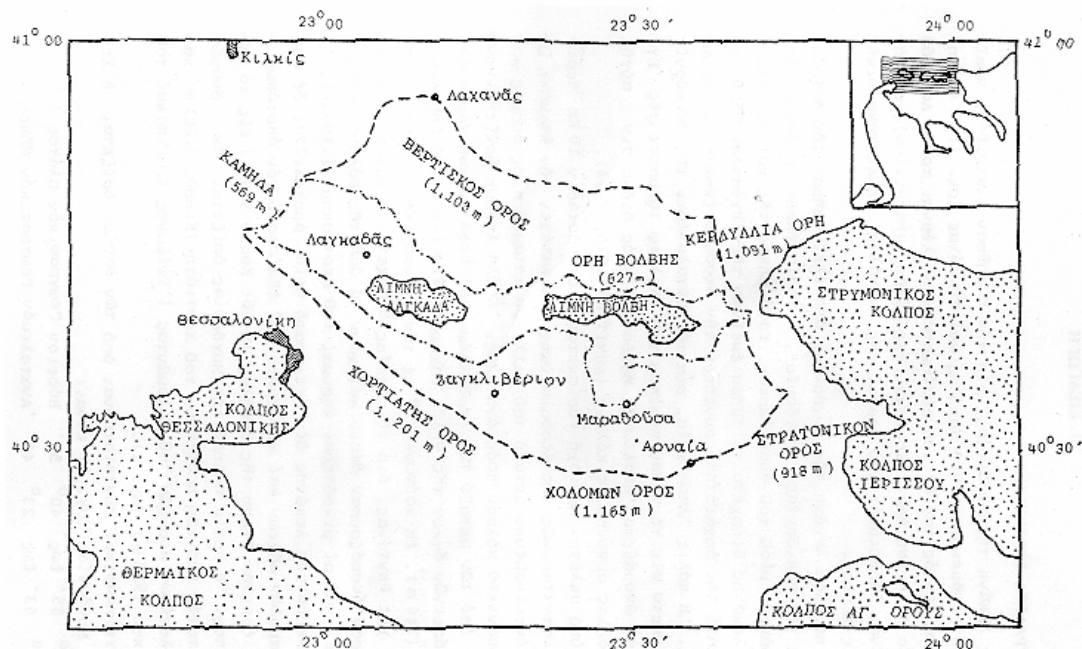


Σχ.9 Σχηματική παράσταση της τεκτονικής κατασκευής της κεντρικής (μεσολιμναίας) περιοχής της λεκάνης της Μυγδονίας (Ψυλοβίκος, 1977)

2.4. Γεωμορφολογία

Κύριο γεωμορφολογικό χαρακτηριστικό της ευρύτερης περιοχής μελέτης συνιστά η λεκάνη της Μυγδονίας, η οποία αποτελεί το κεντρικό βύθισμα της περιοχής με διεύθυνση Α – Δ έως ΒΔ – ΝΑ, μέσα στην οποία βρίσκονται οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη. Οι δύο λίμνες που είναι διαταγμένες σε σειρά με διαμήκη άξονα Δ – Α διεύθυνσης και σε απόσταση 11,5Km μεταξύ τους.– (Το όριο μεταξύ αυτών των δυο υπολεκάνων δεν είναι απόλυτα σαφές και ορίζεται από τον άξονα Στίβου – Σχολαρίου, στην κεντρική περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης, που αποτελείται από ένα σύστημα ράχων, λοφίσκων και αναβαθμίδων μέσω των οποίων διέρχεται ο ποταμός Δερβένι. Ο άξονας αυτός αποτελεί ταυτόχρονα και τα ανατολικά όρια της υπολεκάνης του Λαγκαδά, ενώ σε αντίθεση τα δυτικά όριά της είναι ασαφή, εξαιρουμένου του ορεινού όγκου της Καμήλας, ο οποίος την διαχωρίζει από τη λεκάνη του Γαλλικού ποταμού.)

Γενικότερα όμως η υπολεκάνη του Λαγκαδά οριοθετείται προς τα δυτικά με μια σειρά χαμηλών ράχων και κοιλωμάτων μέσου υπερθαλάσσιου ύψους 200 300m όπου δεσπόζει ο απότομα υψούμενος ορεινός όγκος της Καμήλας (569m). Τα φυσικά όρια της λεκάνης προς βορρά ορίζονται από τη ζώνη των υψηλών λόφων του Λαχανά (687m) και του Ισώματος (916m) ενώ το νότιο τμήμα της λεκάνης οριοθετείται από τις πλαγιές και τα υψώματα των βορείων κλιτύων του όρους Χορτιάτης (1021m). Στο δυτικό τμήμα της υπολεκάνης του Λαγκαδά εκτείνεται εύφορη πεδινή έκταση εντός της οποίας βρίσκεται η πόλη του Λαγκαδά



Σχ.10 Τοπογραφικό διάγραμμα της ευρύτερης περιοχής εντός της οποίας βρίσκεται η λεκάνη της Μυγδονίας (Ψιλοβίκος, 1977).

Τέλος κρίνεται σκόπιμο να τονιστεί ότι οι γεωμορφολογικοί σχηματισμοί οι οποίοι εντοπίζονται σήμερα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης εκφράζουν κατά κανόνα νεοτεκτονικές διεργασίες. Τέτοιοι σχηματισμοί είναι οι ανυψωμένες επιφάνειες επιπέδωσης. Σχεδόν επίπεδα ή με μικρή κλίση δηλαδή τμήματα της επιφάνειας της ξηράς, τα οποία σχηματίσθηκαν κατά τη διάρκεια της απογύμνωσης με ευνοϊκές κλιματικές και τεκτονικές συνθήκες. Οι επιφάνειες επιπέδωσης σχηματίσθηκαν αρχικά σε μικρό υψόμετρο (100 - 200m), είχαν σημαντική έκταση και χαρακτηρες ωριμότητας του αναγλύφου. Εν συνεχεία όμως τεμαχίσθηκαν και τα τεμάχια τους είτε ανυψώθηκαν στο χώρο των ορεινών όγκων (τεκτονικών κεράτων), είτε βυθίστηκαν στο χώρο των ταφρολεκανών, και καλύφθηκαν από νεότερες ιζηματογενείς αποθέσεις. Στο χώρο όπου κυριαρχούν οι ορεινοί όγκοι του Βερτίσκου, του Χορτιάτη και των βουνών βόρεια της λίμνης Βόλβης, έχει επισημανθεί η παρουσία πολλών τμημάτων μιας επιφάνειας επιπέδωσης σε υψόμετρο 400 - 600m. Μεγάλη εξάπλωση έχει η επιφάνεια αυτή στο λόφο της πλατείας του Ζαγκλιβερίου, στο δυτικό τμήμα των βουνών της Βόλβης και στην εξωτερική περιθωριακή ζώνη του Βερτίσκου (Ασκός, Σοχός, Λοφίσκος, Λαχανάς, Όσσα, Δορκάς, Σεβάστεια, Ευλούπολις, Ευαγγελίστρια).

Η επιφάνεια 400 - 600m σχηματίσθηκε κατά το Κάτω - Μέσο Μειόκαινο και η σημερινή θέση των τμημάτων της σε αυτό το υψόμετρο, οφείλεται σε νεώτερες ανυψωτικές κινήσεις.

2.5 Υδρογραφία- Επιφανειακή και υπόγεια τροφοδοσία λίμνης.

Η λίμνη Κορώνεια δέχεται τα νερά από την λεκάνη απορροής του Λαγκαδά η οποία διασχίζεται από ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο το οποίο καλύπτει μια επιφάνεια περίπου 768Km^2 (εμβαδομέτρηση σε χάρτη 1:50.000). Πρόκειται για ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο που αποτελείται από πολυάριθμους κλάδους πρώτης ($1^{\text{ης}}$) τάξης – ενδεικτικά αναφέρεται ότι μετρήθηκαν 3409 κλάδοι $1^{\text{ης}}$ τάξης. Στο Σχήμα 11 φαίνεται το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής και προσδιορίζονται οι κύριοι χείμαρροι που αποστραγγίζουν την υπολεκάνη του Λαγκαδά. Η κατασκευή του υδρογραφικού δικτύου έγινε με τη βοήθεια Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και αποτελεί μια οργανωμένη βάση δεδομένων, από την επεξεργασία της οποίας μπορούν να προκύψουν μελλοντικά σημαντικά συμπεράσματα για την υδρογραφία της περιοχής.

Η κύρια μορφή επιφανειακής απορροής στη λεκάνη της Κορώνειας χαρακτηρίζεται από χειμαρρώδη ροή, που αποστραγγίζει τα υψηλότερα σημεία της λεκάνης και τροφοδοτεί την πεδινή περιοχή της λίμνης.

Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μπορεί να διακριθεί μορφολογικά σε τρία τμήματα σύμφωνα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Έτσι στο βόρειο τμήμα της λεκάνης το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζεται ως δενδριτικό. Οι κλάδοι του ενώνονται μεταξύ τους όπως και με τον κύριο κορμό υπό γωνία συνήθως μικρότερη των 30° . Το συγκεκριμένο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου αναπτύσσεται πάνω σε κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα (γνευσίους, αμφιβολίτες, υπερβασικά) και γρανίτες.

Στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης αναπτύσσονται τα ιζήματα του Τεταρογενούς – Νεογενούς, σε επιμήκη λωρίδα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Τα ρέματα είτε εξαφανίζονται λόγω κατείσδυσης του νερού στις χαλαρές προσχώσεις είτε εγκλωβίζονται σε τεχνητές κοίτες με ανθρωπογενή επέμβαση.

Στο Νότιο τμήμα και με διεύθυνση επίσης ΒΔ-ΝΑ, αναπτύσσεται παράλληλη μορφή υδρογραφικού δικτύου, πάνω σε φυλλίτες και χαλαζίτες. Το υδρογραφικό δίκτυο αυτό αποτελείται από κύριους κλάδους παράλληλους μεταξύ τους και μικρότερους που συνδέονται με τους μεγαλύτερους και τους κύριους, υπό γωνία συνήθως μικρότερη των 40° . Η δημιουργία παράλληλης μορφής δικτύου συνδέεται πιθανώς με την ύπαρξη απότομων κλιτύων του όρους Χορτιάτη.

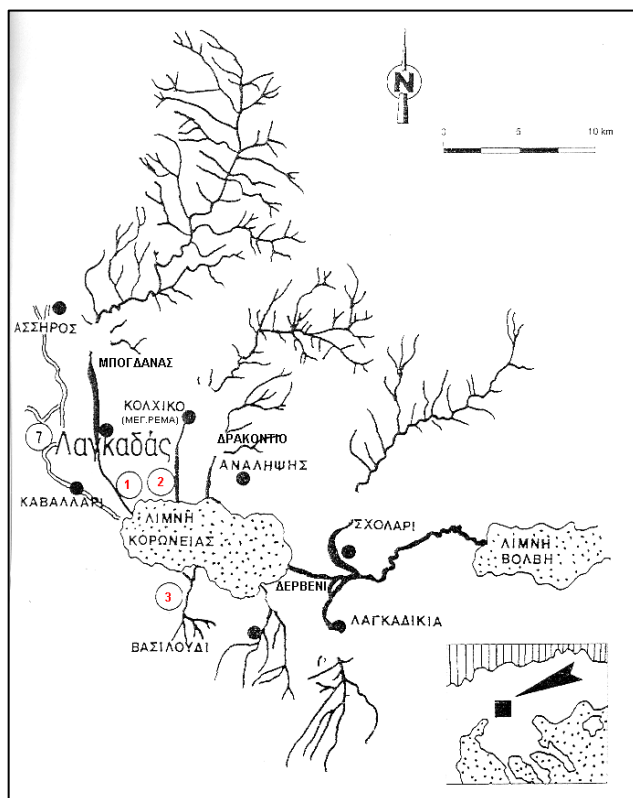
Ειδικότερα, για την λίμνη του Λαγκαδά, η τροφοδοσία γίνεται ως εξής :

A) Τροφοδοσία λίμνης από επιφανειακή απορροή:

Στην υπολεκάνη του Λαγκαδά συγκεντρώνονται τα ύδατα των βορειοανατολικών κλιτύων του όρους Χορτιάτη και των νοτιοδυτικών βουνών του Βερτίσκου μέχρι τη γραμμή Κρυονερίου – Λαχανά. Οι κύριοι χείμαρροι που διαυλακώνουν και αποστραγγίζουν την περιοχή αυτή είναι οι εξής:

- Χείμαρρος Μπογδάνας, ο οποίος πηγάζει από το Βερτίσκο στο βόρειο μέρος της λεκάνης και εκβάλλει στο βορειοδυτικό τμήμα της λίμνης. Η έκταση της λεκάνης απορροής του υπολογίζεται στα 212Km^2 .
- Μεγάλο Ρέμα ή Ρέμα Κολχικού, το οποίο αποστραγγίζει την περιοχή του Κολχικού στο βόρειο μέρος της λεκάνης και εκβάλλει στο βόρειο – βορειοδυτικό μέρος της λίμνης. Η λεκάνη του καλύπτει περιοχή 81.6Km^2 .
- Νύμφης Ρέμα ή Ρέμα Ανάληψης, που αποστραγγίζει την περιοχή της Ανάληψης στη βόρεια πλευρά της υπολεκάνης του Λαγκαδά και εκβάλλει στο βόρειο – βορειοανατολικό τμήμα της λίμνης Κορώνειας. Η λεκάνη απορροής του εκτιμάται στα 37.75Km^2 .
- Ρέματα Αγίας Παρασκευής και Πλατανάρα, τα οποία συμβάλλουν στην αποστράγγιση του νοτιότερου τμήματος της λεκάνης. Τα ρέματα αυτά ενώνονται ρέοντας σε κοινή κοίτη, πριν την εκβολή τους στο νότιο μέρος της λίμνης. Η λεκάνη τους καλύπτει περίπου 52.6Km^2 .
- Ρέμα Αγίου Βασιλείου, που συγκεντρώνει τα ύδατα της βορειοδυτικής πλευράς του Χορτιάτη στην ευρύτερη περιοχή νότια του χωριού Άγιος Βασίλειος και εκβάλλει στο νοτιοδυτικό άκρο της λίμνης Κορώνειας. Η υδρολογική λεκάνη αυτού εκτιμάται σε 17.6Km^2 .
- Η περιφερειακή τάφρος Καβαλαρίου – Ασσήρου, που αποστραγγίζει την περιοχή δυτικά της λίμνης Κορώνειας, περιέχει βιομηχανικά και αστικά λύματα και επιπλέον καταλήγουν και τα μεταλλικά νερά από τις θερμές πηγές των κωμοπόλεων του Λαγκαδά.

Σημειώνεται σε αυτό το σημείο ότι λόγω της μικρής κλίσης της επιφάνειας της πεδινής περιοχής στην περιφέρεια της λίμνης και λόγω της χειμαρρώδους ροής των ρευμάτων, προέκυπταν κατά το παρελθόν σοβαρά προβλήματα υπερχειλίσης και κατάκλισης της περιοχής αυτής από ύδατα, ιδιαίτερα κατά τις βροχερές περιόδους. Για αυτό το λόγο έγινε διευθέτηση της κοίτης όλων των μεγάλων χειμάρρων της υπολεκάνης από το σημείο της εισόδου τους στην πεδινή περιοχή της λεκάνης μέχρι τις εκβολές τους (Στοιχεία Υ.Ε.Β.)



Σχ.11 Υδρολογικός χάρτης (Ι.Γ.Μ.Ε)

Επίσης, πρέπει να αναφέρουμε ότι τα τελευταία χρόνια η λίμνη δεν τροφοδοτείται από το φυσικό υδρογραφικό της δίκτυο, γιατί η παροχή των υδρορεμάτων διηθείται σχεδόν ολοκληρωτικά στους χαλαρούς σχηματισμούς του αβαθούς υδροφόρου συστήματος (περίπου 50 m), με αποτέλεσμα, κατά τους ξηρούς μήνες, να διακόπτεται και η υπόγεια τροφοδοσία της λίμνης λόγω υπεραντλήσεων.

Β) Τροφοδοσία από βροχοπτώσεις:

Τα στοιχεία για το ύψος των κατακρημνισμάτων που δέχεται ετησίως η λίμνη Κορώνεια προκύπτουν από τις καταγραφές στον ημιεπίσημο σταθμό, που βρίσκεται στο Λαγκαδά και που λειτουργεί υπό την εποπτεία του Υπουργείου Γεωργίας. Ο σταθμός αυτός παρουσιάζει ικανοποιητική συσχέτιση με επίσημους σταθμούς εκτός της λεκάνης.

Έτσι, ο μέσος όρος των κατακρημνισμάτων ανέρχεται στα 541 mm ετησίως για τα έτη 1971-1989 (Περιβαλλοντική αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας, τελική μελέτη, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1998, Vatseris 1992), σε 477 mm κατά την περίοδο 1991-2000, ενώ μια μέση τιμή για την τελευταία 30ετία υπολογίστηκε σε 524,1 mm.

Γ) Τροφοδοσία από υπόγεια απορροή:

Το προσχωσιγενές υδροφόρο σύστημα της υπολεκάνης του Λαγκαδά υποδιαιρείται σε ένα ρηχό (από την επιφάνεια μέχρι τα 40-50 m) και ένα βαθύ υδροφόρο (από 60 μέχρι 500 m). (Σχέδιο Διάσωσης λίμνης Κορώνειας/ Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., 1996).

Αβαθές υδροφόρο στρώμα

Το αβαθές υδροφόρο σύστημα αποτελείται, κυρίως από χονδροκλαστικά υλικά, άμμο και χαλίκια με ενδιάμεσες αργλικές ενστρώσεις και επικοινωνεί υδραυλικά με την Κορώνεια.

Οι εισροές στον ρηχό υδροφόρο, περιλαμβάνουν από απευθείας διήθηση που εκτιμάται με βάση τη συνολική βροχόπτωση και από τα διάφορα υδρορέματα που διασχίζουν την προσχωσιγενή υπολεκάνη. Ο ρυθμός εμπλουτισμού εκτιμάται σε $22 \text{ Mm}^3/\text{yr}$. Οι εισροές περιλαμβάνουν, επίσης, διήθηση από την λίμνη και κατά περίπτωση επιστρεφόμενες ροές από το βαθύ υδροφόρο (Μυλόπουλος, 2002)

Βαθύ υδροφόρο στρώμα

Το βαθύ υδροφόρο σύστημα αποτελείται από αλλεπάλληλους χαλαρούς σχηματισμούς όπως ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, τραβερτινοειδείς αποθέσεις κ.α. με παρεμβολές φακών αργιλοαμμώδους υλικού. Οι σχηματισμοί αυτοί τροφοδοτούνται με νερό, από τα βραχώδη πετρώματα, που βρίσκονται στα κράσπεδα του τεκτονικού βυθίσματος και η υδραυλική επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω ρωγμών, κατακλάσεων και ρηγμάτων στα σημεία επαφής τους.

Οι εισροές στο βαθύ υδροφόρο, εκτιμώνται σε $2 \text{ Mm}^3/\text{yr}$ και δε φαίνεται να υπάρχει σημαντική επιρροή από τον αβαθή υδροφόρο, καθώς από υδρογεωλογικές και ισοτοπικές μετρήσεις (ραδιοχρονολόγηση), η ηλικία του νερού βρέθηκε μεγαλύτερη των 50 χρόνων.

2.6. Υδρολογικές συνθήκες στην περιοχή έρευνας

Α) Θερμοκρασία του αέρα

Τα κλιματικά στοιχεία της υπολεκάνης του Λαγκαδά προσομοιάζονται με εκείνα της πόλης της Θεσσαλονίκης καθώς η μεταξύ τους χιλιομετρική απόσταση είναι μικρή – περί τα 15Km – και επιπρόσθετα δεν εμφανίζεται κάποιο ιδιαίτερο κλιματικό φαινόμενο στη λεκάνη της Μυγδονίας που να διαφοροποιεί τις εκεί κλιματικές συνθήκες.

Ο καθορισμός των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή της λεκάνης της Μυγδονίας πραγματοποιήθηκε με βάση τα κλιματικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Σύμφωνα λοιπόν με τα κλιματικά δεδομένα 60 χρόνων (1931-1990) του Μετεωρολογικού Σταθμού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ο κλιματικός τύπος της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης μπορεί να υπαχθεί με βάση την ταξινόμηση Koeppe στον τύπο κλίματος Csa δηλαδή «Μεσογειακός τύπος κλίματος ή Μεσόθερμος τύπος κλίματος με ξηρό και θερμό θέρος». Τα γενικά χαρακτηριστικά

αυτού του κλιματικού τύπου είναι μεσόθερμο κλίμα με ξηρή περίοδο το θέρος και μάλιστα θερμό θέρος, ενώ στα ανωτέρου υψομέτρου τμήματα επικρατούν συγκριτικά δριμύτερες κλιματικές συνθήκες (Φλόκας, 1997).

Κατά τη χειμερινή περίοδο παρατηρούνται φαινόμενα έντονης ψύξης, ως αποτέλεσμα των κατολισθήσεων ψυχρών αερίων μαζών σε συνδυασμό με μικρού ύψους αναστροφές της θερμοκρασίας. Τα νερά τη λίμνης παγώνουν συχνά με πάγο πάχους λίγων cm (ελάχιστη θερμοκρασία -25.0°C τον Ιανουάριο του 1977). Η λίμνη Κορώνεια το χειμώνα έχει την ίδια θερμοκρασία σε όλο το βάθος της, ενώ η συγκέντρωση του οξυγόνου βρίσκεται σε επίπεδο κορεσμού.

Κατά τη θερινή περίοδο εμφανίζονται υψηλές θερμοκρασίες, εξαιτίας των στάσιμων αντικυκλωνικών συστημάτων και της ταυτόχρονης παρουσίας χαμηλής σχετικής υγρασίας (μέγιστη θερμοκρασία 43.0°C τον Ιούνιο 1977), ενώ η θερμοκρασία του νερού της κυμαίνεται από 25°C έως 5°C . Επίσης παρατηρούνται έντονες βροχοπτώσεις που οφείλονται στην έντονη εξάτμιση από τη λίμνη, στις υψηλές θερμοκρασίες και στους ανέμους από το Στρυμωνικό Κόλπο.

Β) Υγρασία αέρος

Οι μέσες μηνιαίες τιμές της σχετικής υγρασίας αέρος στο μετεωρολογικό σταθμό του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης φαίνονται στον Πίνακα 6.3 (περίοδος 1981 – 2000).

Πίνακας : Σχετική υγρασία αέρα

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο.
Α.Π.Θ.	72	69	69	67	66	61	59	62	66	71	74	74	67.5

Παρατηρείται ότι οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο και Ιανουάριο δηλαδή τους χειμερινούς μήνες ενώ οι μικρότερες τον Ιούλιο.

Γ) Άνεμος

Από ανεμολογικής πλευράς εξεταζόμενη η περιοχή διαπιστώνεται ότι κυριαρχείται από βορειοδυτικούς, βόρειους και βορειοανατολικούς ανέμους. Χαρακτηριστικότερος από τους ανέμους είναι ο Βαρδάρης που πνέει από βόρεια διεύθυνση κατά μήκος της κοιλάδας του Αξιού με ετήσια συχνότητα 75 ημερών περίπου. Ο άνεμος του Χορτιάτη είναι σφοδρός τοπικός άνεμος, που πνέει από τα ανατολικά της λεκάνης και επιδρά κυρίως στην παραλίμνια ζώνη και το νότιο τομέα της λεκάνης της Μυγδονίας. Παρατηρούνται επίσης νότιας διεύθυνσης άνεμοι, περισσότερο υγροί, που προέρχονται από τη θαλάσσια περιοχή του Στρυμονικού και εκδηλώνονται κυρίως κατά τη θερινή περίοδο.

Στον Πίνακα φαίνονται οι μέσες μηνιαίες ταχύτητες του ανέμου στο μετεωρολογικό σταθμό του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Οι μετρήσεις έχουν γίνει ανά μία ώρα σε όλη τη διάρκεια του 24ώρου, κατά την περίοδο 1990 – 2000.

Πίνακας : Μέσες μηνιαίες ταχύτητες (m/sec) ανέμου για το Μ.Σ. του Α.Π.Θ..

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Α.Π.Θ.	4.5	4.9	5.2	4.3	4.1	4.5	4.3	3.7	4.0	3.4	4.0	4.1

Δ) Ηλιοφάνεια

Η μηνιαία διάρκεια ηλιοφάνειας σε ώρες ανά μήνα για την περίοδο 1981 – 2000 φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα .

Πίνακας : Μέση μηνιαία διάρκεια ηλιοφάνειας.

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Α.Π.Θ.	131.4	132.1	171.4	212.4	271.2	319.7	343.9	329.1	258.3	184.1	124.2	117.5

2.7. Νομοθεσία - Καθεστώς προστασίας

Οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη και ο Ρήχιος ποταμός αποτελούν μέρος ενός σπάνιου και σημαντικού συμπλέγματος υδροτόπων, όχι μόνο για την Ελλάδα αλλά και για τη διεθνή κοινότητα. Για το λόγο αυτό, η περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως «Εθνικό Πάρκο Κορώνειας - Βόλβης - Μακεδόνικων Τεμπών» και προστατεύεται από μια σειρά διεθνών συμβάσεων και ρυθμιστικών πράξεων που προσδιορίζουν το καθεστώς ανάπτυξης και διαχείρισης της περιοχής. Οι κυριότερες είναι:

- «Υγρότοπος διεθνούς σημασίας», (Σύμβαση Ramsar 1971)
- «Ειδικά Προστατευόμενη Περιοχή» (SPA, Οδηγία 79/409 ΕΕ) GR1220009 - Λίμνες Βόλβη, Λαγκαδά, Στενά Ρεντίνας (χάρτης ζωνών προστασίας)
- «Περιοχές Κοινοτικού Ενδιαφέροντος» (Δίκτυο Natura 2000, Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. ΚΥΑ 33318/3028/1998, ΦΕΚ 1289Β) GR1220001 - Λίμνες Κορώνεια Βόλβη, GR 1220003 - Στενά Ρεντίνας και GR 1270001 - Όρος Χολομώντα (χάρτης ζωνών προστασίας)
- «Ειδικά Προστατευόμενη Μεσογειακή Περιοχή» (Σύμβαση Βαρκελώνης)
- «Διατήρηση της Ευρωπαϊκής Άγριας Ζωής και των Φυσικών Βιοτόπων» (Σύμβαση της Βέρνης 1983)
- «Διατήρηση Μεταναστευτικών Ειδών Άγριων Ζώων» (Σύμβαση της Βόννης)

- «Χαρακτηρισμός των λιμναίων, χερσαίων και υδάτινων περιοχών του υδροτοπικού συστήματος των λιμνών Βόλβης - Κορώνειας και Μακεδόνικων Τεμπών ως Εθνικό Πάρκο Υγροτόπων και λιμνών Κορώνειας - Βόλβης και Μακεδόνικων Τεμπών» Κοινή Υπουργική Απόφαση 6919/2004 (ΦΕΚ248 Δ/2004)
- Διατηρητέα μνημεία της φύσης (ο αιωνόβιος πλάτανος στο «Βήμα του Αποστόλου Παύλου» κοντά στην Απολλωνία ΦΕΚ 589/Β/1985 και οι δύο υπεραιωνόβιοι πλάτανοι στο Σχολάρι μεταξύ των δύο λιμνών - Απόφαση Χαρακτηρισμού 5212/1975, ΦΕΚ 281/β/1975)

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Αρχικά οι βασικοί στόχοι που επιχειρήθηκαν να επιτευχθούν μέσα από τη συγκεκριμένη εργασία ήταν η προσέγγιση των πρόσφατων περιβαλλοντικών συνθηκών της λίμνης Κορώνειας και ακολούθως οι προτάσεις σχετικές με τα μέτρα αποκατάστασης.

Καθοριστικά στοιχεία για την εκτέλεση του πρώτου στόχου ήταν αρχικά η συγκομιδή γενικών στοιχείων από μελέτες του Ινστιτούτου Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), του Υπουργείου Μακεδονίας – Θράκης, του τμήματος Βιολογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου της Θεσσαλονίκης, της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Θεσσαλονίκης, του Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Κορώνειας – Βόλβης – Μακεδονικών Τεμπών, του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, καθώς και από συγγραφικά κείμενα του τομέα Φυσικής Γεωγραφίας και Περιβάλλοντος όπως επίσης και του τομέα Τεκτονικής του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου της Θεσσαλονίκης.

Ακολούθως αφού συλλέχθηκαν στοιχεία από τις μελέτες αυτές αρκεστήκαμε σε ορισμένα από αυτά με σκοπό να παρουσιαστεί συγκεντρωτικά η σημερινή κατάσταση της λίμνης και η εξέλιξη αυτής με την πάροδο των χρόνων, έτσι παρουσιάζουμε στη συνέχεια το χρονικό της λίμνης στο κεφάλαιο 4. Στο κεφάλαιο 5, περιγράφονται και αναλύονται οι αρνητικές επιδράσεις και οι δυνητικές απειλές του οικοτόπου, πληροφορίες που αντλήσαμε από τον Φορέα Διαχείρισης. Συνδυαστικά με τις απειλές η Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Θεσσαλονίκης αποτέλεσε την πηγή σχετικά με την παρουσίαση του αναθεωρημένου σχεδίου αποκατάστασης (MASTER PLAN 2). Ως αποτέλεσμα των παραπάνω αποτελεί η υποβάθμιση της λίμνης, αιτίες αλλά και τις συνέπειες για τις οποίες το Εθνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) ήταν σε θέση να μας παραχωρήσει και εμπεριέχονται συγκεντρωτικά στο κεφάλαιο 6. Η χρησιμοποίηση μεθόδων τηλεπισκόπησης και GIS και συγκεκριμένα το πρόγραμμα ARC GIS επιβεβαίωσε την μείωση των ορίων της λίμνης. Ενώ τα αριθμητικά αποτελέσματα δηλαδή το εμβαδό που είχε η λίμνη σε τρεις χρονικές περιόδους υπολογίστηκαν με την χρήση του προγράμματος ARC Map Τέλος στο κεφάλαιο 7 προτείνουμε μέτρα αποκατάστασης τα οποία εμείς ξεχωρίσαμε και θεωρούμε τα πιο σημαντικά προσπαθώντας κατά αυτό τον τρόπο να επιτύχουμε έναν από τους στόχους της εργασίας.

4. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ

4.1. Έργα και δράσεις

Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα και πριν τις έντονες ανθρωπογενείς επεμβάσεις η λίμνη Κορώνεια είχε εκτεταμένα έλη στο δυτικό της τμήμα που πλημμύριζαν εποχιακά και έφθαναν σε απόσταση 1km ανατολικά από το χωριό Καβαλάρι. Σε αυτή τη φυσική κατάσταση δεν υπήρχε φυσική επικοινωνία της λίμνης Κορώνειας με τη λίμνη Βόλβη. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η λίμνη βρισκόταν σε μία κατάσταση ισορροπίας, με τις υπόγειες ροές προς τη λίμνη Βόλβη, που βρίσκεται σε χαμηλότερο υψόμετρο, να εξισορροπούν το πλεόνασμα των βροχοπτώσεων. Τα πλημμυρικά νερά αποταμιευόταν πρόσκαιρα στα δυτικά έλη και βαθμιαία αποστραγγιζόταν υπογείως μέσα από τους υδροπερατούς χαλαρούς σχηματισμούς του πυθμένα.

Η Υ.Ε.Β. τη δεκαετία 1930-1940 άνοιξε τεχνητό κανάλι αποστράγγισης της Κορώνειας προς τη λίμνη Βόλβη με σκοπό να αποστραγγιστούν τα έλη στα δυτικά και να αποδοθούν στην καλλιέργεια. Έτσι η Κορώνεια για 40 περίπου χρόνια είχε σταθερή στάθμη στα 75m απόλυτο υψόμετρο. Η αποστράγγιση της περίσσειας του νερού της Κορώνειας από την τάφρο του Δερβενίου άρχισε σταδιακά να στερεί τους υπόγειους υδροφόρους από αυτήν την ποσότητα νερού, σε μια χρονική περίοδο όμως που αυτοί βρίσκονται σε μεγάλη πίεση εξαιτίας των εκατοντάδων νόμιμων και παράνομων γεωτρήσεων.

Κατά τη δεκαετία του 1960 η έκταση της λίμνης ανερχόταν σε 47,9km² (Παπακωσταντίνου κ.ά. 1995). Το 1970, όπως προκύπτει από παλιότερα στοιχεία, η στάθμη της λίμνης βρισκόταν σε υψόμετρο 75 m από τη θάλασσα και η επιφάνεια της κατά τη δεκαετία του 1970 – 80 ανερχόταν σε 46,2 km². Η λίμνη ήταν αβαθής, με μέσο βάθος 5 m και όγκο νερού $200-250 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και δεχόταν μεγάλες ποσότητες φερτών υλικών, μεταφερόμενα από τους χειμάρρους της γύρω περιοχής, με συνέπεια να προσχώνεται και να καθίσταται συνεχώς αβαθέστερη. Οι ακτές αυτής είναι ομαλές, χαμηλού ανάγλυφου, ιλυώδους σύστασης με χαρακτηριστική βλάστηση, πλην ορισμένων ζωνών αμμώδους και χαλικώδους σύστασης.

Αν και η λίμνη Κορώνεια βρίσκεται ψηλότερα από τη Βόλβη κατά 38 m.(Σχ.4), και σε απόσταση 11 km. απ' αυτήν, δεν είχε φυσική ροή προς αυτήν. Η επικοινωνία μεταξύ των δύο λιμνών επετεύχθη με διάνοιξη τεχνητής αποστραγγιστικής τάφρου (Υ.Ε.Β. -Υπ. Γεωργίας). και μέγιστο βάθος 8,5 m. (Ψιλοβίκος 1977)

Δεκαετία 1980 -1990

Στην Επαρχία Λαγκαδά εγκαθίστανται μεγάλες βιομηχανικές μονάδες από τη Θεσσαλονίκη. Η περιοχή συγκεντρώνει ορισμένα πλεονεκτήματα για εγκατάσταση βιομηχανιών, όπως είναι: η μικρή απόσταση από ένα μεγάλο αστικό κέντρο (Θεσσαλονίκη), το γεγονός ότι ο Λαγκαδάς είναι συγκοινωνιακός κόμβος (προς Βόρεια, Ανατολικά σύνορα), η χαμηλή τιμή αγοράς γης, τα άφθονα αποθέματα νερού στον υδροφόρο ορίζοντα. Συνολικά, καταγράφονται 20 βιομηχανικές μονάδες. Τα βαφεία - φινιριστήρια αποτελούν το 50 % του αριθμού των βιομηχανιών. Σημαντική επένδυση για την περιοχή θεωρείται η εγκατάσταση της γαλακτοβιομηχανίας ΑΓΝΟ, στα τέλη της δεκαετίας του 90.

Η πόλη του Λαγκαδά διοχετεύει ανεπεξέργαστα τα αστικά λύματα μέσω του χειμάρρου Μπογδάνα στη λίμνη Κορώνεια. Η γεωργία εντατικοποιείται και μετατρέπονται οι καλλιέργειες από ξερικές σε ποτιστικές, ενώ αυξάνεται η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Η κτηνοτροφία αναπτύσσεται, υποστηριζόμενη από τις καλλιέργειες (παραγωγή ζωοτροφών) και υποστηρίζει τη γαλακτοβιομηχανία της περιοχής.

Συνολικά, η ανάπτυξη στην περιοχή γίνεται άναρχα, χωρίς μελέτες, στόχο, προοπτικές και χωρίς προστασία των υδάτινων πόρων και του περιβάλλοντος. Οι γεωτρήσεις στην περιοχή φτάνουν σε αριθμό περίπου τις 2300, εξαντλούν τον αβαθή υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής και τελικά αντλούν νερό από τον βαθύ υδροφόρο. Ο έλεγχος των βιομηχανιών για ρύπανση είναι πλημμελής και η λίμνη Κορώνεια που είναι ο αποδέκτης των βιομηχανικών αποβλήτων, των αστικών λυμάτων και των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, υποβαθμίζεται συνεχώς τόσο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού όσο και στην ποσότητά του.

Σύμφωνα με τους Παπακωσταντίνου κ.ά. (1995), το 1987 το μέγιστο βάθος είχε εκτιμηθεί στα 4,5m. Παρατηρείται, δηλαδή, απώλεια 4 m σε 18 έτη, 22 cm περίπου ανά έτος, κατά μέσο όρο. Από το 1987 και μετά η στάθμη της λίμνης άρχισε να σημειώνει σταθερή μείωση, περίπου 33 cm ανά έτος.

Έτος 1990

Τη δεκαετία του '90 η λίμνη έχει υποχωρήσει τόσο που το νερό δε φθάνει πλέον στην ενωτική τάφρο ώστε να αποστραγγιστεί επιφανειακά προς τη Βόλβη. Η στάθμη της λίμνης πέφτει δραματικά ώσπου το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 1995 πραγματοποιείται η μεγάλη περιβαλλοντική καταστροφή με τη μαζική εξόντωση όλων των ζώντων σε αυτήν οργανισμών και τη δραματική πτώση της στάθμης της. Έκτοτε επιφάνεια και βάθος της λίμνης ακολουθούν μια συνεχή πτωτική πορεία

για να φθάσουμε τελικά στο καλοκαίρι του 2001 όπου η λίμνη έχει αποκτήσει χαρακτηριστικά έλους και οδηγείται στην πλήρη αποξήρανσή της.

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος της Κορώνειας γίνεται αντιληπτή από όλους. Οι κάτοικοι διαμαρτύρονται και οι ψαράδες βλέπουν την αλιευτική παραγωγή να μειώνεται

Έτος 1991

Απόφαση του Νομάρχη Θεσσαλονίκης για απαγόρευση εγκατάστασης νέων βιομηχανιών στην επαρχία Λαγκαδά. Δεν εφαρμόζεται

Έτος 1992

5 Αυγούστου: Έγγραφο του Αλιευτικού Συνεταιρισμού προς τον Υπουργό Γεωργίας, προς τη Δ/ση Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ, προς τη Νομαρχία Θεσσαλονίκης και προς τις Υπηρεσίες της Νομαρχίας: Περιγράφεται η κακή κατάσταση του οικοσυστήματος της Κορώνειας και χαρακτηριστικά αναφέρεται «...είναι περίεργο πως δεν πεθαίνουν ακόμη τα ψάρια από ασφυξία». Ζητείται η λήψη άμεσων μέτρων προστασίας της λίμνης.

Έτος 1995

31 Ιουλίου: Καταγράφονται οι πρώτοι θάνατοι ψαριών στο Β.Α άκρο της λίμνης (περιοχή χωριού Ευαγγελισμός).

Δείγματα ψαριών και νερού στέλνονται στο Κτηνιατρικό Ινστιτούτο.

Αιτία θανάτου: Κακές χημικές παράμετροι του νερού της λίμνης (ενδεικτικά η τιμή του pH: 9,37) επιπλέον έλλειψη οξυγόνου που προκαλεί ασφυξία στα ψάρια.

1 Αυγούστου: Καταγράφονται μεμονωμένα περιστατικά θανάτου ψαριών

16 Αυγούστου: Παρουσιάζεται μείωση της στάθμης, σε συνδυασμό με περιστατικά οξείας βιομηχανικής ρύπανσης, που οδήγησαν σε μαζικούς θανάτους ψαριών στη λίμνη. Χιλιάδες ψάρια έχουν εκβραστεί στην όχθη της λίμνης και έκτοτε η λίμνη απέμεινε χωρίς ιχθυοπανίδα.

Αιτία θανάτου ψαριών: πολύ κακές φυσικοχημικές παράμετροι του νερού της λίμνης. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι τα νερά βρέθηκαν ιδιαίτερα αλκαλικά με τιμή pH 10,2 - 10,6 (τιμή που προκαλεί αμέσως θανάτους ψαριών), με υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (5.930 $\mu\text{S}/\text{cm}$) και μεγάλες συγκεντρώσεις διαλυμένων αλάτων (3.800 mg/l, εκ των οποίων τα 1.420 mg/l ανιόντων χλωρίου και 1.210 mg/l κατιόντα νατρίου. Το οργανικό

φορτίο ήταν επίσης υψηλό γεγονός που κατά κύριο λόγο οφείλεται στην επιβάρυνση της λίμνης με ακατέργαστα αστικά λύματα από την πόλη του Λαγκαδά και παραλίμνιους οικισμούς. Μεταξύ των ετών 1987 και 1995, η πτώση της στάθμης υπολογίστηκε συνολικά στα 3m (από 4,5 σε 1,5m μέγιστο βάθος). Η έκταση της λίμνης πλέον καλύπτει μόνο 30km, ενώ ο όγκος του νερού υπολογίστηκε σε 30 εκατομμύρια m³. Η μείωση του όγκου του νερού αποκαλύπτει παρόχθιες εκτάσεις σε μήκος περίπου 200 μέτρων. Το βάθος του νερού της λίμνης είναι περίπου 1,50 μέτρα. Αίτια της κακής κατάστασης της λίμνης: Εξωγενείς παράγοντες (ανομβρία - ξηρασία) και ανθρωπογενείς δραστηριότητες (αντλήσεις, ρύπανση).

10-20 Σεπτεμβρίου: Θάνατοι πουλιών στην όχθη. Αποστολή και εξέταση δειγμάτων στην Κτηνιατρική Σχολή Α.Π.Θ.

Πόρισμα: Θάνατος από κλωστρίδιο της αλλαντίασης (*Clostridium botulinum*)

Έτος 1996

Φεβρουάριος: Εκπόνηση μελέτης με τίτλο «Περιβαλλοντική Έκθεση Σχέδιο Διάσωσης λίμνης Κορώνειας» (ΥΠΕΧΩΔΕ Δ/ση Περιβάλλοντος Κεν. Μακεδονίας & Τμήμα Αλιείας Επαρχείου Λαγκαδά). Προτείνονται 9 Μέτρα και 27 Ενέργειες (π.χ Διοικητικά μέτρα, Εμπλουτισμός της λίμνης με νερό, Έλεγχος ρύπανσης, Παρακολούθηση ποιότητας νερού, κ.ά). Από τα προτεινόμενα έργα υλοποιείται μόνο το Μέτρο 5 Ενέργεια 4: «Προστασία και οριοθέτηση αποκαλυπτόμενων εκτάσεων της λίμνης». Με το έργο αυτό, σήμερα είναι οροθετημένα - με τσιμεντένιες αριθμημένες κολώνες- τα παλιά όρια της λίμνης και αποτρέπεται η κατάληψη των αποκαλυπτόμενων εκτάσεων της λίμνης, από γεωργούς.

Έτος 1997

27 Μαΐου: Θάνατοι ψαριών σε μικρή κλίμακα, από τα εναπομείναντα άτομα μετά την οικολογική καταστροφή του Αυγούστου του 1995. Κακές συνθήκες υδάτινου περιβάλλοντος (pH 9,76, αγωγιμότητα 3650 μ S)

Ανατίθεται σε Δανέζικη Εταιρεία Μελετών η καταγραφή των προβλημάτων και ζητείται η κατάθεση προτάσεων. Η μελέτη προτείνει μεταξύ των άλλων, τρόπους απομάκρυνσης των αλατούχων αποβλήτων των βαφείων με απόρριψη στη θάλασσα (Στρυμονικός κόλπος).

Έτος 1998

Εκπονείται το 1^ο σχέδιο αποκατάστασης της Κορώνειας (1^ο Master Plan) τον Ιούλιο του 1998 από κοινοπραξία Άγγλων και Ελλήνων μελετητών και περιλαμβάνει:

A. Έργα για την ποσοτική αποκατάσταση της λίμνης
Μεταφορά νερού από τον Αλιάκμονα:

1. Εκτροπή των χειμάρρων Λαγκαδικίων και Σχολαρίου
2. Εκμετάλλευση του βαθύτερου υδροφόρου ορίζοντα
3. Αναμόρφωση των αρδευτικών δικτύων
4. Μείωση των απωλειών από αρδεύσεις

B. Έργα για την αποκατάσταση της ποιότητας των υδάτων:

1. Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Λαγκαδά
2. Σύστημα συλλογής λυμάτων Λαγκαδά
3. Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Λαγκαδά - Επέκταση για τις βιομηχανίες
4. Βελτίωση των εσωτερικών εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων των βιομηχανιών
5. Επεξεργασία των ακαθάρτων της περιοχής Λαγκαδά, σε λίμνη ωρίμανσης
6. Επεξεργασία ακαθάρτων από κτηνοτροφικές μονάδες
7. Μελέτη σχεδιασμού για την επεξεργασία των βιομηχανικών και κτηνοτροφικών λυμάτων
8. Προτάσεις για κοινωνικές και διοικητικές δράσεις

Γ. Το γεωργικό - περιβαλλοντικό πρόγραμμα

(Πρόγραμμα ιδιαίτερα σημαντικό που έχει ως στόχο τη μείωση της κατανάλωσης νερού από τις καλλιέργειες. Υπολογίζεται ότι οι αρδεύσεις καταναλώνουν του 70% του νερού της περιοχής. Το Πρόγραμμα περιλαμβάνει εθελοντική ένταξη αγροτών σε αλλαγή καλλιεργειών, αγροαναπαύσεις, μείωση χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων κλπ. Αναλαμβάνει να το υποστηρίξει το Υπουργείο Γεωργίας, παράλληλα με τα υπόλοιπα έργα). **Δ.** Έργα για την οικολογική αποκατάσταση της λίμνης.:

1. Διαχείριση της υδρόβιας βλάστησης
2. Επανατροφοδότηση της ιχθυοπανίδας

Για την υλοποίηση του Master Plan συνεργάζονται η Νομαρχία Θεσσαλονίκης, το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. το Υπουργείο Γεωργίας και το Υπουργείο Οικονομικών Στο Σχέδιο Αποκατάστασης ασκείται κριτική από το Τ.Ε.Ε. Τμήμα Κεν. Μακεδονίας (Νοέμβριος 1998). Η κριτική επικεντρώνεται στην εφαρμογή, στο κόστος και την οικολογική ορθότητα των προτάσεων του Master Plan (π.χ. προτείνεται η αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων μέσα στη λεκάνη απορροής, επίσης

κρίνονται ως μη ρεαλιστικοί οι στόχοι του και περιττή η μεταφορά νερού εκτός υδρολογικής λεκάνης, από τον Αλιάκμονα).

Έτος 1998 – 2002

Εκπονούνται μελέτες για τις προτάσεις του Master Plan. Καθηγητές του Βιολογικού Τμήματος του Α.Π.Θ. ενημερώνουν το Υπουργείο Γεωργίας, το ΥΠΕΧΩΔΕ και τους ιχθυολόγους των νομαρχιών και του Υπ. Γεωργίας για ύπαρξη τοξικών κυανοβακτηρίων στις λίμνες της Β. Ελλάδας (14/12001). Τονίζεται η ανάγκη παρακολούθησης των λιμνών για κινδύνους στην κατανάλωση ψαριών και στην επαφή των κατοίκων με το νερό των λιμνών.

Τον Αύγουστο του 2002, η λίμνη Κορώνεια σχεδόν αποξηραθήκε. Το φαινόμενο αποδείχθηκε πρόσκαιρο, καθώς οι έντονες βροχοπτώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες είχαν ως αποτέλεσμα την επαναπλήρωση της λίμνης.

Έτος 2003

Η λίμνη τροφοδοτείται με νερό, μετά από έντονες χειμερινές βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις. Οι ψαράδες «εμπλουτίζουν» τη λίμνη με ψάρια από τη γειτονική λίμνη Βόλβη, χωρίς άδεια από τις αρμόδιες αρχές. Επανεξετάζεται το Master Plan και βελτιώνεται ως προς ορισμένα σημεία (δεν προβλέπεται η μεταφοράς νερού από τον Αλιάκμονα, προβλέπεται εκβάθυνση της λίμνης, βελτιώνεται ο σχεδιασμός της εκτροπής δύο χειμάρρων που θα τροφοδοτήσουν την Κορώνεια, προβλέπεται ρεαλιστικότερος στόχος για το βάθος της λίμνης, από 8,50 μέτρα μέγιστο βάθος στα 4 μέτρα, βελτιώνεται το αγροτοπεριβαλλοντικό πρόγραμμα). Συγκροτείται σε σώμα το Δ.Σ. του Φορέας Διαχείρισης των λιμνών Κορώνειας και Βόλβης (26-6-2003). Ενδεικτικές τιμές παραμέτρων νερού λίμνης (**Μάρτιος 2003**) **Βάθος λίμνης (μέγιστο):** 1,60 μ **pH:** 7,80. **έκταση** 34,4Km² **Αγωγιμότητα:** 2410μS **C.O.D.:** 64
Η επιφάνεια της λίμνης έφτανε στην ισοψή των +71,5m από την επιφάνεια της θάλασσας ενώ ο πυθμένας της στα +68,5m

Έτος 2004 - 2005.

Τίθεται σε εφαρμογή η Κ.Υ.Α. 6919/5-2-2004. Εκπονούνται οι νέες μελέτες για το αναθεωρημένο Master Plan, εγκρίνονται από το ΥΠΕΧΩΔΕ και από την επιστημονική επιτροπή της Ε.Ε. και υποβάλλονται οι φάκελοι προς χρηματοδότηση στην Ε.Ε.

Οι ενδεικτικές τιμές παραμέτρων νερού (**Ιούνιος 2004**) δείχνουν επιδείνωση της κατάστασης της λίμνης, σε σχέση με το προηγούμενο έτος **pH: 9,2 Αγωγιμότητα: 6640μS. C.O.D.: 144 BOD: 16**

9 Σεπτεμβρίου 2004: Μαζικοί θάνατοι πουλιών από αλλαντίαση στη λίμνη. Εκτιμήσεις κάνουν λόγο για πάνω από 30.000 νεκρά πουλιά από 39 είδη. Περιορισμένος αριθμός νεκρών ψαριών.

31 Οκτωβρίου 2004: Θάνατοι ψαριών σε τάφρο κοντά στη λίμνη. Παράμετροι του νερού που φανερώνουν βιομηχανική ρύπανση

Μάρτιος 2005: Έναρξη συνεργασίας με το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών) για εξέταση συγκεντρώσεων βιοτοξινών σε δείγματα ψαριών και νερού από την Κορώνεια. Τα αποτελέσματα των εξετάσεων δείχνουν επιβάρυνση των ψαριών με βιοτοξίνες.

Από μετρήσεις που έκαναν το δίμηνο Απριλίου - Μαρτίου 2005 η αναπληρώτρια καθηγήτρια του Τμήματος Βιολογίας του ΑΠΘ, Μαρία Μουστάκα-Γούνη, και η λέκτορας του ίδιου τμήματος, Ευαγγελία Μιχαλούδη, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει τεράστια αύξηση της βιομάζας φυτοπλαγκτού στα νερά της λίμνης σε σχέση με πέρυσι, ενώ το ζωοπλαγκτόν έχει εκλείψει. Αυτό, τονίζει η Μ. Μουστάκα-Γούνη, υποδηλώνει την πιθανή κατάρρευση του τροφικού πλέγματος της λίμνης. Η τεράστια βιομάζα του φυτοπλαγκτού συσσωρεύεται στη λίμνη κι επειδή δεν μπορεί να καταναλωθεί από το ζωοπλαγκτόν, αποδομείται, δηλαδή σαπίζει.

Κατά την αποδόμηση, καταναλώνει οξυγόνο, το οποίο έχει αποτέλεσμα τη μείωση των ψαριών και των οργανισμών της λίμνης. Μπορεί το φυτοπλαγκτόν να μην είναι τοξικό, όπως συνέβη τον Σεπτέμβριο του 2004, αλλά το σύστημα μπορεί να καταρρεύσει και χωρίς την παρουσία τοξικών οργανισμών, εξαιτίας της τεράστιας αύξησης του φυτοπλαγκτού.

23 Ιουνίου 2005: Εμφάνιση νεκρών ψαριών στη βόρεια όχθη της λίμνης.

Έτος 2007

Σεπτέμβριος 2007: Μια ακόμα οικολογική κρίση με τα πτηνά που βρέθηκαν νεκρά στις όχθες της λίμνης ύστερα από έναν άνυνδρο χειμώνα και ένα καλοκαίρι με υψηλές θερμοκρασίες. Οι κρίσιμοι παράγοντες που συνέβαλαν στην υποβάθμιση της Λίμνης Κορώνειας από βιολογικής απόψεως είναι:

- 1) η εξαιρετικά χαμηλή βιοποικιλότητα φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού με τάση περαιτέρω μείωσης
- 2) η υπέρμετρη αύξηση -ιδιαίτερα κατά τη θερμή περίοδο του έτους- γνωστών τοξικών ειδών φυτοπλαγκτού (*Anabaenopsis arnoldii*, *Arthrospira fusiformis*, *Microcystis aeruginosa*, *Prymnesium parvum*) που συνέπεσε με φαινόμενα μαζικών θανάτων παρυδάτιων πτηνών και ψαριών την τελευταία πενταετία
- 3) η υπέρμετρη αύξηση μη τοξικών ειδών φυτοπλαγκτού γνωστών από την επικράτησή τους σε συνθήκες υψηλής οργανικής ρύπανσης, όταν το βάθος της λίμνης ξεπερνά το 1 m,
- 4) η κατάρρευση του τροφικού πλέγματος με κατακόρυφη πτώση του μεγάλωσμου ζωοπλαγκτού και ιδιαίτερα του είδους *Daphnia magna* σε σύνδεση με την αύξηση των τοξικών κυανοβακτηρίων ή/και την αύξηση του pH του νερού.
- 5) η ραγδαία συσσώρευση νεκρής βιομάζας φυτοπλαγκτού στον πυθμένα της λίμνης όπου διατηρούνται διαχειμάζοντα στάδια φυτοπλαγκτόν οργανισμών, τοξικών και μη.

Από το αναθεωρημένο Master Plan ήταν σε εξέλιξη ο διαγωνισμός για τα έργα λιμνοδεξαμενών ωρίμανσης προϋπολογισμού 2.5 εκ. ευρώ, ενώ είχαν εγκριθεί από το νομαρχιακό συμβούλιο τα έργα δημιουργίας και διαμόρφωσης υγροτόπων και βαθέων ενδιαιτημάτων προϋπολογισμού 14.2 εκ ευρώ καθώς και τα έργα βελτίωσης υδραυλικών χαρακτηριστικών και αμφίδρομης λειτουργίας ενωτικής τάφρου προϋπολογισμού 8 εκ. ευρώ. Τα υπόλοιπα έργα βρίσκονται ακόμα στη φάση της δημοπράτησης.

Στα υψηλότερα επίπεδα αφθονίας παγκοσμίως βρίσκονται τα τοξικά κυανοβακτήρια στη λίμνη Κορώνεια στη Θεσσαλονίκη, η οποία κινδυνεύει με εξαφάνιση, αφού εδώ και χρόνια κανένα έργο από το πολυδιαφημισμένο σχέδιο σωτηρίας δεν έχει ξεκινήσει ακόμα. Ένα από αυτά έρχεται να αμφισβητήσει ευθέως το Τμήμα Βιολογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου, επισημαίνοντας με ψήφισμα του ότι από τη μολυσμένη Κορώνεια και τα τοξικά κυανοβακτήρια κινδυνεύει και η διπλανή λίμνη της Βόλβης σε περίπτωση που συνδεθεί μέσω της ενωτικής τάφρου που προβλέπει το σχέδιο.

Την ίδια ώρα, ο νομάρχης εγκατέλειψε στις τύχες του το σχέδιο για την αλλαγή του τρόπου άρδευσης των υδροβόρων καλλιεργειών με στόχο την εξοικονόμηση νερού για τον εμπλουτισμό λίμνης, γεγονός που προκαλεί τις έντονες επιφυλάξεις των επιστημονικών φορέων.

Τα κυανοβακτήρια στην Κορώνεια όπου έχουν μετρηθεί 1,7 δισ. ανά λίτρο νερού, είναι χίλιες φορές πάνω από τον παγκόσμιο μέσο όρο. Πρόκειται για οργανισμούς που αναπτύχθηκαν λόγω της υπερευτροφίας της λίμνης και όταν ο ευτροφισμός οφείλεται σε ανθρωπογενείς παράγοντες (μόλυνση από αστικά ή βιομηχανικά απόβλητα), τότε

κυριαρχούν στο φυτοπλαγκτόν και παράγουν τοξικές ουσίες. Σύμφωνα με το Τμήμα Βιολογίας, τα χαρακτηριστικά της Κορώνειας είναι διαφορετικά με αυτά της Βόλβης και η μεταξύ τους σύνδεση «εγκυμονεί κινδύνους» για τη δεύτερη.

4.2. Σημερινή κατάσταση – Επεμβάσεις μέχρι το 2013

Η σημερινή κατάσταση που επικρατεί στη περιοχή προκαλεί προβληματισμό για το μέλλον της Επαρχίας Λαγκαδά και αφορά τόσο τη λίμνη όσο και τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται γύρω από αυτή.

Σε πέντε έως επτά χρόνια, δηλαδή μετά το 2013, υπολογίζεται, σύμφωνα με τις πιο αισιόδοξες προβλέψεις, ότι θα αρχίσει να γεμίζει με νερό η λίμνη Κορώνεια, το οικοσύστημα της οποίας είναι σήμερα νεκρό.

Εκτιμάται μάλιστα ότι οκτώ περίπου χρόνια απαιτούνται για να ανέβει η υπόγεια στάθμη του νερού, εφόσον βέβαια λειτουργήσουν τα έργα εκτροπής των χειμάρρων της περιοχής, σφραγιστούν οι 2.000 παράνομες γεωτρήσεις, αλλάξει το είδος των υδροβόρων, καλλιεργειών και φυσικά το σύστημα άρδευσης. Ήδη τα πρώτα και σημαντικότερα έργα αποκατάστασης της λίμνης Κορώνειας, προϋπολογισμού 10,5 εκατ. ευρώ, που υλοποιεί η νομαρχία Θεσσαλονίκης ξεκινούν, έστω και με καθυστέρηση δύο χρόνων, καθώς εγκαταστάθηκε ο ανάδοχος εργολάβος και η διοίκηση της ΝΑΘ θα προβεί στην πρώτη επιθεώρηση του εργοταξίου στη περιοχή του Λαγκαδά. Το πρώτο υποέργο που αφορά τα "έργα βελτίωσης υδραυλικών χαρακτηριστικών και αμφίδρομης λειτουργίας ενωτικής τάφρου", ύψους 8 εκατομμυρίων ευρώ, ξεκίνησε τη 1 Σεπτεμβρίου (2008), ενώ είναι το σημαντικότερο από τα τεχνικά έργα, γιατί αποτελεί μια από τις τρεις παρεμβάσεις για την παροχή νερού στη λίμνη Κορώνεια.

Αισιόδοξοι είναι για το γέμισμα της λίμνης με νερό και οι επιστήμονες με τους οποίους συνεργάζεται η ΝΑΘ, σύμφωνα με τους οποίους το πλεάζον της ποσότητας του νερού των χειμάρρων που καταλήγουν στη λίμνη Βόλβη θα εκτρέπονται πλέον στη Κορώνεια, βοηθώντας την να ανακάμψει, γεγονός που, όπως εξήγησαν, δεν εγκυμονεί κινδύνους για τη γειτονική λίμνη.

4.2.1. Τα έργα στη λίμνη

Το πρώτο έργο, η κατασκευή του οποίου αφορά:

- 1) Τη διευθέτηση της ενωτικής τάφρου των δυο λιμνών, που κατασκευάστηκε τη δεκαετία του 70
- 2) Τη διαχείριση του νερού στους χείμαρρους Σχολαρίου και Λαγκαδικίων, ώστε να τροφοδοτείται επιλεκτικά η λίμνη Κορώνεια με

τις πλημμυρικές παροχές ή με πλεονάζοντα νερά, χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα στην λίμνη Βόλβη.

3) Έργα ρύθμισης παροχής των νερών της Βόλβης στον Ρήχειο ποταμό.

Το δεύτερο έργο στο οποίο αναμένεται να εγκατασταθεί εργολάβος τον περασμένο Οκτώβριο, εφόσον δεν υπάρξουν ενστάσεις, αφορά τη δημιουργία τριών λιμνοδεξαμενών ωρίμανσης και δημιουργίας υδροτόπου προς την πλευρά του δήμου Λαγκαδά.

Το τρίτο τεχνικό έργο, που αναμένεται να ξεκινήσει στις αρχές του 2009, περιλαμβάνει ένα ανάχωμα 6,5 χιλιομέτρων και τη δημιουργία μιας βαθύτερης περιοχής 517 στρεμμάτων μέσα στη λίμνη, που θα γινόταν με εκβάθυνση από πλωτή βυθοκόρο.

5. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗΣ

5.1. Περιγραφή και ανάλυση των αρνητικών επιδράσεων και των δυνητικών απειλών του οικοτόπου

Η παρακολούθηση των απειλών που υφίστανται οι φυσικές περιοχές είναι χρησιμότερο εργαλείο για την προστασία τους. Ο έγκαιρος εντοπισμός βλαπτικών φυσικών διεργασιών ή ανθρώπινων δραστηριοτήτων, έχει κρίσιμη σημασία για την πρόληψη της περαιτέρω υποβάθμισης αυτών των περιοχών.

Παρατίθενται 6 κατηγορίες αρνητικών επιδράσεων - απειλών:

- 1) Καλλιέργειες, γεωργικές δραστηριότητες, χρήση γης
Εκχερσώσεις για εγκατάσταση αρδευόμενων και μη καλλιεργειών (σιτηρά, καλαμπόκι, δενδροκαλλιέργειες), αποξηράνσεις, αρνητική διαχείριση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.
Εντατική βόσκηση (περιφράξεις χώρων για βόσκηση) και επίδραση από υπερβολικό αριθμό ζώων. Δομική υποβάθμιση λόγω επίδρασης πυρκαγιών Χρήση ζιζανιοκτόνων και άλλων χημικών
- 2) Δασοκομία και δασική χρήση
Φυτεία μη-αυτοφυών ειδών, π.χ. φυτείες λεύκας, κ.α. Επιλεκτική υλοτομία δέντρων με συγκεκριμένη λειτουργία (π.χ. πρόσκοπα είδη, γηραιά άτομα) Αλλαγές στη δασική δομή λόγω δασοκομικών χειρισμών (υλοτομίες, αναδασώσεις με αυτοφυή ή ξενικά είδη) ή εγκατάλειψης της παραδοσιακής δασικής χρήσης Διάνοιξη δασικών δρόμων Εντατική βόσκηση σε δασικές εκτάσεις Εξάντληση δασικών πόρων(παράνομες υλοτομίες) Δασικές φυσικές πυρκαγιές
- 3) Τουρισμός, αθλητισμός και δραστηριότητες αναψυχής
 - Κατασκευή αθλητικών εγκαταστάσεων και δημιουργία υποδομών αναψυχής, τουριστικές εγκαταστάσεις (εξοπλισμός παράλιων, περίπτερα, εστιατόρια, χώροι στάθμευσης)
 - Διατάραξη της ισορροπίας του οικοσυστήματος από την απόθεση απορριμμάτων
 - Ναυταθλητικές δραστηριότητες
 - Παράνομο κυνήγι και αλιεία
- 4) Υδρονομικά έργα και κατανάλωση ύδατος
 - Τεχνικά έργα και εκτροπή πηγών
 - Ανόρυξη γεωτρήσεων(υπεράντληση υπόγειων υδάτων)
 - Υπεράντληση νερού από επιφανειακά ρέματα και λίμνες

- Διευθέτηση υδατορευμάτων
- Αποξίρανση ελαιών και βάλτων
- Ρύπανση και ευτροφισμός των εσωτερικών υδάτων.
- Απόρριψη σκουπιδιών σε κοιλάδες και σε υδατορέματα
- Απόρριψη ανεπεξέργαστων αστικών λυμάτων και βιοτεχνικών - βιομηχανικών αποβλήτων σε ρέματα.

5) Τεχνικά έργα και μεταλλευτικές δραστηριότητες.

- Δόμηση εκτός σχεδίου
- Λατόμηση και αποθέσεις.
- Αμμοληψίες και εξόρυξη χαλικιού

6) Φυσικοί κίνδυνοι

- Φυσική σπανιότητα
- Φυσικές πυρκαγιές καλαμώνων
- Οικότοπος επηρεαζόμενος από είδη - εισβολείς
- Κλιματική επίδραση(π.χ. χαμηλότερη του μέσου όρου βροχόπτωση για χρόνια)
- Παθογόνες μολύνσεις των βασικών ειδών

5.2. Πιθανά σενάρια αποκατάστασης της λίμνης σύμφωνα με το αναθεωρημένο MASTER PLAN

Η νομαρχιακή αυτοδιοίκηση Θεσσαλονίκης σε συνεργασία με τον Φορέα Διαχείρισης της λίμνης κατέληξαν έπειτα από μελέτες στο αναθεωρημένο σχέδιο αποκατάστασης(Master Plan 2), σενάρια του οποίου παρατίθενται στη συνέχεια.

Η επιλογή των υπό εξέταση σεναρίων έγινε με βάση τις προϋποθέσεις που θα έπρεπε να πληρεί ο υγρότοπος προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της αποκατάστασης. Οι προϋποθέσεις αυτές ήταν:

- Δημιουργία βαθιών ενδιαιτημάτων στη λίμνη (βάθος λίμνης 4m)
- Ανακύκλωση των υδάτων και επαναφορά της λίμνης σε προηγούμενη λειτουργική κατάσταση ανανέωσης των υδάτων (μετατροπή λίμνης από τερματική σε μη τερματική)
- Διατήρηση της λίμνης σε έκταση τουλάχιστον ίση με τη σημερινή (34.389 στρέμματα)

Τα 4 σενάρια αποκατάστασης που εξετάστηκαν πληρούν τις προϋποθέσεις αυτές και επιτυγχάνουν ανόρθωση και αποκατάσταση των υγροτοπικών λειτουργιών. Ο βαθμός ανόρθωσης και αποκατάστασης κάθε λειτουργίας διαφέρει από σενάριο σε σενάριο ανάλογα με τα επιμέρους χαρακτηριστικά του κάθε σεναρίου όπως αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ. Χαρακτηριστικά σεναρίων αποκατάστασης λίμνης

	Υφιστάμενη κατάσταση	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Έκταση (στρεμ)	34389	34389	38283	36097	35257
Όγκος νερού (Mm ³)	58,2	70,0	94,6	93,5	83,8
Εκβάθυνση πυθμένα με βυθοκόρηση (m)	-	1	-	-	0,5
Ανάχωμα (ισοϋψής κατασκευής)	-	-	-	71,5	71,5
Μεταβολή στάθμης σε σχέση με υφιστάμενη κατάσταση (m)	-	-	+1	+1	+0,5
Επιφάνεια λίμνης (ισοϋψής)	71,5	71,5	72,5	72,5	72
Πυθμένας λίμνης (ισοϋψής)	68,5	67,5	68,5	68,5	68
Μέγιστο βάθος (m)	3	4	4	4	4
Ανακύκλωση υδάτων	-	NAI	NAI	NAI	NAI
Διαμόρφωση υγροτόπου	-	-	-	NAI	NAI

5.2.1. Επιλογή βέλτιστης λύσης

Βέλτιστο σενάριο αποκατάστασης

Το Σενάριο 4 αποτελεί την καταλληλότερη λύση για την αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας. Το **Σενάριο 4** προβλέπει εκβάθυνση της λίμνης κατά 0.5m με βυθοκόρηση του πυθμένα και παράλληλη ανύψωση στάθμης κατά 0.5m και διαμόρφωση υγροτόπου με τη βοήθεια χαμηλού αναχώματος στην δυτική πλευρά της λίμνης κατά την ισοϋψή των 71,5m. Ο υγροτόπος θα δημιουργηθεί μεταξύ των ισοϋψών 71,5 και 73,5 στα δυτικά της λίμνης και θα καταλαμβάνει έκταση 3760 στρ. Ο πυθμένας θα βυθοκορηθεί σε δύο γειτονικές θέσεις συνολικής έκτασης 870 στρεμμάτων καθώς και για τη δημιουργία οδών επικοινωνίας μεταξύ των θέσεων αυτών.

Ο συνολικός όγκος των βυθοκορημάτων μετά από ξήρανση υπολογίζεται στα 100.000 m³. Τα βυθοκορύματα θα χρησιμοποιηθούν στη δημιουργία του αναχώματος με την τεχνική της περιοριζόμενης εναπόθεσης (Confined Disposal). Το ύψος του απαιτούμενου αναχώματος θα είναι 1m και το μήκος 6.200m. Το μέγιστο της έκτασης που θα καταλαμβάνει η λίμνη θα είναι 35.257 στρέμματα και ο όγκος του νερού της θα είναι 83,8 Mm³. Η στάθμη του νερού θα ανέλθει στην ισοϋψή των 72m και το βαθύτερο σημείο της λίμνης θα διαμορφωθεί στην ισοϋψή των 68m. Το μέγιστο βάθος της λίμνης θα είναι 4m. Ο έλεγχος της στάθμης και η ανακύκλωση του νερού θα επιτυγχάνεται με την κατάλληλη διαμόρφωση της ενωτικής τάφρου μεταξύ των λιμνών Κορώνειας και Βόλβης.

5.2..2. Προτεινόμενα μέτρα και έργα αποκατάστασης

ΠΙΝΑΚΑΣ: Προτεινόμενα μέτρα και έργα για την αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας.

Μέτρα	Έργα
1. Δημιουργία και διαμόρφωση υγροτόπου και βαθέων ενδαιτημάτων.	1.1 Έργα δημιουργίας και διαμόρφωσης υγροτόπου και βαθέων ενδαιτημάτων.
2. Βελτίωση υδραυλικών χαρακτηριστικών και αμφίδρομης λειτουργίας ενωτικής τάφρου	2.1 Βελτίωση υδραυλικών χαρακτηριστικών και αμφίδρομης λειτουργίας ενωτικής τάφρου
3. Έργα αποχέτευσης και επεξεργασίας αστικών και	3.1 Έργα μονάδων υποδοχής αστικών και

βιομηχανικών λυμάτων	βιοτεχνικών βοθρολυμάτων 3.2 Έργα λίμνοδεξαμενών ωρίμανσης 3.3 Έργο αποχέτευσης ακαθάρτων όμβριων και αντλιοστασίου Λαγκαδά 3.4 Έργα επεξεργασίας και απομάκρυνσης αλατούχων αποβλήτων 3.5 Κατασκευή δικτύου αποχέτευσης και εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων Κολχικού - Δρακοντίου -Λαγυνών- Καβαλαρίου
4. Μέτρα οριζόντιας υποστήριξης του σχεδίου αποκατάστασης	4.1 Παρακολούθηση διαχειριστικών παρεμβάσεων και δημιουργία Συστήματος Υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων 4.2 Ενέργειες ενημέρωσης- ευαισθητοποίησης και ενίσχυσης εθελοντισμού 4.3 Σύμβουλος διαχείρισης έργου
5. Εφαρμογή αειφόρων γεωργικών πρακτικών	5.1 Αγροπεριβαλλοντικό Πρόγραμμα ΕΠΑΑ 5.2 Ρυθμίσεις για τη βελτίωση των γεωργικών πρακτικών 5.3 Ενέργειες υποστήριξης αγροτικού πληθυσμού (Αγροπεριβαλλοντικό Κέντρο Ενημέρωσης και Ανάπτυξης με Γραφείο Ενημέρωσης Αγροτών)
6. Μέτρα ενίσχυσης και διαχείρισης του φρεατίου υδροφορέα	6.1 Έργα συλλογικών αρδευτικών δικτύων και εμπλουτισμού υπόγειου υδροφορέα
7. Μέτρα ορεινής υδρονομίας	7.1 Έργα ορεινής υδρονομίας χειμάρρων Μπογδάνα – Καβαλαρίου - Κολχικού
8. Στήριξη και ενίσχυση	8.1 Ιδιωτικές επενδύσεις

ιδιωτικών περιβαλλοντικών επενδύσεων	ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης αλατούχων αποβλήτων στις βιομηχανίες βαφείων 8.2 Ιδιωτικές επενδύσεις αύξησης της αποδοτικότητας αρδεύσεων
--------------------------------------	---

6. ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

6.1. Γενικά

Λόγω της γειτνίασης της λίμνης Κορώνειας με τα πληθυσμιακά κέντρα του Λαγκαδά και της Θεσσαλονίκης η λίμνη δέχεται έντονες ανθρωπογενείς πιέσεις και έχει καταστεί ευτροφική, εξαιτίας της συγκέντρωσης βιομηχανικών, αλλά και γεωργικών δραστηριοτήτων και αποτελεί αποδέκτη λυμάτων και αποβλήτων κάθε προέλευσης (αστικά, βιομηχανικά κτηνοτροφικά και γεωργικά).

Παρουσιάζει μια συνεχώς επιδεινούμενη εξέλιξη, με τακτική εμφάνιση μικρών ή μεγάλων οικολογικών κρίσεων. Τα τελευταία χρόνια καταγράφονται υψηλές τιμές ρύπων στο ελάχιστο νερό της λίμνης. Οι θάνατοι ψαριών και πουλιών και οι εξάρσεις εμφάνισης τοξικού φυτοπλαγκτού αποτελούν τακτικό φαινόμενο. Οι επιστήμονες χαρακτηρίζουν το οικοσύστημα της λίμνης, ασταθέστατο και «ευάλωτο» σε κάθε δυσμενές φαινόμενο κλιματικό (καύσωνας, ξηρασία κ.ά) ή ανθρωπογενές. Η κακή κατάσταση της λίμνης έχει αρνητικές επιπτώσεις στον κοινωνικό και οικονομικό ιστό των κατοίκων της περιοχής.

6.2. Αιτίες υποβάθμισης της λίμνης

Από το σύνολο των μετρήσεων για μια σειρά ετών, από το 1971 μέχρι το 2000, δεν παρατηρείται σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων κατά την τελευταία πενταετία. Συνεπώς, δε θα ήταν εύστοχο να αποδώσουμε την ταπείνωση της λίμνης σε μία τυχόν μείωση των κατακρημνισμάτων των τελευταίων ετών. Εξάλλου, παρατηρήσαμε ότι κατά το χρονικό διάστημα 1992-1995, όπου η μείωση της στάθμης είναι σημαντική, η ποσότητα των κατακρημνισμάτων παρουσιάζει συνεχή αύξηση.

Ο κυριότερος παράγοντας, που συνέβαλε στην εξάλειψη ζωής στη λίμνη είναι η ρύπανση, αφού για πολλά χρόνια η Κορώνεια αποτελεί αποδέκτη βιομηχανικών, αστικών, γεωργικών και κτηνοτροφικών λυμάτων και αποβλήτων, που κατά κύριο λόγο προέρχονται από την τάφρο του Καβαλαρίου, η οποία μεταφέρει στη λίμνη νερά με σημαντικό ποσοστό ρυπαντικών φορτίων και αστικών λυμάτων. Η ρύπανση προκαλεί μείωση της διαύγειας των νερών της λίμνης, με άμεσες επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς (μαζικός θάνατος ψαριών), αυξημένες τιμές αλκαλικότητας, ηλεκτρικής αγωγιμότητας, εν διαλύσει αλάτων καθώς και αυξημένες τιμές αμμωνίου, φθορίου και τοξικών μετάλλων, με άμεση συνέπεια το νερό της λίμνης να καθίσταται ισχυρά αλκαλικό και ακατάλληλο για κάθε χρήση.

-Η **θερμοκρασία** επηρεάζει σημαντικά τον έμβιο κόσμο της λίμνης. Έτσι, λόγω του μικρού βάθους και της έλλειψης φυτών, που θα κάλυπταν μέρος της επιφάνειας της λίμνης υπάρχει μικρή διαφορά στη θερμοκρασία της επιφάνειας και του βυθού, ενώ τα νερά θερμαίνονται πολύ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και γίνονται επικίνδυνα για τους υδρόβιους οργανισμούς.

-Η **μείωση του υδατικού δυναμικού** της λίμνης οφείλεται κυρίως στη μείωση των επιφανειακών εισροών. Οι εισροές αυτές προέρχονται από τα επιφανειακά υδατορεύματα – χείμαρρους της περιοχής, που εκβάλλουν στη λίμνη και των οποίων η απορροή έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, σε αντίθεση με την αρδευτική κατανάλωση, που αυξάνεται ραγδαία και αποτελεί σημαντικό ποσοστό των εκροών της υπολεκάνης. Ο συνδυασμός των δύο αυτών φαινομένων επιταχύνει την ελάττωση της στάθμης της λίμνης. Επομένως, μπορούμε με βεβαιότητα να ισχυριστούμε ότι σημαντικός παράγοντας της ταπείνωσης της λίμνης είναι η μείωση της επιφανειακής απορροής της υδρολογικής υπολεκάνης Κορώνειας.

-Οι **καταναλώσεις** για την εξυπηρέτηση των αναγκών της άρδευσης, της ύδρευσης και της βιομηχανίας έχουν δημιουργήσει μεγάλα κενά στους υπόγειους ιζηματογενείς υδροφορείς.

-Η **γεωργία και η κτηνοτροφία** συμβάλλουν εξίσου στην υποβάθμιση της λίμνης καθώς οι δραστηριότητες αυτές είναι καθαρά βασισμένες στην ύπαρξη νερού. Η γεωργία καταναλώνει το 70 - 80 % του νερού της περιοχής. Κατά το έτος 2002 παρατηρείται σημαντική πτώση της στάθμης της λίμνης, το βάθος της φθάνει το 1 m και ο καθρέπτης της λίμνης περιορίζεται σε 30 km² (30.000 στρέμματα). Με την απόσυρση των νερών αποκαλύφθηκαν τεράστιες εκτάσεις, περίπου 15.000 στρεμμάτων, οι οποίες καταπατήθηκαν από τους περίοικους και αποδόθηκαν στη γεωργία.

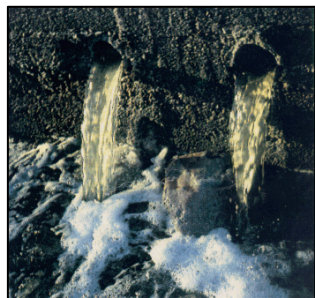
Σήμερα γύρω από τη λίμνη αρδεύονται 32500 στρμ γεωργικών εκτάσεων. Αυτές οι εκτάσεις, κατά τα 2/3 παράγουν αγροτικά προϊόντα - ζωοτροφές που τροφοδοτούν την τοπική κτηνοτροφία. Από πολλούς έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η πτώση στάθμης της λίμνης του Λαγκαδά οφείλεται, κατά κύριο λόγο στις υπέρμετρες αντλήσεις από αρδευτικές γεωτρήσεις, για την ικανοποίηση των γεωργικών αναγκών της περιβάλλουσας περιοχής. Είναι πολύ πιθανό, ότι τα γεωργικά φάρμακα και τα χημικά λιπάσματα επιβαρύνουν και αυτά τους υγρότοπους, ιδίως, όταν δεν χρησιμοποιούνται με τους σωστούς τρόπους. Έτσι η λίμνη Κορώνεια ρυπαίνεται όλο και περισσότερο χωρίς να υπάρχει δυνατότητα καθαρισμού της. Παράδειγμα της αυξανόμενης αυτής ρύπανσης αποτελεί το γεγονός ότι το νερό της Κορώνειας, σήμερα έχει τριπλάσια άλατα από ότι είχε δέκα χρόνια πριν. Άρδευση με τέτοιο νερό προκαλεί μείωση στην αποδόσεων των καλλιεργειών.

Είναι σαφές ότι η γεωργική ανάπτυξη και η προστασία του περιβάλλοντος δύσκολα μπορούν να συνυπάρξουν. Αυτό συμβαίνει επειδή η προστασία περιβάλλοντος σημαίνει ταυτόχρονα περιορισμούς σε ανθρώπινες δραστηριότητες, σε χρήσεις γης κ.ά.

6.3. Συνέπειες

Η πιθανότητα να υπάρξουν αλυσιδωτές συνέπειες από την κατάρρευση μιας δραστηριότητας (γεωργίας) είναι ορατή. Το αγροτοπεριβαλλοντικό πρόγραμμα του αναθεωρημένου Master Plan (αλλαγή καλλιεργειών, αλλαγή τρόπου άρδευσης, αγροαναπαύσεις κλπ) είναι ένα από τα σημαντικότερα κεφάλαια του Σχεδίου Αποκατάστασης της λίμνης.

Ειδικά, οι γεωργικές καλλιέργειες στην περιοχή είναι εξαιρετικά υδροβόρες και καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις, με αποτέλεσμα να καταναλώνονται κάθε χρόνο μεγάλες ποσότητες νερού, κυρίως από το βαθύ υδροφορέα. Τα κενά πληρώνονται εν μέρει από τα νερά της επιφανειακής απορροής. Έτσι, μια μεγάλη ποσότητα νερού της επιφανειακής απορροής, που παλαιότερα κατέληγε στη λίμνη, τα τελευταία χρόνια διοχετεύεται στους υπόγειους υδροφορείς.



- Δεκάδες είναι οι βιομηχανίες και οι βιοτεχνίες που δημιούργησαν τα τελευταία χρόνια μια ολόκληρη βιομηχανική ζώνη στη περιοχή του Λαγκαδά. Τα λύματα τους ρίχνονται χωρίς επεξεργασία στη Κορώνεια, είτε γιατί δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις καθαρισμού, είτε γιατί αυτές δεν χρησιμοποιούνται λόγω του υψηλού κόστους της λειτουργίας τους. Ιδιαίτερο πρόβλημα δημιουργείται κυρίως από τα απόβλητα :

α) της βυρσοδεψίας, που περιέχει βαρέα μέταλλα (για να απομακρυνθούν οι πολύ τοξικές ουσίες χρειάζεται πιο εξειδικευμένη επεξεργασία και όχι ένας απλός βιολογικός καθαρισμός),

β) των βαφείων και

γ) της γαλακτοβιομηχανίας ΑΓΝΟ.

Η απαίτηση των κατοίκων για μείωση της κατανάλωσης νερού από τις βιομηχανίες, αλλά και η γενικότερη κρίση στην κλωστοϋφαντουργία αποτελεί ένα καλό πρόσχημα των βιομηχάνων των βαφείων, για μετεγκατάσταση των εργοστασίων σε γειτονικές χώρες ή ακόμη αποτελεί ένα μέσο πίεσης για λιγότερους ελέγχους. Οι μηχανισμοί ελέγχου (υπηρεσίες, αστυνομία) εμφανίζονται απαξιωμένοι στη συνείδηση των κατοίκων. Οι ελλείψεις των υπηρεσιών σε τεχνικές υποδομές και σε προσωπικό αφενός και η ατολμία στην επιβολή κυρώσεων αφετέρου, είναι ίσως η αιτία της εικόνας που περιγράφεται παραπάνω.

-Η αλιεία αποτελούσε ένα σημαντικότερο παράγοντα οικονομικής ανάπτυξης των παραλίμνιων κοινοτήτων της Κορώνειας, για μεγάλο χρονικό διάστημα. Από το 1960 και μετά, η αλιευτική παραγωγή της λίμνης παρουσιάζει συνεχή μείωση για να φτάσει το 1993 στο χαμηλότερο σημείο παραγωγής (67 τόνους). Έτσι το 1994 πραγματοποιήθηκε ένα εντατικό πρόγραμμα εμπλουτισμού που είχε σαν αποτέλεσμα η αλιευτική παραγωγή της λίμνης να παρουσιάσει ανάκαμψη (94 τόνοι), αλλά τον Αύγουστο του 1995 οι δυσμενέστερες συνθήκες περιβάλλοντος στο νερό της λίμνης προκάλεσαν μαζικό θάνατο των ψαριών, φαινόμενο που συνεχίστηκε για πολλές ακόμα μέρες και κατέληξε στο πλήρη αφανισμό της ιχθυοπανίδας της λίμνης.

-Αν και οι αστικές χρήσεις της περιοχής καταναλώνουν τη μικρότερη ποσότητα νερού σε σύγκριση με τις άλλες (γεωργία, βιομηχανία), ωστόσο ευθύνονται και αυτές (εξαιτίας του αποχετευτικού δικτύου, που καταλήγει στη λίμνη), βεβαίως σε μικρότερο βαθμό για την ποιοτική υποβάθμιση της λίμνης, καθώς τα απόβλητα διοχετεύονται στη λίμνη σχεδόν ανεπεξέργαστα.

-Τέλος, μέσα στις αιτίες πτώσης στάθμης της λίμνης μπορούμε να συμπεριλάβουμε και το πιθανό υπόγειο ρήγμα στο βορειοανατολικό τμήμα της. Θεωρώντας δεδομένη την ύπαρξη του ρήγματος, αυτό λειτουργεί σαν διέξοδο διαφυγής του υπογείου νερού από τα υδροφόρα στρώματα. Αν όντως υπάρχει το εν λόγω ρήγμα θα αποτελέσει έναν ακόμη καθοριστικό παράγοντα στην αύξηση του ελλείμματος του υδρολογικού ισοζυγίου. Έτσι, χρήσιμο θα ήταν να διεξαχθούν επιστάμενες έρευνες, για την εξακρίβωση της ύπαρξής του.

-Εν κατακλείδι, η κοινωνία των κατοίκων θεωρεί ότι το κράτος δεν μπορεί ή δεν θέλει, να αγγίξει το πρόβλημα της Κορώνειας. Κάτοικοι των παραλίμνιων οικισμών με συμβολικές καταλήψεις της εθνικής οδού ενημερώνουν τους οδηγούς για τα γεγονότα στη λίμνη. Κάθε οικολογική κρίση βρίσκει βήμα για να εκφραστεί από τους κατοίκους, μέσα από τα Μ.Μ.Ε. Η ρήξη στον κοινωνικό ιστό γίνεται αντιληπτή όταν αναζητούνται ευθύνες για την κατάσταση της λίμνης (οι γεωργοί κατηγορούν τις βιομηχανίες και το κράτος, οι εργαζόμενοι στις βιομηχανίες τους αγρότες, οι ψαράδες κατηγορούν όλους κ.ο.κ) Οι οικονομικές επιπτώσεις του προβλήματος άρχισαν ήδη να εμφανίζονται όχι μόνο στους τοπικούς ψαράδες και στις μικρές κοινωνίες των οικισμών που αποζούν από την αλιεία, αλλά και σε ευρύτερη κλίμακα στη γεωργία, κτηνοτροφία και βιομηχανία

6.4. Παρακολούθηση των συνεπειών- μεταβολών της λίμνης με μεθόδους τηλεπισκόπησης και GIS

Από το εργαστήριο εφαρμογών , τηλεπισκόπησης και GIS ασχοληθήκαμε δειγματοληπτικά με τρεις εικόνες ,ώστε συγκριτικά να διαπιστώσουμε την μείωση των ορίων της λίμνης Κορώνειας. Οι τρεις αυτές εικόνες που επιλέξαμε είναι: ένας τοπογραφικός χάρτης από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ) και δύο δορυφορικές εικόνες Ζώνης 4(κοντινό υπέρυθρο)μια του 1989 που πάρθηκε από τον δορυφόρο LANSAT / TM ημερομηνίας 23.6.1989 και μια του 2000 που πάρθηκε από δορυφόρο LANSAT 7/ ETM + διακριτικής ικανότητας 30 m ημερομηνίας 28.1.2000.

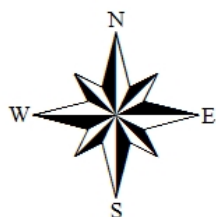
Στις δύο δορυφορικές εικόνες επιλέχθηκε η φασματική ζώνη 4 (Band 4, 0.76-0.90 μm , ηλιακή υπέρυθρη) καθώς είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό βιομάζας, την οριοθέτηση υδάτινων μαζών - συνήθως αβαθείς με φερτά υλικά (ίλυς και άργιλος)- και για την χαρτογράφηση παράκτιων περιοχών. Στο κοντινό και βραχύ υπέρυθρο οι υδάτινες μάζες είτε είναι αβαθείς ή βαθείς, με φερτά υλικά (θολές) ή όχι (διαυγείς) εμφανίζονται με σκούρους τόνους.

Αφού γεωαναφέραμε στο ίδιο προβολικό σύστημα τις τρεις εικόνες, τις εισήγαμε στο πρόγραμμα Arc GIS (έκδοση 9) και τις χρησιμοποιήσαμε ως υπόβαθρο για να ψηφιοποιήσουμε τα όρια των λιμνών.

Έπειτα υπολογίσαμε το εμβαδό και στις τρεις περιπτώσεις μέσω του προγράμματος Arc Map.

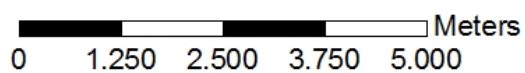
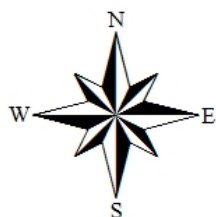
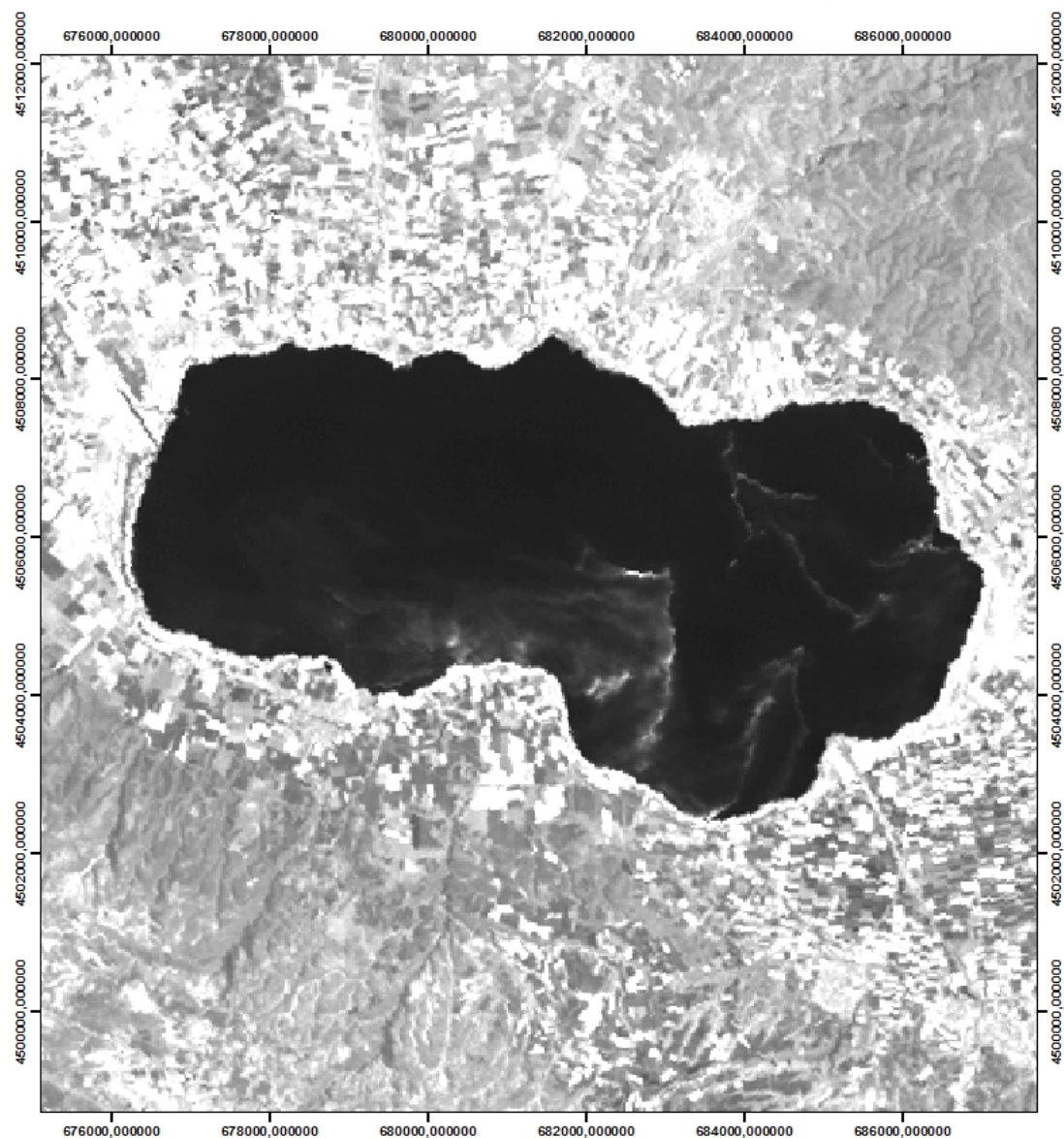
ΕΙΚΟΝΕΣ	ΕΜΒΑΔΑ
1) Τοπογραφικός χάρτης 1970	46,67 km^2
2) Δορυφορική εικόνα 1989	42.70 km^2
3) Δορυφορική εικόνα 2000	35.63 km^2

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ 1970

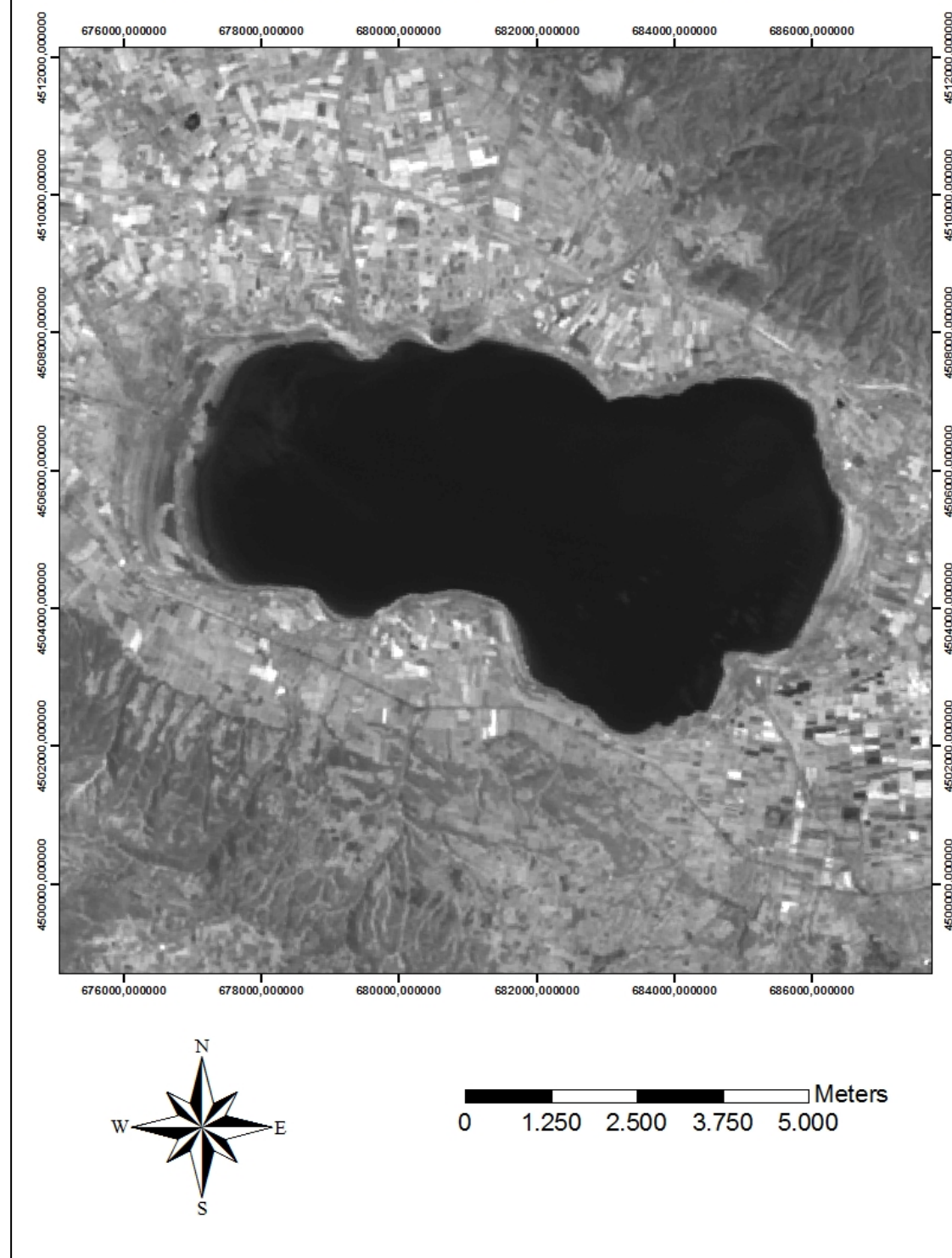


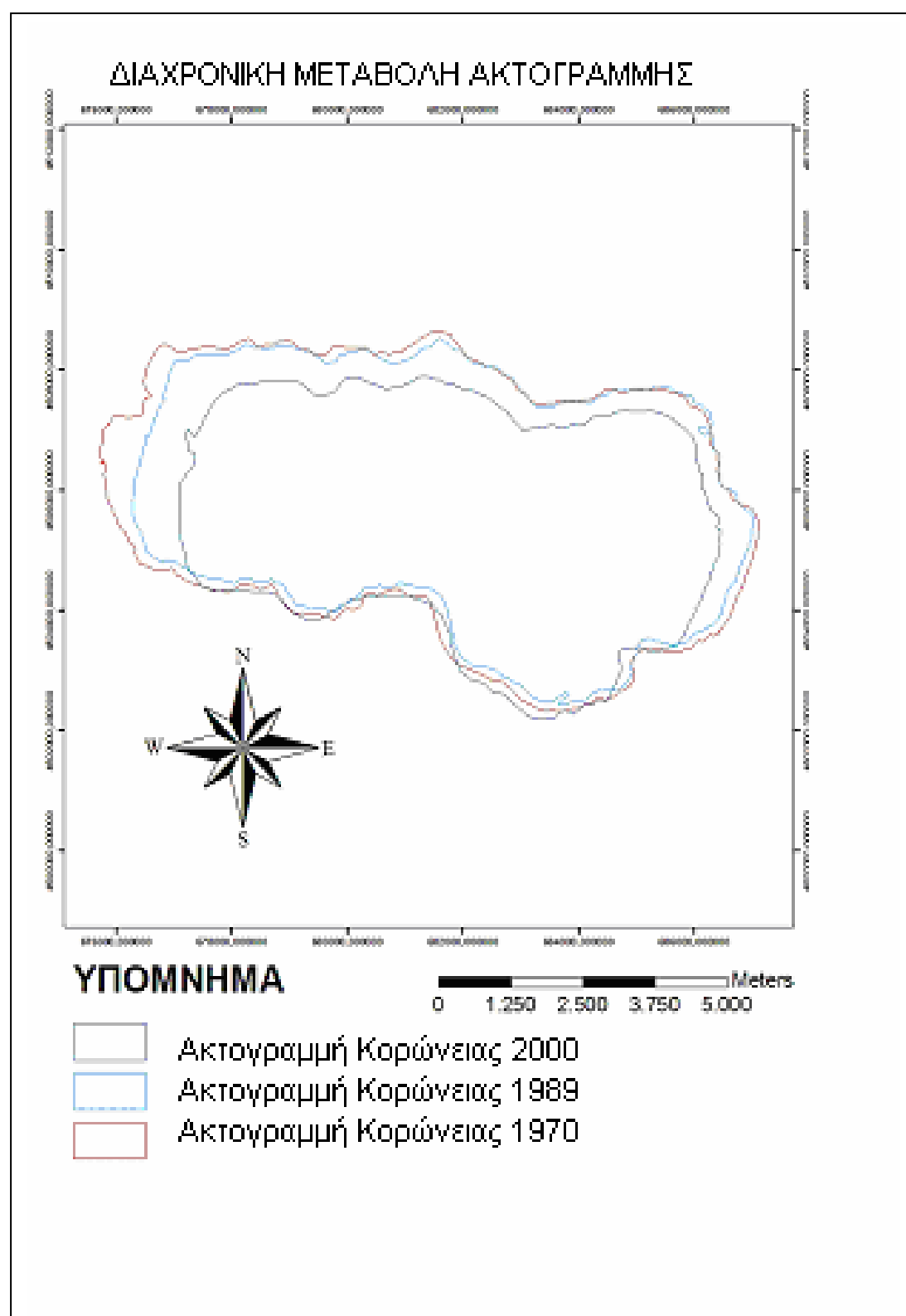
0 1.250 2.500 3.750 5.000 Meters

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ LANDSAT 1989



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ LANDSAT 2000





7.ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-ΕΦΙΚΤΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

7.1. Πρόγραμμα δράσης

Το οικολογικό πρόβλημα της Κορώνειας αναδεικνύει την απρογραμματίστη ανάπτυξη μιας περιοχής. Το ψεύτικο δίλημμα «ή ανάπτυξη ή περιβάλλον» οδήγησε σε αδιέξοδο. Περιοχές με προστατευόμενα οικοσυστήματα όπως ο Λαγκαδάς (λ.Κορώνεια - λ.Βόλβη - Ρήχιος ποταμός) θα πρέπει να θεωρούνται από όλους και κυρίως από τους κατοίκους τους, ευνοημένες και όχι προβληματικές. Ο συντονισμός όλων των δράσεων που αναπτύσσονται στην περιοχή και η οικονομική πρόοδος, μέσα από ένα αυστηρό πλαίσιο προστασίας του περιβάλλοντος δεν είναι στόχος ανέφικτος. Απαιτεί όμως ένα συγκροτημένο σχέδιο δράσης, που προϋποθέτει

- Ενδυνάμωση των μηχανισμών ελέγχων από τις Υπηρεσίες (για την εφαρμογή και τήρηση του σχεδίου δράσης)
- Μη επικάλυψη αρμοδιοτήτων μεταξύ υπηρεσιών (η πολυδιάσπαση αρμοδιοτήτων οδηγεί σε αποσυντονισμό)
- Συντονισμός κεντρικών και περιφερειακών Υπηρεσιών (για να γίνονται αντιληπτές οι τάσεις που αναπτύσσονται σε τοπικό επίπεδο και να «καθοδηγούνται» στο επιθυμητό πλαίσιο προστασίας του περιβάλλοντος)

Το συγκροτημένο σχέδιο δράσης που αφορά μια περιοχή με προστατευόμενα οικοσυστήματα μπορεί να εφαρμοστεί, γεωγραφικά, μέχρι τα όρια της 3^{ης} ζώνης προστασίας. Με κίνητρα και αντικίνητρα εγκατάστασης ή απομάκρυνσης δραστηριοτήτων, με επιδότηση ενοικίου ή φοροελαφρύνσεις για εγκατάσταση «καθαρών» βιοτεχνιών, μέσα σε χώρους εργοστασίων που ανέστειλαν τη λειτουργία τους. Με ανάδειξη οικονομικών δραστηριοτήτων που «ανταγωνίζονται» υδροβόρες και ρυπογόνες δραστηριότητες (δημιουργία αντίπαλων συμφερόντων) κλπ. Στο σχέδιο δράσης, οι κάτοικοι της περιοχής συμμετέχουν αναπτύσσοντας δραστηριότητες ακόμη και μέσα στα προστατευόμενα οικοσυστήματα (με πολύ αυστηρούς όρους και τακτικούς ελέγχους), επιδεικνύοντας στους επισκέπτες το φυσικό πλούτο της περιοχής. Η παγκόσμια εμπειρία έχει αποδείξει ότι, οι περιοχές με ιδιαίτερο φυσικό κάλος έχουν ακολουθήσει την ακριβώς αντίθετη πορεία οικονομικής και οικολογικής εξέλιξης από αυτήν που ακολουθεί σήμερα η περιοχή των λιμνών του Λαγκαδά.

7.2. Προγράμματα εξυγίανσης – ΑΜΕΣΑ μέτρα άμεσης προστασίας



Σχ 12. Λίμνη Κορώνεια, καλοκαίρι 1995

Κατά την περίοδο 1970-80, ο Οργανισμός Ύδρευσης Θεσσαλονίκης (Ο.Υ.Θ) διερευνώντας το ενδεχόμενο ύδρευσης της Θεσσαλονίκης από τη λεκάνη της Μυγδονίας εκπόνησε μία μελέτη, η οποία επεκτάθηκε από τις Υπηρεσίες Γεωργίας, το Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), το Υπουργείο Μακεδονίας – Θράκης, το Πανεπιστήμιο της Θεσσαλονίκης και τη Νομαρχία, με αποτέλεσμα να συλλεχθούν περαιτέρω στοιχεία, να συνταχθούν εκθέσεις και προτάσεις, σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες της λίμνης. Έτσι, διαπιστώθηκε σταδιακή υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, αφανισμός της ιχθυοπανίδας και σημαντική πτώση στάθμης στην περίοδο των δεκαετιών 1980 και 1990 (συγκεκριμένα οι επιπτώσεις άρχισαν να γίνονται αισθητές το καλοκαίρι του 1995) με ολέθρια αποτελέσματα για το οικοσύστημα της Μυγδονίας λεκάνης. (Σχ.12)

Συγκεκριμένα έχουν προταθεί:

- ✓ Διακοπή της ανεξέλεγκτης απόρριψης των λυμάτων από τους υπονόμους των βιομηχανιών και των οικισμών
- ✓ Δημιουργία εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού σε όλες τις βιομηχανίες
- ✓ Εφαρμογή απαγόρευσης για απευθείας άντληση νερού από τη λίμνη και περιορισμός των αντλήσεων από τις παραλίμνιες γεωτρήσεις
- ✓ Ορθή και ελεγχόμενη χρήση λιπασμάτων και γεωργικών χημικών ουσιών. Η γεωργία θεωρείται υπεύθυνη για τις υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων στα νερά της λίμνης, που προκάλεσαν τον υπερευτροφισμό της, την εξαφάνιση ιχθυοπληθυσμών και τους θανάτους των πουλιών



- ✓ Ανάπτυξη φιλικών προς το περιβάλλον μεθόδων καλλιέργειας, όπως προβλέπουν οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- ✓ Εφαρμογή στην πράξη της συνθήκης Ραμσάρ (Ραμσάρ Κασπία, 1971). Η σοβαρότητα της κατάστασης απαιτεί όχι μόνο την αποτελεσματική παρακολούθηση της εφαρμογής των μέτρων αλλά και την πληρέστερη ενημέρωση των κατοίκων, για να σταματήσει τόσο η παράνομη άντληση, όσο και η ρύπανση από ασυνείδητους Εφαρμογή απαγόρευσης για απευθείας άντληση νερού από τη λίμνη και περιορισμός των αντλήσεων από τις παραλίμνιες γεωτρήσεις
- ✓ Λειτουργία Κέντρου Ενημέρωσης, το οποίο θα πρέπει να λειτουργεί ως:
 - χώρος αναφοράς και ενημέρωσης για τις οικολογικές αξίες-λειτουργίες της περιοχής,
 - μηχανισμός προώθησης της ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης με την έκδοση ενημερωτικού υλικού (χάρτες, φυλλάδια κλπ) , παραγωγής ταινιών video και άλλων συστημάτων οπτικοακουστικής παρουσίασης της περιοχής (σειρά διαφανειών κ.α),
 - μηχανισμός υλοποίησης προγραμμάτων ξενάγησης, οικοτουρισμού και ειδικών προγραμμάτων για όλους τους πολίτες.

Τα μέτρα προστασίας των λιμνών δεν θίγουν κανένα νόμιμο και πραγματικό συμφέρον, ενώ θα ωφελήσουν το σύνολο των κατοίκων της λεκάνης της Μυγδονίας. Παρ' όλ' αυτά η καθυστέρηση στη λήψη μέτρων και στην υλοποίηση προγραμμάτων προστασίας της Κορώνειας από τους αρμόδιους φορείς είναι εμφανής. Σήμερα τα νερά της λίμνης είναι ακατάλληλα για κάθε χρήση και είναι επιστημονικά βέβαιο ότι, αν εξακολουθήσει η σημερινή ανεξέλεγκτη χρήση των νερών, σε λίγα χρόνια θα στερέψει και θα μετατραπεί σε εστία μόλυνσης.

Αναμφίβολα, οι λίμνες και οι άλλοι φυσικοί πόροι της Μυγδονίας αξίζει να προστατευθούν από τις καταχρήσεις όχι μόνο για να εξακολουθήσουν να προσφέρουν τα σημερινά οικονομικά οφέλη στους κατοίκους αλλά και για να αποτελέσουν μελλοντικά τη βάση για άλλα οφέλη, όπως την ανάπτυξη του ήπιου τουρισμού.

7.3. Η άποψη μας

Θα μπορούσε κανείς να απορήσει πως είναι δυνατόν να εκφωνούμε επικήδαιο λόγο πάνω από ένα νεκρό σώμα όπως η λίμνη τη στιγμή αυτή. Επειδή όμως οι επιστήμες εν τη γενέση τους αποτελούν αισιόδοξη όψη των πραγμάτων και καθόλα αντικειμενική έτσι καταλήγουμε στο εξής δεδομένο, ότι δηλαδή η λίμνη δεν έχει νερό και ότι έχει αποξηραθεί κατά το μέγιστο βαθμό της. Σύμφωνα λοιπόν με τα όσα μελετήσαμε από τους διάφορους φορείς δεν μπορούμε παρά να δεχτούμε και τις θετικές εξελίξεις που έχουν προγραμματιστεί να συμβούν κατά το επόμενο χρονικό διάστημα και μέχρι το έτος 2013 σύμφωνα με το αναθεωρημένο Master Plan. Το θεωρητικό υπόβαθρο του οποίου, όπως αναφέρουν και οι βιολόγοι του Α.Π.Θ. που έχουν ασχοληθεί με τη λίμνη, βασίζεται σε εξαιρετικά ορθές επιστημονικές μελέτες και προτάσεις που αν υλοποιηθούν τότε πραγματικά θα αποκατασταθεί η λίμνη σε σύντομο χρονικό διάστημα. Φόβοι υπάρχουν για το πρακτικό μέρος τόσο από τους βιολόγους όσο και από τους κατοίκους.

Εμείς από την πλευρά μας συμμεριζόμαστε στο απόλυτο την άποψη των επιστημόνων που θεωρούν πολύ ουτοπικό η λίμνη να αποκτήσει τόσο σύντομα οργανικό κόσμο και να αποτελεί βιότοπο όπως ήταν κάποτε και όχι απλά μια λεκάνη που θα δέχεται νερό χωρίς ουσιαστικά να συνεισφέρει στο οικοσύστημα.

Ο στρατηγικός στόχος, λοιπόν όλων όσων εμπλέκονται είτε άμεσα είτε έμμεσα με τη λίμνη, είναι η διάσωση αυτής πράγμα το οποίο προϋποθέτει τη διασφάλιση των όρων και παραμέτρων της φυσικής της λειτουργίας. Για να επιτευχθεί όμως κάτι τέτοιο απαιτείται συλλογική προσπάθεια και δουλειά. Κατά καιρούς, έχουν προταθεί διάφορα μέτρα προστασίας για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, το δυσάρεστο όμως είναι ότι ελάχιστα από αυτά έχουν τεθεί σε εφαρμογή.

Πληθώρα σεναρίων, μέτρων αποκατάστασης και εξυγίανσης της λίμνης καθώς και μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχουν εκπονηθεί και κατά επέκταση μπορέσαμε και συλλέξαμε αρκετά στοιχεία από αυτές, ωστόσο κρίνουμε σκόπιμο να αναφέρουμε αυτά τα οποία εμείς θεωρούμε κατά βάση πραγματοποιήσιμα και σημαντικά.

➤ Οι επιμέρους αναγκαίοι στόχοι προς την κατεύθυνση **επαναφοράς της ισορροπίας του υδατικού ισοζυγίου** μπορούν να συμβούν :

A) με ενέργειες περιορισμού της κατανάλωσης νερού όπως:

- I. απαγόρευση απευθείας άντλησης νερού από τη λίμνη και περιορισμός των αντλήσεων από τις παραλίμνιες γεωτρήσεις
- II. αλλαγή τρόπου άρδευσης (καρούλια)
- III. ανάπτυξη φιλικών προς το περιβάλλον μεθόδων καλλιέργειας, όπως προβλέπουν οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης

B) με ενέργειες η έργα εμπλουτισμού της λίμνης με νερό όπως:

- I. δημιουργία της ενωτικής τάφρου των δυο λιμνών
- II. διαχείριση του νερού στους χείμαρρους Σχολαρίου και Λαγκαδικίων,
- III. κατασκευή φραγμάτων στην ημιορεινή ζώνη της λεκάνης απορροής της λίμνης

Τα προτεινόμενα φράγματα θα κατασκευαστούν σε κατάλληλες θέσεις των ρεμάτων όπου οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι αδιαπέραστοι και θα είναι δυνατή η σύνδεση τους υδραυλικά, μέσω αγωγών, με τη λίμνη παρεκκλίνοντας τις ποταμοχειμάρεις προσχωσιγενείς περιοχές ώστε αποφευχθεί η ολική κατείσδυση της ποσότητας του μεταφερόμενου ύδατος. Για την αποκατάσταση της υπόγειας υδροοικονομίας θα διατίθεται ποσότητα του συγκεντρωμένου νερού και στην κοίτη του ρέματος ώστε να επιτευχθεί ο εμπλουτισμός και των υπογείων εξαντλημένων αβαθών υδροφορέων

➤ Ενώ οι επιμέρους αναγκαίοι στόχοι προς την κατεύθυνση της αναχαίτισης της συνεχιζόμενης ρύπανσης μέχρι την οριστική μείωση της μπορούν να πραγματοποιηθούν με:

- διακοπή της ανεξέλεγκτης απόρριψης των λυμάτων από τους υπονόμους των βιομηχανιών και των οικισμών
- δημιουργία εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού σε όλες τις βιομηχανίες
- κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αστικών αποβλήτων του Δήμου Λαγκάδα

➤ Εφαρμογή στην πράξη της συνθήκης Ραμσάρ (Ραμσάρ Κασπία, 1971). Η σοβαρότητα της κατάστασης απαιτεί όχι μόνο την αποτελεσματική παρακολούθηση της εφαρμογής των μέτρων αλλά και την πληρέστερη ενημέρωση των κατοίκων, για να σταματήσει τόσο η παράνομη άντληση, όσο και η ρύπανση από ασυνείδητους.

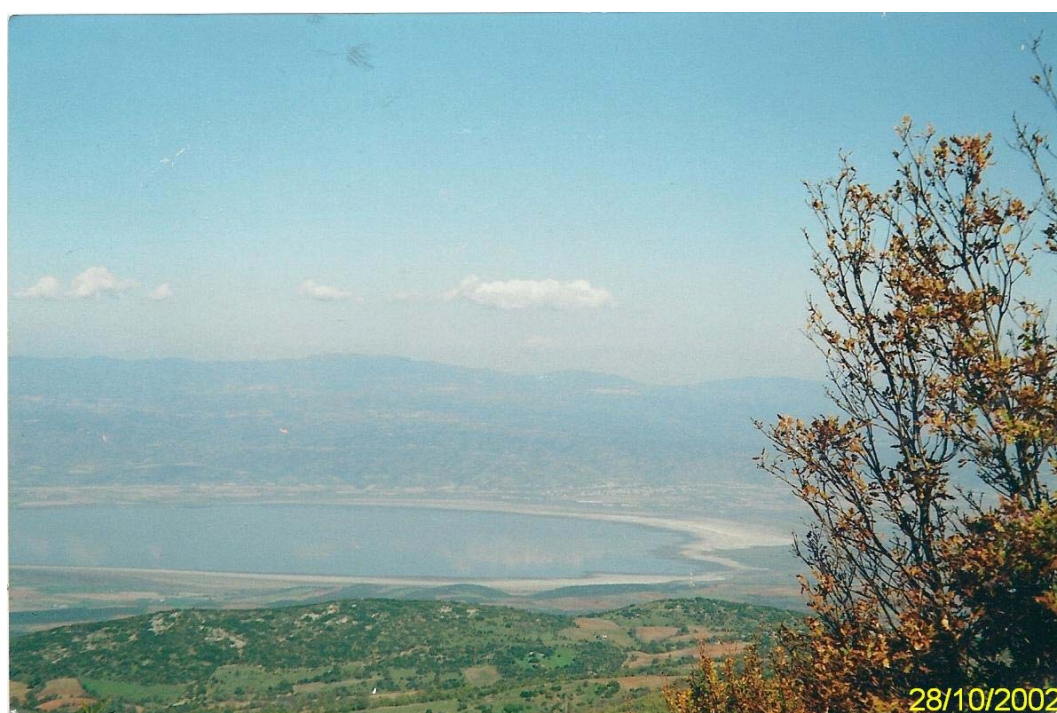
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Πηγή: ΕΚΒΥ



Πηγή: ΕΚΒΥ



Πηγή: ΕΚΒΥ



Πηγή: Διαδύκτιο 2004



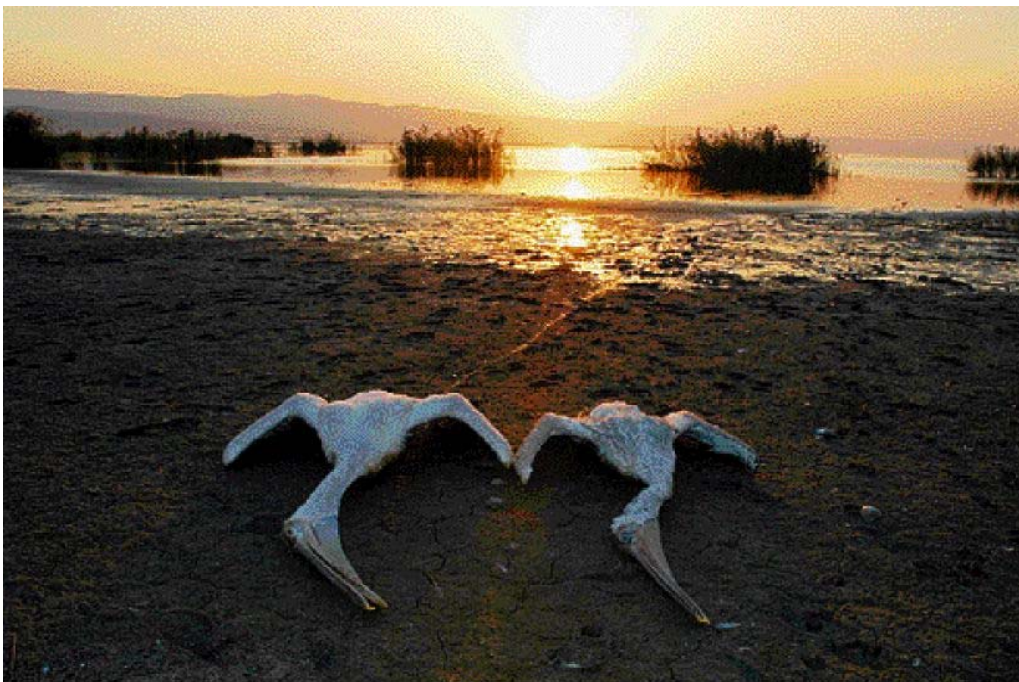
Πηγή Διαδύκτιο 2004



Πηγή Διαδύκτιο 2005



Πηγή: Διαδύκτιο 19/9/07



Πηγή: Διαδύκτιο 5/6/08

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 📖 **Αστάρας, Θ** 2006. Τηλεπισκόπηση-Φωτοερμηνεία στις Γεωεπιστήμες. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Αϊβάζης Χαράλαμπος
- 📖 **Βουβαλίδης, Κ** 2004. Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστημιακό τυπογραφείο
- 📖 **Georgalas, G. and Galanopoulos, A.** , 1953: Das grosse Erdbeben der Chalkidike vom 26 September 1932. Bull. Geol. Soc. Greece
- 📖 **EKBY**, 2002. Υδατικό καθεστώς και βιωτής υδροτόπων , Θεσσαλονίκη
- 📖 **Ι.Γ.Μ.Ε.: ΒΕΡΑΝΗΣ Ν., ΚΑΡΤΙΤΖΟΓΛΟΥ Κ.,** 2001: «Υδρογεωλογική μελέτη του βαθύτερου υδροφορέα της υπολεκάνης Κορώνειας », Θεσσαλονίκη
- 📖 **Ι.Γ.Μ.Ε.: ΒΕΡΑΝΗΣ Ν., ΚΑΡΤΙΤΖΟΓΛΟΥ Κ.,** 2001: «Υπολογισμός υδρολογικού ισοζυγίου στην πεδινή περιοχή υπολεκάνης Κορώνειας», Θεσσαλονίκη
- 📖 **Kochel, F. Mollat, H. And Walther, H.** , 1971: Geologie des Serbo-mazedo- nischen massivs und seines mesozoischen Rahmens (Nordgriecheland). Geol. Jb., 89, 529-551, Hannover
- 📖 **Μαραβελάκης, Μ.** , 1936: Σπουδή επί των σεισμών της Χαλκιδικής. Ο κρυσταλλοπαγής όγκος Βερτίσκου και οι περίξ αυτού θέρμαι. Προ και μετασεισμικής σύστασης αυτών. Εργαστήριο Ορυκτολογίας-Γεωλογίας- Πετρολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- 📖 **Mercie, J.**, 1965: Etude geologique des zones internes des Hellenides en Macedoine centrale (Grece). Prem. thes., Paris
- 📖 **Μουντράκης, Δ** 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. Θεσσαλονίκη: UNIVERCITY STUDIO PRESS
- 📖 **Natura 2000.** Δίκτυο Φύσης 2000. Τυποποιημένη μορφή δεδομένων. Λίμνες Βόλβη και Λαγκαδά
- 📖 **ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ,** 2004: «Ανεθεωρημένο Σχέδιο Αποκατάστασης της λίμνης Κορώνειας του Νομού Θεσσαλονίκης», Θεσσαλονίκη
- 📖 **Osswald, K.,** 1938: Geologiische Geschichte von Griechisch-Nordmakedonien. Denkschr der geol. Landesansalt von Griechenland. Heft 3, Athens
- 📖 **Papazachos, B. C. & Comninakis, P. E.,** 1976: Modes of lithospheric interaction in the Aegean area. Inr. Symp. On the Struct. Hist. of the Mediterranean Basin. Split (Yugoslavia)
- 📖 **Papazachos, B. C. & Papadopoulos G. A.** ,1977: Deep tectonics and associated ore deposits in the Aegean Region, Athens
- 📖 **ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ,** 2008: «Στοιχεία ποιότητας επιφανειακών υδάτων

περιφέρειας κεντρικής Μακεδονίας, ετήσια έκθεση 2007», Θεσσαλονίκη

📖 **ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ Β., ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ Κ.**, 1999: «Οι σεισμοί της Ελλάδας», Θεσσαλονίκη

📖 **ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ**, 30 Επιστημονικό Συνέδριο ΕΕΒΕ, Κατσιάπη Μ., Γενίτσαρης Σ., Παντελιδάκης Κ., Μιχαλούδη Ε., Μουστάκα-Γούνη Μ.

2008: «ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ», Θεσσαλονίκη

📖 **ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ**, 1 Συμπόσιο Συμβουλίου Περιβάλλοντος Α.Π.Θ, Γκέλης Σ., Μιχαλούδη Ε., Βαρδάκα Ε., Κατσιάπη Μ., Παντελιδάκης Κ., Λαναράς Θ.¹, Μουστάκα-Γούνη Μ.^{1,*} 2004: «Λίμνες Βόλβη – Κορώνεια: Σταθερότητα ? », Θεσσαλονίκη

📖 **Σούλιος, Γ** 1986. Γενική Υδρογεωλογία (2^{ος} τόμος). Θεσσαλονίκη: UNIVERCITY STUDIO PRESS

📖 **Σούλιος, Γ** 1986. Γενική Υδρογεωλογία. Θεσσαλονίκη: UNIVERCITY STUDIO PRESS

📖 **Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.**, 1996 : Περιβαλλοντική έκθεση «Σχέδιο διάσωσης λίμνης Κορώνειας », Θεσσαλονίκη

📖 **Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Κορώνειας-Βόλβης –Μακεδονικών Τεμπών**, 2006: « Εξέλιξη της οικολογικής κατάστασης της λίμνης Κορώνειας », Θεσσαλονίκη

📖 **Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Φορέα Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Κορώνειας-Βόλβης –Μακεδονικών Τεμπών**, 2006: «Σχέδιο Επόπτευσης Φύλαξης», Θεσσαλονίκη

📖 **Φλόκας, Α** 1997. Μαθήματα μετεωρολογίας και κλιματολογίας. Θεσσαλονίκη: Ζήτη

📖 **Ψιλοβίκος, Α** 1977. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης και της λίμνης της Μυγδονίας (Λαγκαδά – Βόλβης). Θεσσαλονίκης

ΕΦΗΜΕΡΙΔΕΣ

- Αποστολάκης, Σ. 2005. Νέο SOS ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ. ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ 6 Μαΐου
- Κουταλιανού, Ζ. 2008. Αρχίζει το πρώτο έργο στην Κορώνεια. Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ 4 Σεπτεμβρίου
- Μπασδριγιάννη, Μ. 2008. Ελπίζουν να ...αναβιώσει το 2013. Αγγελιοφόρος 4 Σεπτεμβρίου
- Σοβιτσλή, Φ. 2008. Μετά το 2013 θα αναστηθεί η νεκρή Κορώνεια. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ 4 Σεπτεμβρίου
- Σταματόπουλος, Θ. 2007. Επικίνδυνη η ένωση Κορώνειας-Βόλβης . ΕΘΝΟΣ 16 Οκτωβρίου

- Στεφανοπούλου, Φ. 2008. Θα «ξαναζήσει» σε 8 χρόνια. ΤΑ ΝΕΑ 4 Σεπτεμβρίου
- Τασιούλας, Τ. 2007. Ήταν ζήτημα χρόνου... Αγγελιοφόρος 23 Σεπτεμβρίου
- Τρώντσιου, Σ. 2008. Ξεκινούν τα έργα για αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας. ΑΥΡΙΑΝΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ 4 Σεπτεμβρίου

ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΔΙΑΔΥΚΤΙΟΥ

- ✓ <http://krotkaya.wordpress.com/2008/06/05/>. 2005. [online]. [πρόσβαση στις 17 Δεκεμβρίου.]
- ✓ http://arxskg.blogspot.com/2007/09/blog-post_19.html. 2009. [online]. [πρόσβαση στις 17 Δεκεμβρίου.]
- ✓ http://www.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_kathcommon_2_1_2/03/2005_1283843. 2005. [online]. [πρόσβαση στις 17 Δεκεμβρίου.]
- ✓ <http://www.ksellas.gr/article.asp?ID=81>. [online]. [πρόσβαση στις 17 Δεκεμβρίου.]
- ✓ <http://okosmos.blogspot.com/2008/08/blog-post.html>. [online]. [πρόσβαση στις 17 Δεκεμβρίου.]
- ✓ <http://www.in.gr/news/article.asp?lngEntityID=577067>. [online]. [πρόσβαση στις 17 Δεκεμβρίου.]