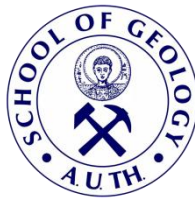




ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
Εργ. Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας



ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ ΠΟΛΥΞΕΝΗ
Απόφοιτος Επιστημών της Θάλασσας

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ DPSIR ΓΙΑ ΤΗ
ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΗ
ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ 'ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ'
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: 'ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ'*

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2018





ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ ΠΟΛΥΞΕΝΗ
Απόφοιτος Επιστημών της Θάλασσας

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ DPSIR ΓΙΑ ΤΗ
ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΗ
ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΜΥΤΔΟΝΙΑΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού
Προγράμματος Σπουδών 'Εφαρμοσμένη και Περιβαλλοντική Γεωλογία'
Κατεύθυνση 'Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία'

Ημερομηνία Προφορικής Εξέτασης 14/5/2018

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Κ. Βουδούρης,	Αναπληρωτής Καθηγητής	Επιβλέπων
Κ. Βουβαλίδης,	Αναπληρωτής Καθηγητής	Μέλος Τριμελούς Επιτροπής
Π. Γεωργίου,	Αναπληρωτής Καθηγητής	Μέλος Τριμελούς Επιτροπής
	Τμ. Γεωπονίας	

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Χ. Μάττας	ΕΔΙΠ Τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ	Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής
Τ. Κακλής	ΕΔΙΠ Τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ	Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής



© Πολυξένη Παπαμιχαήλ, Επιστήμων της Θάλασσας, 2018
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ DPSIR ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ - *Μεταπτυχιακή
Διπλωματική Εργασία*

© Polyxeni Papamichail, Marine Scientist, 2018
All rights reserved.
APPLICATION OF THE DPSIR METHODOLOGY FOR SUSTAINABLE
MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN THE MYGONIA BASIN - *Master
Thesis*

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.



Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ειδίκευσης αποτελεί απόρροια προσωπικού ενδιαφέροντος διεύρυνσης των γνώσεών μου στον κλάδο του περιβάλλοντος και ειδικότερα στον υδρογεωλογικό τομέα. Η παρούσα εργασία είναι αποτέλεσμα εκτενούς αναζήτησης και έρευνας. Θα ήθελα, λοιπόν, να ευχαριστήσω τα παρακάτω πρόσωπα για τις συμβουλές τους και τη βοήθεια που μου πρόσφεραν.

Πρώτα από όλους θα ήθελα να απευθύνω θερμές ευχαριστίες στον υπεύθυνο του μεταπτυχιακού προγράμματος και επιβλέποντα Αν. Καθηγητή Δρ. Κωνσταντίνο Βουδούρη, για την ευκαιρία να συμμετάσχω στο μεταπτυχιακό, για την υπομονή του, την πολύτιμη καθοδήγηση και εκτίμηση που μου έδειξε.

Στη συνέχεια, δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω και όλους τους υπόλοιπους Καθηγητές και το λοιπό προσωπικό-του εργαστηρίου για τις γνώσεις που μου έδωσαν και την άμεση βοήθειά τους σε πανεπιστημιακά θέματα.

Ένα ευχαριστώ οφείλω στους φίλους και στους νέους φίλους - συναδέλφους, που απέκτησα μετά από ένα ανάμεικτο σε συναισθήματα και σε δουλειά χρόνο, για την υπομονή, την κατανόηση και τη συμπαράστασή τους, καθώς και για τις αξέχαστες στιγμές που περάσαμε!

Τέλος, δεν μπορώ να μην αναφερθώ στην οικογένεια μου και ιδιαίτερα στον αδελφό μου, που ήταν δίπλα μου σε κάθε μου βήμα και χάρη σε αυτόν κατάφερα να σπουδάσω στη Μυτιλήνη, αλλά και να φέρω εις πέρας το μεταπτυχιακό μου. Τους ευχαριστώ, γιατί πάντα αποτελούν το στήριγμά μου για να υλοποιήσω τους στόχους μου!



Η συνεχής ποσοτική μείωση και ποιοτική υποβάθμιση των υδατικών πόρων των οικοσυστημάτων, κυρίως λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης έχει οδηγήσει τα κράτη μέλη της Ε.Ε. σε μια κοινή πολιτική προσέγγισης και διαχείρισης για την αντιμετώπιση του εν λόγω προβλήματος. Αντικείμενο της συγκεκριμένης μελέτης είναι η παρουσίαση της (ολοκληρωμένης) διαχείρισης της λεκάνης απορροής της Μυγδονίας, στο Νομό Θεσσαλονίκης, με το διαχειριστικό μοντέλο DPSIR. Κατά την ανάπτυξη της μεθοδολογίας μελετώνται οι πέντε δείκτες των οποίων τα αρχικά συνθέτουν ταυτόχρονα και την ονομασία της, **D**riving Force (Κατευθυντήριες Δυνάμεις), **P**ressure (Πιέσεις), **S**tate (Υφιστάμενη Κατάσταση), **I**mpact (Επιπτώσεις) και **R**esponse (Απόκριση).

Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας, είναι η αναγνώριση, καταγραφή και ανάλυση όλων των παραμέτρων των πέντε δεικτών, καθώς και η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) με απώτερο σκοπό, την πρόταση ουσιαστικών και αποτελεσματικών μέτρων προστασίας, την κατανόηση και προβολή από το ευρύτερο κοινό της περιβαλλοντικής αξίας των Λ.Α. γενικότερα, τη βιώσιμη διαχείρισή υδατικών πόρων της περιοχής, η οποία επηρεάζεται (συνήθως αρνητικά) από τον άνθρωπο και τις δραστηριότητες του.

Λέξεις Κλειδιά: DPSIR, GIS, Μυγδονία, Λίμνη Κορώνεια, Λίμνη Βόλβη, Διαχείριση



Abstract

The continuous quantitative reduction and qualitative degradation of water resources of ecosystems, mainly due to human intervention, which has led the EU Member States in a common approach and management policy to address this problem. The subject of this study is the presentation of the (integrated) management of the Mygdonia basin in the Prefecture of Thessaloniki, with the management model DPSIR. During the development of the methodology, the five indices, whose initials make up its name, **D**riving Force, **P**ressure, **S**tate, **I**mpact, **R**esponse, will be analyzed below.

The aim of this research is to identify, to record and to analyze all the parameters of the five indicators, as well as the use of the Geographical Information Systems (GIS) for the ultimate purpose, proposing effective and efficient protection measures, understanding and promotion by the wider public of the environmental value of LAs. more generally, the sustainable management of water resources in the area, which is (usually negatively) affected by human activity.

Key words: DPSIR, GIS, Mygdonia, Lake Koronia, Lake Volvi, Management



1. Εισαγωγή	1
2. Περιοχή Μελέτης	2
2.1 Γεωγραφική Θέση	2
2.2 Μορφολογία	3
2.3 Υδρογραφικό Δίκτυο	4
2.4 Γεωλογία	6
2.4.1 Γεωλογικό Υπόβαθρο/ Σχηματισμοί	6
2.4.2 Νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί	9
2.5 Τεκτονική	10
2.6 Γεωθερμία	10
2.7 Κλίμα	12
2.8 Υδρολιθολογική Ταξινόμηση Σχηματισμών	12
2.9 Υδρογεωλογικές Συνθήκες	13
3. Νομοθετικό Πλαίσιο	17
3.1 Οδηγία 2000/60/EK	17
3.2 Το Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο	18
3.3 Σύμβαση Ramsar	19
3.4 NATURA 2000	19
4. Η Μέθοδος DPSIR	21
4.1 Εφαρμογή της Μεθόδου DPSIR στη λεκάνη Μυγδονίας	23
4.1.1 Κατευθυντήριες Δυνάμεις - Driving Forces	23
4.1.2 Πιέσεις – Pressures	34
4.1.3 Υφιστάμενη Κατάσταση – State	47
4.1.4 Επιπτώσεις – Impacts	53
4.1.5 Απόκριση – Response	55
4.1.6 Ερωτηματολόγιο	59
4.1.7 Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου	61
5. Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα	62
6. Συμπεράσματα - Προτάσεις	64
7. Βιβλιογραφία	66
7.1 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	66
7.2 Ελληνική Βιβλιογραφία	67
7.3 Διαδικτυακές Πηγές	70
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	I

1.Εισαγωγή

Η λεκάνη απορροής της Μυγδονίας, που μελετάται στη συγκεκριμένη έρευνα, ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα 10 που βρίσκεται στην Κεντρική Μακεδονία (ΥΔ10). Σύμφωνα με τη Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος, 2013), το ΥΔ 10 έχει έκταση 10.165 Km² με τη λεκάνη Μυγδονίας να καταλαμβάνει 2.060 km² (επεξεργασία από GIS).

Στις ενότητες παρακάτω, αρχικά, δίνονται οι γενικές πληροφορίες για την περιοχή μελέτης, οι οποίες αφορούν τη γεωγραφική θέση, τη γεωμορφολογία, τη γεωλογία, την υδρολογία, το κλίμα και την εμφάνιση γεωθερμικού πεδίου. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται αναλυτικά οι δείκτες του μοντέλου DPSIR (Drivers - Pressures - State - Impacts - Response /Κατευθυντήριες Δυνάμεις - Πιέσεις - Κατάσταση - Επιπτώσεις - Αντίδραση) προκειμένου να βρεθεί η υφιστάμενη οικολογική κατάσταση της περιοχής, ποιοι παράμετροι την επηρεάζουν αρνητικά και σε ποιο βαθμό, ώστε να αξιολογηθούν και να προκύψουν τα κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης. Μετά από την ανάλυση αυτή τα αποτελέσματα συζητούνται και προκύπτουν τα τελικά συμπεράσματα της μελέτης.

Τα δεδομένα, τα οποία κρίθηκαν απαραίτητα να συλλεχθούν αφορούν την απογραφή του πραγματικού πληθυσμού της περιοχής, στοιχεία με τις κύριες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, οι οποίες φαίνεται να επηρεάζουν το περιβάλλον, όπως η γεωργία, η βιομηχανία, η αλιεία, ο τουρισμός αλλά και κοινωνικού-οικονομικού ενδιαφέροντος στοιχεία. Όλα αυτά τα δεδομένα λήφθηκαν κυρίως από Φορείς, Υπηρεσίες και Διαδικτυακούς Ιστοτόπους, που περιλαμβάνουν το Geodata.gov.gr, το Corine_2000, την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, το Φορέα Διαχείρισης Λιμνών Κορώνειας-Βόλβης, το Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδας, επιστημονικά άρθρα αλλά και Μεταπτυχιακές / Διδακτορικές Διατριβές, που έχουν εκπονηθεί στην περιοχή. Πληροφορίες, που αφορούν δεδομένα κλιματικής αλλαγής, λήφθηκαν από το oikoskorio.gr, μια διαδικτυακή χαρτογραφική εφαρμογή για το ελληνικό περιβάλλον από την WWF Ελλάς. Η επεξεργασία και η οπτικοποίησή τους έγινε με τη χρήση του MS Excel και του λογισμικού ArcGIS.

Η λεκάνη της Μυγδονίας βρίσκεται στην Κεντρική Μακεδονία στο 10^ο Υδατικό Διαμέρισμα της Ελλάδας, όπως αυτά έχουν οριστεί από το νόμο 1739/87 (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). Πιο συγκεκριμένα τοποθετείται 30 Km A-NA από την πόλη της Θεσσαλονίκης, αποτελώντας την πλησιέστερη σεισμική ζώνη της πόλης (Raptakis 2005). Η συνολική έκταση που καταλαμβάνει είναι περίπου ίση με 2.596 Km² (επεξεργασία από GIS).

Σε γενικές γραμμές, η λεκάνη της Μυγδονίας αποτελεί μια ενιαία υδρολογική λεκάνη, ωστόσο για πρακτικούς λόγους διαιρείται σε δύο υπολεκάνες χωρίς διακριτό όριο μεταξύ τους, προσδιοριζόμενο από τον οδικό άξονα Στίβου-Σχολαρίου, μέσω ενός συστήματος λοφίσκων διαμέσου των οποίων διέρχεται ο ποταμός Δερβένι (Βεράνης & Κατιρτζόγλου 2002, Παπαχαλαράμπου 2012, Ζαμπούρ 2010). Η μία υπολεκάνη είναι της λίμνης Βόλβης με έκταση 1633 Km², διεύθυνσης Α-Δ και η άλλη υπολεκάνη είναι της λίμνης Κορώνειας (Λαγκαδά ή Αγίου Βασιλείου) με έκταση 963 Km², διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, (επεξεργασία από GIS).

Σύμφωνα με το πρόγραμμα «Καλλικράτης», (Νόμος 3852/2010, ΦΕΚ 87/Α/7-6-2010), η διοικητική διαίρεση της Ελλάδας μεταρρυθμίστηκε και επανακαθορίστηκαν τα όρια των αυτοδιοικητικών μονάδων. Η διαδικασία ολοκληρώθηκε το 2011. Η λεκάνη της Μυγδονίας, από το έτος 2011, αποτελείται από 18 Δημοτικές Ενότητες, οι οποίες ανήκουν στην Περιφερειακή Ενότητα της Θεσσαλονίκης (καταλαμβάνει όλη την περιοχή του Λαγκαδά), της Χαλκιδικής και του Κιλκίς, στις οποίες υπάγονται 62 οικισμοί, (Παράρτημα Πίνακας 1), όπως απεικονίζονται στο Χάρτη 1.



Χάρτης 1. Διοικητικός χάρτης της λεκάνης της Μυγδονίας (Καποδιστριακοί Δήμοι), (Geodata.gov.gr).

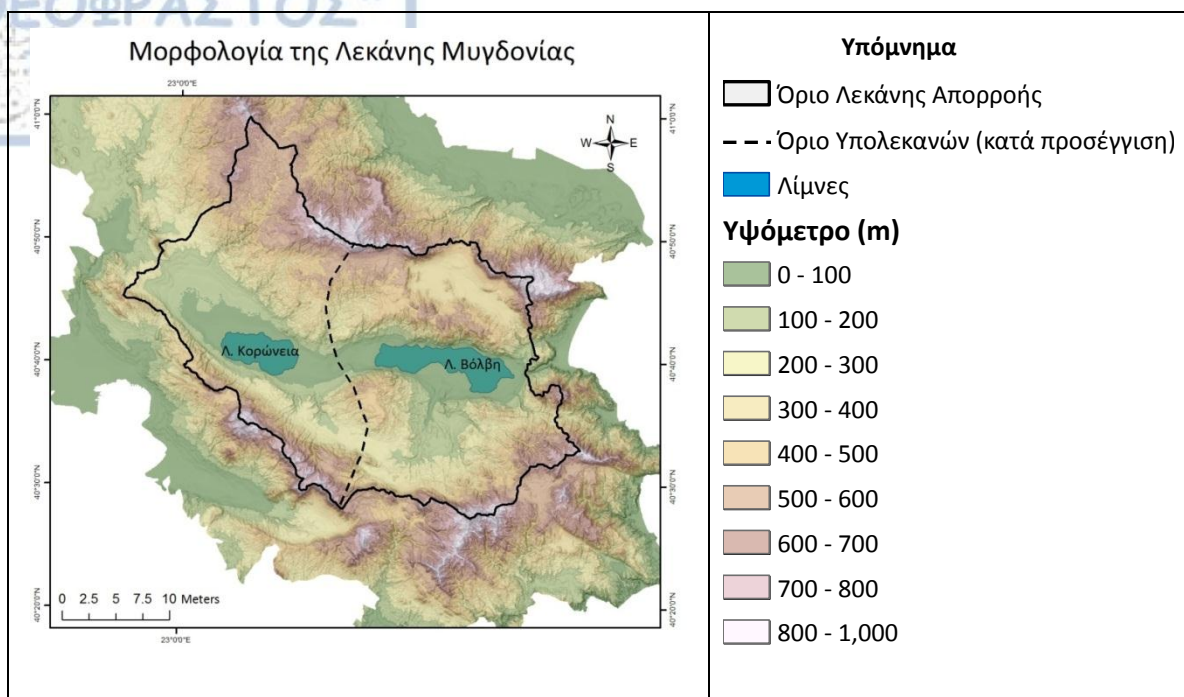
Μορφολογικά χαρακτηρίζεται από ένα ορεινό τμήμα, έκτασης περίπου 1.370 Km² (53%) και ένα λοφώδες - πεδινό ανάγλυφο, έκτασης περίπου 656 Km² (25%) (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). Το πεδινό τμήμα έχει έκταση περίπου 570 Km² (22%) και οριοθετείται περίπου από την ισοϋψή των 200m που ακολουθεί το όριο της επαφής μεταξύ των ιζηματογενών αποθέσεων και των κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων που αποτελούν το υπόβαθρο της λεκάνης της Μυγδονίας (Βεράνης & Κατιρτζόγλου 2002, Παπαχαραλάμπου 2012, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Πιο αναλυτικά η λεκάνη οριοθετείται, βόρεια από τα όρη της Βόλβης (627 m) και τις χαμηλότερες κορυφές του Βερτίσκου (1.103 m), ανατολικά από τον ορεινό όγκο της Ψηλής Ράχης (341 m) και του Σουλγιανοδίου (746 m), που παρεμβάλλονται μεταξύ των ορέων Κερδυλίων και του Στρατονίκου και διαμέσου των στενών της Ρεντίνας επικοινωνεί με το Στρυμονικό κόλπο, ενώ δυτικά τα όρια της δεν είναι σαφώς ορισμένα, καθώς υπάρχει ένας αριθμός χαμηλών λόφων και κοιλωμάτων, με εξαίρεση τον ορεινό όγκο της Καμήλας (569 m). Το όρος της Καμήλας διαχωρίζει τη λεκάνη Μυγδονίας από αυτή του Γαλλικού ποταμού. Τέλος, η νότια πλευρά της λεκάνης οριοθετείται, με κατεύθυνση από δύση προς ανατολή, από το όρος Χορτιάτη (1.206 m), τις χαμηλότερες κορυφές του Χολομώντα (1165 m) και του Στρατονίκου (918 m) (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Το χαμηλό τμήμα της λεκάνης καλύπτεται από τις λίμνες Κορώνειας (Λαγκαδά) και Βόλβης, οι οποίες διαιρούν τη συνολική πεδινή έκταση σε τέσσερις επιμέρους πεδιάδες. Στην πεδιάδα του Λαγκαδά, ΒΔ της λίμνης Κορώνειας, στην πεδιάδα του Σχολαρίου μεταξύ των δύο λιμνών, στην πεδιάδα της Ν. Απολλωνίας νότια της λίμνης Βόλβης και στην πεδιάδα της Ν. Μαδύτου – Μοδίου – Ρεντίνας ανατολικά της λίμνης Βόλβης. Στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης βρίσκεται ο Ρήχιος ποταμός που επικοινωνεί μέσω των στενών της Ρεντίνας, με το Στρυμονικό κόλπο.

Πίνακας 1. Έκταση και ποσοστά ανάγλυφου με βάση την ταξινόμηση Dikau (1989) όπως αυτά διαμορφώνονται στην περιοχή, (Δασκάλου 2015).

Απόλυτο Υψόμετρο (m)	Χαρακτηρισμός Περιοχής	Έκταση (Km ²)	Ποσοστό (%)
< 150	Πεδινή	072,22	32,98
150-600	Λοφώδης	137,95	63,00
600-860	Ημιορεινή	008,80	04,02
	Συνολική Έκταση	218,97	100,00



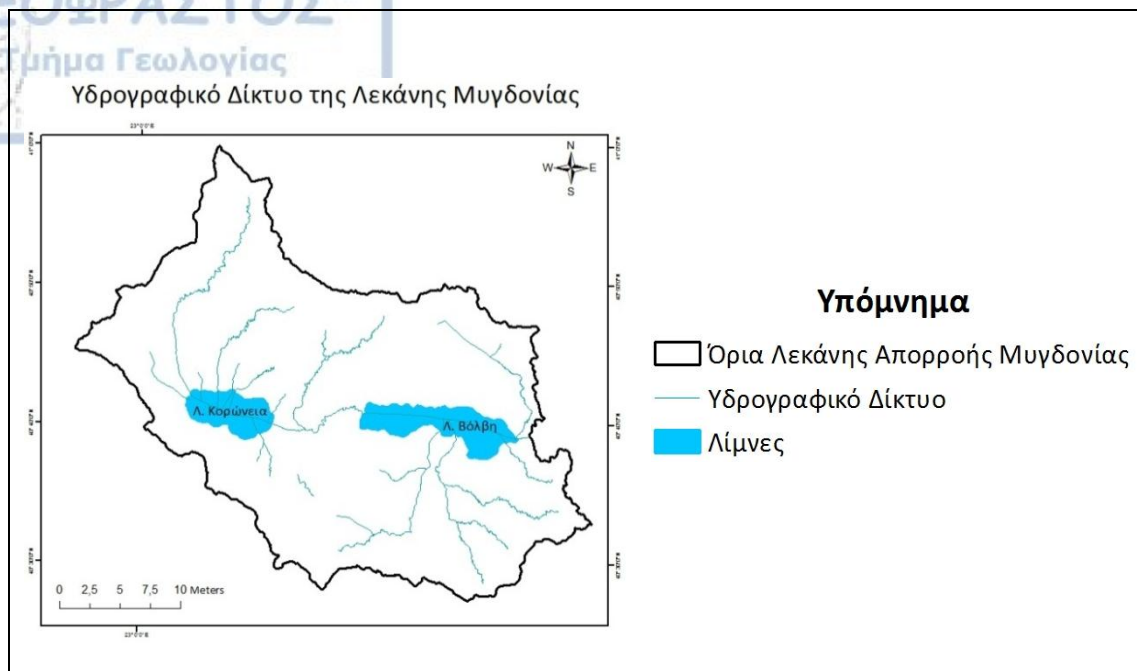
Χάρτης 2. Μορφολογικός χάρτης της λεκάνης Μυγδονίας (ιδία επεξεργασία στο GIS).

Γεωμορφολογικά, σύμφωνα με γεωφυσικές διασκοπήσεις (Βαφειάδης 1991), αποτελείται από ένα ενεργό τεκτονικό βύθισμα (Δασκάλου 2015), εκτεινόμενο μεταξύ των βουνών Καμήλας και Ρεντίνας, εντός των οποίων αναπτύσσονται οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη. Αυτό το τεκτονικό βύθισμα οφείλεται σε δύο κυρίως συστήματα ρηγμάτων, από τα οποία το ένα έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, προκαλώντας οριζόντιες μετατοπίσεις μαζών και το άλλο ΝΔ-ΒΑ, έχοντας ως αποτέλεσμα την καταβύθιση της λεκάνης και την εμφάνιση γεωθερμικού πεδίου (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Βαφειάδης 1991).

2.3 Υδρογραφικό Δίκτυο

Σε όλη την έκταση της λεκάνης αναπτύσσεται μεγάλο πλήθος χειμάρρων, όπως φαίνεται στο Χάρτη 3, οι οποίοι τροφοδοτούν τα νερά των λιμνών. Οι χείμαρροι υπό τη μορφή ρεμάτων που εκφορτίζονται στις δύο λίμνες απεικονίζονται στο Χάρτη 4, ενώ αντίστοιχα η ονομασία τους δίνεται στον Πίνακα 2, με περισσότερες πληροφορίες για αυτά να βρίσκονται από το ΥΠΕΧΩΔΕ (1986).

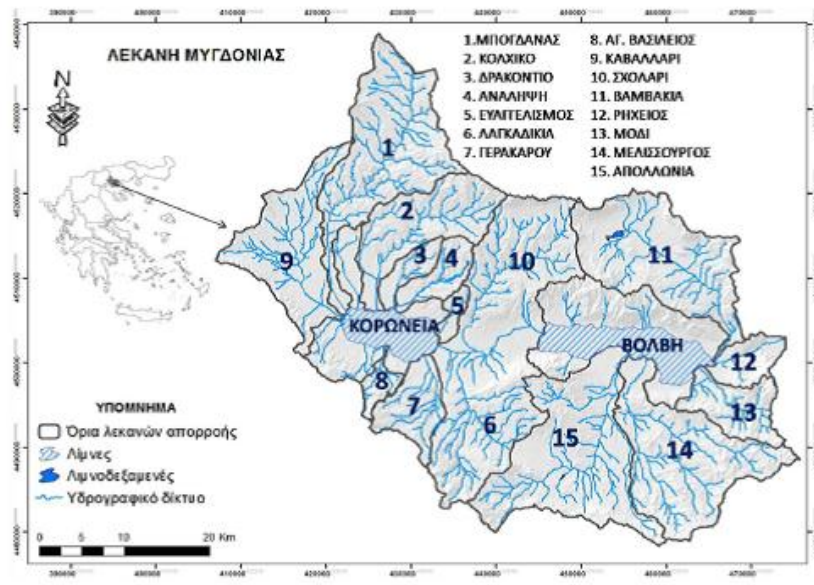
Εξαίρεση αποτελεί ο ποταμός Ρήχιος, ο οποίος αν και αποτελεί τη φυσική απορροή της λίμνης Βόλβης, εκφορτίζεται στο Στρυμωνικό κόλπο, διασχίζοντας την κοιλάδα της Ρεντίνας.



Χάρτης 3. Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης Μυγδονίας (Geodata.gov.gr).

Πίνακας 2. Τα ονόματα των ρεμάτων που εκφορτίζονται στη λίμνη Κορώνεια και Βόλβη, αντίστοιχα (Ρωμανίδης 2014).

Κορώνεια	Βόλβη
Μπογδάνα	Σχολαρίου
Κολχικού	Βαμβακιάς
Δρακοντίου	Ρήχιου
Ανάληψης	Μοδίου
Ευαγγελισμού	Μελισσουργού
Λαγκαδικίων	Απολλωνίας
Γερακαρούς	
Αγίου Βασιλείου	
Καβαλαρίου	



Χάρτης 4. Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης της Μυγδονίας (Ρωμανίδης 2014).

Όλα τα ρέματα είναι παροδικής ροής με την παροχή τους να εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια των κατακρημνισμάτων. Παρόλο που υπάρχει μεγάλος όγκος νερού στην περιοχή, λόγω υπεράντλησης του υπόγειου νερού παρατηρείται ταπείνωση της στάθμης των υπόγειων υδροφορέων (Ρωμανίδης 2014).

2.4 Γεωλογία

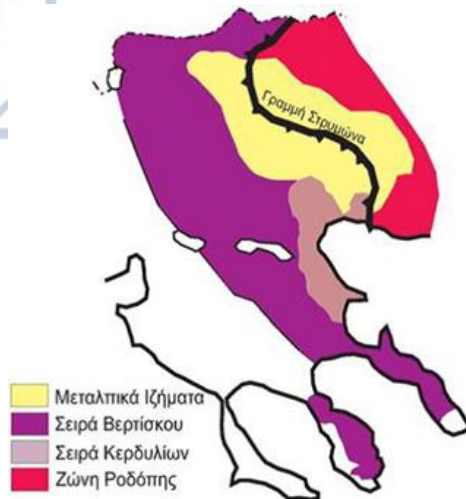
2.4.1 Γεωλογικό Υπόβαθρο/ Σχηματισμοί

Το προαλπικό υπόβαθρο της Μυγδονίας λεκάνης από γεωτεκτονική άποψη υπάγεται στην Σερβομακεδονική μάζα, μια από τις πλέον σεισμοτεκτονικές ζώνες στην Ευρώπη (Raptakis 2005), με εξαίρεση το δυτικό τμήμα της το οποίο και αποτελεί το όριο της Σερβομακεδονικής με την Περιοδοπική ζώνη. Το όριο μεταξύ των ζωνών δεν είναι ακριβές λόγω της μεγάλης έκτασης που καταλαμβάνουν τα νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα στη λεκάνη της Μυγδονίας.

Η Σερβομακεδονική μάζα (Εικόνα 3) καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα και ένα τμήμα από το κέντρο του Υδατικού Διαμερίσματος 10. Συγκροτείται από πετρώματα που ανήκουν στην κατώτερη σειρά των Κερδυλλίων και την ανώτερη σειρά του Βερτίσκου (Δασκάλου 2015).

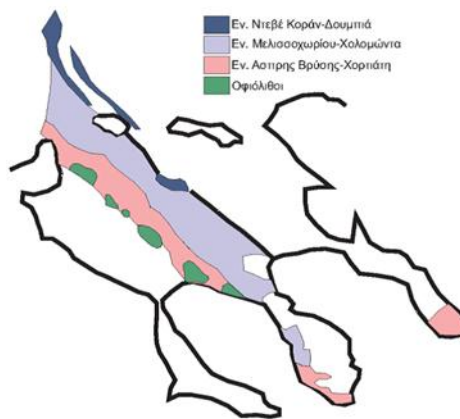
Στη σειρά των Κερδυλλίων ανήκουν κυρίως βιοτικοί γενεύσιοι, αλλά και μάρμαρα και μιγματίτες.

Στη σειρά του Βερτίσκου ανήκουν κυρίως διμαρμαρυγικοί γενεύσιοι, αμφιβολίτες, αλλά και σχιστόλιθοι, γρανίτες και ηφαιστειακές διεισδύσεις (Βαφειάδης 1991, Δασκάλου 2015).



Εικόνα 3. Σερβομακεδονική Μάζα, (Μουντράκης, 1985).

Η Περιοδοπική μάζα (Εικόνα 4) εκτείνεται ΒΔ - ΝΑ στα δυτικά της Σερβομακεδονικής. Στην ενότητα αυτή συμπεριλαμβάνονται μετακλαστικά ιζήματα ακολουθούμενα από μια ηφαιστειοϊζηματογενή σειρά μέσα στην οποία βρίσκονται ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι και ολοκληρώνεται με απόθεση ανακρυσταλλωμένων ασβεστόλιθων, ψαμμίτες και μάργες. Συναντάται, επίσης, ο φλύσχος της Σβούλας (τουρβιδικές εναλλαγές ψαμμιτών, μαργών και ασβεστολιθικών ενστρώσεων). Τέλος, εντοπίζονται ιζήματα βαθιάς θάλασσας (φυλλίτες).



Εικόνα 4. Περιοδοπική Ζώνη (Μουντράκης, 1985).

Πιο αναλυτικά, το υπόβαθρο της λεκάνης Μυγδονίας αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα της Σερβομακεδονικής μάζας, τα οποία αντιπροσωπεύονται από γνεύσιους, αμφιβολίτες, γρανίτες, φυλλίτες, αργλικούς σχιστολίθους και τοπικά από χαλαζίτες και μάρμαρα.

Όσον αφορά τα ιζήματα της λεκάνης Μυγδονίας, είναι κυρίως χερσαία και λιμναία Νεογενούς (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, αργιλοψαμμίτες, χερσοποτάμια ιζήματα από άργιλο με άμμο και κροκάλες) και Τεταρτογενούς ηλικίας (κροκάλες, άμμοι, αργιλούχοι άμμοι, άργιλος, άργιλος εναλλασσόμενα στρώματα άμμου και ιλύος).

ΑΜΦΙΒΟΛΙΤΕΣ: εμφανίζονται ΒΑ της λεκάνης και είναι αποτέλεσμα μεταμόρφωσης παλαιών πυριγενών βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων της οφειολιθικής σειράς του παλαιοζωικού ή μεταμόρφωσης παλαιότερων ιζημάτων (παρα-αμφιβολίτες).

ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ: εμφανίζονται στα νοτιοδυτικά της περιοχής και εντός των διμαρμαρυγιακών γνευσίων συναντώνται ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι. Επίσης, υπάρχει πιθανότητα να βρεθούν συμπαγείς ασβεστόλιθοι, στρωσιγενείς με εναλλαγές μαρμάρων και δολομιτικών ασβεστολίθων. Το σύστημα αυτό υπέρκειται τους γνεύσιους.

ΓΑΒΒΡΟΙ: εμφανίζονται υπό τη μορφή λευκών ταινιών και φλεβών μέσα στους αμφιβολίτες.

ΓΝΕΥΣΙΟΙ: εμφανίζονται κυρίως στα βόρεια της λεκάνης, στο ορεινό ή ημιορεινό τμήμα αποτελούμενοι, συνήθως, από κεροστιλβικούς, βιοτιτικούς, διμαρμαρυγιακούς και μαρμαρυγιακούς γνεύσιους. Η ηλικία των γνευσιακών πετρωμάτων θεωρείται Παλαιοζωική – Προκάμβρια.

ΓΡΑΝΙΤΕΣ: η εμφάνισή τους ποικίλει. Στο δυτικό τμήμα της λίμνης Βόλβης εμφανίζονται εντός της σειράς των γνευσίων, ενώ σε ορισμένες περιοχές, όπως στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης Μυγδονίας, μοιάζουν με γνεύσιους, οι οποίοι επικαλύπτονται από νεότερης σε ηλικία ιζηματογενείς σχηματισμούς.

ΜΑΡΜΑΡΑ: ανατολικά της λεκάνης Μυγδονίας και μέσα στα γνευσιακά πετρώματα, εμφανίζονται με τη μορφή ταινιών ή λεπτών οριζόντων. Γενικά, χωρίζονται σε ανώτερο και κατώτερο ορίζοντα. Υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστούν εντός των βιοτιτικών γνευσίων με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, η οποία είναι και η συνηθέστερη.

ΠΕΡΙΔΟΤΙΤΕΣ και ΔΟΥΝΙΤΕΣ: εμφανίζεται υπό τη μορφή ταινιών και φλεβών.

ΦΥΛΛΙΤΕΣ: Εμφανίζονται ως σειρά στα βόρεια της λεκάνης και στις κλιτύες του Χορτιάτη. Αποτελούνται από μεταμορφωμένα και ιζηματογενή πετρώματα, κυρίως φυλλίτες σκοτεινόχρους, που εναλλάσσονται με ψαμμιτικούς ασβεστόλιθους και χαλαζίτες με παρενθέσεις μαρμάρων, σιπολινών και φακών ασβεστολίθων.

ΧΑΛΑΖΙΤΕΣ και κροκαλοπαγή: εμφανίζονται βόρεια της υπολεκάνης Κορωνείας και υπάρχει πιθανότητα να εντοπιστούν εντός της σειράς των γνευσίων.

2.4.2 Νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί

Οι νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί που συναντώνται στη λεκάνη χωρίζονται σε δύο ομάδες την Προμυγδονιακή και την Μυγδονιακή. Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί αναπτύσσονται περιμετρικά της λίμνης Βόλβη και της γειτονικής λίμνης Κορώνεια αλλά και στην πεδινή έκταση της λεκάνης, (Βαφειάδης 1991).

➤ Νεογενή ιζήματα – (Προμυγδονιακή ομάδα)

Στην Προμυγδονιακή ομάδα, ανήκει ο Σχηματισμός Χρυσανγής, ο οποίος θεωρείται ο παλαιότερος σχηματισμός στη Μυγδονία λεκάνη. Αποτελείται από φακοειδείς εναλλαγές κροκαλοπαγών και άμμων με φακούς ιλύος και αργίλων. Επίσης, εμφανίζεται ο Σχηματισμός Γερακαρούς, ο οποίος αποτελείται από ερυθροστρώματα. Τα ερυθροστρώματα αποτελούνται από φακούς κροκάλων και χαλικιών χονδρόκοκκων άμμων, ιλύων και αργίλων σε χερσοποτάμιες συνθήκες ιζηματογένεσης. Τοπικά μέσα στα ερυθροστρώματα εναλλάσσονται φακοί ψαμμιτών και μαργών. Επιπλέον, εμφανίζεται ο Σχηματισμός Πλατανοχωρίου, ο οποίος αποτελείται από άμμους, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και σε αρκετές θέσεις από μάργες και ασβεστόλιθους. Η Ψαμμιτομαργαϊκή Σειρά, εμφανίζεται ΒΔ της λεκάνης και αποτελείται από μάργες και ελαφρώς συγκολλημένους ψαμμίτες που τοπικά κλίνουν σε μικρά κροκαλοπαγή με διασταυρούμενη στρώση, ενώ μπορεί να εμφανιστούν με ορίζοντες κίτρινων και λευκών μαργών, τοπικά. Χρονολογούνται στο Ανώτερο Μειόκαινο – Κατώτερο Πλειόκαινο. Τέλος η Σειρά Ερυθρών Αργίλων, αποτελείται από ερυθρές έως κεραμόχρωμες. Πρόκειται για ιλυώδεις αργίλους με μαρμαρυγία, που περιέχουν μικρά ασβεστιτικά συγκρίματα.

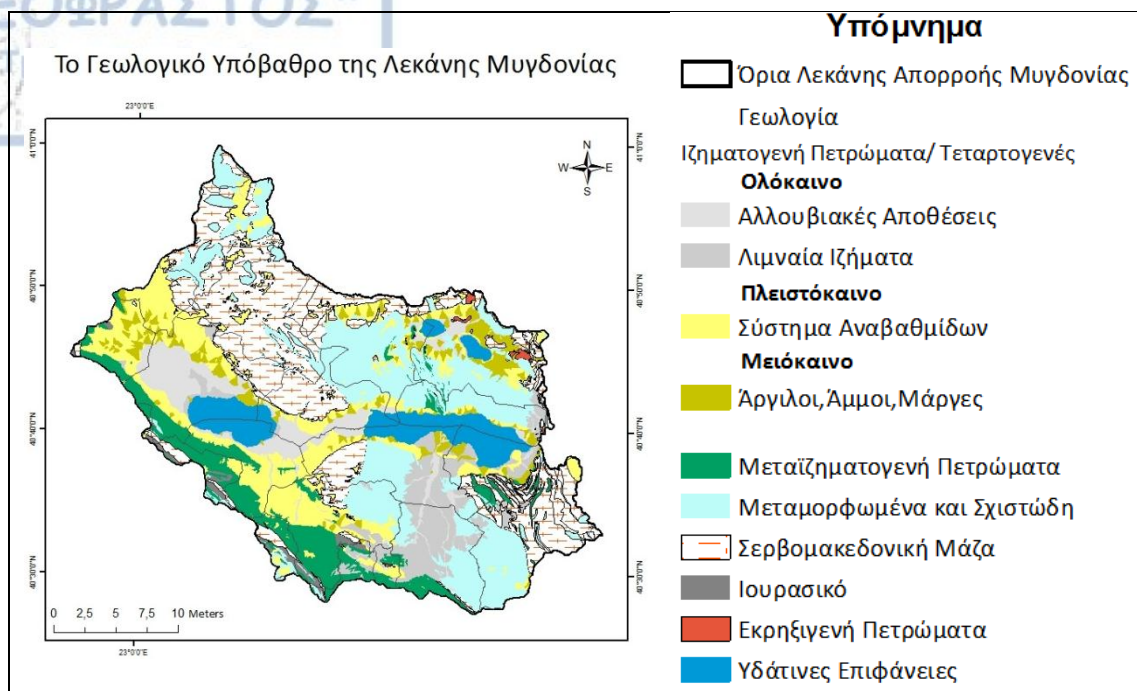
➤ Πλειστοκαινικά ιζήματα (Μυγδονιακή ομάδα)

Στη Μυγδονιακή ομάδα ανήκουν οι αλλουβιακές αποθέσεις, τα λιμναία και κλαστικά ιζήματα. Η απόθεση ξεκινά από το χονδρόκοκκο υλικό προς το λεπτόκοκκο, ενώ τοπικά εμφανίζονται ψαμμίτες και άμμοι.

Κατώτερο Σύστημα των Αναβαθμίδων: αποτελούνται από χαλίκια και άμμο κάτω από το αργιλώδες κάλυμμα της αναβαθμίδας.

Πλειστοκαινικές Αποθέσεις: εμφανίζονται στο ανώτερο σύστημα των αναβαθμίδων, καθώς και συγκολλημένα πλευρικά κορήματα κυρίως ερυθρού χρώματος και τεμαχισμένοι κώνοι κορημάτων.

Ολοκαινικά Ιζήματα: εμφανίζονται στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής και προέρχονται από τη δράση χειμάρρων στην περιοχή των Μακεδονικών Τεμπών. Οι αποθέσεις, αποτελούνται από τα αλλουβιακά ριπίδια και τα ριπίδια προσχώσεων, τα πλευρικά κορήματα, τις αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις.



Χάρτης 5. Το Γεωλογικό Υπόβαθρο της Λεκάνης Μυγδονίας, (ιδία επεξεργασία στο GIS με βάση τα φύλλα χαρτών του Ι.Γ.Μ.Ε.).

2.5 Τεκτονική

Στη λεκάνη της Μυγδονίας εμφανίζεται μια έντονα ρηξιγενής ζώνη. Πιο συγκεκριμένα δυτικά της λεκάνης (υπολεκάνη του Λαγκαδά) συναντάται το ρήγμα του Χορτιάτη. Ανατολικά (υπολεκάνη της Βόλβης) παρατηρούνται κανονικά ρήγματα διεύθυνσης Α – Δ, ενώ βόρεια και νότια της λεκάνης αυτής η διεύθυνση τους είναι ΒΑ - ΝΔ και ΒΔ - ΝΑ. Στο ΒΔ τμήμα υπάρχει το ρήγμα του Ευαγγελισμού - Δρακοντίου - Κολχικού. Στο νότιο τμήμα υπάρχει το ρήγμα του Γερακαρούς - Νικομηδινού - Στίβου - Περιστερώνα, το οποίο θεωρείται σεισμικά ενεργό, αλλά και το όριο μεταξύ των Νεογενών και Τεταρτογενών σχηματισμών, (Δασκάλου 2015).

Το τελευταία αναφερόμενο ρήγμα διαχωρίζεται στη θέση του Στίβου σε δύο επιμέρους κλάδους. Ο βόρειος με μήκος 8 Km αναπτύσσεται κατά μήκος του άξονα Σχολαρίου - Στίβου με διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ και μετάπτωση προς τα ΝΔ και αποτελεί μια γεωμορφολογική αναβαθμίδα ως όριο του κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου με τις Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις. Ο μεσαίος κλάδος κόβει τις πρόσφατες αλλουβιακές προσχώσεις της Μυγδονίας λεκάνης (Δασκάλου 2015).

2.6 Γεωθερμία

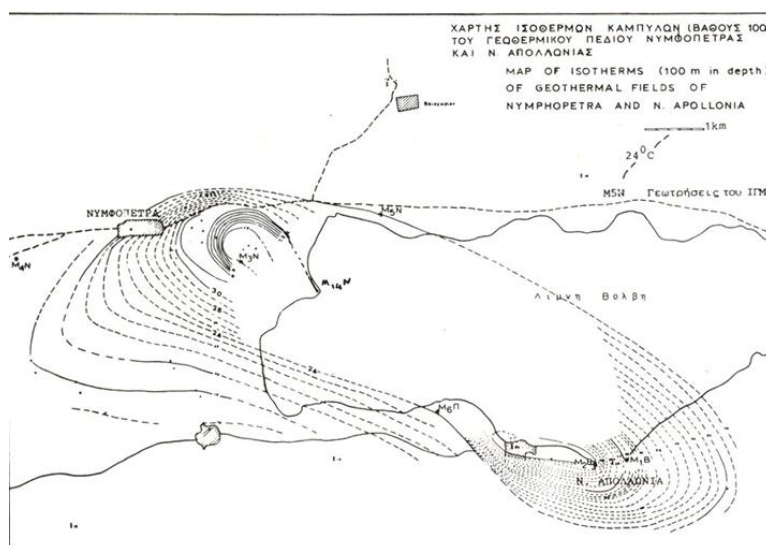
Στη λεκάνη Μυγδονίας, εμφανίζεται γεωθερμικό πεδίο με τη μέση τιμή της γεωθερμικής βαθμίδας, στην έκταση της λεκάνης, να είναι αυξημένη και να ισούται με 8°C/100m (Παπαχαλαλάμπου 2012). Οι γεωθερμικές πηγές, που σχηματίζονται, βρίσκονται στην υπολεκάνη της λίμνης Κορώνειας στην περιοχή του Λαγκαδά, όπου αναπτύσσονται τα Λουτρά Λαγκαδά (T=33-40°C) και στη Χρυσαιγή. Στην

υπολεκάνη της Βόλβης οι γεωθερμικές πηγές αναπτύσσονται στην περιοχή της Νέας Απολλωνίας ($T=40-58^{\circ}\text{C}$) και της Νυμφόπετρας ($T=39-46^{\circ}\text{C}$) (Φυτίκας 2012).

Η υπολεκάνη της λίμνης Κορώνειας, χωρίζεται σε δύο τάφρους μία προς βορρά με βάθος υποβάθρου της τάξης των 220m και μία προς νότο με βάθος 470m από την επιφάνεια του εδάφους. Τα κάθετα ενεργά ρήγματα, λόγω εφελκυστικών τάσεων, στην περιοχή είναι υπεύθυνα για την εμφάνιση αυτών των θερμών πηγών (Ζαμπούρ 2010) αλλά και της μικρής σεισμικότητας. Το γεωθερμικό πεδίο στη λεκάνη της λίμνης Κορώνειας καταλαμβάνει έκταση περίπου 6 Km^2 . Αρχίζει 1,5 Km νότια από την πόλη του Λαγκαδά και φθάνει μέχρι το ΒΔ τμήμα της Κορώνειας.

Όσο αφορά τη θερμοκρασία ($T=32-40^{\circ}\text{C}$), στην υπολεκάνη της λίμνης Κορώνειας, προς τα ανατολικά παρατηρείται απότομη μείωση της θερμοκρασίας σε σχέση με τα δυτικά που είναι πιο ομαλή η πτώση. Η κατανομή, αυτή, της θερμοκρασίας, οφείλεται στο διαφορετικό είδος και πάχος των ιζηματογενών σχηματισμών που αναπτύσσονται στην εν λόγω περιοχή. Ο χημικός τύπος των γεωθερμικών νερών της υπολεκάνης είναι $\text{Na-HCO}_3\text{-SO}_4$ (Παπαχαράλαμπου 2012).

Το γεωθερμικό ενδιαφέρον στην υπολεκάνη της λίμνης Βόλβης, έχει έκταση 2 Km^2 , εκτεινόμενο κυρίως στην περιοχή των πηγών της Νέας Απολλωνίας, με ευρύτερη έκταση μέχρι την περιοχή της Νυμφόπετρας (Χάρτης 6). Επίσης, έχουν εντοπισθεί θερμές πηγές, οι οποίες αναβλύζουν μέσα από τη λίμνη Βόλβη (Κουτσινός 2006)

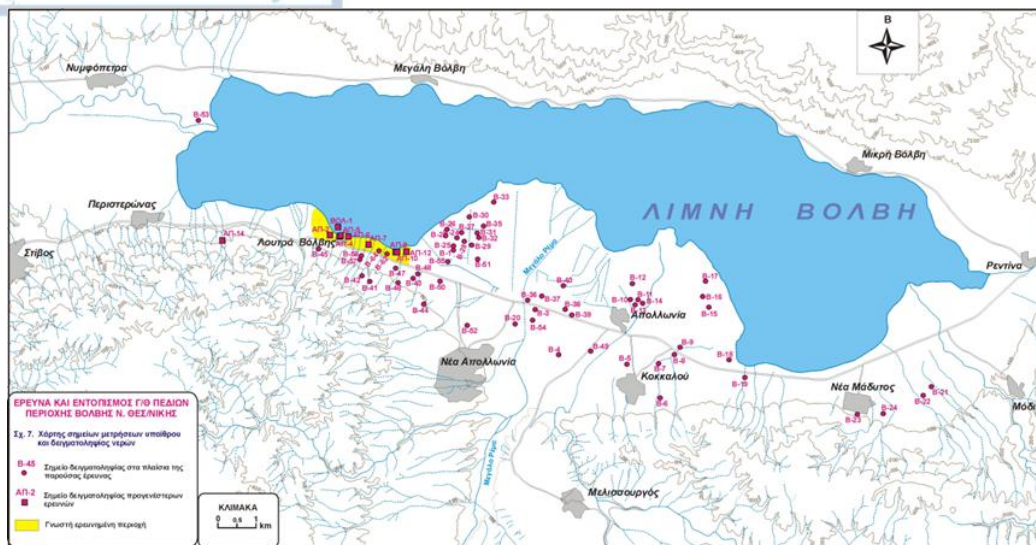


Χάρτης 6. Ισόθερμες Καμπύλες, βάθους 100 m, των γεωθερμικών πεδίων Νυμφόπετρας και Ν. Απολλωνίας, (Σχήμα από Κουτσινός 2006).

Το γεωθερμικό νερό της λεκάνης Μυγδονίας (Λαγκαδάς, Νυμφόπετρα, Νέας Απολλωνίας) σύμφωνα με ισοτοπικές αναλύσεις, θεωρείται ότι είναι μετεωρικής προέλευσης, ενώ ο εμπλουτισμός των ταμιευτήρων γίνεται από τις γύρω περιοχές (Παπαχαράλαμπου 2012).

Τα θερμά νερά αξιοποιούνται για θέρμανση χώρων, για αγροτική και βιομηχανική χρήση, λουτροθεραπεία και για αντλίες θερμότητας (Ζαμπούρ 2010).

Στην περιοχή της Βόλβης, το νερό, από ερευνητικές γεωτρήσεις του Ι.Γ.Μ.Ε (Χάρτης 7), έχει χρησιμοποιηθεί για θέρμανση θερμοκηπίων (Κουτσινός 2006).



Χάρτης 7. Χάρτης έρευνας και εντοπισμού γεωθερμικού πεδίου στην υπολεκάνη της λίμνης Βόλβης, (από Κουτσινός 2006).

2.7 Κλίμα

Στην περιοχή της λίμνης Βόλβης και στη γενικότερη περιοχή της λεκάνης Μυγδονίας το κλίμα χαρακτηρίζεται ως μεσόθερμο, κατατασσόμενο στην κατηγορία Csa, δηλαδή αποτελεί συνδυασμό μεσογειακού και ηπειρωτικού τύπου. Η λίμνη Βόλβη αποτελεί ρυθμιστή του κλίματος, καθώς χαρακτηρίζεται ως ‘αποθήκη’ θερμότητας, επηρεάζοντας τη θερμοκρασία και την υγρασία της περιοχής. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 14.5°C και 17°C, με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο και θερμότερο τον Ιούλιο (Αϋτζή 2010, Δασκάλου 2015, Ζαμπόρ 2010, Νικολοπούλου 2010, Ρωμανίδης 2014, Σχέδιο Διαχείρισης).

2.8 Υδρολιθολογική Ταξινόμηση Σχηματισμών

Ο διαχωρισμός και η ταξινόμηση των υπόγειων συστημάτων έγινε με βάση την υδρολιθολογική συμπεριφορά των σχηματισμών, δηλαδή την ικανότητα των σχηματισμών, να επιτρέπουν το νερό να κινείται στο εσωτερικό της μάζας τους. Βάση αυτού, λοιπόν, καθώς και λοιπών χαρακτηριστικών, όπως η δυναμικότητα, η έκταση και η λιθολογία, οι σχηματισμοί διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (Καζάκης 2016, Σχέδιο Διαχείρισης, Περιληπτικό Κείμενο 2014):

- Περαιοί σχηματισμοί: Οι γεωλογικοί σχηματισμοί, που επιτρέπουν τη ροή του νερού στο εσωτερικό τους. Χωρίζονται σε δύο επί μέρους κατηγορίες: τους μικροπερατούς ή πορώδεις σχηματισμούς και τους μακροπερατούς ή ρωγμώδεις σχηματισμούς.

- Ημιπερατοί σχηματισμοί: μικροπερατοί ή και μακροπερατοί σχηματισμοί. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται επίσης όλοι οι διαπερατοί σχηματισμοί: α) μικρής έκτασης, μικρής δυναμικότητας και β) περιορισμένης σημασίας.

- Αδιαπέρατοι σχηματισμοί: Οι γεωλογικοί σχηματισμοί, που δεν επιτρέπουν την κίνηση του νερού στο εσωτερικό τους και αποτελούν το άνω ή κάτω όριο ενός υδροφόρου στρώματος. Χωρίζονται σε δυο επί μέρους κατηγορίες: τους πρακτικά αδιαπέρατους σχηματισμούς και τους στεγανούς σχηματισμούς ή σχηματισμούς μικρού πάχους.

2.9 Υδρογεωλογικές Συνθήκες

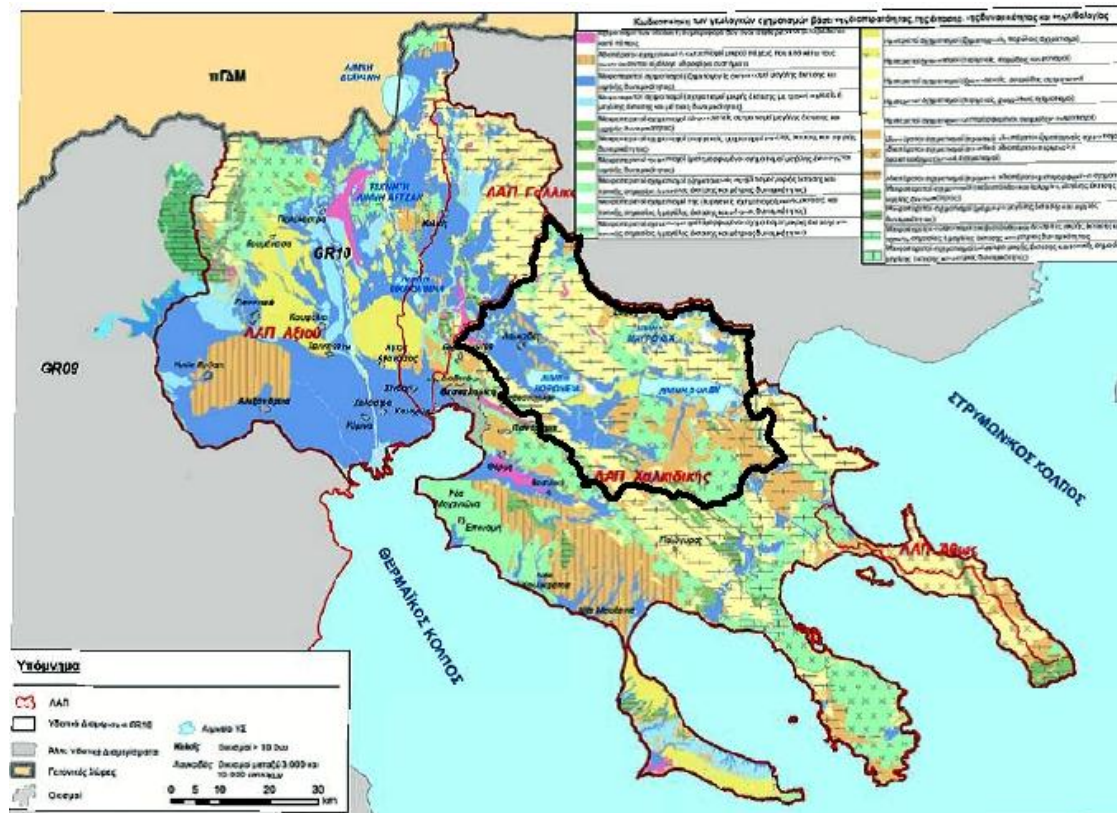
Γενικά στο ΥΔ 10 σημαντικές υδροφορίες αναπτύσσονται στους Τεταρτογενείς σχηματισμούς και στους καρστικούς ανθρακικούς σχηματισμούς, ενώ μικρότερου ενδιαφέροντος αναπτύσσονται στους ρωγματικούς σχηματισμούς. Το νερό διατίθεται για υδρευτική, αρδευτική, κτηνοτροφική και βιομηχανική χρήση (βαφεία) (ΠΓΜΕ 2008).

Τα πετρώματα που συναντώνται στη λεκάνη Μυγδονίας είναι μικρής διαπερατότητας με έντονο τεκτονισμένο και κατακερματισμένο σύστημα διακλάσεων και ρηγμάτων, μέσω των οποίων κυλά το νερό τροφοδοτώντας τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Στις υψηλότερες περιοχές κυριαρχούν τα βραχώδη πετρώματα, όπου η τροφοδοσία των υπόγειων υδροφόρων εξαρτάται από το βαθμό ρηγμάτωσης και ασυνέχειας τους.

Το νερό στα πετρώματα της λοφώδους περιοχής (Νυμφόπετρα, Προφήτης, Δρακόντιο, Περιστερώνας κ.α.) κυκλοφορεί σε βάθη μικρότερα των 30m και βρίσκεται υπό πίεση (Βεράνης και Κατιρτζόγλου 2002, Παπαχαλαράμπου 2012). Η εκφόρτιση των υπόγειων νερών γίνεται μέσω πλευρικής διήθησης των ρεμάτων προς την ιζηματογενή λεκάνη (Παπαχαλαράμπου 2012).

Στο πεδινό τμήμα της λεκάνης, λόγω των χαλαρών ιζημάτων που αναπτύσσονται, σχηματίζονται επάλληλοι υδροφόροι ορίζοντες, οι οποίοι είναι πληρωμένοι με νερό και υπόκεινται σε έντονη εκμετάλλευση. Σύμφωνα με εκθέσεις και μελέτες (Δεβλιώτη 2016, Παπαχαλαράμπου 2012), η συγκεκριμένη υδροφορία είναι η πιο σημαντική.

Σε όλη την έκταση της λεκάνης εντοπίζεται εναλλαγή αργίλων, άμμων, ψηφίδων, κροκαλών, ιλύος και μιγμάτων αυτών. Η γρήγορη εναλλαγή της κοκκομετρικής σύνθεσης των υλικών σε συνδυασμό με την παρουσία φακών έχουν ως αποτέλεσμα οι υδροφόροι ορίζοντες να εμφανίζουν ετερογένεια και ανισοτροπία (σε χαρακτηριστικά όπως η υδροπερατότητα (k , m/sec), η μεταβιβαστικότητα (T , m²/sec), ο συντελεστής αποθηκευτικότητας (S) κ.λπ.) (Ζαλίδης και συν. 2004/ Παπαχαλαράμπου 2012). Η παρεμβολή στεγανού υλικού ανάμεσα στους υδροφορείς έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επάλληλων υδροφορέων (μερικώς) υπό πίεση επιτυγχάνοντας έτσι μείωση της ρύπανσης με το βάθος.

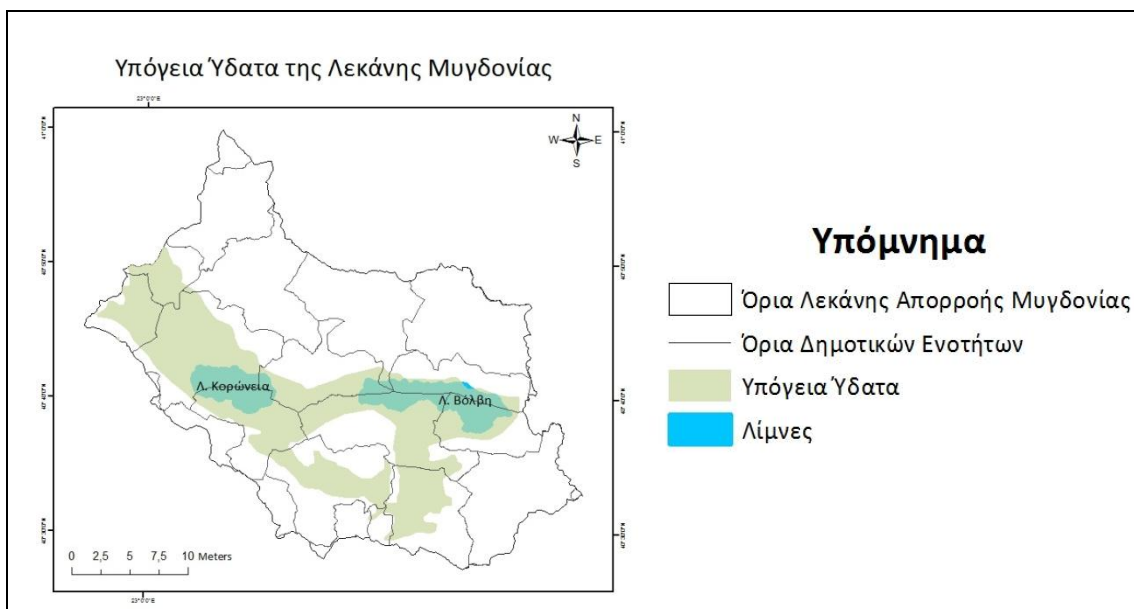


Χάρτης 8. Υδρολιθολογική ταξινόμηση της λεκάνης Μυγδονίας, (Διαχειριστικό Σχέδιο των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας, Περιληπτικό Κείμενο 2014).

Εξαιτίας αυτής της ετερογένειας, θεωρείται δύσκολη η ομαδοποίηση των υδροφορέων. Σε γενικές γραμμές με βάσει τα μέχρι τώρα δεδομένα οι υδροφορείς ομαδοποιούνται σε έναν αβαθή (φρεάτιο) και ένα βαθύ με ένα αργιλικό αδιαπέρατο - ημιπερατό στρώμα να τους διαχωρίζει.

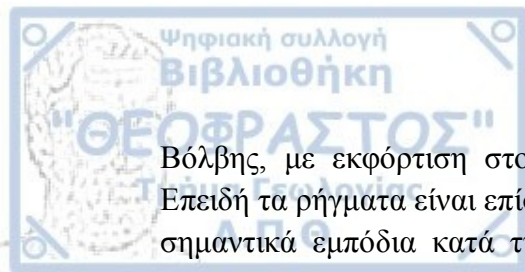
Ο ένας υδροφορέας, θεωρείται αβαθής και ελεύθερος, έκτασης 269 Km² και πάχους 40-60 m (Παπαχαράλαμπου 2012, Δασκάλου 2015). Αναπτύσσεται κατά μήκος των μεγάλων ρεμάτων της λεκάνης, (όπως Μπογδάνας, ρέμα Σχολαρίου και ρέμα Λαγκαδικίων), αλλά την υγρή περίοδο λόγω αύξησης της στάθμης ή κάλυψης από επιφανειακή άργιλο μεταπίπτει σε μερικώς υπό πίεση (IGME 2008). Συνίσταται από διαδοχή λιμναίων ιζημάτων (άμμοι, χαλίκια) που διαχωρίζονται μεταξύ τους από αργιλικές στρώσεις. Χαρακτηρίζονται από υψηλή υδροπερατότητα: $k=0.45-52$ m/d και συντελεστή αποθηκευτικότητας $S: 0.79$ έως 12% (IGME 2008). Η τροφοδοσία του υδροφορέα αυτού γίνεται μέσω της κατείσδυσης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και των χειμάρρων.

Ο άλλος υδροφορέας, θεωρείται βαθύς υπό πίεση, έκτασης 5-7 Km², πάχους 150 m και βάθους από 60 m περίπου μέχρι και το υποβάθρο (βάθη από 250 έως 450 m) (Βεράνης και Κατιρτζόγλου 2002, Τζιμόπουλος). Αναπτύσσεται στην περιοχή της Γερακαρούς, και συνίσταται από Τεταρτογενή ιζήματα και Νεογενή κλαστικά υλικά. Η τροφοδοσία του βαθύτερου υδροφορέα, γίνεται μέσω της διήθησης των επιφανειακών νερών των χειμάρρων, μέσω της πλευρικής υπόγειας διήθησης του νερού των βραχωδών πετρωμάτων του υποβάθρου και μέσω των τεκτονικών ασυνεχειών του υποβάθρου.



Χάρτης 9. Το υπόγειο σύστημα της λεκάνης Μυγδονίας (Geodata.gov.gr).

Στον Χάρτη 9 απεικονίζεται το υπόγειο υδατικό σύστημα της λεκάνης. Το υπόγειο νερό κινείται παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα της πεδινής περιοχής λεκάνης της Κορώνειας, με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Πιο αναλυτικά, θεωρείται ότι τα υπόγεια ύδατα πρέπει να ρέουν από τη λεκάνη της Κορώνειας στη λεκάνη της



Βόλβης, με εκφόρτιση στο Στρυμονικό κόλπο, στο Β. Αιγαίο (Ξαφένιας 2007). Επειδή τα ρήγματα είναι επίσης παράλληλα προς τον άξονα αυτό, το νερό δε συναντά σημαντικά εμπόδια κατά τη ροή του. Η έκταση που καταλαμβάνει το κοκκώδες υδροφόρο σύστημα, χωρίς εμπόδια από μη πρακτικώς αδιαπέρατους σχηματισμούς, είναι περίπου 680 Km², με υπόγειο υδροκρίτη, που εντοπίζεται στην περιοχή του Σχολαρίου (ΙΓΜΕ 2008). Η στάθμη του υπόγειου νερού συναντάται σε μικρά βάθη από την επιφάνεια. Το καθεστώς της ροής είναι παρόμοιο και για τους δύο υδροφορείς που σχηματίζονται (Ζαμπούρ 2010, Δασκάλου 2015).

3. Νομοθετικό Πλαίσιο

Οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη μαζί με τα στενά της Ρεντίνας αποτελούν ένα σύστημα υδροβιότοπου, ο οποίος προστατεύεται από μια σειρά Διεθνών Συμβάσεων και Ρυθμιστικών Πράξεων, από Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις και Οδηγίες, που προσδιορίζουν το καθεστώς ανάπτυξης και διαχείρισης της περιοχής (Παπαχαράλάμπου 2012).

3.1 Οδηγία 2000/60/EK

Η κοινοτική Οδηγία-Πλαίσιο για τα ύδατα (2000/60/EK), τέθηκε σε ισχύ 22 Δεκεμβρίου 2000 με τη συγκατάβαση όλων των Κρατών Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Είναι η πρώτη φορά που σε νομοθετικό κείμενο αναγνωρίζονται τα φυσικά, και όχι τα διοικητικά όρια της κατανομής ενός φυσικού πόρου για τη διαχείρισή του.

Στόχοι της Οδηγίας είναι η δημιουργία πλαισίου αειφορικής διαχείρισης με:

1. εφαρμογή μέτρων για τη μείωση της απόρριψης ρυπαντικών ουσιών και την εξάλειψη της απόρριψης επικίνδυνων ρυπαντών που προσδιορίζονται και επικαιροποιούνται σε ειδικούς καταλόγους ουσιών προτεραιότητας (Οδηγίες 2008/105/EE 2013/39/EE, ΚΥΑ 170766/2016 που τροποποιεί την ΚΥΑ 51354/2641/Ε103/2010)
2. διασφάλιση της ρύπανσης των υδάτων και βελτίωσης της ποιοτικής κατάστασής τους (Οδηγία 2009//EE)
3. συμβολή στο μετριασμό των επιπτώσεων ακραίων φαινομένων, πλημμυρών (Οδηγία 2007/60/EE) και ξηρασίας (Ανακοινώσεις Ε. Επιτροπής 2007 και 2012)

Βασικός στόχος της Οδηγίας είναι η επίτευξη, η διατήρηση ή η ενίσχυση της καλής οικολογικής κατάστασης για όλα τα επιφανειακά (λίμνες, ποτάμια), υπόγεια, μεταβατικά (δέλτα, εκβολές ποταμών), παράκτια και τεχνικά ύδατα της Ευρώπης, ανεξαρτήτως μεγέθους και χαρακτηριστικών (μέχρι το 2015), μέσω της ανάπτυξης και της εφαρμογής σχεδίων σε ένα πλαίσιο διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού, με την ενεργό συμμετοχή του λαού και την εφαρμογή νέας στρατηγικής πολιτικής, όπως η τιμολόγηση, προσδίδοντας χρονικό ορίζοντα εφαρμογής της Οδηγίας μέχρι το τέλος του 2027. Ειδικά για τα υπόγεια ύδατα υπήρξε έκδοση οδηγίας συμπληρωματικής της Οδηγίας 2000/60/EK στις 12 Δεκεμβρίου 2006 σχετικά με την προστασία αυτών από τη ρύπανση και την υποβάθμιση (Ζαμπούρ 2010).

Η οικολογική κατάσταση ενός υδάτινου συστήματος περιγράφεται προσδιορίζοντας ποιοτικά και ποσοτικά τα βιολογικά, τα φυσικοχημικά και τα υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά του εκάστου οικοσυστήματος σε συνθήκες αναφοράς, συμπεριλαμβανομένων αυτών που είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενούς δράσης (EEC 2000), σε αντίθεση με το παρελθόν που μετρούταν μόνο η χημική

κατάσταση. Το οικοσύστημα διακρίνεται με βάση (βιο)γεωγραφικά, υδρολογικά, γεωμορφολογικά κ.ά. στοιχεία.

Σύμφωνα με την Οδηγία, όλα τα επιφανειακά υδάτινα σώματα μετά από την ποιοτική αξιολόγησή τους, κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες ποιότητας της Οικολογικής Κατάστασης (Άριστη/ Υψηλή, Καλή, Μέτρια, Ελλιπής, Κακή). Η οικολογική ποιότητα διακρίνεται σε πέντε κλάσεις με βάση τον παρακάτω χρωματικό κώδικα:

Πίνακας 3. Χρωματική αναπαράσταση των κλάσεων της ποιότητας της Οικολογικής Κατάστασης.

Υψηλή	
Καλή	
Μέτρια	
Ελλιπής	
Κακή	

Η “Υψηλή κατάσταση” καθιστά τις συνθήκες αναφοράς, καθώς έτσι χαρακτηρίζεται ένα πρακτικώς αδιατάρακτο οικοσύστημα. Οι υπόλοιπες κατηγορίες συγκρίνονται με την υψηλή με βάση την εξέταση στα ποιοτικά στοιχεία. Η αξιολόγηση του οικοσυστήματος ως “Καλή”, επιτρέπει μικρές αποκλίσεις από τις πρότυπες συνθήκες όσον αφορά τα βιολογικά στοιχεία. Τα υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά δύναται να αποκλίνουν από τις πρότυπες συνθήκες. Η κατάταξη του οικοσυστήματος ως “Μέτρια”, “Ελλιπής”, “Κακή”, γίνεται ύστερα από σύγκριση μόνο των τιμών των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων των υδάτινων σωμάτων σε σύγκριση με τις συνθήκες αναφοράς και το εύρος απόκλισής τους (Καλλία 2016, Σπαθάρη 2010, Κουτσούμπας 2013, Κυριακοπούλου 2013, Αυτζή 2010, Ζαμπούρ 2010).

Η Οδηγία καταργεί άμεσα ή σε βάθος χρόνου διάφορες παλαιότερες Οδηγίες και επιβάλλει την εφαρμογή μέτρων συμβαδίζοντας με κάποιες άλλες όπως αυτή για τα ύδατα κολύμβησης (76/160/ΕΟΚ), τα πτηνά (79/409/ΕΟΚ), το πόσιμο νερό (98/83/ΕΟΚ), τους οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ), τα προϊόντα φυτοπροστασίας (91/414/ΕΟΚ), την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο ρύπανσης (96/61/ΕΟΚ), την εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (85/337/ΕΟΚ) κ.ά. (Κυριακοπούλου 2013).

3.2 Το Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο

Το Ελληνικό Νομοθετικό πλαίσιο για τη διαχείριση των υδατικών πόρων διαθέτει πλήθος από νομοθετικές διατάξεις και Συναρμόδιες Υπηρεσίες και Φορείς. Οι βασικότερες από αυτές είναι ο Ν.1650/1986 Νόμος πλαίσιο για το περιβάλλον, από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, ο οποίος περιλαμβάνει διατάξεις για το νερό. Έπειτα, το Υπουργείο Ανάπτυξης εκδίδει το Ν.1739/1987 περί διαχείρισης των υδάτινων πόρων, χωρίζοντας τη χώρα σε 14 Υδατικά Διαμερίσματα (Άρθρο 1) και 45 λεκάνες απορροής ποταμών (Άρθρο 5).

Η Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΕ αν και ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο από το Ν.3199/2003, (Καλλία, 2016) υπάρχουν αρκετά προβλήματα εφαρμογής της. Τα προβλήματα αυτά εμπεριέχουν έλλειψη ποιοτικής και ποσοτικής καταγραφής υδατικών οικοσυστημάτων, έλλειψη οργάνωσης, μετρήσεων και συλλογής παραμέτρων/ δεδομένων (βιολογικών, φυσικοχημικών, υδρομορφολογικών), καθώς και έλλειψη στο συντονισμό των φορέων (Σπαθάρη 2010).

3.3 Σύμβαση Ramsar

Η Σύμβαση Ramsar, η οποία τέθηκε σε ισχύ 21 Δεκεμβρίου του 1975, αναφέρεται και προστατεύει τους Υγροβιότοπους Διεθνούς Σημασίας. Η Ελλάδα έχει υπογράψει τη συγκεκριμένη συνθήκη με επικύρωση σύμφωνα με το νόμο Ν.Δ.191/74.

Σύμφωνα με το ΙΓΜΕ, οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη αποτελούν ένα σύμπλεγμα οικοσυστημάτων προστατευόμενα από τη συγκεκριμένη συνθήκη καθώς αποτελούνται από ποτάμια, παρόχθια δάση (παραλίμνιο δάσος Απολλωνίας, δάσος Ρεντίνας), καλαμώνες, υγρολίβαδα, θαμνώνες και γεωργικές εκτάσεις άξιου ενδιαφέροντος και διεθνούς προστασίας. Σύμφωνα με τη Σύμβαση έχουν χαρακτηριστεί ως «Υγροβιότοπο διεθνούς σημασίας».

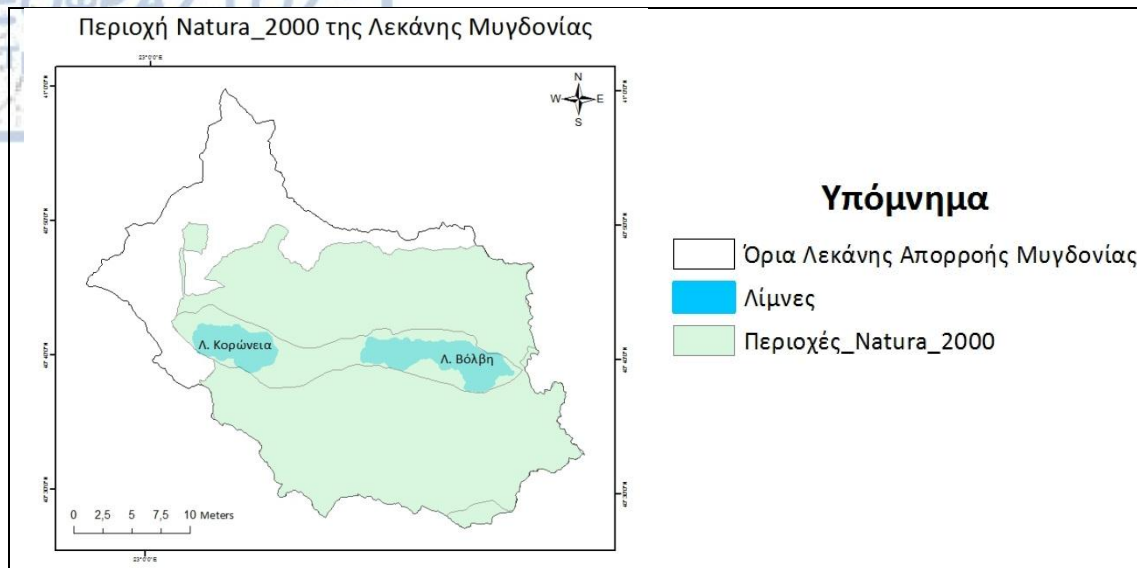
3.4 NATURA 2000

Η οδηγία αυτή εκδόθηκε το 1992 με σκοπό τα κράτη-μέλη της ενωμένης Ευρώπης να εντάξουν όλες τις “ευαίσθητες” - προστατευόμενες περιοχές, στο δίκτυο Natura 2000, σύμφωνα με το είδος της χλωρίδας και της πανίδας, το είδος της περιοχής (ύφαλοι, σπήλαια κ.ά), με απώτερο σκοπό την προστασία τους και την καλύτερη διαχείρισή τους.

Οι περιοχές προστασίας οικοτόπων και ειδών διακρίνονται σε Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ = Special Areas of Conservation), Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ = Special Protection Areas) και σε Καταφύγια Άγριας Ζωής (Wildlife refuges), όπως φαίνεται στο Χάρτη 10.

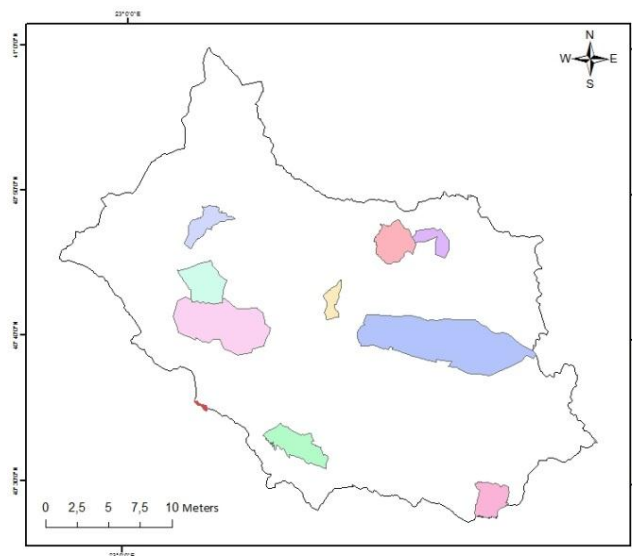
Οι λίμνες Βόλβη και Κορώνεια εντάσσονται στο δίκτυο Natura και χαρακτηρίζονται ως ΖΕΠ, όπως φαίνεται στο Χάρτη 10. Να σημειωθεί ότι τη δεκαετία του 1950 η λίμνη Λαγκαδά ήταν από τις πιο παραγωγικές λίμνες της Ελλάδας σε αλιεύματα. Να τονιστεί ότι 76,1% της λεκάνης Μυγδονίας προστατεύεται, (ΙΓΜΕ 2008).

Επιπλέον, οι υγρότοποι αυτοί χαρακτηρίζονται ως «Ειδικά προστατευόμενη περιοχή» (SPA, Οδηγία 69/409/ΕΟΚ), «Περιοχή κοινοτικού ενδιαφέροντος» (SCI, Οδηγία 92/43/ΕΟΚ) και «Ειδικά προστατευόμενη περιοχή» σύμφωνα με τη Σύμβαση Βαρκελώνης. Τέλος, σύμφωνα με το ΦΕΚ 894Β/3-7-2003, έχει συγκροτηθεί ο Φορέας Διαχείρισης Λιμνών Κορώνειας-Βόλβης.



Χάρτης 10. Η περιοχή της λεκάνης Μυγδονίας σύμφωνα με τη Νομοθεσία Natura_2000, (Geodata.gov.gr).

Καταφύγια Άγριας Ζωής της Λεκάνης Μυγδονίας



Υπόμνημα

Όρια Λεκάνης Απορροής Μυγδονίας

Καταφύγια Άγριας Ζωής

Θέση

ΚΑΛΟΜΠΑΡΗ-ΠΑΧΩΝΙΑ-ΚΟΥΤΟΥΠΙΑ ΧΩΡΑΦΙΑ

ΚΛΑΔΕΡΗ

ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ- ΚΑΛΟΓΕΡΙΚΟΥ-ΕΒΡΑΙΟΣ-ΤΣΟΥΡΝΑ

ΛΙΜΝΗ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ

ΜΑΔΥΤΟΥ-ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ-ΛΙΜΝΗΣΒΟΛΒΗΣ-ΕΚΒΟΛΗΣ ΡΥΧΕΙ

ΠΕΡΙΟΧΗ (ΤΑΟΥΣΑΝ ΛΟΦΟΣ)

ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΞΑΛΟΦΟΥ-ΧΡΥΣΑΥΓΗ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΖΑΓΚΛΙΒΕΡΙΟΥ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΙΜΝΗΣ ΛΑΓΚΑΔΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΥΜΦΟΠΕΤΡΑΣ-ΠΡΟΦΗΤΗ

ΤΑΞΙΑΡΧΗ

ΧΟΛΟΜΩΝΤΑ

ΧΟΡΤΙΑΤΗ

Χάρτης 11. Τα καταφύγια Άγριας Ζωής (Προστατευόμενες Περιοχές) της λεκάνης Μυγδονίας, (Geodata.gov.gr)

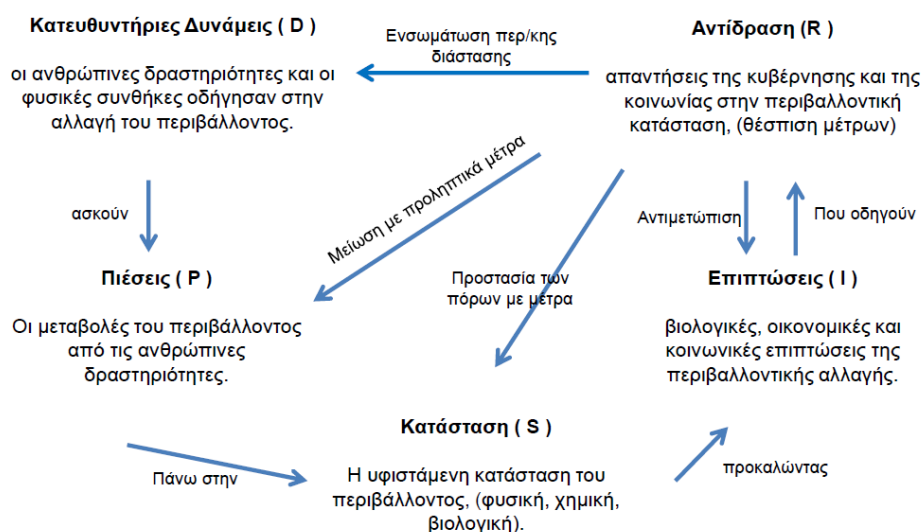
4. Η Μέθοδος DPSIR

Ο στόχος της διαχείρισης των υδάτινων πόρων είναι η διαφύλαξη της ανθρώπινης υγείας, διατηρώντας παράλληλα τα βιώσιμα υδρόβια και συναφή χερσαία οικοσυστήματα, (Kristensen 2004). Το νερό δεν είναι εμπορικό προϊόν όπως όλα τα άλλα, αλλά αποτελεί κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να τυγχάνει της κατάλληλης μεταχείρισης (Οδηγία 2000/60/EK).

Η μέθοδος DPSIR αποτελεί ένα εργαλείο διαχείρισης μιας περιοχής, μιας λεκάνης απορροής, ενός υδροτόπου, ενός θαλάσσιου συστήματος και γενικά η εφαρμογή της μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε οικοσύστημα. Συγκεντρώνει και αξιολογεί κοινωνικο-οικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες προκειμένου να αναπτυχθεί η κατάλληλη αειφόρος στρατηγική διαχείριση, μελετώντας τις σχέσεις μεταξύ της υφιστάμενης κατάστασης του εκάστοτε περιβάλλοντος, των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και των πιθανών περιβαλλοντικών αλλαγών.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος υιοθέτησε την ανάλυση αυτή εντάσσοντάς την στην Οδηγία πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60/EK. Αποτελεί μια εξελιγμένη μορφή του πλαισίου PSR (Pressure-State-Response) που αναπτύχθηκε από το OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) το 1993 (Κυριακόπουλου 2013).

Η προσέγγιση DPSIR λαμβάνει το όνομά της από τα αρχικά των λέξεων Drivers - Pressures - State - Impacts - Response (Δρώσες Δυνάμεις - Πιέσεις - Κατάσταση - Επιπτώσεις - Αντίδραση). Η εφαρμογή αυτής της πολιτικής θα οδηγήσει στη μεταβολή των κοινωνικο-οικονομικών οδηγών και περιβαλλοντικών πιέσεων, και στη συνέχεια σε όλα τα υπόλοιπα βήματα του DPSIR, δημιουργώντας έτσι ένα επαναλαμβανόμενο βρόγχο, ο οποίος σε πολλές περιπτώσεις τμήματά του (κινητήριες δυνάμεις, πιέσεις) επαναλαμβάνονται, (Kristensen 2004), όπως διακρίνεται και στο παρακάτω σχεδιάγραμμα:



Εικόνα 5. Σχηματική Απεικόνιση της Προσέγγισης DPSIR, (τροποποιημένο από Kristensen 2004, μετάφραση από State of the Gulf of Main Report).

Συγκεκριμένα σύμφωνα με τους Bowen & Riley (2003) και Peter (2004), η προσέγγιση DPSIR περιγράφει την αλληλεπίδραση μεταξύ:

- 1) των κινητήριων δυνάμεων που σχετίζονται με κοινωνικο-οικονομικές καταστάσεις (πληθυσμός, μεταφορές, χρήση ενέργειας, μονάδες παραγωγής ενέργειας, βιομηχανία, διυλιστήρια, γεωργία, χώροι υγειονομικής ταφής, συστήματα αποχέτευσης, μη βιομηχανικοί τομείς, χρήση της γης, γεωλογία (Kristensen 2004).
- 2) των πιέσεων, δηλαδή οι αλλοιώσεις που επηρεάζουν την ποιότητα του οικοσυστήματος (χρήση πόρων, παραγωγή αποβλήτων, παραγωγή θορύβου, άμεσες ή έμμεσες εκπομπές στον αέρα, το νερό και το έδαφος, ακτινοβολία, δονήσεις, ο εποχιακός τουρισμός (Kristensen 2004). Το αποτέλεσμα της ικανοποίησης μιας ανθρώπινης δραστηριότητας-ανάγκης.
- 3) της υφιστάμενης κατάστασης, όπου παρατηρούνται αλλαγές του δυναμικού του οικοσυστήματος (ποιότητα του αέρα, ποιότητα του εδάφους, ποιότητα των υδάτων, η υγεία των ανθρώπων, επηρεασμός στη βιοποικιλότητα χέρσου και υδάτων). Το αποτέλεσμα των πιέσεων είναι ο συνδυασμός των φυσικών, χημικών και βιολογικών συνθηκών.
- 4) των επιπτώσεων, που αποτελούν οι αλλαγές στη φυσική, χημική ή βιολογική κατάσταση του περιβάλλοντος και συνεπώς της αειφόρου ανάπτυξης και της κοινωνικής ευημερίας.
- 5) της απόκρισης, που προξενείται από τις αλλαγές του οικοσυστήματος. Οι ορθά περιβαλλοντικές λύσεις.

Η προσέγγιση Driver–Pressure–State–Impact–Response, αναπαριστά επιτυχώς την πολυπλοκότητα των κοινωνικών και περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων και τονίζει την ανάγκη κατανόησης της φύσης. Ο καθορισμός των προβλημάτων που προέρχονται από αυτές τις συγκρούσεις των αλληλεπιδράσεων θεωρείται βασικό σημείο της ολοκληρωμένης διαχείρισης (UNEP/MAP/PAP 1999).

Η μέθοδος αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη, παραταύτα, έχει επικριθεί για ελλείψεις. Η κριτική σημειώνει ότι το πλαίσιο δημιουργεί μια μονοδιάστατη αλυσίδα αιτιωδών δεσμών μη λαμβάνοντας υπόψη τη δυναμική του συστήματος (χωρική κατανομή και περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων). Συχνά οι δείκτες επαναλαμβάνονται και υπάρχει ασαφής σχέση μεταξύ αιτίας – αποτελέσματος σε σύνθετα περιβαλλοντικά ζητήματα. Η λύση είναι πρωτίστως η αναγνώριση ζωνών ειδικού λειτουργικού ενδιαφέροντος (ZFSI) σε μια λεκάνη απορροής (Zalidis 2004) και μετέπειτα η έμφαση στους δεσμούς μεταξύ των κόμβων του DPSIR (Karageorgis 2006), εφαρμόζοντας έτσι συγκεκριμένα κοινωνικο-οικονομικά- επιστημονικά μοντέλα, ώστε να κατανοηθεί και να αξιολογηθεί ορθότερα η αλληλεπίδραση των δεικτών/παραγόντων.

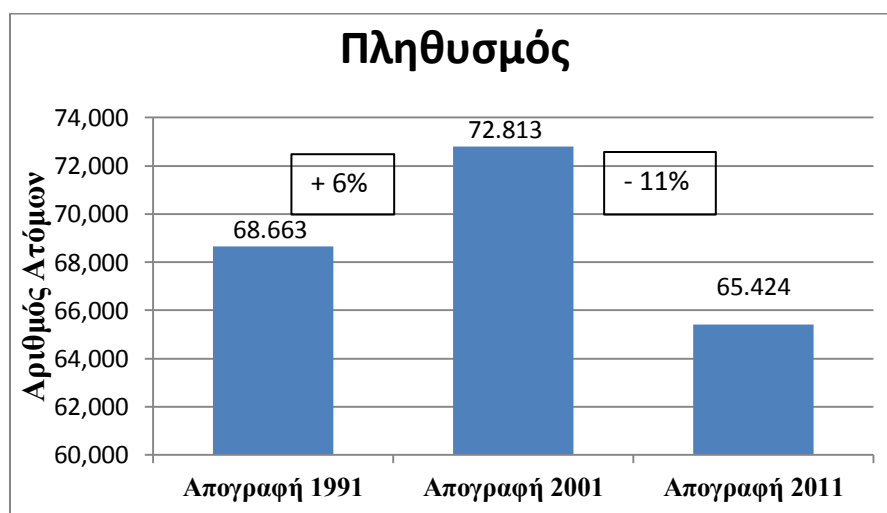
4.1 Εφαρμογή της Μεθόδου DPSIR στη λεκάνη Μυγδονίας

4.1.1 Κατευθυντήριες Δυνάμεις - Driving Forces

Οι κινητήριες δυνάμεις είναι οι κυριότερες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες και αποτελούν τις γενεσιουργές παραμέτρους που ενεργούν στην περιοχή. Είναι εκείνες οι παράμετροι, που προωθούν την ενίσχυση ή την αποδυνάμωση των πιέσεων στο περιβάλλον. Περιλαμβάνουν πληθυσμιακές τάσεις, χρήσεις γης, το αναπτυξιακό μοντέλο της περιοχής καθώς και φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες που διαμορφώνουν σημαντικά το περιβάλλον - όπως οι φυσικές απορροές - ή μεγάλης κλίμακας διεργασίες, των οποίων τα αίτια εντοπίζονται έξω από τα όρια της περιοχής μελέτης (LOICZ, 2000).

❖ Πληθυσμός και Οικονομική Κατανομή

Με βάση τα ανοικτά δεδομένα από τη GEODATA.gov.gr, συλλέχθηκαν τα αρχεία που αφορούν την απογραφή του πληθυσμού, για τη λεκάνη απορροής της Μυγδονίας, για τα χρονολογικά έτη 1991, 2001 και 2011.

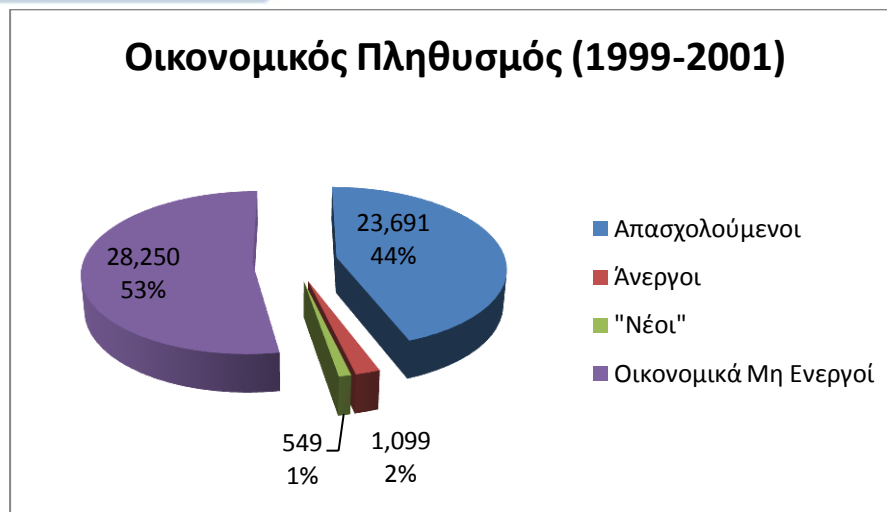


Σχήμα 1. Ποσοστιαία πληθυσμιακή διάρθρωση της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, για τα χρονολογικά έτη 1991, 2001, 2011 (Geodata.gov.gr).

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζεται συγκεντρωτικά το σύνολο του πληθυσμού, με το αντίστοιχο ποσοστό, που αναφέρονται στις τελευταίες δημογραφικές απογραφές πληθυσμού. Πιο αναλυτικά, για το έτος 1991 καταγράφηκαν 68.663 άτομα, για το έτος 2001 καταγράφηκαν 72.813 άτομα και για το έτος 2011 τα άτομα μειώθηκαν σε 65.424. Γενικά, παρατηρείται μια διακύμανση της τάξης του 6-10%.

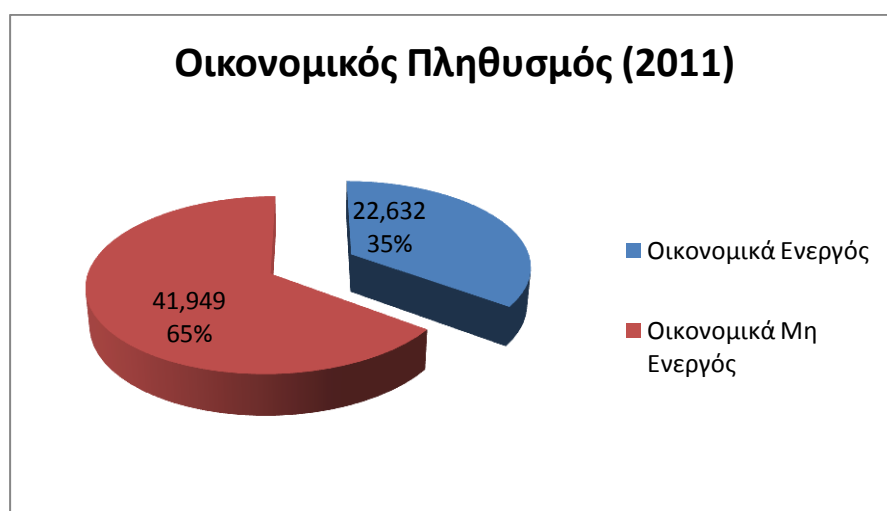
Κάθε οικονομία έχει ένα ορισμένο μέγεθος πληθυσμού. Για λόγους οικονομικής ανάλυσης ο πληθυσμός διακρίνεται σε οικονομικά ενεργό και σε οικονομικά μη ενεργό. Ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός αποτελεί το εργατικό δυναμικό (απασχολούμενοι και άνεργοι) της οικονομίας και περιλαμβάνει τα ενήλικα, ικανά

και με θέληση άτομα να εργασθούν. Συνεπώς, τα άτομα τα οποία δεν μπορούν ή δε θέλουν να εργασθούν αποτελούν τον οικονομικά μη ενεργό πληθυσμό.



Σχήμα 2. Ποσοστιαία κατανομή του οικονομικού πληθυσμού της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, για τα χρονολογικά έτη 1999-2001 (Geodata.gov.gr).

Παραπάνω δίνεται σχηματική απεικόνιση με τον οικονομικά ενεργό και μη ενεργό πληθυσμό της λεκάνης της Μυγδονίας για τα έτη 1999-2001. Στους ανέργους δίνεται η δυνατότητα να τονιστεί και ο αριθμός των νεαρών ατόμων. Τα 28.250 άτομα (53% του πληθυσμού) είναι οικονομικά μη ενεργά σε σχέση με τα 24.790 άτομα (47% του πληθυσμού), τα οποία είναι οικονομικά ενεργά. Από τα οικονομικά ενεργά, μόλις το 2% αποτελείται από ανέργους από τους οποίους το 50% είναι άτομα νεαρής ηλικίας.



Σχήμα 3. Ποσοστιαία κατανομή του οικονομικού πληθυσμού της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, για το χρονολογικό έτος 2011 (Geodata.gov.gr).

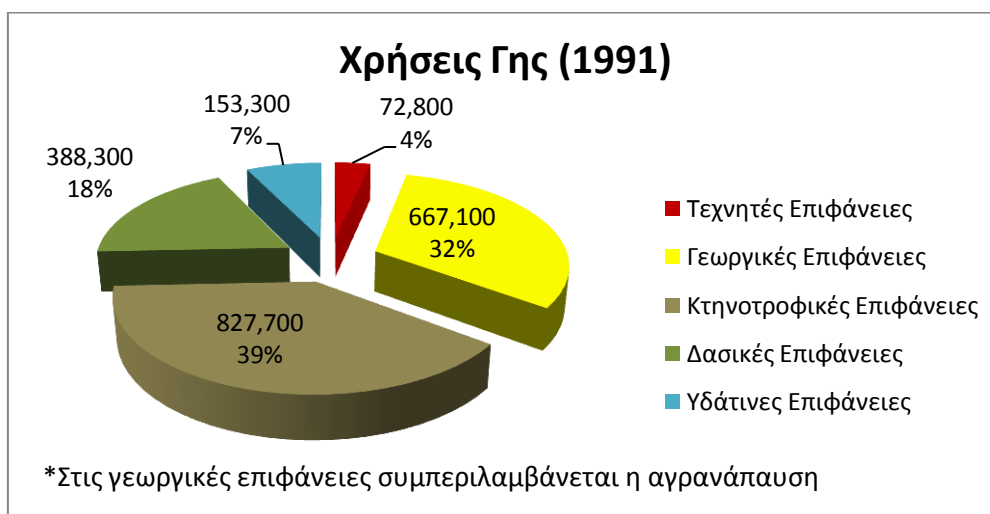
Αντίστοιχα με τα έτη 1999-2001 δίνεται σχηματική απεικόνιση με τον οικονομικά ενεργό και μη ενεργό πληθυσμό της λεκάνης της Μυγδονίας για το έτος 2011. Τα αποτελέσματα δεν είναι το ίδιο αναλυτικά και αντιπροσωπευτικά καθώς δε

βρέθηκαν δεδομένα. Τα στοιχεία Δημοτικές Ενότητες του Λαγκαδά και της Βόλβης, με το σύνολο του πληθυσμού να ανέρχεται στα 64.581 άτομα. Με την πρώτη ματιά, η κατανομή ακολουθεί αυτή των προηγούμενων ετών, δηλαδή ο οικονομικά μη ενεργός πληθυσμός είναι μεγαλύτερος 65% σε σχέση με τον οικονομικά ενεργό, 35% του πληθυσμού.

Φαίνεται ότι υπάρχει μια αντιστρόφως ανάλογη σχέση, η οποία περιγράφεται και παρακάτω, δηλαδή ενώ ο πληθυσμός μειώνεται, οι επιχειρήσεις αυξάνονται, δαπανώντας μεγάλα ποσοστά ενέργειας και εκπέμποντας ρύπους, επιβαρύνοντας το περιβάλλον. Οι χρήσεις γης διαφοροποιούνται, αλλάζοντας τις ποσότητες νερού που χρειάζονται για τη συντήρησή τους, αλλάζοντας, επίσης, τους εκπεμπόμενους ρύπους και τις ενεργειακές απαιτήσεις. Ο πληθυσμός μειώνεται, παραταύτα δεν παύει να αποτελεί μια κινητήριο δύναμη ρύπανσης προς το περιβάλλον. Ο αρχικός υπολογισμός του πληθυσμού είναι απαραίτητο κριτήριο, για να υπολογισθούν οι πιέσεις, όπως είναι οι υδατικές ανάγκες, οι οποίες αν και εποχιακά/ παροδικά αυξάνονται με τον τουρισμό.

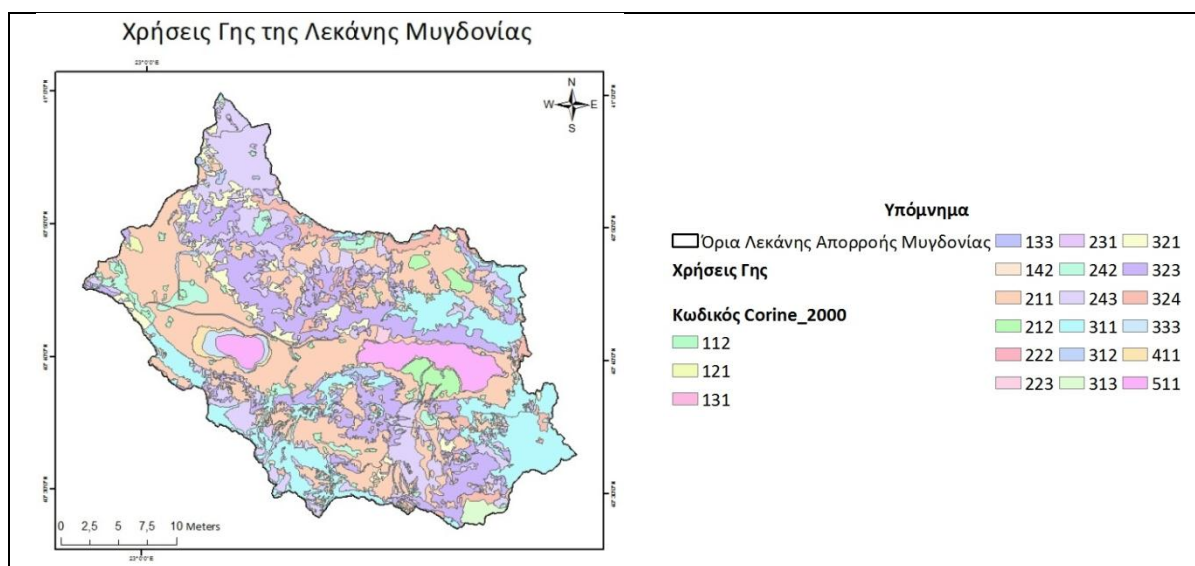
❖ Χρήσεις Γης

Οι χρήσεις γης αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου σχεδιασμού, ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη αξιοποίηση της γης και κατ' επέκταση των κοινωνικο-οικονομικών και ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Κάθε ενότητα προσδιορίζεται με όρια, δείχνοντας έτσι την επιτρεπόμενη παρέμβαση στη γη, στο σύνολο ενός δήμου ή και ευρύτερα στην επικράτεια, (Λιάρος 2016). Το νέο Προεδρικό Διάταγμα «Κατηγορίες και Περιεχόμενο Χρήσεων Γης», αντικαθιστά τον παλιότερο νόμο (ν. 4389/2016) εμπεριέχοντας πλέον 15 γενικές κατηγορίες χρήσεων γης, οι οποίες καλύπτουν τον αστικό και αγροτικό χώρο, σε αντιστοιχία με το πεδίο εφαρμογής των πολεοδομικών σχεδίων. Αντίστοιχα, οι προβλεπόμενες ειδικές χρήσεις έχουν διαμορφωθεί σύμφωνα με τα νέα κοινωνικο-οικονομικά πρότυπα ζωής και δραστηριοτήτων.



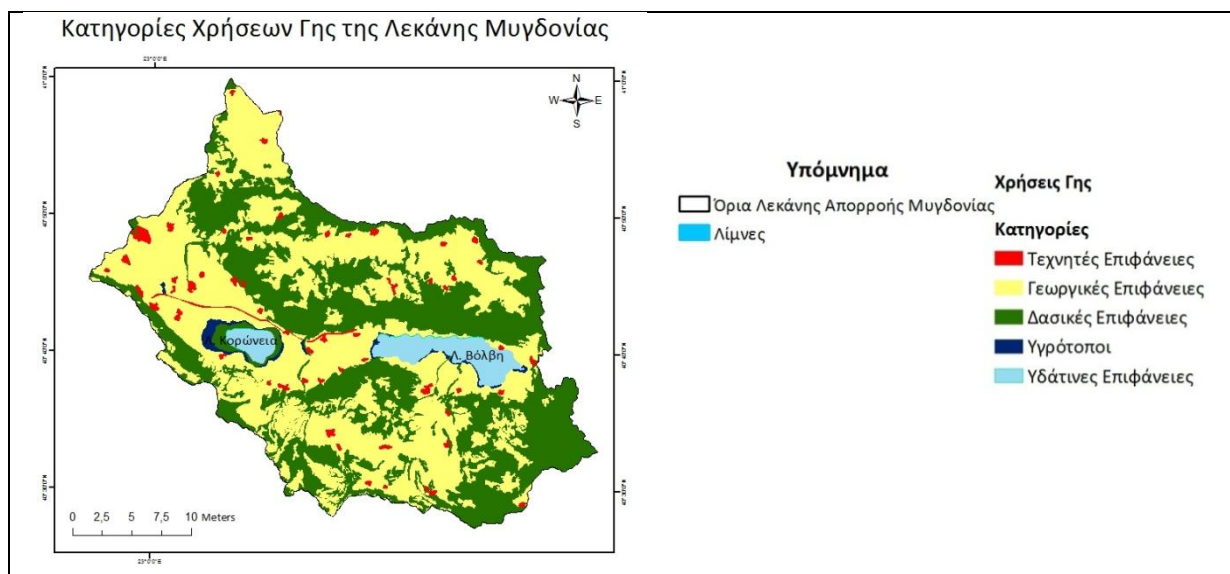
Σχήμα 4. Ποσοστιαία κατανομή των χρήσεων γης, σε στρέμματα, της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, για το χρονολογικό έτος 1991 (ΕΛ.ΣΤΑΤ).

Σύμφωνα με την παραπάνω σχηματική απεικόνιση φαίνεται ότι οικονομικά η περιοχή στηρίζεται στον πρωτογενή τομέα παραγωγής, καθώς τη μεγαλύτερη έκταση της λεκάνης καταλαμβάνουν η κτηνοτροφία με ποσοστό 39% και η γεωργία με 32%, αντίστοιχα. Ακολουθούν οι δασικές εκτάσεις (18%) και οι υδάτινη κάλυψη (7%), όπου περιλαμβάνονται οι λίμνες Βόλβη, Κορώνεια και ρέματα αυτών. Οι τεχνητές επιφάνειες καταλαμβάνουν το 4%, συμπεριλαμβανομένων την οικοδόμηση (3%) και άλλων εκτάσεων, όπως βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες, ορυχεία, δίκτυα συγκοινωνιών με ποσοστό 1%.



Χάρτης 12. Κατανομή των χρήσεων γης της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, σύμφωνα με το Corine 2000.

Τα δεδομένα από το Corine 2000, επεξεργάστηκαν από το λογισμικό GIS και προέκυψαν οι παραπάνω χρήσεις γης (Χάρτης 12), των οποίων ο κωδικός επεξηγείται στον Πίνακα 4. Για την καλύτερη κατανόηση τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν και οπτικοποιήθηκαν στο Χάρτη 13 και στη σχηματική απεικόνιση παρακάτω.



Χάρτης 13. Κατανομή των χρήσεων γης της ανά κατηγορία, σύμφωνα με το Corine 2000.

Πίνακας 4. Επεξήγηση κωδικών χρήσεων γης βάση του Corine Land Cover 2000.

Κωδικός

Επεξήγηση Κωδικού Corine_2000

Τεχνητές Επιφάνειες

112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
131	Χώροι εξορύξεως ορυκτών
133	Χώροι οικοδόμησης
142	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής

Γεωργικές Περιοχές

211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη
222	Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς
223	Ελαιώνες
231	Λιβάδια
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης

Δασικές Περιοχές (Ημιφυσικές)

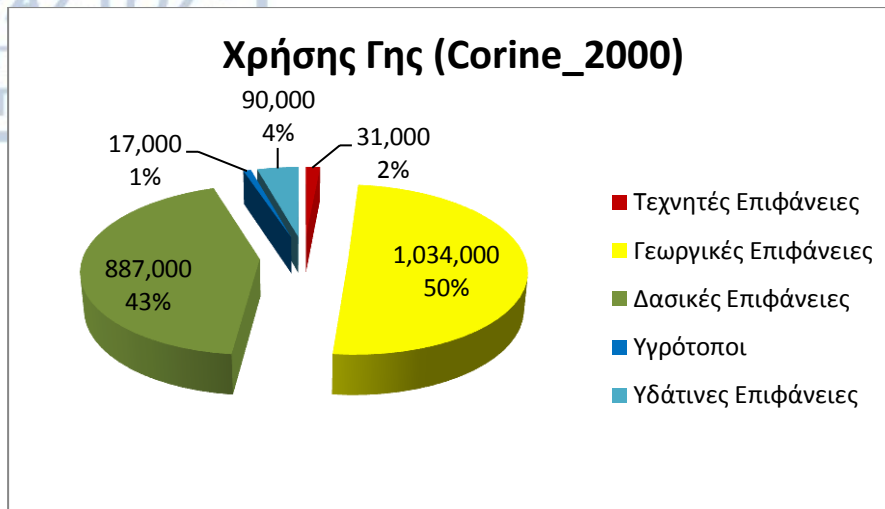
311	Δάσος πλατυφύλλων
312	Δάσος κωνοφόρων
313	Μικτό δάσος
321	Φυσικοί βοσκότοποι
323	Σκληροφυλλική βλάστηση
324	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις
333	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση

Υγρότοποι

411	Βάλτοι στην ενδοχώρα
-----	----------------------

Υδάτινες Επιφάνειες

511	Συλλογές Υδάτων
-----	-----------------



Σχήμα 5. Ποσοστιαία κατανομή των χρήσεων γης, σε στρέμματα, της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, σύμφωνα με το Corine_2000.

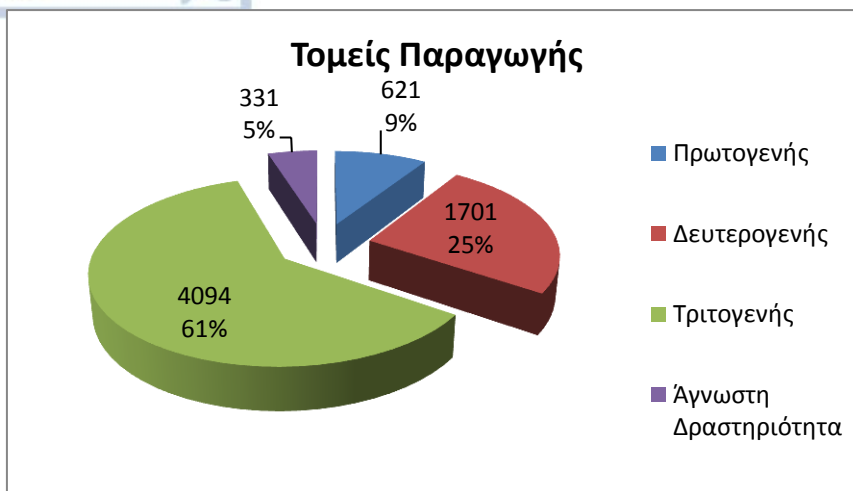
Σύμφωνα, λοιπόν, με τη σχηματική απεικόνιση 5 φαίνεται ότι η λεκάνη κατά το ήμισυ καλύπτεται από γεωργικές εκτάσεις (50%), δείχνοντας για ακόμη μια φορά ότι η οικονομία συνεχίζει να στηρίζεται στον πρωτογενή τομέα και αυτός αποτελεί την κυριότερη κατευθυντήρια δύναμη που ασκεί πιέσεις στο περιβάλλον. Οι δασικές εκτάσεις καταλαμβάνουν το 43%, στοιχείο το οποίο μαρτυρά την οικολογική αξία της περιοχής και τα διάφορα είδη χλωρίδας. Το υγρό στοιχείο καταλαμβάνει το 5% της συνολικής έκτασης, μείωση που πιθανόν να οφείλεται στην ξηρασία των λιμνών λόγω αλλαγής στο κλίμα και στην εκτροπή των ποταμών και χειμάρρων, που καταλήγουν στις δύο μεγάλες λίμνες της λεκάνης. Οι τεχνητές επιφάνειες, σε σύγκριση με το 1991, μειώθηκαν στο 2%. Επιπροσθέτως, διαφαίνεται ότι λόγω μείωσης του πληθυσμού και αλλαγή των χρήσεων γης, το οικονομικό μοντέλο της περιοχής αλλάζει.

❖ Τομείς Παραγωγής - Απασχόληση

Με βάση δεδομένα από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, οι κάτοικοι για το 2001 δείχνουν μια προτίμηση να εργασθούν στον πρωτογενή τομέα (πρώτες ύλες: γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία) με 40%, έναντι των άλλων δύο τομέων, δηλαδή το δευτερογενή (επεξεργασία ύλης, βιομηχανίες) και τον τριτογενή τομέα (παροχή υπηρεσιών) με 30%, έκαστος. Το 2011 με δεδομένα μόνο από τους Δήμους Βόλβης και Λαγκαδά οι κάτοικοι στρέφονται στον τριτογενή τομέα με 72%, έναντι του δευτερογενούς με 20% και του πρωτογενούς, που έχει εξαιρετική μείωση στο 8%.

Σύμφωνα με τα δεδομένα από τη Geodata.gov.gr και την απογραφή των επιχειρήσεων για το 2005, στο σύνολο της λεκάνης η παροχή υπηρεσιών (τριτογενής τομέας) υπερέχει των άλλων τομέων παραγωγής με 61%. Έπεται, ο τομέας της επεξεργασίας ύλης ή αλλιώς των βιομηχανιών (δευτερογενής τομέας) με 25% και ο τομέας κάλυψης των βασικών αναγκών-υλών (τριτογενής τομέας) με 9%, ενώ για 331 επιχειρήσεις (5%) δεν είναι γνωστός ο κλάδος δραστηριότητάς τους. Τα βιομηχανικά απόβλητα και τα διάφορα απόβλητα, που παράγονται από τις επιχειρήσεις, ασκούν

μια μορφή πίεσης καθώς χρήζουν πρώτα επεξεργασία πριν την απόρριψη τους συνήθως στο υδάτινο σύστημα.



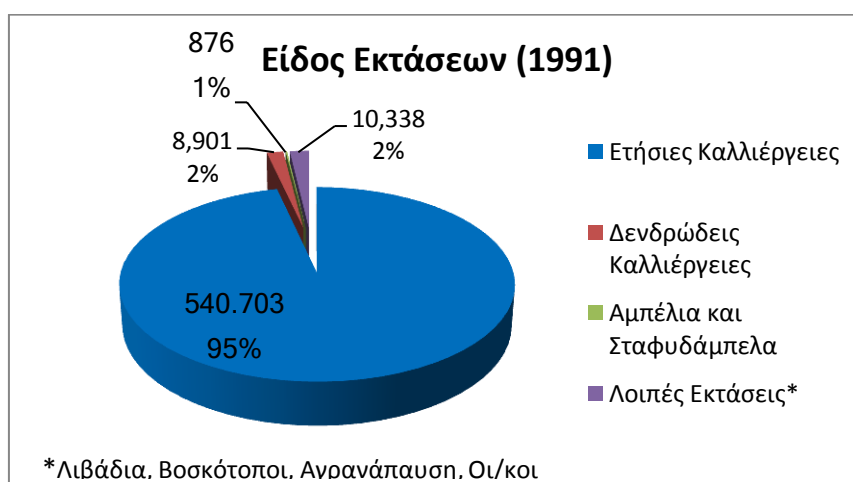
Σχήμα 6. Ποσοστιαία κατανομή των τομέων παραγωγής για το 2005, (Geodata.gov.gr).

❖ Πρωτογενής Τομέας

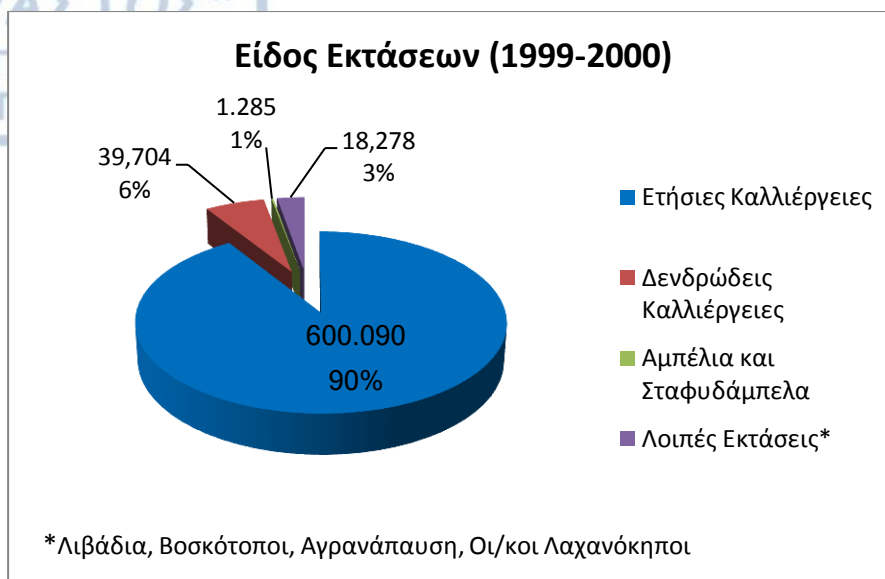
Ο πρωτογενής τομέας είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένος σε όλη την έκταση της λεκάνης, αποτελώντας την κύρια πηγή ανάπτυξης της τοπικής οικονομίας.

Γεωργία

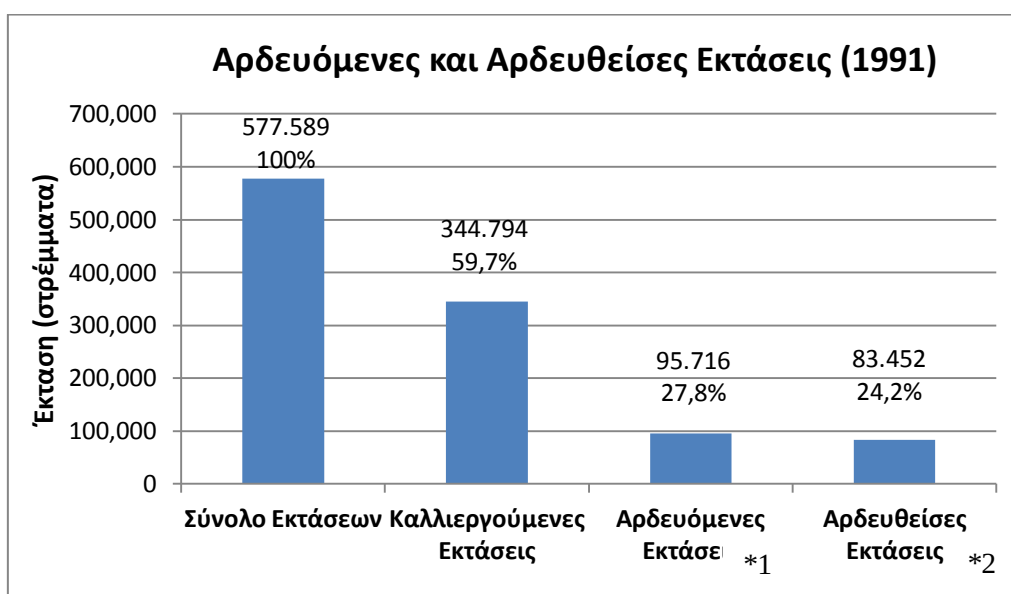
Η γεωργία αποτελεί το σύνολο των δραστηριοτήτων, που σχετίζονται με την καλλιέργεια του εδάφους της γης με σκοπό την παραγωγή φυτικών προϊόντων και χρήσης τους από τα έμβια όντα. Θεωρείται ότι συνεισφέρει στην αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού. Επίσης, λόγω των (χημικών) φυτοπροστατευτικών, που χρησιμοποιούνται ευρέως για την ενίσχυση της ανάπτυξης των διαφόρων εκτάσεων, καθώς και του όγκου νερού, που είναι απαραίτητος για τη διατήρησή τους, ο τομέας της γεωργίας αποτελεί σημαντική κατευθυντήρια δύναμη.



Σχήμα 7. Ποσοστιαία κατανομή του είδους καλλιέργειας (σε στρέμματα) για το έτος 1991, (Geodata.gov.gr).



Σχήμα 8. Ποσοστιαία κατανομή του είδους καλλιέργειας (σε στρέμματα), της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, για τα χρονολογικά έτη 1999-2000, (Geodata.gov.gr).

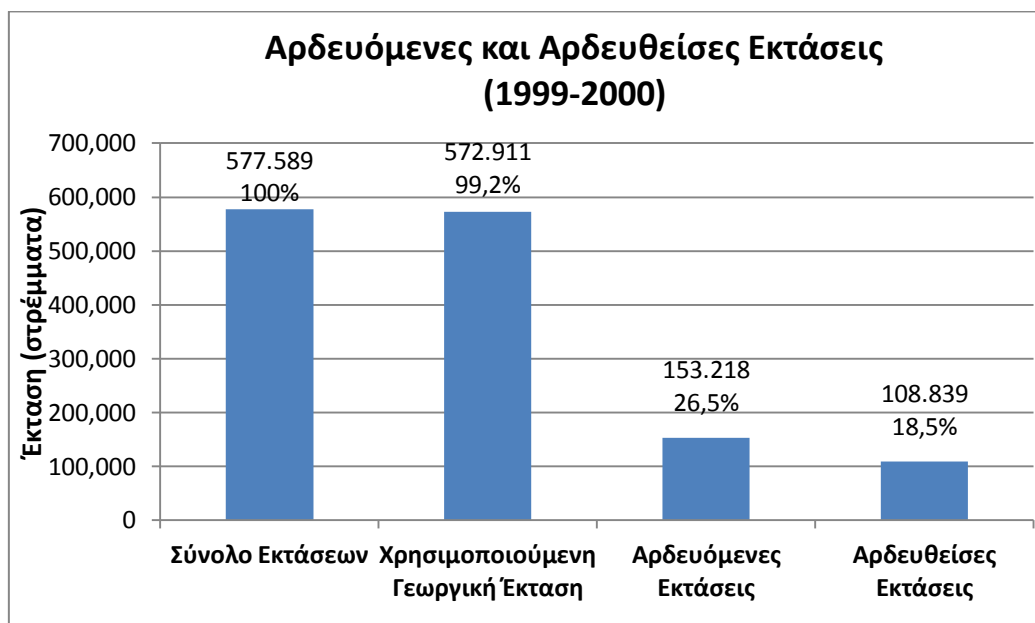


Σχήμα 9. Ποσοστιαία κατανομή των αρδευόμενων και αρδευόντων εκτάσεων (σε στρέμματα), επί του συνόλου, της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, για το χρονολογικό έτος 1991, (Geodata.gov.gr).

*1 Αρδευόμενες εκτάσεις είναι οι εκτάσεις που χρησιμοποιούν νερό άρδευσης με οποιονδήποτε τρόπο (ιδιωτική ή κοινοτική γεώτρηση και δίκτυο, γειτνίαση με πηγές νερού, ποτάμια κλπ.). Δεν θεωρούνται αρδευόμενες περιοχές που ποτίζονται με μεταφορά νερού με βυτίο ή από δίκτυο ύδρευσης, (<http://www.agrotipos.gr/mobile.asp?mod=articles&id=85362> , τελευταία επίσκεψη 21/12/2017)

*2 Αρδευθείσες εκτάσεις είναι εκείνες που ανήκουν στην περίμετρο των υφιστάμενων αρδευτικών έργων, (<https://www.scribd.com/document/356848253/%CE%9C%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CF%84%CE%B7%CE%9A%CF%81%CE%B5%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AC>, τελευταία επίσκεψη 31/12/2017)

Ο κλάδος της γεωργίας αποτελεί την κύρια δραστηριότητα των κατοίκων της λεκάνης απορροής της Μυγδονίας. Το σύνολο των εκτάσεων ανέρχεται στα 577.589 στρέμματα. Από το σύνολο των εκτάσεων για το έτος 1991 καλλιεργείται το 59,7%, από αυτές το 16,6% θεωρείται ότι είναι αρδευόμενες εκτάσεις και το 14,4% είναι αρδευθείσες εκτάσεις (Σχήμα 9). Αντίστοιχα, για το 1999-2000 καλλιεργείται το 99,2%, από αυτές το 26,5% θεωρείται ότι είναι αρδευόμενες εκτάσεις και το 18,5% είναι αρδευθείσες εκτάσεις (Σχήμα 10). Η διαφορά αυτή πιθανό να οφείλεται στην υποδομή, στους νέους διαθέσιμους πόρους ή στην ανάπτυξη άλλων υπαρχόντων καλλιεργειών, όπως για παράδειγμα των δενδρωδών καλλιεργειών, που έγινε αύξηση κατά 4% για τα έτη 1999-2000. Στα Σχήματα 7 και 8 φαίνονται πιο καθαρά οι προτιμήσεις των κατοίκων.

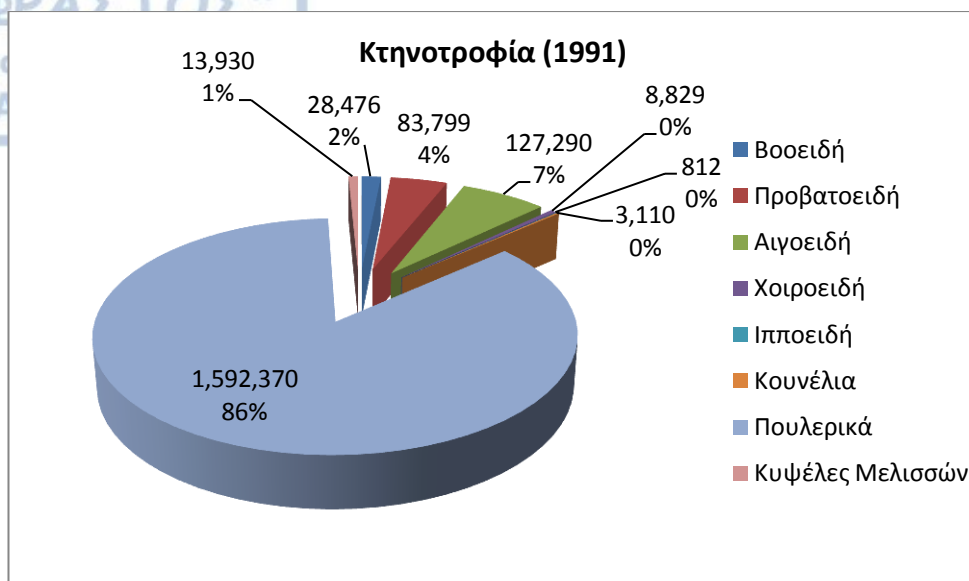


Σχήμα 10. Ποσοστιαία κατανομή των αρδευόμενων και αρδευόντων εκτάσεων (σε στρέμματα), επί του συνόλου, της λεκάνης απορροής Μυγδονίας, για τα χρονολογικά έτη 1999-2000, (Geodata.gov.gr).

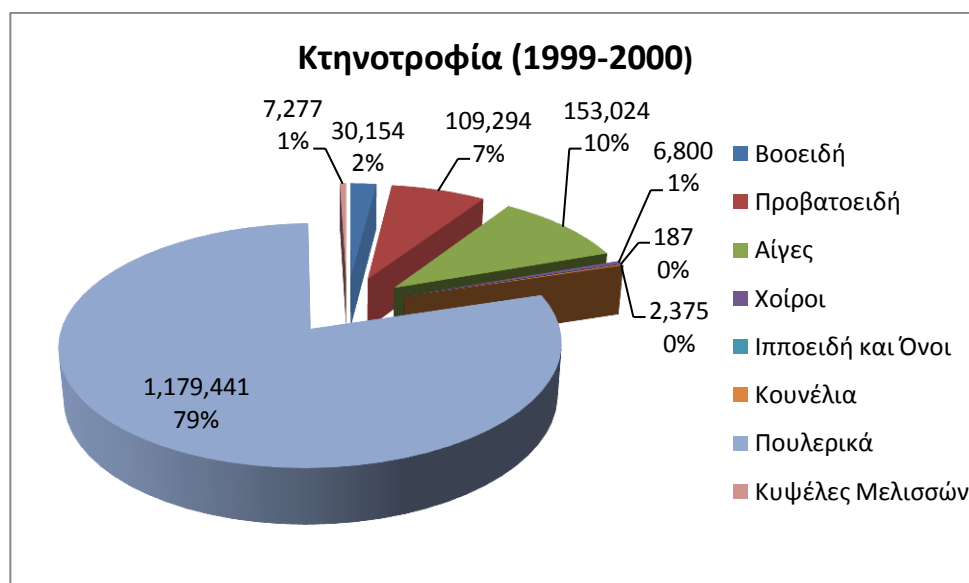
Αξίζει να σημειωθεί ότι από το 1991 μέχρι το 2000 η χρήση της καλλιεργούμενης γης σχεδόν διπλασιάστηκε. Οι αρδευόμενες και αρδευθείσες εκτάσεις διπλασιάστηκαν εξίσου, δείχνοντας την ανθρώπινη επέμβαση και τη διάνοιξη νέων γεωτρήσεων, επιφέροντας διάφορα περιβαλλοντικά θέματα, τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω.

Κτηνοτροφία

Η κτηνοτροφία αποτελεί αρχέγονη δραστηριότητα του ανθρώπου. Μέσω αυτής εκτρέφει διαφόρων ειδών ζώα και έπειτα τα εκμεταλλεύεται για τη διατήρηση της ζωής του και την ανάπτυξη της οικονομίας. Ο κλάδος της κτηνοτροφίας εντάσσεται στις κατευθυντήριες δυνάμεις, καθώς το ενδιαφέρον εντοπίζεται κυρίως στην ποσότητα νερού, που καταναλώνεται από τα ζώα. Δευτερογενή σημασία έχουν οι απεκκρίσεις τους.



Σχήμα 11. Ποσοστιαία κατανομή της κτηνοτροφίας με βάση τα είδη των ζώων (σε αριθμό κεφαλών), που εκτρέφονται, στη λεκάνη απορροής της Μυγδονίας, για το χρονολογικό έτος 1991, (Geodata.gov.gr).



Σχήμα 12. Ποσοστιαία κατανομή της κτηνοτροφίας με βάση τα είδη των ζώων (σε αριθμό κεφαλών), που εκτρέφονται, στη λεκάνη απορροής της Μυγδονίας, για τα χρονολογικά έτη 1999-2000 (Geodata.gov.gr).

Σύμφωνα με όσα ειπώθηκαν παραπάνω οι εκτάσεις που αφορούν βοσκοτόπια και λιβάδια αποτελούν μόνο το 1% των καλλιεργειών. Εντούτοις, ο κλάδος της κτηνοτροφίας είναι αρκετά αναπτυγμένος αποτελώντας μια ακόμη πηγή εισοδήματος των κατοίκων, με κυριότερη διαδικασία την εκτροφή πουλερικών με 86% το 1991 και 79% το 1999-2000. Ακολουθούν, η εκτροφή προβατοειδών (4% για το 1991, 7% για το 1999-2000) και αιγοειδών (7% για το 1991 και 10% για το 1999-2000). Αντιστοίχως, η ενασχόληση με τα βοοειδή, τα χοιροειδή, τα ιπποειδή, τα κουνέλια και τις κυψέλες μελισσών είναι περιορισμένη και δεν υπερβαίνει το 2% για κάθε κατηγορία.

Ο τομέας της αλιείας είναι αρκετά αναπτυγμένος στις λίμνες Βόλβη και Κορώνεια. Θεωρείται ότι τη δεκαετία του '90 η λίμνη Κορώνεια υπήρξε η δεύτερη πιο παραγωγική λίμνη στην Ελλάδα. Σήμερα, εξαιτίας της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και μείωσης της στάθμης των δύο λιμνών (ιδιαίτερα της λίμνης Κορώνειας), η δραστηριότητα αυτή ασκείται αποκλειστικά στη λίμνη Βόλβη, υπό την προστασία του τοπικού Αλιευτικού Συνεταιρισμού «Αγία Παρασκευή» (Σχέδιο Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου 2009). Η μη ορθολογική διαχείριση και υπερεκμετάλλευση των λιμνών πιθανό να επηρέασε την τοπική οικονομία και υποβάθμισε τις δύο λίμνες.

❖ Δευτερογενής τομέας

Ο δευτερογενής τομέας στην περιοχή εδρεύει κυρίως στη βιομηχανία τροφίμων, στην κλωστοϋφαντουργία, στη βιομηχανία ξύλου, στην παραγωγή βασικών μετάλλων και στις κατασκευές επίπλων και κτηρίων, καθώς και στην ύπαρξη παλαιών βαφείων. Η πλειονότητα των επιχειρήσεων για το 2005 (Geodata.gov.gr) εδρεύει στο Δήμο Λαγκαδά (518 επιχειρήσεις). Πλέον, στο δήμο Κορώνειας λειτουργούν μόνο 4 βιομηχανίες, (Σχέδιο Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου 2009). Οι περισσότερες επιχειρήσεις-βιομηχανίες έχουν μεταφερθεί στις γειτονικές χώρες, κυρίως τη Βουλγαρία, μειώνοντας ελαφρώς το ρυπαντικό φορτίο, που καταλήγει κυρίως στις δύο λίμνες.

❖ Τριτογενής τομέας

Ο τριτογενής τομέας, δηλαδή η παροχή υπηρεσιών είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένος στο Δήμο Λαγκαδά με συνολικά 1077 επιχειρήσεις (Geodata.gov.gr), προκαλώντας επιπτώσεις στο οικοσύστημα.

Τουρισμός

Ο τουρισμός εντοπίζεται κυρίως στη Νέα Απολλωνία και στην περιοχή γύρω από τις λίμνες Βόλβη και Κορώνεια, λόγω των παραλίων δασών και των σπάνιων ειδών χλωρίδας και πανίδας, σημαντικής οικολογικής αξίας, τα οποία αναπτύσσονται στις εν λόγω περιοχές. Λόγω των ιαματικών πηγών και της εύκολης προσβασιμότητας της περιοχής, ο Δήμος Λαγκαδά αποτελεί πηγή τουρισμού.

Δεδομένα, που αφορούν την περιοχή μελέτης, βρέθηκαν μόνο για τις Δημοτικές Ενότητες Λαγκαδά και Βόλβης, για την περίοδο 2007-2015, όσο αφορά τις διανυκτερεύσεις και τις αφίξεις (Δροσιάδης 2017), όπου σημειώνεται μια πτώση στον τουρισμό. Λογικό, διότι οι περιοχές εντάσσονται στο πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης, γεγονός που εξυπηρετεί περισσότερο σε μια εκδρομή αναψυχής. Ο τουρισμός αποτελεί ένα μόνιμο χαρακτηριστικό της περιοχής, το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει μια μορφή δύναμης, διότι αν και η αύξηση του πληθυσμού είναι παροδική, έως και αμελητέα στη λεκάνη Μυγδονίας, δεν παύει να σημειώνεται αυξημένη κατανάλωση νερού ύδρευσης και ενέργειας.

4.1.2 Πιέσεις – Pressures

❖ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Υδρευτικές Ανάγκες

Για τον υπολογισμό των υδατικών αναγκών στη λεκάνη Μυγδονίας, εκτιμάται αρχικά, η ειδική κατανάλωση (Ε.Κ), η οποία αφορά την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών των κατοίκων. Η ειδική κατανάλωση μεταβάλλεται εποχικά. Το διεθνές αποδεκτό όριο της ημερήσιας ανάγκης σε νερό για οικιακή μόνο χρήση εκτιμάται στα 200 lt (λίτρα) ανά κάτοικο χωρίς να υπολογίζεται η κατανάλωση νερού σε κοινόχρηστους χώρους (Καζάκης 2016).

Για τη χειμερινή περίοδο, η οποία εκτιμάται από το μήνα Οκτώβριο έως τον Απρίλιο (245 ημέρες), εφαρμόζεται ο τύπος:

$$\text{Ειδική κατανάλωση (m}^3\text{/κατ./ημ.)} = (\text{κάτοικοι} \times 0,20 \text{ m}^3\text{/ημ.}) \times 1,20$$

Για τη θερινή περίοδο, η οποία εκτιμάται από το Μάιο έως το Σεπτέμβριο (120 ημέρες), εφαρμόζεται ο τύπος:

$$\text{Ειδική κατανάλωση (m}^3\text{/κατ./ημ.)} = (\text{κάτοικοι} \times 0,25 \text{ m}^3\text{/ημ.}) \times 1,20$$

όπου: 0,2 m³/ημ και 0,25 m³/ημ. είναι η ημερήσια κατανάλωση σε νερό για οικιακή χρήση ανά κάτοικο (200 lt), (250lt), αντίστοιχα και 1,20 αντιστοιχεί σε απώλειες δικτύου (20%)

Οπότε,

Για το έτος 1991:

$$\text{ε.κ χειμερινής περιόδου} = (68.663 \times 0,20 \text{ m}^3\text{/ημ.}) \times 1,20 = 16.479 \text{ m}^3\text{/ημέρα}$$

$$\text{ε.κ θερινής περιόδου} = (68.663 \times 0,25 \text{ m}^3\text{/ημ.}) \times 1,20 = 20.599 \text{ m}^3\text{/ημέρα}$$

Ετήσια κατανάλωση για υδρευτική χρήση:

$$(16.479 \text{ m}^3\text{/ημ.} \times 245 \text{ ημέρες}) + (20.599 \text{ m}^3\text{/ημ.} \times 120 \text{ ημέρες}) = 6.509.252 \text{ m}^3\text{/yr.}$$

Για το έτος 2001:

$$\text{ε.κ χειμερινής περιόδου} = (72.813 \times 0,20 \text{ m}^3\text{/ημ.}) \times 1,20 = 17.475 \text{ m}^3\text{/ημέρα}$$

$$\text{ε.κ θερινής περιόδου} = (72.813 \times 0,25 \text{ m}^3\text{/ημ.}) \times 1,20 = 21.844 \text{ m}^3\text{/ημέρα}$$

Ετήσια κατανάλωση για υδρευτική χρήση:

$$(17.475 \text{ m}^3\text{/ημ.} \times 245 \text{ ημέρες}) + (21.844 \text{ m}^3\text{/ημ.} \times 120 \text{ ημέρες}) = 6.902.672 \text{ m}^3\text{/yr.}$$



Για το έτος 2011:

$$\text{ε.κ χειμερινής περιόδου} = (65.424 \times 0,20 \text{ m}^3/\text{ημ.}) \times 1,20 = 15.702 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$\text{ε.κ θερινής περιόδου} = (65.424 \times 0,25 \text{ m}^3/\text{ημ.}) \times 1,20 = 19.627 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Ετήσια κατανάλωση για υδρευτική χρήση:

$$(15.702 \text{ m}^3/\text{ημ.} \times 245 \text{ ημέρες}) + (19.627 \text{ m}^3/\text{ημ.} \times 120 \text{ ημέρες}) = 6.202.195 \text{ m}^3/\text{yr.}$$

Αρδευτικές Ανάγκες

Για κάθε στρέμμα καλλιεργούμενης έκτασης, βρέθηκαν από τη βιβλιογραφία (ΚΥΑ Φ16/6631/89) τα m^3 νερού που καταναλώνονται για κάθε καλλιεργητική περίοδο (κατά προσέγγιση σε σχέση με την ελάχιστη και τη μέγιστη προτεινόμενη κατανάλωση νερού, Παράρτημα Πίνακας 8). Αυτά πολλαπλασιάζονται με τον αριθμό των στρεμμάτων για να υπολογιστεί η συνολική κατανάλωση για κάθε είδος καλλιέργειας. Η συνολική κατανάλωση νερού στη γεωργία υπολογίζεται αθροίζοντας τις επιμέρους καταναλώσεις. Ο τύπος που χρησιμοποιείται είναι:

$$\text{Σύνολο } \text{m}^3 \text{ νερό/yr} = \text{αριθμός στρεμμάτων} \times \text{m}^3 \text{ νερό/στρέμμα είδους καλλιέργειας} \times \text{βαθμός απόδοσης μεθόδου άρδευσης}$$

Στην παρούσα εργασία δεν έχει υπολογιστεί ο ακριβής αριθμός εκτάσεων για κάθε είδος καλλιέργειας, αλλά το σύνολο των εκτάσεων που χρειάζεται να ποτιστεί (αρδευόμενες και αρδευθείσες / ο διαχωρισμός αυτός γίνεται σύμφωνα με τα δεδομένα της ΕΛ.ΣΤΑΤ και του Επιχειρησιακού Σχεδίου Αγροτικής Ανάπτυξης 2013).

Το μεγαλύτερο μέρος των εκτάσεων στην περιοχή είναι αρδευόμενες με κύριες καλλιέργειες τον αραβόσιτο και τη μηδική. Γενικά εικάζεται ότι η κατανάλωση ύδατος κυμαίνεται στα $500 - 600 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$, ακόμα και στις υδροβόρες καλλιέργειες. Θεωρείται δε ότι η πραγματική κατανάλωση ύδατος δεν υπερβαίνει τα $500 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$ και ότι το περισσότερο νερό συγκαταλέγεται στις απώλειες (Αδαμοπούλου και Σεπετζή 2013). Έτσι, προκύπτει ότι οι ετήσιες αρδευτικές ανάγκες είναι:

Για το έτος 1991:

$$95.716 \text{ στρέμματα} \times 500 \text{ m}^3/\text{στρέμμα} = 47.858.000 \text{ m}^3/\text{yr}$$

Για το έτος 1999-2000:

$$153.218 \text{ στρέμματα} \times 500 \text{ m}^3/\text{στρέμμα} = 76.609.000 \text{ m}^3/\text{yr}$$

Σε γενικές γραμμές η αρδευτική κατανάλωση στη Μυγδονία είναι της τάξης 50 - 60 x 10⁶ m³/yr, ανάλογα κάθε φορά με το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης (Ντότα 2008). Αυτή η θεωρία δε φαίνεται να ισχύει για το 2000, αποτελώντας τον επόμενο παράγοντα πίεσης στη λεκάνη Μυγδονίας.

Κτηνοτροφικές Ανάγκες

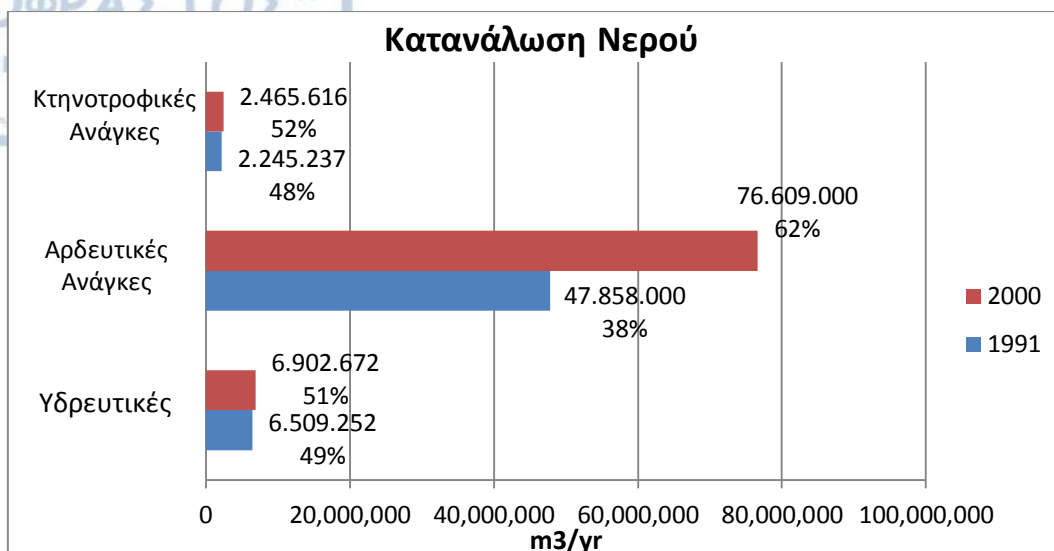
Με βάση το είδος της κτηνοτροφίας, υπάρχει ένας δείκτης με την ελάχιστη ποσότητα νερού ημερησίως που χρειάζεται το κάθε είδος. Αυτός ο δείκτης πολλαπλασιάζεται με το συνολικό αριθμό ζώων ανά κατηγορία είδους, ώστε να υπολογιστούν οι συνολικές κτηνοτροφικές ανάγκες σε νερό σε λίτρα/ημέρα, αθροίζοντας τις επιμέρους καταναλώσεις. Ο τύπος που χρησιμοποιείται είναι

$$\text{Κατανάλωση νερού (lt/ημ.)} = (\text{Σύνολο ζώων/είδος}) \times (\text{δείκτης/είδος})$$

Οι δείκτες και το σύνολο της κτηνοτροφίας για τα έτη 1991 και 1999-2000 δίνονται στον Πίνακα 6. Όπως προαναφέρθηκε η περιοχή στηρίζεται στην εκτροφή πουλερικών, ίσως διότι χρειάζονται τη λιγότερη ποσότητα νερού καθημερινώς, μόλις 0,5lt/ημ. Η κτηνοτροφία έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, επομένως και οι υδατικές ανάγκες, οι οποίες από 2.245.237 m³/yr (6.151.335 lt/ημ) το 1991, αυξήθηκαν το 1999-2000 περίπου κατά 10%, δηλαδή ποσοτικά σε 2.465.616 m³/yr (6.755.111 lt/ημ.). (Προκειμένου να υπάρξει σύγκριση με τις υπόλοιπες καταναλώσεις σε νερό, τα αποτελέσματα των λίτρων/ημέρα πολλαπλασιάζονται με το 365 και εν συνεχεία το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζεται με το 0,001 ώστε να προκύψει η κατανάλωση σε m³/yr)

Πίνακας 6. Υπολογισμός δείκτη στον κτηνοτροφικό τομέα (Τουλιάτου 2014).

Κτηνοτροφία	Δείκτης (lt/ημ.)	Σύνολο ζώων 1991	Σύνολο (lt/ημ.) 1991	Σύνολο ζώων 1999-2000	Σύνολο (lt/ημ.) 1999-2000
Ιπποειδή/ Όνοι	70	812	56.840	187	13.090
Βοοειδή	70	28.476	1.993.320	30.154	2.110.780
Χοιροειδή	15	8.829	132.435	6.800	102.000
Προβατοειδή	15	83.799	1.256.985	109.294	1.639.410
Αιγοειδή	15	127.290	1.909.350	153.024	2.295.360
Κουνέλια	2	3.110	6.220	2.375	4.750
Πουλερικά	0,5	1.592.370	796.185	1.179.441	589.721
Γενικό Σύνολο			6.151.335		6.755.111



Σχήμα 15. Ποσοστιαία κατανομή της κατανάλωσης νερού ανά τομέα για τα έτη 1991, 2000, (ιδία επεξεργασία βάσει των αποτελεσμάτων, που προέκυψαν παραπάνω).

Η αύξηση των γεωργικών εκτάσεων, αλλά και η αύξηση του αριθμού των ζώων, έφεραν ως αποτέλεσμα αύξηση στην κατανάλωση νερού (Σχήμα 15). Όσο αφορά τη γεωργία σημειώνεται ραγδαία αύξηση (20%) το 2000 σε σχέση με το 1991, γεγονός που υποδηλώνει την αλόγιστη χρήση του νερού στην περιοχή και τον κύριο λόγο όπου οι κάτοικοι οδηγούνται στην ανόρυξη νέων γεωτρήσεων. Για λόγους ομοιομορφίας σύγκρισης, στην κατανάλωση νερού για υδρευτική χρήση χρησιμοποιήθηκε ο πληθυσμός της απογραφής του 2001, σαφώς με τη μείωση αυτού το 2011 το ανάλογο δαπανώμενο νερό έχει μειωθεί (περίπου κατά 700 m³/yr).

❖ Ενεργειακές Ανάγκες

Για την εκτροφή και την παραγωγή διαφόρων ζωϊκών προϊόντων, χρειάζεται καλλιεργήσιμη γη. Η κατανάλωση νερού δεν είναι η μόνη δαπάνη καθώς απαιτούνται πολλές κιλοβατώρες για τη συλλογή των προϊόντων και μετέπειτα της επεξεργασίας τους. Συνεπώς, η σπατάλη ενέργειας αποτελεί ακόμη μια πίεση προς το περιβάλλον.

Όπως θα φανεί και παρακάτω, η κατανάλωση ενέργειας μέσα στα χρόνια μεγεθύνεται, με μεγαλύτερη χρήση της στο γεωργικό κλάδο.

Κατανάλωση Ενέργειας στη Γεωργία

Προκειμένου να βρεθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις στη γεωργία, πολλαπλασιάζονται οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις γης με τις αντίστοιχες κιλοβατώρες. Το συνολικό άθροισμα της κατανάλωσης σε kWh προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους κατηγοριών. Ο τύπος που χρησιμοποιείται είναι

$$\text{Κατανάλωση ενέργειας στη γεωργία} = \text{KWh/στρέμμα} \times \text{αριθμός στρεμμάτων}$$

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα, οι ενεργειακές δαπάνες από 99.000.000 KWh το 1991 έχουν αυξηθεί στις 116.000.000 KWh, δηλαδή σημειώνεται αύξηση κατά 8% εις βάρος της διατήρησης της οικολογίας της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 7. Υπολογισμός δείκτη στο γεωργικό τομέα (Τουλιάτου 2014).

Γεωργία	Kwh/στρ. Καλ. περίοδο	Εκτάσεις (στρ.) 1991	Σύνολο kwh για 1991	Εκτάσεις (στρ.) 1999- 2000	Σύνολο kwh για 1999-2000
Δενδρώδεις Καλλιέργειες	176,02	8.901	1.566.754	39.704	6.988.645
Ετήσιες Καλλιέργειες	176,02	540.703	95.174.542	600.090	105.627.895
Αμπέλια	176,02	876	154.194	1.285	226.256
Κηπευτικά	176,02	10.338	1.819.695	18.278	3.217.294
Γενικό Σύνολο			98.715.184		116.060.090

Κατανάλωση Ενέργειας στην Κτηνοτροφία

Για την κατανάλωση ενέργειας βρέθηκαν οι kwh που απαιτούνται για την εκτροφή της κάθε κατηγορίας ζώων ετησίως (Warwick HRI 2007). Οι kwh πολλαπλασιάζονται με το συνολικό αριθμό ζώων της κάθε κατηγορίας. Η συνολική κατανάλωση βρίσκεται με το άθροισμα των kwh των επιμέρους κατηγοριών. Ο τύπος που χρησιμοποιείται είναι

$$\text{Κατανάλωση ενέργειας στην κτηνοτροφία} = \text{kwh/έτος} \times \text{αριθμός ζώων}$$

Μεγάλη ενεργειακή κατανάλωση προκαλείται από την εκτροφή ιπποειδών, όνων και βοοειδών, (70kwh/yr), ενώ αντίθετα ελάχιστη μόλις 0,5kwh/yr για την εκτροφή πουλερικών, εξοικονομώντας τις οικονομικές δαπάνες στην περιοχή. Συγκριτικά, όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 8, από το 1991 μέχρι το 2000 οι ενεργειακές δαπάνες έχουν αυξηθεί περισσότερο από 10.000.000kwh (10%).

Πίνακας 8. Υπολογισμός δείκτη στον κτηνοτροφικό τομέα (Τουλιάτου 2014).

Κτηνοτροφία	Κατανάλωση Ενέργειας (kwh/yr)	Σύνολο ζώων 1991	Σύνολο (kwh/yr) 1991	Σύνολο ζώων 1999-2000	Σύνολο(kwh/yr) 1999-2000
Ιπποειδή/ Όνοι	70	812	1.264.649	187	291.243
Βοοειδή	70	28.476	27.218.215	30.154	28.822.098
Χοιροειδή	15	8.829	13.750.726	6.800	10.590.660
Προβατοειδή	15	83.799	1.577.935	109.294	2.058.006
Αιγοειδή	15	127.290	2.396.871	153.024	2.881.442
Κουνέλια	2	3.110	5.474	2.375	12.999.800
Πουλερικά	0,5	1.592.370	2.802.571	1.179.441	2.075.816
Γενικό Σύνολο			49.016.441		59.719.065

Παραγωγή Ρύπου με βάση τις Χρήσεις Γης

Γενικά υπάρχουν πρότυπα, που αφορούν την εξαγωγή θρεπτικών ουσιών μεταξύ διαφορετικών χρήσεων γης, ακολούθως είναι (Donahue 2013):

Για το ολικό φώσφορο (TP): δάση <μη καλλιεργήσιμη έκταση <βοσκότοπος <μικτή γεωργία <αστικές περιοχές <σειρές καλλιεργειών << στάβλοι & αποθήκευση κοπριάς.

Για το ολικό άζωτο (TN): δάσος <βοσκότοπος <αστικές <μη σειρές καλλιέργειες <σειρές καλλιεργειών <μικτή γεωργία << στάβλοι & αποθήκευση κοπριάς.

Ανάλογα με το πώς αξιοποιείται η γη παράγεται και ένα συγκεκριμένο φορτίο ρύπων, το οποίο περιλαμβάνει το ολικό άζωτο και το ολικό φώσφορο. Υπολογίζεται, βάση το συντελεστή της εκάστοτε χρήσης γης, (Πίνακας 9, Andreadakis et al. 2007), ο οποίος πολλαπλασιάζεται με την αντίστοιχη έκταση (σε εκτάρια, 1 εκτάριο αντιστοιχεί σε 10 στρέμματα=10.000 m²).

Βάσει των αποτελεσμάτων (Πίνακες 10 και 11) το άζωτο, με περίπου 99%, σε σχέση με το φώσφορο μόλις 2%, είναι ο κύριος παράγοντας ρύπανσης, αφού η χρήση του είναι ευρεία τόσο στα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα (για παράδειγμαalachlor, endosulfan, carbofuran, triadimefon, Σχέδιο Διαχείρισης, 2014, Παράρτημα Β), όσο και στη βιομηχανία. Ο κτηνοτροφικός τομέας με την εκτροφή ζώων επιβαρύνει, επίσης, σε άζωτο το περιβάλλον και την ατμόσφαιρα.

Πίνακας 9. Συντελεστές ρύπων, Αζώτου (N) και Φωσφόρου (P), ανά κατηγορία χρήσεων γης (Andreadakis 2007).

Χρήσεις Γης	Ολικό Άζωτο (TN) (kg/ha/yr)	Ολικός Φώσφορος (TP) (kg/ha/yr)
Δασική Επιφάνεια	3	0,1
Βοσκότοποι – Λιβάδια	5	0,5
Γεωργική Επιφάνεια	40	0,5
Αστική Περιοχή	5	1
Ατμοσφαιρική Κατακρήμνιση	1,2	0,01

Πίνακας 10. Υπολογισμός φορτίου αζώτου και φωσφόρου στις χρήσεις γης για το 1991, (ιδία επεξεργασία βάση των συντελεστών του Andreadakis 2007).

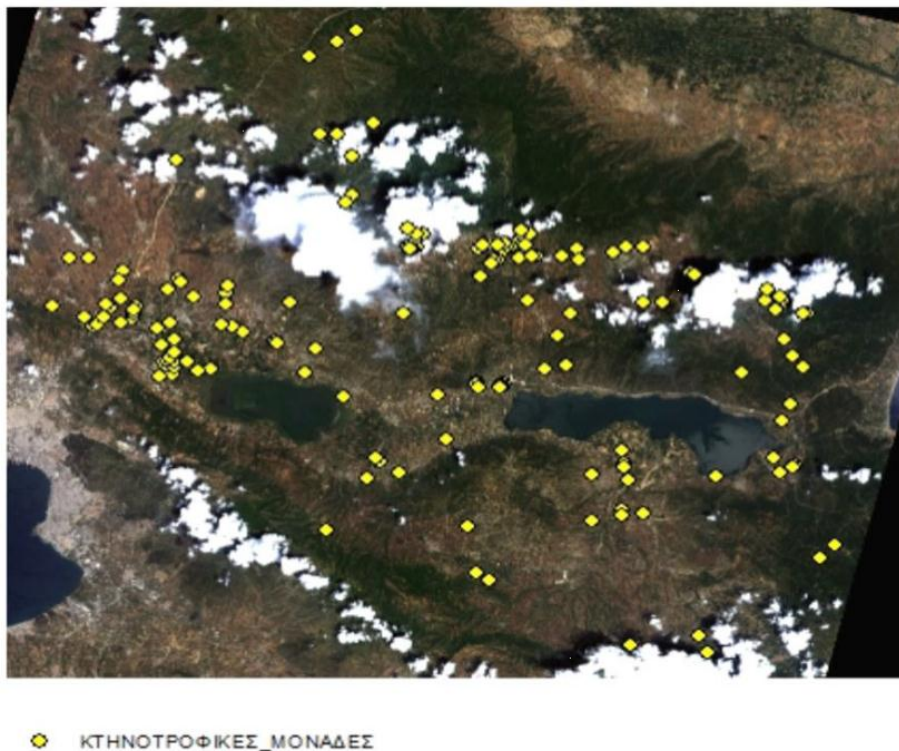
Χρήσεις Γης	Εκτάσεις (ha)	TN (kg/yr)	TP (kg/yr)
Τεχνικές Επιφάνειες	7.280	36,4	7,3
Καλλιεργήσιμες Επιφάνειες	66.710	2.668,4	33,4
Κτηνοτροφικές Επιφάνειες	82.770	248,3	8,3
Δασικές Επιφάνειες	38.830	194,2	19,4
Υδάτινες Επιφάνειες	15.330	18,4	0,2
Γενικό Σύνολο	210.920	3.165,7	68,5

Πίνακας 11. Υπολογισμός φορτίου αζώτου και φωσφόρου στις χρήσεις γης σύμφωνα με το Corine_2000, ((ιδία επεξεργασία βάση των συντελεστών του Andreadakis 2007).

Χρήσεις Γης	Εκτάσεις (ha)	TN (kg/yr)	TP (kg/yr)
Τεχνικές Επιφάνειες	3.100	15,5	3,1
Γεωργικές Επιφάνειες	103.400	4.136	51,7
Δασικές Επιφάνειες	88.700	266,1	8,9
Υγρότοποι	1.700	8,5	0,9
Υδάτινες Επιφάνειες	9.000	10,8	0,1
Γενικό Σύνολο	205.900	4.436,9	64,6

Παραγωγή Ρύπου στην Κτηνοτροφία

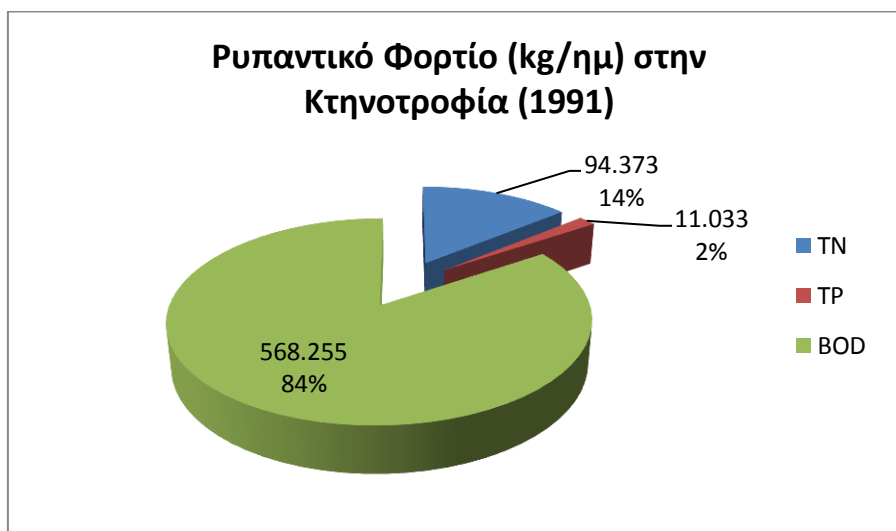
Η σταβλισμένη κτηνοτροφία αν και θεωρείται πιο ελεγχόμενη από την ελεύθερη δεν παύει να αποτελεί ακόμη μια πηγή ρύπανσης προς το περιβάλλον. Τα κύρια ρυπαντικά φορτία αποτελούνται από άζωτο (N), φώσφορο (P) και το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο των κτηνών (BOD). Από αυτά θεωρείται ότι ένα μέρος τους καταλήγει στα επιφανειακά ύδατα (ακόμα μικρότερο στα υπόγεια ύδατα) και συγκεκριμένα το 15% του N, το 3% του P και το 20% του BOD (Andreadakis 2007). Οι συντελεστές των ρύπων (Πίνακας 12) πολλαπλασιάζονται με το αντίστοιχο ποσοστό, τον αριθμό ζώων του κάθε είδους και στη συνέχεια το αποτέλεσμα διαιρείται με 1000.



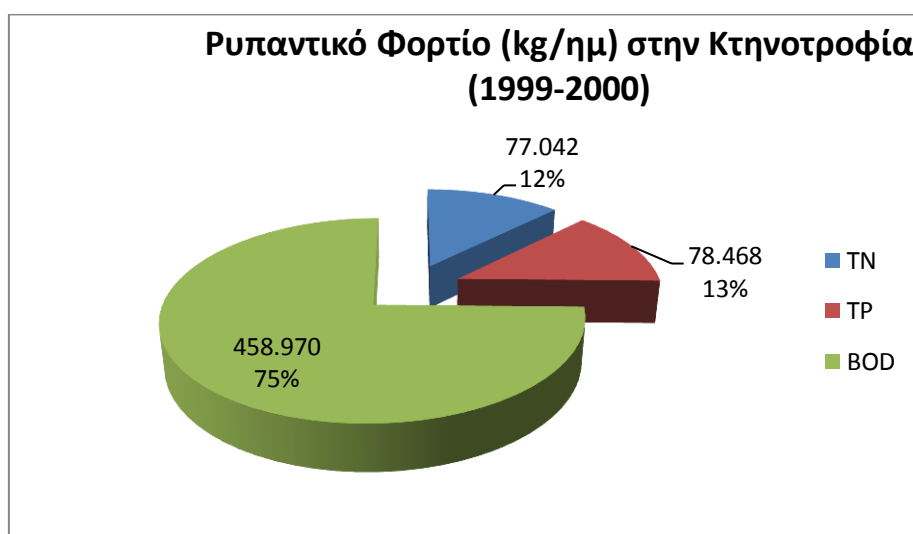
Εικόνα 6. Βουστάσια και χοιροστάσια στην περιοχή ευθύνης του Φορέα Διαχείρισης, (Φορέας Διαχείρισης Λιμνών Κορώνειας-Βόλβης).

Πίνακας 12. Συντελεστές ρύπων Αζώτου (N), Φωσφόρου (P), Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD), (Andreadakis et al. 2007, τροποποιημένο).

Είδος Ζώου	TN (kg/ tn ζώο /ημ)	TP (kg/ tn ζώο /ημ)	BOD (kg/ tn ζώο /ημ)
Βοοειδή	0,45	0,05	1,5
Προβατοειδή	0,41	0,07	1,67
Αιγοειδή	0,41	0,07	1,67
Χοιροειδή	0,48	0,14	1,00
Ιπποειδή	0,09	0,02	1,09
Πουλερικά	0,33	0,22	1,53



Σχήμα 16. Ποσοστιαία κατανομή του συνολικού ρυπαντικού φορτίου (σε kg/ημ.), στην κτηνοτροφία για το 1991, (ιδία επεξεργασία βάση συντελεστών ρύπων από Andreadakis 2007).



Σχήμα 17. Ποσοστιαία κατανομή του συνολικού ρυπαντικού φορτίου (σε kg/ημ.), στην κτηνοτροφία για το 1999-2000, (ιδία επεξεργασία βάση συντελεστών ρύπων από Andreadakis 2007).

Η παραγωγή αζώτου από τα σταβλισμένα ζώα αποτελεί διαχρονικό πρόβλημα, όπως και η παραγωγή φωσφόρου, κυρίως μέσω των συστατικών των σκευασμάτων της τροφής τους, σε μικρότερο βαθμό αλλά αυξανόμενο (από 2% μέσα σε 8 χρόνια αυξήθηκε σε 13%). Το BOD αποτελεί τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της οργανικής ύλης σε δείγμα (στη συγκεκριμένη περίπτωση στην κοπριά). Στο Παράρτημα (Σχήμα 1,2) φαίνεται πόσο συνεισφέρει στη ρύπανση το κάθε είδος.

Αστικά Λύματα

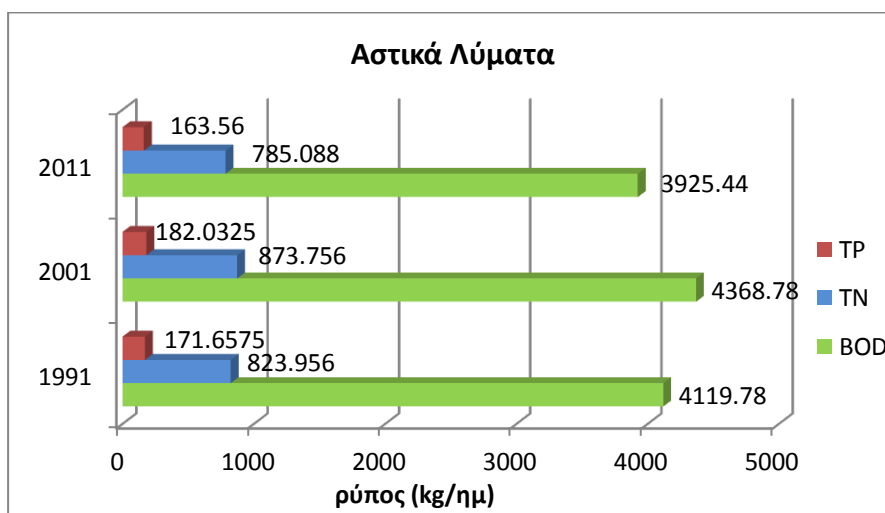
Τα αστικά λύματα αφορούν τα οικιακά λύματα, ή το μείγμα αυτών με βιομηχανικά ή όμβρια ύδατα, τα οποία καταλήγουν στους υπονόμους, έχοντας αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Σχετίζονται άμεσα με τον αριθμό του πληθυσμού σε μια περιοχή και από το είδος της επεξεργασίας αυτών (ανεπεξεργαστα, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια). Η Οδηγία 91/271/ΕΟΚ έχει ορίσει τους συντελεστές των παραγόμενων φορτίων:

BOD: 60 gr/κατ/ημ

TN: 12 gr/κατ/ημ

TP: 2,5 gr/κατ/ημ

Για να εκτιμηθεί η ποσότητα των παραγόμενων ρύπων, πολλαπλασιάζεται ο εκάστοτε συντελεστής με τον αριθμό του πληθυσμού σύμφωνα με τα αποτελέσματα της κάθε δημογραφικής απογραφής. Στο σχήμα, που ακολουθεί, η μείωση του πληθυσμού έφερε μείωση των παραγόμενων φορτίων, το οποίο, όμως, δε σημαίνει ότι δεν αποτελεί μορφή πίεσης στη λεκάνη αν συνδυαστεί με το είδος της επεξεργασίας των λυμάτων.



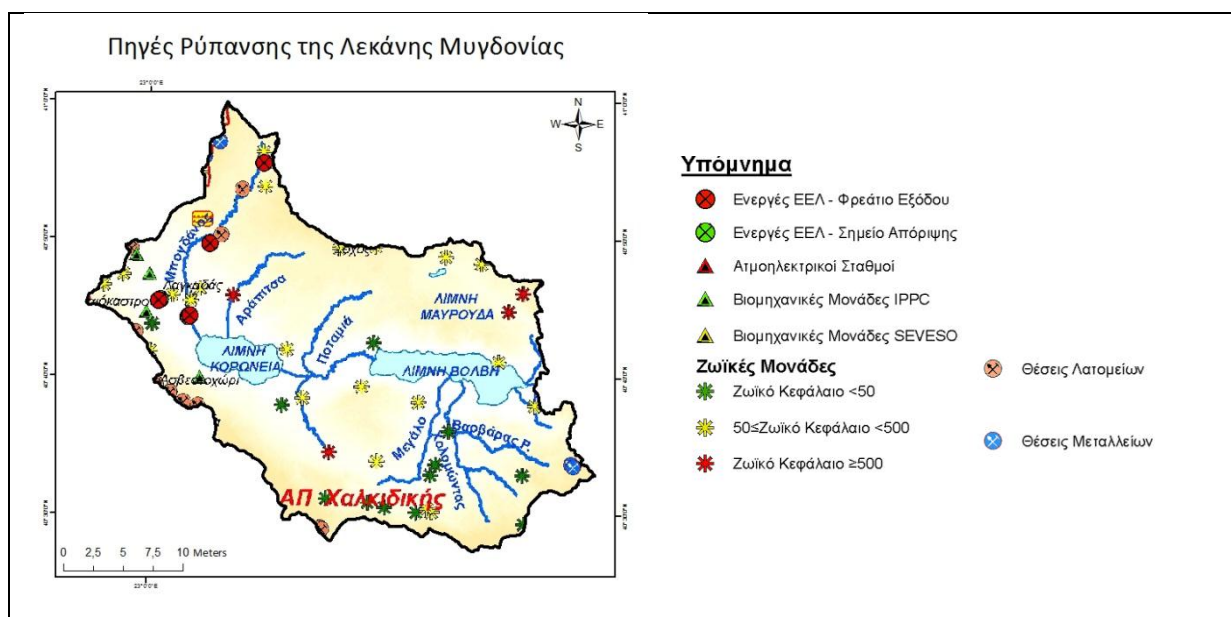
Σχήμα 18. Κατανομή ρυπαντικού φορτίου (σε kg/ημ.), του πληθυσμού για τα έτη 1991, 2001, 2011, (ιδία επεξεργασία βάσει των συντελεστών παραγόμενων φορτίων της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ και της ΕΛ.ΣΤΑΤ.).

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση της δευτεροβάθμιας βιολογικής επεξεργασίας το οργανικό ρυπαντικό φορτίο μειώνεται κατά 90%, του αζώτου κατά 80% και 20% για το φώσφορο. Στην περίπτωση δε που τα λύματα υπόκεινται σε τριτοβάθμια βιολογική επεξεργασία το οργανικό φορτίο μειώνεται κατά 95%, ενώ το άζωτο και το φώσφορο κατά 80%. Εάν δε λειτουργεί καμία εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων τότε θεωρείται ότι μέσω των σηπτικών βόθρων, που χρησιμοποιούνται από τον πληθυσμό, υπάρχει μείωση οργανικού φορτίου κατά 30%, ενώ το υπόλοιπο 70% καταλήγει στα επιφανειακά και υπόγεια συστήματα. Δεν αναφέρεται κάποια μείωση για το άζωτο και το φώσφορο. Στον Πίνακα 13, παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι συντελεστές. Στο Παράρτημα (Πίνακας 11) φαίνονται τα φορτία ανά Δημοτική Ενότητα. Στη Δ.Ε. Λαγκαδά λειτουργεί εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (περισσότερες πληροφορίες παρακάτω).

Πίνακας 13. Συντελεστές εκπεμπόμενων ρύπων ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας των αστικών λυμάτων (Andreadakis et al. 2007).

Είδος Βιολογικής Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων	BOD (gr/κατ/ημ)	TN (gr/κατ/ημ)	TP (gr/κατ/ημ)
Ανεπεξέργαστα	60	12	2,5
Δευτεροβάθμια	6	2,4	2
Τριτοβάθμια	3	2,4	0,5

Στο χάρτη παρακάτω δίνονται οι δραστηριότητες της περιοχής, οι οποίες, ορισμένες από αυτές, συνάμα αποτελούν πηγές ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων σωμάτων. Στις πηγές, λοιπόν, περιλαμβάνονται τα φρεάτια εξόδου των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων (Ε.Ε.Λ), βιομηχανικές μονάδες, ζωϊκές μονάδες, καθώς, επίσης, οι θέσεις των λατομείων και των μεταλλείων πολλά εκ των οποίων δε λειτουργούν σήμερα, αλλά οι εγκαταστάσεις υπάρχουν ακόμα, συνεχίζοντας να ρυπαίνουν τη γύρω περιοχή.



Χάρτης 14. Δραστηριότητες/ Πηγές Ρύπανσης στη Λεκάνη Μυγδονίας, (Διαχειριστικό Σχέδιο των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας, Περιληπτικό Κείμενο 2014, ιδία επεξεργασία στο GIS).

Όπως φαίνεται και από τον Χάρτη 14 και την Εικόνα 6, όλες οι εγκαταστάσεις και τα βουστάσια είναι τοποθετημένα περιμετρικά των λιμνών και του υδρογραφικού δικτύου, επιβαρύνοντας την ποιότητα των υδάτων με χημικά στοιχεία (νιτρικά, σίδηρο και άλλα ιόντα).

❖ Κλίμα

Οι δραστηριότητες του ανθρώπου, κυρίως αυτές που έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων άνθρακα (αερίων του θερμοκηπίου, Μεθάνιο (CH_4), Διοξείδιο του Άνθρακα (CO_2), Υποξείδιο του Αζώτου (N_2O), στο περιβάλλον, επιφέρουν αλλαγή στο κλίμα μια περιοχής. Η αύξηση των ημερών με μειωμένη βροχόπτωση επιφέρει την αύξηση θερμών ημερών, συνεπώς, ενδέχονται αλλαγές και στη Λεκάνη της Μυγδονίας, που περιλαμβάνουν αλλαγή του παραγωγικού μοντέλου της περιοχής, άρα και της τοπικής οικονομίας.

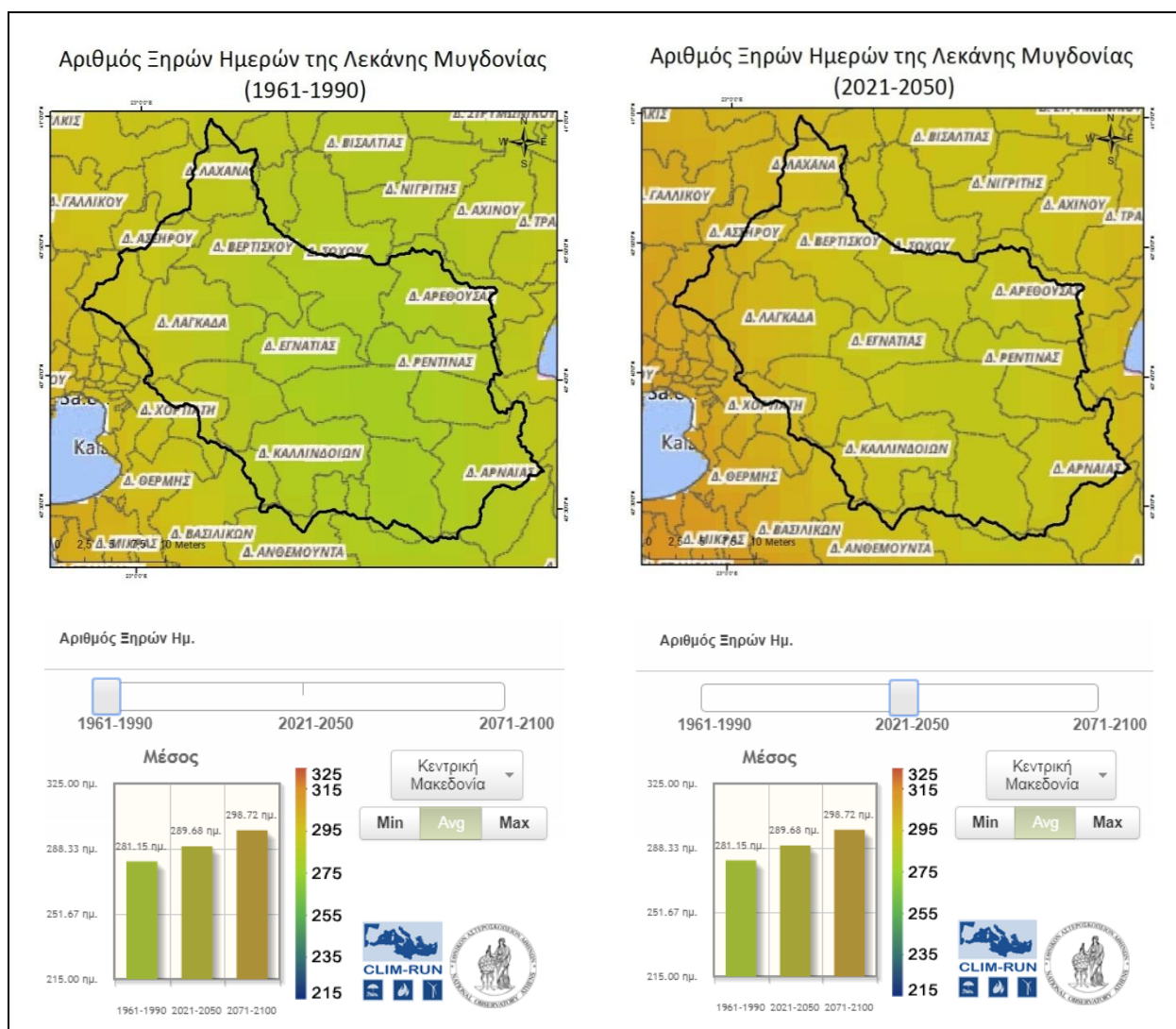
Η αγροτική παραγωγή θα μειωθεί, τα υπόγεια αποθέματα θα μειωθούν και πιθανότατα να υπάρξει πρόβλημα υφαλμύρινσης, καθώς η στάθμη της θάλασσας θα ανέλθει. Η θερμοκρασία, στη χώρα, στα μέσα του αιώνα υπολογίζεται αυξημένη κατά περίπου $2,5^\circ\text{C}$ σε σχέση με το 1961-1990 και τους θερινούς μήνες υπολογίζεται αύξηση κατά $3,8^\circ\text{C}$. Αντίθετα, οι βροχοπτώσεις θα μειωθούν περίπου κατά 12%. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η αύξηση επικινδυνότητας για εκδήλωση πυρκαγιάς, συνεπώς οι αποθήκες νερού θα δεχτούν εντονότερη πίεση.

Στους χάρτες παρακάτω αποτυπώνεται η μεταβολή ανάμεσα στις ξηρές και θερμές ημέρες μεταξύ του 1961-1990 και το μέλλον 2021-2050. Ο αριθμός των ξηρών ημερών, υπολογίζει τον αριθμό ημερών με συνολική ημερήσια βροχόπτωση κάτω από 0,5 mm. Ο αριθμός των θερμών ημερών, αναφέρεται στον αριθμό ημερών, όπου η μέγιστη θερμοκρασία της ημέρας ξεπερνά τους 30°C .

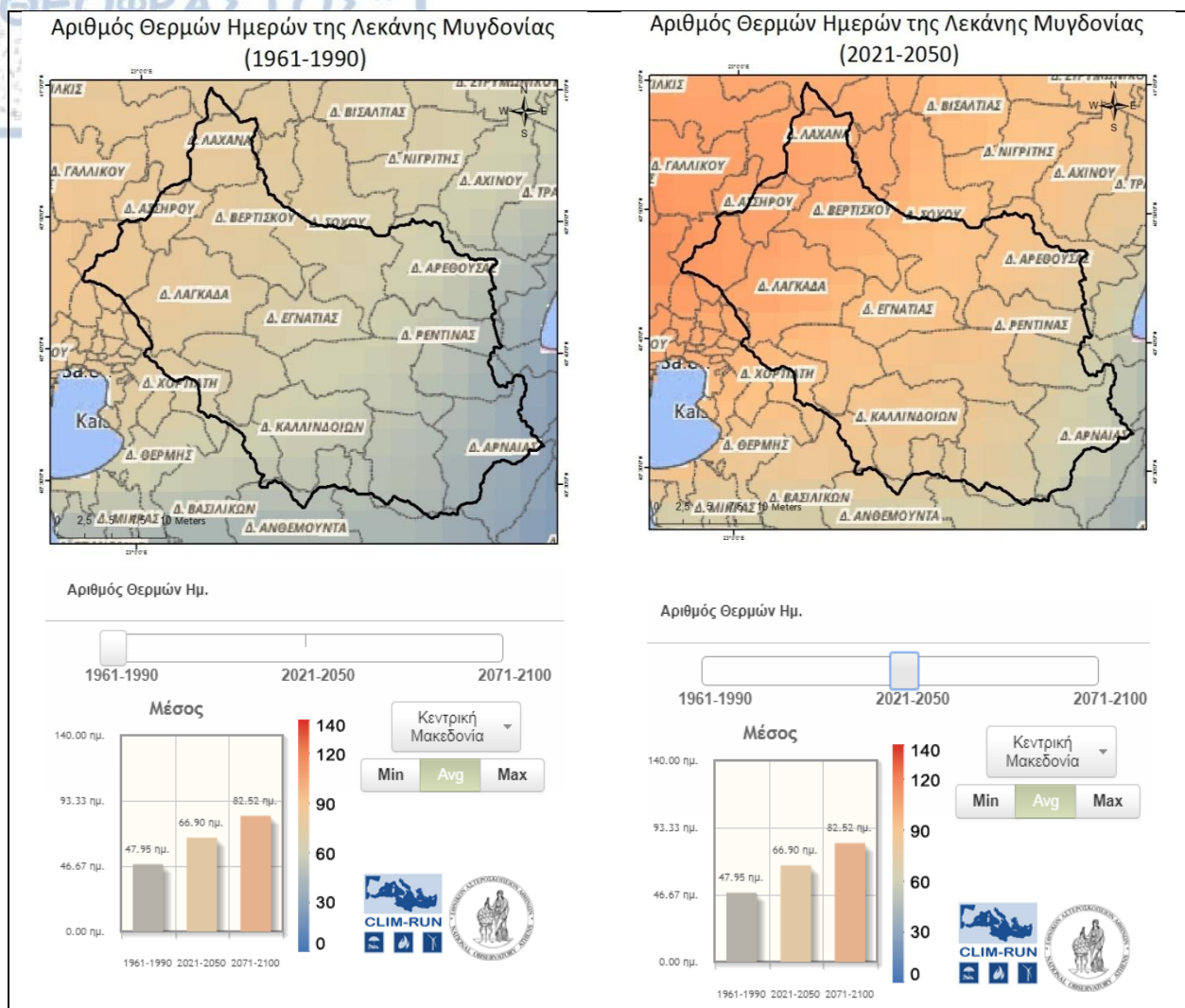
❖ Πυρκαγιές και Καμένες Εκτάσεις

Οι πυρκαγιές και οι καμένες εκτάσεις αναφέρονται στον αριθμό των εκτάσεων γης, οι οποίες αποψιλώνονται κάθε έτος από τις πυρκαγιές, με αποτέλεσμα τη μείωση της διηθούμενης ποσότητας νερού από τα κατακρημνίσματα άρα τη μείωση των υπόγειων αποθεμάτων. Σύμφωνα με τα ανοιχτά δεδομένα του Πυροσβεστικού Σώματος Ελλάδος, υπάρχουν δεδομένα για τον αριθμό των εκτάσεων καθώς και το είδος αυτών, που καίγονται, αλλά και το χρόνο που χρειάστηκε για να γίνει η κατάσβεση. Στον παρακάτω πίνακα υπολογίστηκαν συνολικά οι εκτάσεις για κάθε είδος στην αντίστοιχη χρονιά και αναφέρονται σε περιοχές της Π.Ε Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής, οι οποίες εντάσσονται στην περιοχή μελέτης.

Όπως φαίνεται, λοιπόν, το 2007 χάθηκαν πάνω από 3.500 στρέμματα δασικών εκτάσεων, δημιουργώντας πρόβλημα στην τροφοδοσία των υπόγειων υδροφόρων. Με το πέρασμα των χρόνων, φτάνοντας στο 2016 οι εκτάσεις καμένης γης μειώνονται, μιας και η προστασία πλέον (ειδικά των δασών) είναι μεγαλύτερη, αλλά και οι αρχές βρίσκονται σε επιφυλακή. Απρόβλεπτες είναι οι πυρκαγιές οι οποίες προέρχονται από φυσικά αίτια (άνοδος θερμοκρασίας σε συνδυασμό με τη μείωση των βροχοπτώσεων). Σύμφωνα με τους χάρτες από το Οικοσκοπιο, η περιοχή μελέτης δε συντρέχει μεγάλο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς από φυσικά αίτια.



Χάρτης 15. Κατά Μέσο Όρο, Αριθμός Ξηρών Ημερών στη Λεκάνη της Μυγδονίας (μαύρο πλαίσιο) για τα έτη 1961-1990 (αριστερά) και 2021-2050 (δεξιά), (Οικοσκοπιο (<http://www.oikoskopio.gr/map/>), επεξεργασία στο GIS).



Χάρτης 16. Κατά Μέσο Όρο Αριθμός Θερμών Ημερών στη Λεκάνη της Μυγδονίας (μαύρο πλαίσιο) για τα έτη 1961-1990 (αριστερά) και 2021-2050 (δεξιά), (Οικοσκοπιο (<http://www.oikoskopio.gr/map/>), επεξεργασία στο GIS).

Πίνακας 14. Καμένη Έκταση για τα έτη 2000, 2007, 2012, 2016 της περιοχής μελέτης (Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος).

Καμένη Έκταση (Εκτάσεις σε Στρέμματα)

Έτη	Δάση, Δασικές Εκτάσεις	Αλση	Χορτ/κές Εκτάσεις	Καλάμια - Βάλτοι	Γεωργικές Εκτάσεις	Υπολείμματα Καλλιεργειών	Σκουπιδότοποι
2000	196,6	5	150,8	2,0	125,5	838,5	3,5
2007	3.722,5	0	3.692	906	28	5.349	3,3
2012	121,0	0	75,7	23,7	8,3	89,1	1,0
2016	95,9	0	11,0	20,0	11,7	44,6	9,6

4.1.3 Υφιστάμενη Κατάσταση – State

Ιχθείς

Έχουν καταγραφεί 24 είδη ιχθύων, ιδιαίτερα στη λίμνη Βόλβη, εκ των οποίων τα δύο ενδημικά είδη Λιπαριά (*Alosa macedonica*) και Γελάρτζα (*Chalcalburnus chalcoides macedonicus*), καθώς και το σπανιότατο είδος Ασπρογρίβαδο (*Aspius aspius*). Τα υπόλοιπα θεωρούνται αυτόχθονα είδη. (Δρωσιάδης 2017, ελληνική ορνιθολογική εταιρία, φορέας διαχείρισης λιμνών Κορώνειας-Βόλβης).

❖ Υδατικό Ισοζύγιο - Υπόγεια Αποθέματα

Η φυσική εκφόρτιση του συστήματος γίνεται προς την περιοχή της λίμνης Βόλβης και προς τη θάλασσα μέσω των στενών της Ρεντίνας. Τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος, από το Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος της Κεντρικής Μακεδονίας, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Βάση της Βιβλιογραφίας (Σχέδιο Διαχείρισης ΛΑΠ, 2014 Παράρτημα Α), προκύπτει ότι το υδρολογικό ισοζύγιο του συστήματος είναι ελλειμματικό, αν και την περίοδο του 2014 είναι θετικό πιθανόν λόγω των έντονων βροχοπτώσεων, (Δεβλιώτη 2016). Στην υπολεκάνη δε της λίμνης Κορώνειας το ισοζύγιο είναι αρνητικό κατά $12 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ στα υπόγεια αποθέματα, (ΙΓΜΕ 2008) καθώς επίσης παρουσιάζεται υδατικό έλλειμμα της τάξης του $3-4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ (Παπαχαράλαμπου 2012). Οι διάφορες υπόγειες διαρροές κρίνονται ότι δεν επηρεάζουν το ισοζύγιο. Τα υπόγεια αποθέματα μελετώνται ξεχωριστά καθώς επηρεάζονται από τον άνθρωπο και δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία.

Πίνακας 15. Υδρολογικά Στοιχεία, (Κολιόπουλος 2007, ΙΓΜΕ 2008, Σχέδιο Διαχείρισης ΛΑΠ ΥΔ10,2014, Παράρτημα Α).

Έκταση Υδροφόρου Συστήματος	680 km ²
Μέση Ετήσια Βροχόπτωση	540 mm
Ανανεώσιμα Αποθέματα	98,21 x 10 ⁶ m ³ /yr
Μέση Ετήσια Απόληψη	78.13 x 10 ⁶ m ³ /yr
Ετήσια Εκφόρτιση προς Βόλβη	33 x 10 ⁶ m ³ /yr
Μέση Ετήσια Εκροή από Κορώνεια	18 x 10 ⁶ m ³ /yr
Ρυθμιστικά Αποθέματα Βόλβης	16,83 x 10 ⁶ m ³
Ρυθμιστικά Αποθέματα Κορώνειας	25,54 x 10 ⁶ m ³

❖ Κατάσταση Συστήματος

Η κατάσταση ενός υδατικού συστήματος ορίζεται από την ΚΥΑ 140384/2011.

Επιφανειακά Υδατα

Η οικολογική κατάσταση ορίζεται από την Οδηγία, λαμβάνοντας υπόψη τα βιολογικά χαρακτηριστικά, τα γενικά φυσικοχημικά και τους ειδικούς ρύπους.

Η “καλή” χημική κατάσταση ή “κατώτερη της καλής”, ορίζεται όταν όλες οι παράμετροι πληρούν τα πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος που ορίζονται στο Παράρτημα Ι Μέρος Α της ΚΥΑ Η.Π. 51354/2641/Ε103/2010.

Υπόγεια Υδατα

Η “κακή” οικολογική κατάσταση ορίζεται από το υπερετήσιο ποσοστό πτώσης στάθμης των θέσεων παρακολούθησης (πάνω από 20%). Επίσης, μπορεί να εκτιμηθεί από τις ετήσιες αντλούμενες ποσότητες, βλέποντας τη συνεχή αύξηση του βάθους των υδρογεωτρήσεων.

Η “κακή” χημική κατάσταση, ορίζεται όταν οι αναλύσεις στις θέσεις δειγματοληψιών υπερβαίνουν την ανώτατη αποδεκτή τιμή ($\geq 20\%$).

Ποιοτική Κατάσταση

Ο συνδυασμός των δραστηριοτήτων του ανθρώπου (γεωργία, κτηνοτροφικές μονάδες, λατομεία, ορυχεία) αποτελούν την κύρια πηγή αυξημένης συγκέντρωσης ρυπαντικού φορτίου (κατά βάση Νιτρικών Ιόντων), κυρίως στη λίμνη Κορώνεια, όπου δεν μπορεί να διατηρηθεί η ύπαρξη οργανισμών (ιχθύων). Αυξημένη συγκέντρωση διαφόρων ιόντων πιθανολογείται ότι είναι φυσικής προέλευσης λόγω του γεωλογικού υποβάθρου. Έτσι, παρατηρείται τοπικά η παρουσία ιόντων μαγγανίου (Mn), σιδήρου (Fe), φθορίου από αποσάθρωση γρανιτικών πετρωμάτων (F) και βορίου (B). Τέλος, λόγω του γεωθερμικού πεδίου της περιοχής, έχουν παρατηρηθεί συγκεντρώσεις νατρίου (Na), χλωρίου (Cl), θείου (SO₄), σιδήρου (Fe), μαγγανίου (Mn) και αρσενικού (As).

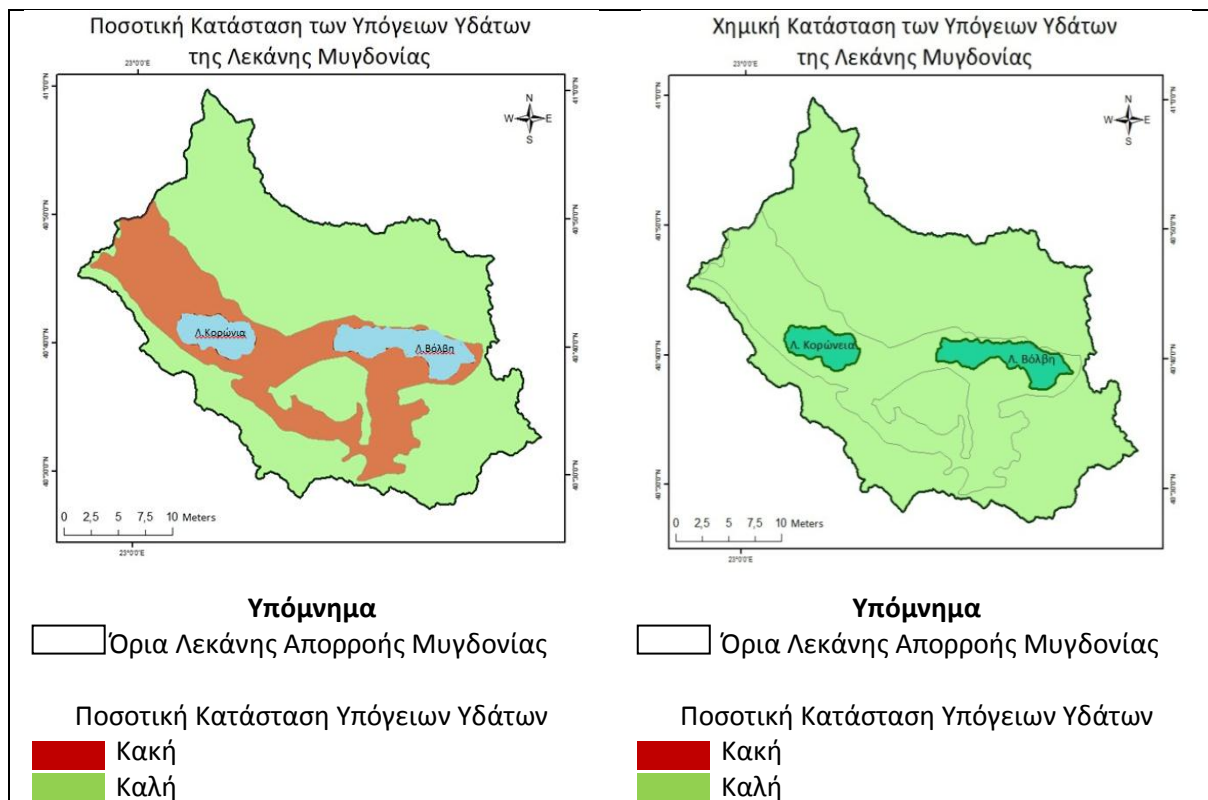
Ποσοτική Κατάσταση

Βάσει της βιβλιογραφίας (Κολιόπουλος 2011, Δεβλιώτη 2016 κ.α), οι έρευνες στις υδρογεωτρήσεις δείχνουν πτωτική τάση της πιεζομετρίας, η οποία παρατηρείται και στις δύο υπολεκάνες της περιοχής.

Σύμφωνα με μελέτη σε γεωτρήσεις από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, βρέθηκε ότι οι λίμνες Βόλβη και Κορώνεια σε γενικές γραμμές διατηρούν φυσιολογικές τιμές (θερμοκρασία, pH, αγωγιμότητα, BOD₅, συγκέντρωση νιτρικών). Τα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου είναι εξαιρετικά χαμηλά, ενώ ταυτόχρονα συγκέντρωση σε βαρέα μέταλλα (π.χ. Σίδηρος, Μαγγάνιο) και ιόντα (π.χ. Νάτριο) υψηλή. Βρέθηκε, επίσης, καφεΐνη σε υδρογεωτρήσεις, δείχνοντας την εξάπλωση της

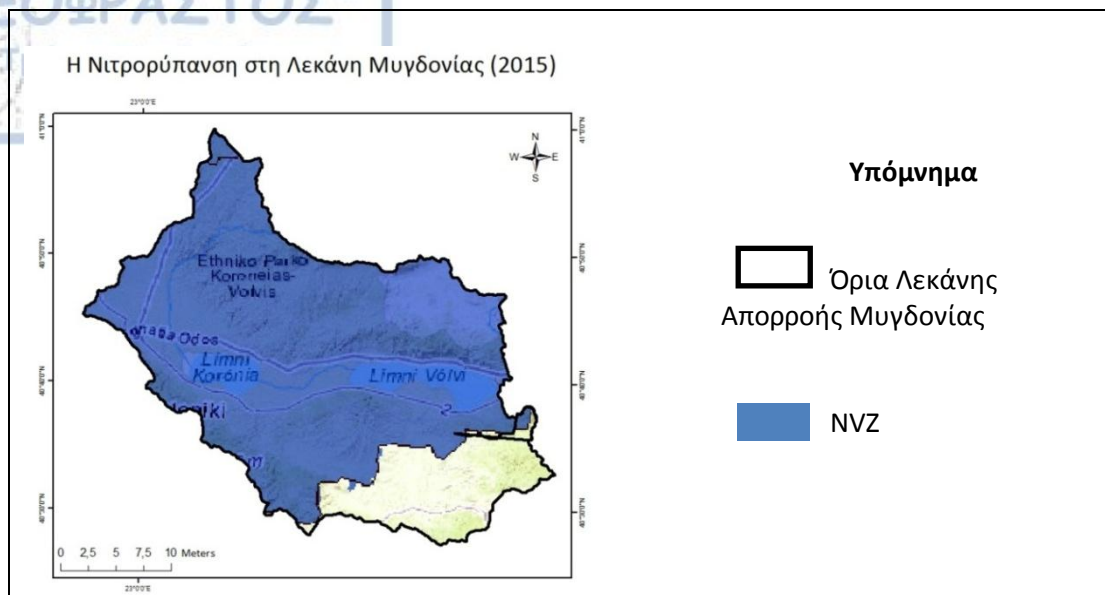
αστικής ρύπανσης. Στο Παράρτημα (Πίνακας 12, 13, 14) φαίνονται οι αντίστοιχοι πίνακες με τις τιμές που προέκυψαν μετά την ανάλυση των δειγμάτων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Διαχειριστικών Σχεδίων, το υπόγειο υδατικό σύστημα της Μυγδονίας, ποσοτικά χαρακτηρίζεται ως “κακό”, ενώ ποιοτικά ως “καλό”. Ταυτόχρονα, σημειώνεται ότι μέχρι το 2021 δεν είναι εφικτή η αποκατάσταση ολόκληρου του συστήματος της περιοχής, καθότι δεν έχουν τεθεί σε εφαρμογή τα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης της περιοχής και των λιμνών.



Χάρτης 17. Αποτύπωση της κατάστασης του συστήματος λεκάνης Μυγδονίας ποσοτικά (αριστερά) και χημικά (δεξιά), (Διαχειριστικό Σχέδιο των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας, Περιληπτικό Κείμενο 2014, ιδία επεξεργασία στο GIS).

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στον τομέα του ρυπασμένου νερού, η λεκάνη της Μυγδονίας στη μεγαλύτερη έκτασή της χαρακτηρίζεται ως “Νιτρικά Ευάλωτη Ζώνη” (Nitrate Vulnerable Zone – NVZ), δηλαδή εισρέουν ύδατα, τα οποία είναι φορτισμένα σε υψηλά φορτία νιτρικών αλάτων (φορτίο > 50 mg/L νιτρικών αλάτων, τόσο στα επιφανειακά όσο και στα υπόγεια συστήματα).

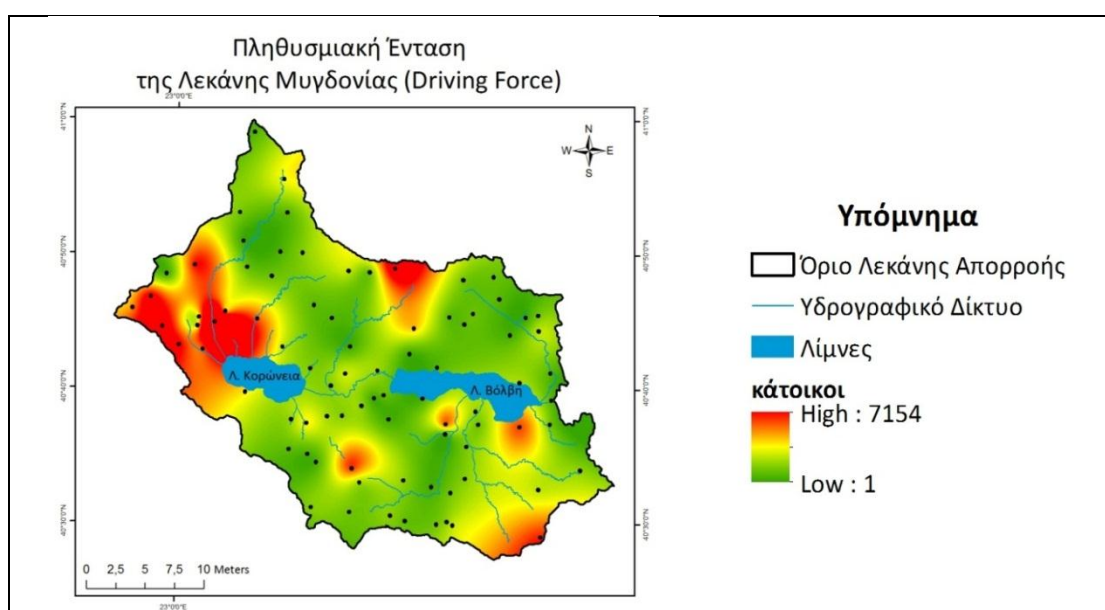


Χάρτης 18. Αποτύπωση της νιτρορύπανσης (ευτροφισμός) του συστήματος για το 2015, (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index_en.html).

❖ Συνολική Πίεση

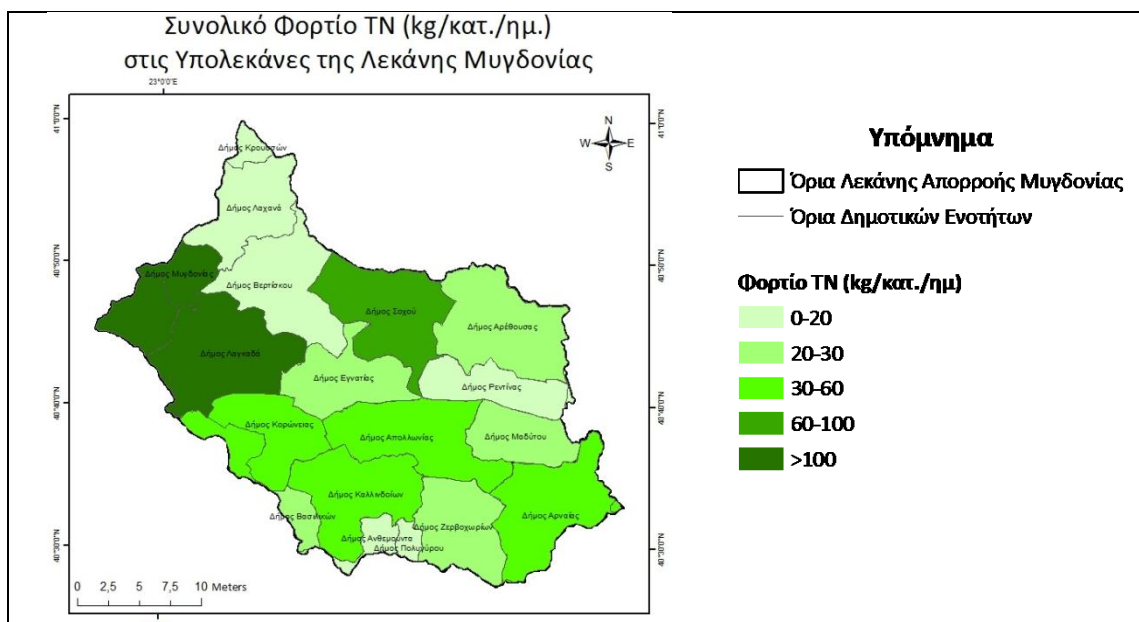
Οι περιοχές που συγκεντρώνουν περισσότερο πληθυσμό και αναπτύσσουν μεγαλύτερη δραστηριότητα είναι και αυτές που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη επιβάρυνση. Στους Χάρτες που ακολουθούν (Χάρτης 20,21,22), διακρίνεται η επιβάρυνση, με άλλα λόγια η πίεση που δέχεται η κάθε υπολεκάνη σε συνολικό φορτίο αζώτου (TN), φωσφόρου (TP) και βιολογικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD).

Ο Χάρτης 19 δείχνει την πληθυσμιακή κατανομή της λεκάνης Μυγδονίας. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, περισσότερος πληθυσμός (driving force), είναι συγκεντρωμένος στην περιοχή γύρω από τον Λαγκαδά, ασκώντας μεγαλύτερη πίεση ΒΔ της λίμνης Κορώνειας.

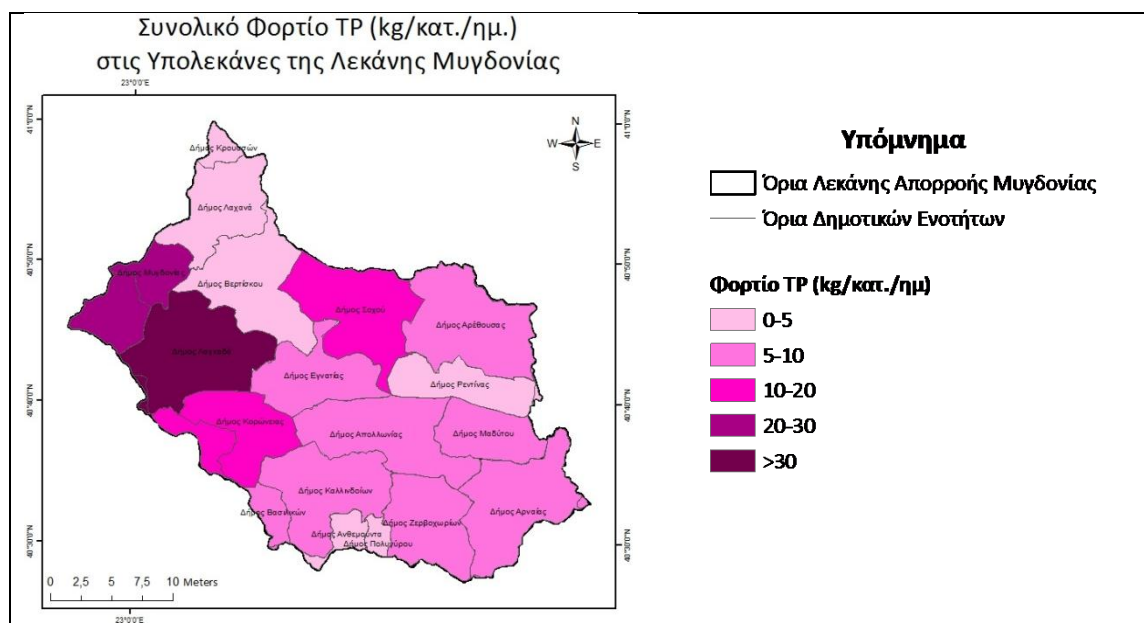


Χάρτης 19. Πληθυσμιακή Κατανομή της λεκάνης Μυγδονίας ως Driving Force(ίδια επεξεργασία στο GIS βάσει δεδομένων από Geodata.gov.gr).

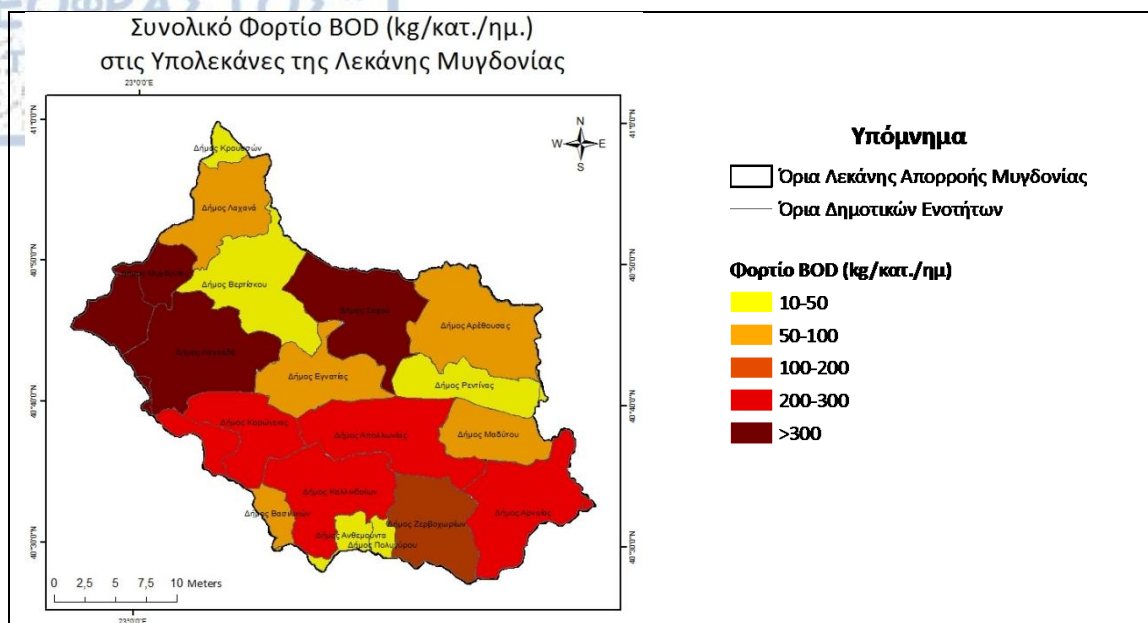
Με βάση όσα ειπώθηκαν παραπάνω και σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης Περιληπτικό Κείμενο 2014, σήμερα το σύστημα δέχεται μεσαίας και σημαντικής δύναμης πίεσης, κυρίως στις περιοχές που εδρεύουν γύρω από τις λίμνες (Χάρτης 23).



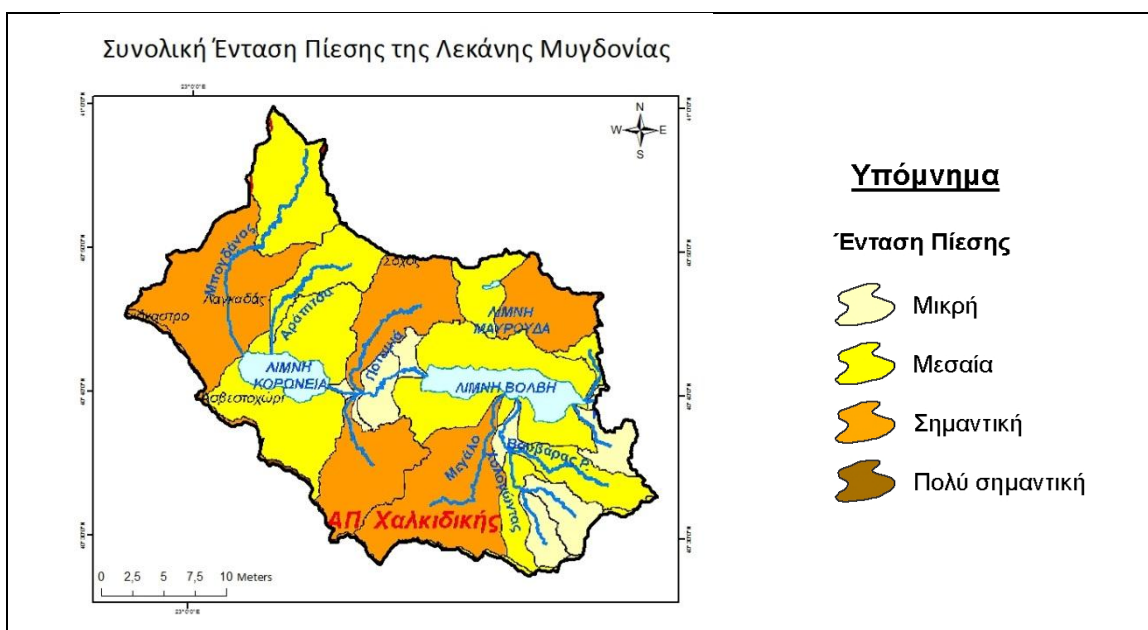
Χάρτης 20. Συνολικό Φορτίο Αζώτου (kg/κατ./ημ.) ανά Υπολεκάνη, της Λεκάνης Μυγδονίας, (ιδία επεξεργασία στο GIS βάση των συντελεστών εκπεμπόμενων ρύπων από Andreiadakis 2007).



Χάρτης 21. Συνολικό Φορτίο Φωσφόρου (kg/κατ./ημ.) ανά Υπολεκάνη, της Λεκάνης Μυγδονίας, (ιδία επεξεργασία στο GIS βάση των συντελεστών εκπεμπόμενων ρύπων από Andreiadakis 2007).



Χάρτης 22. Συνολικό Φορτίο Βιολογικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (kg/κατ./ημ.) ανά Υπολεκάνη, της Λεκάνης Μυγδονίας, (ιδία επεξεργασία στο GIS βάση των συντελεστών εκπεμπόμενων ρύπων από Andreadakis 2007.



Χάρτης 23. Συνολική Ένταση Πίεσης στη Λεκάνη Μυγδονίας, (Διαχειριστικό Σχέδιο των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας, Περίληπτικό Κείμενο 2014, ιδία επεξεργασία στο GIS).

4.1.4 Επιπτώσεις - Impacts

Σύμφωνα με τα δημογραφικά στοιχεία, ο πληθυσμός έχει πτωτική τάση στην περιοχή της λεκάνης. Επιπλέον, το υδατικό ισοζύγιο της περιοχής είναι ελλειμματικό. Παραδόξως, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις έχουν αυξηθεί (εκχερνώσεις παραλίμνιων και παραποτάμιων δασών), συνεπώς η διάνοιξη παραπάνω γεωτρήσεων, ορισμένων χωρίς αδειοδότηση (καταγράφηκαν 2.200, Ντότα 2008), σε συνδυασμό με την αλόγιστη χρήση των υπόγειων αποθεμάτων, οδηγούν σε πτώση της στάθμης νερού, αλλοίωση του τοπίου, ξηρασία και απειλή προς το σύστημα των λιμνών, οι οποίες είναι άμεσα συνδεδεμένες με την ανάπτυξη της περιοχής. Το γενικότερο πρόβλημα που δημιουργείται έχει οικονομικό αντίκτυπο, κυρίως, στον τοπικό πληθυσμό. Επιπρόσθετα, λόγω της υπερβόσκησης στις δασικές επιφάνειες, προκαλείται αύξηση της στερεοπαροχής προς τις λίμνες και πρόσχωσής τους.

Λόγω του οικονομικού μοντέλου ανάπτυξης της περιοχής, δηλαδή της έντονης δραστηριότητας των κατοίκων στο δευτερογενή και τριτογενή τομέα, αλλά και της χρήσης αγροχημικών, η περιοχή και ιδιαίτερα οι λίμνες, εμφανίζουν θολότητα νερού (αιωρούμενη οργανική και ανόργανη ύλη) με υψηλό ρυπαντικό φορτίο, επιβαρύνοντας τη ζωή της τοπικής χλωρίδας και πανίδας. Υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων εμφανίζονται στα ιζήματα των λιμνών, τα οποία συνεχώς αυξάνονται λόγω του αβαθούς χαρακτήρα των λιμνών (ιδίως Βόλβης) και τη συνεχή μεταφορά και απόθεση ιζημάτων από τους χείμαρρους, που καταλήγουν σε αυτές. Ιδιαίτερα, η λίμνη Κορώνεια είναι η πλέον υποβαθμισμένη με ελάχιστη παρουσία ζωής. Οι επιπτώσεις επηρεάζουν και τον ίδιο τον άνθρωπο, διότι λόγω της χρήσης χημικών στον αγροτικό τομέα, τα τρόφιμα, τα οποία παράγονται είναι εξίσου υποβαθμισμένα. Η κλιματική αλλαγή σε συνδυασμό πάλι με την ανθρώπινη δράση, μπορεί να επιφέρει έως και εξαφάνιση στα θερμο-ευαίσθητα είδη.

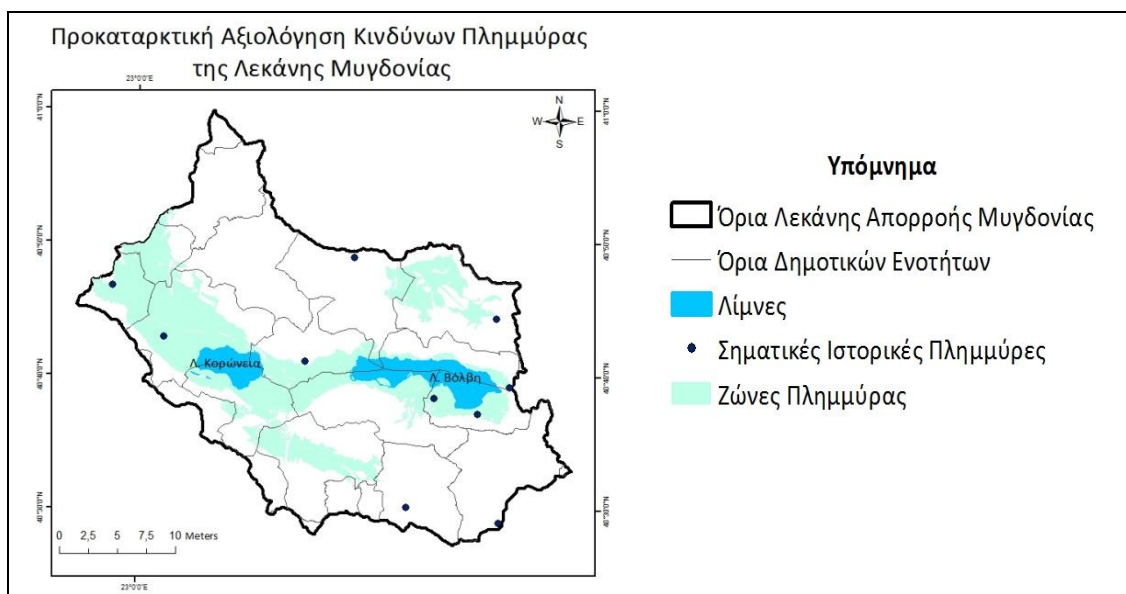
Ο συνδυασμός της ανθρώπινης παρέμβασης κυρίως με την αποψίλωση δασών, η παρέμβαση στις κοίτες των ποταμών, τα φυσικά αίτια της κλιματικής αλλαγής, επιφέρουν τον κίνδυνο πλημμύρας στην περιοχή.

Οι Ζώνες Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας που ορίστηκαν στο στάδιο της "Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας" (Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας, 2017), περιλαμβάνουν τμήματα της λεκάνης Μυγδονίας και συγκεκριμένα τον άνω ρου νοτίων ρεμάτων των λιμνών Κορώνεια-Βόλβη, στον οικισμό του Ζαγκλιβερίου και τη χαμηλή ζώνη στην περιοχή του Ξηροποτάμου στη λίμνη Βόλβη. Στην ίδια μελέτη περιλαμβάνεται αρχείο με ιστορικό καταγραφής σημαντικών πλημμυρών, που είχαν σημειωθεί στο παρελθόν. Στην περιοχή μελέτης είχαν καταγραφεί πλημμύρες στις παραλίμνιες περιοχές των λιμνών Κορώνειας-Βόλβης, το ρέμα του Ανθεμούντα και περιοχές της Θεσσαλονίκης. Η περιοχή, η οποία έχει τέτοια φαινόμενα (Εθνικό Πάρκο Κορώνειας-Βόλβης) είναι ενταγμένη στο Δίκτυο Natura 2000 και προστατεύεται από διάφορες νομοθεσίες.

Στην περίπτωση του "καλού" σεναρίου (πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης περιόδου επαναφοράς 50 ετών, πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης περιόδου επαναφοράς 100 ετών), πλημμυρικά φαινόμενα εντοπίζονται εκατέρωθεν

των ρεμάτων Μπογδάνου, Σαρακίνα, Δερβένι, Κορώνεια, Μεγάλο και Βόλβη. Εξαιρέση αποτελούν τα ρέματα Λαγκαδάς, Αραπίτσα, Χολομώντας και Ρηχιός. Στην περίπτωση του “κακού” σεναρίου (πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης περίοδοι επαναφοράς 1000 ετών), πλήττονται οικισμοί Προφήτης, Νυμφόπετρα, Ευαγγελισμός και Σχολάρι, καλλιεργήσιμες εκτάσεις και βοσκότοποι, αλλά και το «Στρατόπεδο Ρεντίνας».

Όσον αφορά στη στάθμη της λίμνης Κορώνειας από το 1990 άρχισε να μειώνεται η στάθμη της με αποκορύφωμα το 2008, που αποξηράνθηκε εντελώς (Τεκίδης 2012). Στη λίμνη Βόλβη παρατηρείται, επίσης, μείωση της πιεζομετρικής στάθμης έως και 9,78 m (Σχέδιο Διαχείρισης 2014, Παράρτημα Α).



Χάρτης 24. Οι καταγεγραμμένες σημαντικές ιστορικές πλημμύρες της λεκάνης Μυγδονίας σε συνδυασμό με τις ζώνες υψηλού κινδύνου εμφάνισης πλημμύρας στην περιοχή, (Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας 2017, επεξεργασία στο GIS).

4.1.5 Απόκριση - Response

Με σκοπό την ανασύσταση και την αποκατάσταση της περιοχής, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην ορθολογική διαχείριση των λιμνών, προτείνονται μέτρα που αφορούν κυρίως τον αγροτικό τομέα (Καθιέρωση κωδικών ορθής γεωργικής πρακτικής). Ειδικότερα, συστήνονται ενέργειες για τη ρύθμιση αδειοδοτήσεων των αρδευτικών γεωτρήσεων. Εφόσον οι εκτάσεις αγροτικής γης έχουν αυξηθεί, η κατασκευή και η λειτουργία λιμνοδεξαμενών (συλλογικού αρδευτικού δικτύου), για την αποθήκευση αρδευτικού νερού σε συνδυασμό με την προώθηση της στάγδην άρδευσης, θα εξοικονομούσαν σημαντικές ποσότητες νερού στη λεκάνη. Η συντήρηση ώστε να μειωθούν οι απώλειες νερού κατά τη μεταφορά των ήδη υπαρχόντων αρδευτικών δικτύων.

Στον κτηνοτροφικό τομέα κερδοφόρα λύση μπορεί να είναι η κατασκευή ανεξάρτητων κεντρικών μονάδων επεξεργασίας των κτηνοτροφικών αποβλήτων (μέθοδος αναερόβιας χώνευσης), με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και χρήσης του χωνευμένου υπολείμματος στον τομέα της γεωργίας (Τεκίδης 2015). Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση νερών που έχουν υποστεί επεξεργασία σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού, αποτελεί νέα καινοτομία στην εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων νερού. Για την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων θα πρέπει να τηρούνται οι όροι και οι προϋποθέσεις που θέτει ο Κ.Υ.Α 145116/2011 (Φ.Ε.Κ. 354 /Β /8.3. 2011).

Το ελλειμματικό υδατικό ισοζύγιο μπορεί να ενισχυθεί είτε με έργα μεταφοράς νερού από γειτονικές λεκάνες (Master Plan 1998), είτε με μερική παροχέτευση χειμάρρων, για παράδειγμα των χειμάρρων Λαγκαδικίων-Σχολαρίου, εμπλουτίζοντας, κυρίως τους χειμερινούς μήνες, με περίπου 9.500.000 m³ τη λίμνη Κορώνεια, για 6-7 έτη, είτε με αντίστοιχα έργα μεταφοράς νερού από τον ποταμό Αλιάκμονα. Άλλη μια λύση αποτελεί η εισαγωγή νερού με φυσική ροή ή υπό πίεση σε γεωτρήσεις και πηγάδια. Κάθε είδους τεχνικού εμπλουτισμού συνίσταται για το ΥΔ10, αλλά δυστυχώς δε λειτουργούν τέτοιου είδους συστήματα (Διαχειριστικό Σχέδιο, Τεχνικές Προδιαγραφές Υδρογεωλογικών Μελετών με Βάση τις Απαιτήσεις των Σχεδίων Διαχείρισης της Οδηγίας 2000/60/Εκ., 2016).

Η υποβάθμιση της περιοχής σημειώνεται και λόγω της συγκέντρωσης ρυπαντικού φορτίου (Πρόληψη - Έλεγχος ρύπανσης (Οδηγία 96/61/ΕΚ - IPPC). Συνεπώς προτείνεται η κατασκευή υποδομών συλλογής και επεξεργασίας λυμάτων στους παραλίμνιους οικισμούς της Μυγδονίας, καθώς, επίσης, η κατασκευή αποχετευτικού δικτύου στο Δήμο Λαγκαδά, μονάδων υποδοχής αστικών και βιοτεχνικών βοθρολυμάτων και λειτουργία του βιολογικού (Επεξεργασία αστικών λυμάτων, Οδηγίες 91/271/ΕΟΚ, 98/15/ΕΚ). Παρακολούθηση και διαχείριση των εισροών στη λίμνη Κορώνεια, ώστε αυτές να μη ρυπαίνουν τα νερά της λίμνης. Αρχική ενέργεια, βέβαια, κρίνεται η απογραφή των ρυπογόνων εστιών και η χαρτογράφηση της επέκτασης του κινδύνου. Άλλη μια πρόταση προς τον αγροτικό τομέα, είναι η στροφή στις βιολογικές καλλιέργειες κατά την οποία περιορίζεται η χρήση λιπασμάτων (περιέχουν σημαντικές ποσότητες αζώτου και φωσφόρου) και

διαφόρων επιβλαβών φυτοφαρμάκων (Προϊόντα Φυτοπροστασίας (Κανονισμοί 1107/2009, 396/2005 και Οδηγία 2009/128/EK). Να ληφθούν μέτρα που να γνωστοποιούν τις κατάλληλες (καιρικές) συνθήκες για τη χρήση λιπασμάτων και άλλων φυτοπροστατευτικών προϊόντων, αλλά και να αλλάζει το είδος της καλλιέργειας από την ξηρή στην υγρή περίοδο ώστε να περιοριστεί η έκπλυση του εδάφους (των νιτρικών) την υγρή περίοδο (Προστασία από νιτρορύπανσης, 91/676/ΕΟΚ).

Όσον αφορά, το φυσικό στοιχείο η κάθε παρέμβαση δε θα πρέπει να αλλοιώνει το φυσικό τοπίο, (γεωπεριβαλλοντική δράση). Προτείνονται η δενδροφύτευση (προστασία από πλημμύρες), η αποκατάσταση του πληθυσμού των ψαριών (ενδημικά είδη) των λιμνών, κυρίως της Κορώνειας, με τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών (φυσικοχημικές και βιολογικές). Επιπλέον, η περιοχή διαθέτει πλήθος οικοτόπων, ειδών, βλάστησης και τροφικών πλεγμάτων, τα οποία προστατεύονται από διάφορες συνθήκες, νόμους και οδηγίες της Ευρώπης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και να διατηρηθούν. Στις επιδράσεις από πλημμυρικά επεισόδια, που εμπεριέχονται στην Οδηγία 2007/60/EK/αρθ. 4/παρ. δ, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι ανθρώπινες δραστηριότητες.

Για να προωθηθεί και να υλοποιηθεί ένα διαχειριστικό σχέδιο συνίσταται ο σωστός σχεδιασμός ενημέρωσης και προβολής, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες της τοπικής κοινωνίας, δίνοντας τη δυνατότητα στον άμεσα ενδιαφερόμενο (πχ. αγρότη) να δώσει τις προτάσεις του. Το κάθε σχέδιο για να είναι δελεαστικό καλό θα είναι να περιέχει ευκαιρίες για απασχόληση και ανάπτυξη, χωρίς αλλοίωση του τοπίου, για παράδειγμα η προώθηση του οικοτουρισμού και εκμετάλλευση της πολιτιστικής κληρονομιάς της περιοχής, με αποτέλεσμα την αύξηση του κατακεφαλήν εισοδήματος. Αποζημιώσεις, χρηματοδοτήσεις/επιδότησεις, προμήθειες για μηχανήματα αποκομιδής απορριμμάτων. Το ευρωπαϊκό έργο «CHRISTA», το οποίο έχει ενταχθεί στην περιοχή ενδιαφέροντος και γενικότερα στην περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας, αποτελεί ένα μέσο ανάπτυξης μιας περιοχής μέσω της προβολής της βιομηχανικής κληρονομιάς ως τουριστικό αξιοθέατο. Η συστηματική παρακολούθηση και καταγραφή παραμέτρων (φυσικοχημικών, βιολογικών), η τοποθέτηση υδρομέτρων, βοηθούν στην επίτευξη του στόχου. Συμπερασματικά, κάθε έργο θα πρέπει να συντάσσεται με λεπτομέρειες και ολοκληρωμένες μελέτες.

Νέα τιμολογιακή πολιτική, σύμφωνα με το άρθρο 9 της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη κοινωνικά κριτήρια, το περιβαλλοντικό κόστος και το κόστος των φυσικών πόρων, παρέχοντας στους χρήστες κίνητρα για ορθότερη χρήση των υδάτινων πόρων, ώστε αυτά να μην εξαντλούνται με γρήγορο ρυθμό. Σε γενικές γραμμές μέτρα που αναφέρονται στη διαχείριση των γεωργικών εκτάσεων και της γεωργικής δραστηριότητας, υπάγονται η κατασκευή και η λειτουργία συλλογικού αρδευτικού δικτύου στην υπολεκάνη Κορώνειας, που θα κοστίσει 45.000.000 €, η ρύθμιση στις αδειοδοτήσεις των αρδευτικών γεωτρήσεων και κοστολόγηση του χρησιμοποιούμενου αρδευτικού νερού, 2.930.000 €, η αλλαγή στα συστήματα άρδευσης 13.100.000 €. Ταυτόχρονα, η εφαρμογή γεωργο-περιβαλλοντικών δράσεων στην περιοχή του Εθνικού Πάρκου λιμνών Κορώνειας-Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών, θα κοστίσει 15.000.000 €. Επίσης, η ολοκλήρωση

έργων κατασκευής υποδομών συλλογής και επεξεργασίας λυμάτων στους παραλίνιους οικισμούς της Μυγδονίας, 26.500.000 €, ΟΤΑ Α' ΒΑΘΜΟΥ στα 4.000.000 €, η κατασκευή λιμνοδεξαμενών ωρίμανσης, 2.450.000 € και η δημιουργία υγροτόπων και ενδιαιτημάτων 14.200.000 €. Τέλος, η ενημέρωση υπολογίζεται ότι θα κοστίσει 111.000€, (Σχέδιο Διαχείρισης, Παράρτημα Ε, 2014).

Η μόνη πληροφορία για την επεξεργασία των λυμάτων στην περιοχή προέρχεται από την εγκατάσταση επεξεργασίας και καθαρισμού λυμάτων του Δήμου Λαγκαδά, έκτασης 10 στρεμμάτων, με απόσταση 1km από την πόλη του Λαγκαδά, η οποία λειτούργησε το 2011.



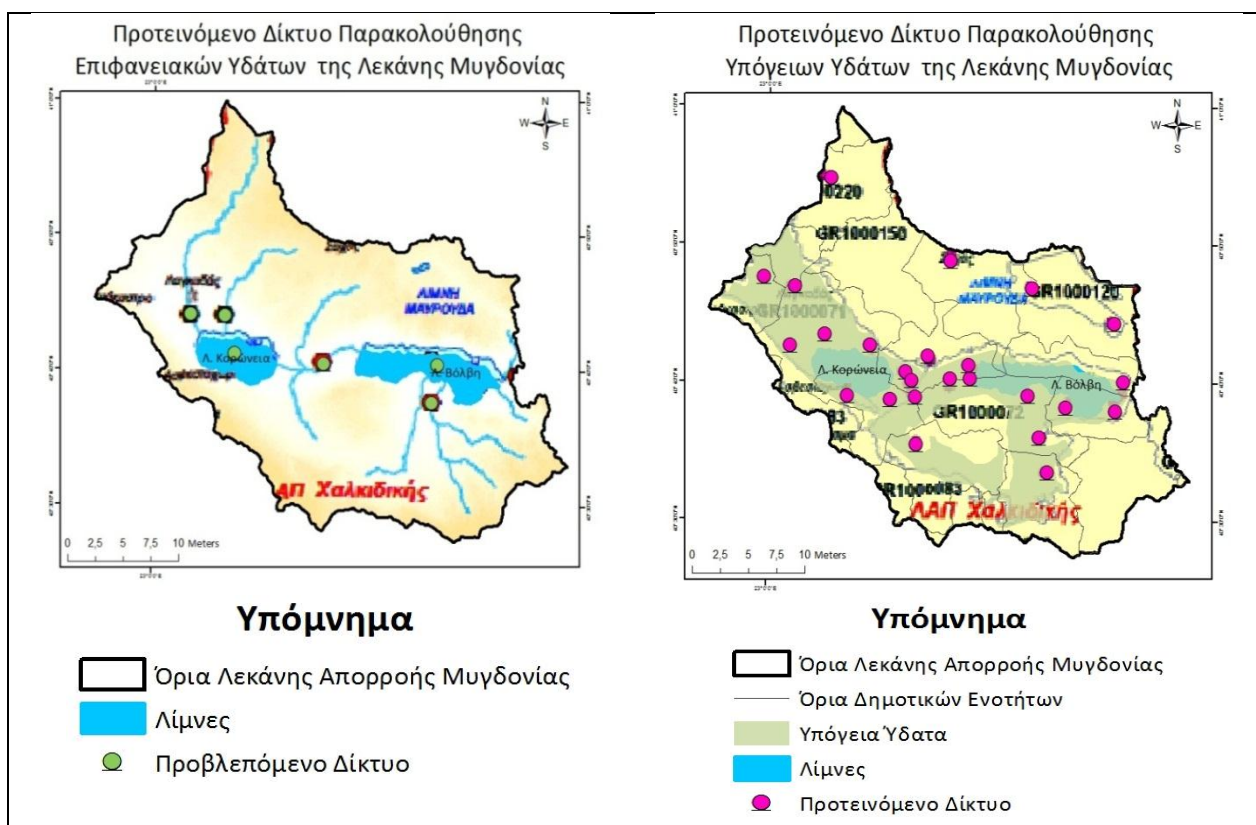
Εικόνα 7. Η Ε.Ε.Λ του Δ. Λαγκαδά (*1) και η κατάληξη του χερσαίου τμήματος του αγωγού διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων (*2), (Υ.ΠΕ.ΚΑ.)

Η εγκατάσταση επεξεργάζεται παρόμοιας σύστασης, αστικά λύματα του Δήμου Λαγκαδά αλλά και τα υγρά απόβλητα των βιοτεχνικών/βιομηχανικών μονάδων της περιοχής, σύμφωνα με τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, με την ΚΥΑ 108693/1998 και τροποποίηση αυτής με την ΚΥΑ 80503/2002. Ο σχεδιασμός της εγκατάστασης έγινε με βάση τα παρακάτω δεδομένα (Υ.ΠΕ.ΚΑ).

	Αρχική Φάση 2015	Τελική Φάση 2035
Κάτοικοι	17.000	22.000
Μέση Ημερήσια Παροχή (m ³ /d)	3.500	4.500
Μέγιστη Ημερήσια Παροχή Αστικών Βοθρολυμάτων (m ³ /d)	200	
Μέγιστη Ημερήσια Παροχή Βιομηχανικών Αποβλήτων (m ³ /d)	100	
BOD5 (kg/d)	1.100	1.400
Αιωρούμενα Στερεά (TSS) (kg/d)	1.300	1.600
Ολικό Αζωτο (TN) (kg/d)	170	220
Ολικός Φώσφορος (TP) (kg/d)	75	100

Δεδομένου ότι θα κατασκευαστεί και θα λειτουργήσει η εγκατάσταση επεξεργασίας αλατούχων αλάτων υγρών αποβλήτων για τα βαφεία στην περιοχή της Κορώνειας, σε συνδυασμό με τα επεξεργασμένα λύματα του δήμου, τα οποία θα διοχετεύονται σε λιμνοδεξαμενές ωρίμανσης, όπου θα αναμιγνύονται με τα υπόλοιπα επεξεργασμένα απόβλητα, το ρυπαντικό φορτίο που θα οδηγείται στη λίμνη Κορώνεια θα είναι μειωμένο.

Η Ειδική Γραμματεία Υδάτων προτείνει ένα δίκτυο παρακολούθησης (Χάρτης 25), (κόστος 145.000 €, με υλοποίηση μέχρι το 2021) τόσο για τα επιφανειακά ύδατα όσο και για τα υπόγεια (ΚΥΑ 140384/2011), ελέγχοντας τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των υδάτινων οικοσυστημάτων, με σκοπό την αποκατάσταση και την αναβάθμιση των οικοσυστημάτων αυτών σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 και άλλες νομοθεσίες. Οι προτεινόμενες θέσεις δειγματοληψίας τοποθετούνται γύρω από τα υδάτινα συστήματα (Λίμνες Κορώνεια, Βόλβη, Μαυρούδα), αλλά και στις Δημοτικές Ενώσεις με αυξημένη συγκέντρωση πληθυσμού και δραστηριότητας αυτού (Λαγκαδάς, Εγνατία, Ρεντίνα).



Χάρτης 25. Προτεινόμενο Δίκτυο Παρακολούθησης Επιφανειακών Υδάτων της Λεκάνης Μυγδονίας (αριστερά) και αντίστοιχα για τα Υπόγεια Υδάτα (δεξιά), (Διαχειριστικό Σχέδιο των Λεκάνων Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας, Περίληπτικό Κείμενο 2014, ίδια επεξεργασία στο GIS).

4.1.6 Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί ένα μέσο επικοινωνίας μεταξύ του ερευνητή και των ερωτηθέντων. Η συνήθης χρήση του είναι η καταγραφή των απόψεων, αντιπροσωπευτικού δείγματος, των κατοίκων μιας περιοχής στη λήψη αποφάσεων της εκάστοτε περιοχής.

Στο παρακάτω ερωτηματολόγιο, οι ερωτηθέντες μπορούν να εκφράσουν ελεύθερα τη γνώμη τους, χωρίς περιορισμούς. Πρόκειται για άτομα αρκετά ειδικευμένα στο χώρο του περιβάλλοντος (καθηγητές του Α.Π.Θ, μεταπτυχιακοί φοιτητές και υποψήφιοι διδάκτορες) γι αυτό οι ερωτήσεις είναι πιο εξειδικευμένες.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Γενικά Στοιχεία

- 1)Φύλλο: Ανήρ ☐ Θήλυ ☐
- 2)Ηλικιακή 18-25 ☐ 26-35 ☐ 36-45 ☐ άνω των 45 ☐
- Ομάδα:
- 3)Μορφωτικό Πρωτοβάθμια☐Δευτεροβάθμια☐Τριτοβάθμια☐ΙΕΚ/Α.Τ.Ε.Ι. ☐
- Επίπεδο:
- 4)Μένετε σε κάποιο οικισμό της Λεκάνης ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐
- Μυγδονία;
- 5)Μένετε κοντά σε αγροτική περιοχή; ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐
- 6)Σχετίζεστε οικονομικά με τον αγροτικό ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐
- τομέα;

Αποψη για τα περιβαλλοντικά ζητήματα στη Λεκάνη Μυγδονίας (Ερωτήσεις Κλειστού Τύπου)

- 1) Λαμβάνονται υπόψη οι υδρολογικές, υδρογεωλογικές, καθώς και ο τύπος καλλιεργειών για την ανόρυξη γεωτρήσεων;

ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

Αν ναι, ποια είναι τα μέτρα πρόληψης;

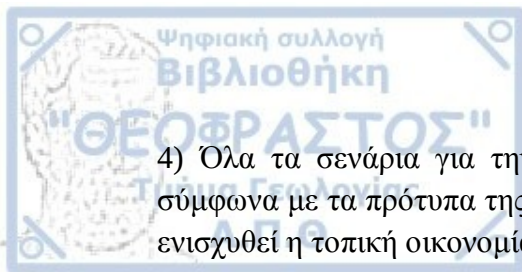
.....

- 2) Οι υδρευτικές γεωτρήσεις δείχνουν επηρεασμένες από τα γεωργικά φάρμακα και από την αυξημένη ζήτηση του υπόγειου νερού για άρδευση;

ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

- 3) Υπάρχει η συμμετοχή των κατοίκων στη δημόσια διαβούλευση;

ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐



4) Όλα τα σενάρια για την ανάπτυξη της περιοχής είναι “φιλο-περιβαλλοντικά”, σύμφωνα με τα πρότυπα της νομοθεσίας. Τα σενάρια αυτά, προσαρμόζονται ώστε να ενισχυθεί η τοπική οικονομία;

ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

Αν ναι, δώστε ένα παράδειγμα.....

Άποψη για τα περιβαλλοντικά ζητήματα στη Λεκάνη Μυγδονίας (Ερωτήσεις Ανοιχτού Τύπου)

1) Οι παραγωγοί διατηρούν αρχεία για κάθε χρήση γεωργικών φαρμάκων για τουλάχιστον 3 έτη, αυτά τα αρχεία ελέγχονται? Αν βρεθεί κάποια παράβαση, υπάρχει κάποια κύρωση (τι είδους);

.....
.....

2) Γίνεται έλεγχος για τη χρήση μη εγκεκριμένων γεωργικών φαρμάκων;

.....
.....

3) Έχουν καταγραφεί οι παράνομα ανορυγμένες γεωτρήσεις; Αν ναι, σε τι ποσοστό; Έχουν σφραγιστεί;

.....
.....

4) Κάθε καλλιεργούμενη έκταση χρειάζεται μια συγκεκριμένη ποσότητα νερού. Η ποσότητα ύδατος, η οποία αντλεί ο κάθε γεωργός/αγρότης είναι ελεγχόμενη και πώς;

.....
.....

5) Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων στο Λαγκαδά έχει τεθεί σε λειτουργία. Υπάρχουν δήμοι, οι οποίοι χρησιμοποιούν ακόμη βόθρους. Πώς ελέγχονται τα (βοθρο)λύματα αν καταλήγουν στην Ε.Ε.Λ, σε τάφρους ή σε υδατορέματα;

.....
.....

4.1.7 Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου

Συνολικά ερωτήθηκαν 12 άτομα εκ των οποίων οι επτά είναι άνδρες και οι πέντε γυναίκες, όλων των ηλικιακών ομάδων, ώστε να υπάρχει ποικιλία απόψεων και να είναι πιο αντιπροσωπευτικό. Το σύνολο των ερωτηθέντων, μπορεί να θεωρηθεί μικρό, αλλά αποτελείται από καθηγητές και τελειόφοιτους μεταπτυχιακούς φοιτητές, γνώστες του αντικειμένου, του Γεωλογικού Τμήματος, ΑΠΘ.

Κανένας από τους ερωτηθέντες δεν κατοικεί σε κάποιο οικισμό στη Λεκάνη Μυγδονίας, παρ'όλα αυτά οι μισοί από αυτούς μένουν κοντά σε κάποια αγροτική περιοχή ή σχετίζονται οικονομικά με τον αγροτικό τομέα, οπότε έχουν μια άποψη περί της γεωργικής ασχολίας / προβλημάτων.

Στην ερώτηση αν λαμβάνονται υπόψη οι υδρολογικές, υδρογεωλογικές, καθώς και ο τύπος καλλιεργειών για την ανόρυξη γεωτρήσεων, οι μισοί θεώρησαν πως δε λαμβάνονται κάποιοι παράμετροι για να κατασκευαστεί μια καινούργια γεώτρηση ενώ οι υπόλοιποι, που απάντησαν θετικά στην ερώτηση, σχολίασαν πως για την πρόληψη της περιοχής δε δίνονται εύκολα νέες άδειες, διατηρούνται αποστάσεις από άλλες γεωτρήσεις (500 m) ή άλλα έργα υδροληψίας. Επίσης, σχολίασαν πως λαμβάνονται υπόψη τα γεωλογικά στοιχεία της περιοχής καθώς και οι απαιτήσεις σε νερό των καλλιεργειών. Τέλος, τόνισαν ότι οι παρεμβάσεις από αρμόδιες Υπηρεσίες και η εφαρμογή της συνθήκης RAMSAR, που ισχύει στην περιοχή, θέτει εξ' αρχής περιορισμούς προστατεύοντας την περιοχή.

Όλοι απάντησαν θετικά πως οι υδρευτικές γεωτρήσεις δείχνουν επηρεασμένες από τα γεωργικά φάρμακα, με σχόλιο κυρίως από αυτά που περιέχουν Νιτρικά Ιόντα. Πιστεύεται δε ότι κανένα από τα σενάρια για την ανάπτυξη της περιοχής δεν ενισχύουν την τοπική οικονομία εκτός από ένα άτομο, το οποίο αναφέρει τα σενάρια αλλαγής καλλιεργειών, μεθόδων άρδευσης ή άλλων έργων μεταφοράς νερού με σκοπό τη βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου της περιοχής αλλά συνάμα και της οικονομίας. Η γνώμη δε των κατοίκων πιστεύεται από τους εννέα πως λαμβάνεται υπόψη κυρίως μέσω των διαχειριστικών σχεδίων, που εκπονούνται.

Για τη χρήση των εγκεκριμένων γεωργικών φαρμάκων όσοι γνώριζαν απάντησαν πως σπάνια γίνεται έλεγχος, είτε γιατί προέρχονται από παράνομη διακίνηση είτε ο εκάστοτε αγρότης δεν ενδιαφέρεται για το αντίκτυπο στο περιβάλλον παρά μόνο για την ανάπτυξη του χωραφιού του, γιαυτό και ο έλεγχος των βιβλίων τους δε γίνεται.

Οι ερωτηθέντες λένε πως οι παράνομες ανορυγμένες γεωτρήσεις δεν έχουν καταγραφεί, έλεγχος γίνεται ύστερα από καταγγελία γειτόνων ή από το Φορέα Διαχείρισης των λιμνών, ο οποίος επιβλέπει την περιοχή και δέχεται τις καταγγελίες, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις έως και καθόλου δε σφραγίζονται. Η αντλούμενη ποσότητα δε για κάθε είδος καλλιέργειας θεωρούν πως δεν ελέγχεται, εκτός από δύο που απαντούν μέσω των υδρομέτρων στις γεωτρήσεις.

Για την Ε.Ε.Α. στο Λαγκαδά τα (βοθρο)λύματα, που καταλήγουν σε τάφρους ή υδατορέματα ελέγχονται μέσω δειγματοληψίας νερού και χημικής ανάλυσής του και γενικότερα με την παρακολούθηση της ποιότητας των επιφανειακών υδάτων, ενώ οι περισσότεροι απάντησαν πως στην πράξη δε γίνεται κάποιος έλεγχος.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα αποτελέσματα θεωρώ πως η κοινή γνώμη όλων αντιπροσωπεύεται ακόμα και αν το δείγμα των ατόμων είναι μικρό.

5. Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης ΛΑΠ 2017, η λεκάνη της Μυγδονίας φαίνεται να προσαρμόζεται και να υιοθετεί τα μέτρα διαχείρισης, τα οποία έχουν προταθεί από προηγούμενες μελέτες (Διαχειριστικά Σχέδια) και Νομοθεσίες. Αν και υπήρξε παράταση του χρόνου εφαρμογής τους (από το 2021 στο 2026), το σύστημα της Λεκάνης Μυγδονίας φαίνεται να ανακάμπτει με έμφαση στην κατάσταση της λίμνης Κορώνειας, η οποία δέχεται τις σημαντικότερες πιέσεις (γεωργία, κτηνοτροφία, βιομηχανία, λύματα).

Σε όλο το ΥΔ10, δεν υπάρχουν ενεργοί ΧΑΔΑ ενώ λειτουργούν 6 ΧΥΤΑ, οι οποίοι δεν εντάσσονται στις σημαντικές πιέσεις. Επίσης, πολλές από τις βιομηχανίες πλέον δε λειτουργούν. Ο συνδυασμός αυτός έχει ως αποτέλεσμα το ρυπαντικό φορτίο στην περιοχή να μειώνεται ακόμα περισσότερο. Τέλος, προτείνεται περαιτέρω έρευνα στις υψηλές συγκεντρώσεις ορισμένων στοιχείων που εμφανίζονται λόγω γεωλογικού υποβάθρου και εμφάνισης γεωθερμικού πεδίου.

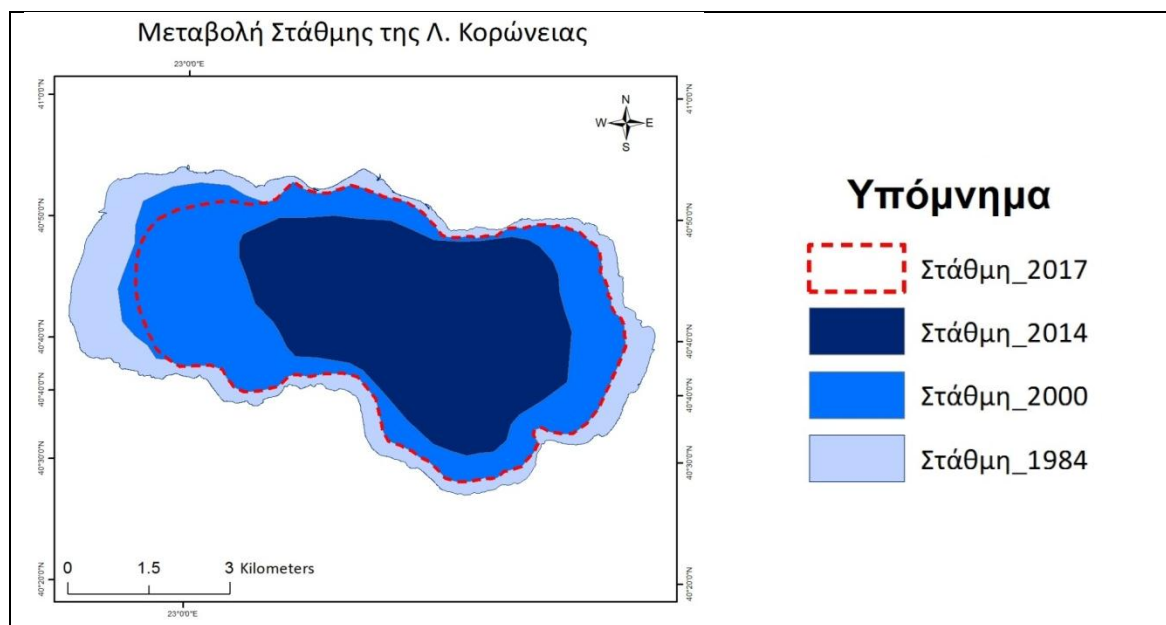
Όσον αφορά την ποσοτική κατάσταση, έμφαση δίνεται στη λίμνη Κορώνεια. Στις παρακάτω δορυφορικές εικόνες, οι οποίες συλλέχθηκαν από τον δορυφόρο LandSat TM, όπως και στο Χάρτη 26, παρουσιάζεται η μεταβολή της στάθμης στη λίμνη ανά δεκαπενταετία, κατά τη χειμερινή περίοδο. Το 1984 (μέσο βάθος 5 m, έκταση 43,8 km², υδατικό ισοζύγιο 200 x 10⁶ m³/yr) με αποκορύφωση το 2008, όπου ξηράνθηκε εντελώς (όπως προαναφέρθηκε) και το 2014 όπου η μείωση είναι έντονη (μέσο βάθος 2 m, έκταση 18,5 km², υδατικό ισοζύγιο θετικό γιατί ήταν βροχερή χρονιά.). Οι μεταβολές αυτές σχετίζονται πιθανά με την ολοκλήρωση της ενωτικής τάφρου στο δυτικό τμήμα της λίμνης και του φράγματος στο ΝΑ/κό τμήμα της στα τέλη του 2016, την αλλαγή των καλλιεργειών σε συνδυασμό με την αλλαγή μεθόδου άρδευσης, αλλά και τη μεταβολή των βροχοπτώσεων στα υδρολογικά έτη. Ο επιμερισμός των επιπτώσεων των παραπάνω αλλαγών στα αποθέματα της λίμνης χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση. Είναι γεγονός πάντως ότι έχουν συμβάλει στην άνοδο της στάθμης το 2017 (μέσο βάθος 2,2 m, έκταση 33,3 km², υδατικό ισοζύγιο θετικό), η οποία φαίνεται να αγγίζει τα δεδομένα του 2000 (μέσο βάθος 1 m, έκταση 35,8 km², υδατικό ισοζύγιο ~25 x 10⁶ m³/yr).

Συλλέγοντας μια σειρά ετών από δεδομένα βροχόπτωσης και αντίστοιχης έκτασης της λίμνης από δορυφορικές εικόνες, μπορεί να γίνει ένα διάγραμμα συσχέτισης προκειμένου να βρεθεί πώς το ύψος και η ένταση των βροχοπτώσεων επηρεάζει την ποσοτική κατάσταση της λίμνης. Στη συνέχεια μπορεί να γίνει πάλι ένα διάγραμμα συσχέτισης με τον αντλούμενο όγκο από τις γεωτρήσεις και την έκταση, προκειμένου να βρεθεί αν και κατά πόσο επηρεάζουν τη στάθμη της λίμνης και συνάμα τα αποθέματα. Όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν να μοντελοποιηθούν μέσω του GIS ώστε να βρεθούν ζώνες πίεσης και αντίστοιχα ζώνες που χρήζουν προστασία. Για την καλύτερη οπτικοποίηση, αλλά και τη χωροχρονική κατανομή

μπορεί να εισαχθεί η παράμετρος του χρόνου και να ελεγχθούν διάφορα διαχειριστικά σενάρια.



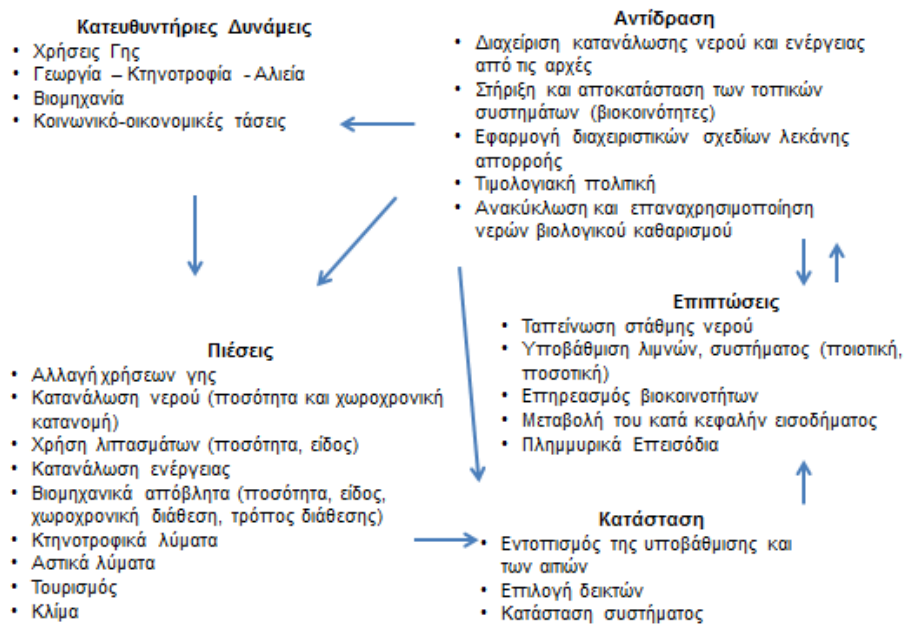
Εικόνα 9. Μεταβολή της στάθμης, τη χειμερινή περίοδο, στη λίμνη Κορώνεια ανά δεκαπενταετία (1984, 2000, 2014, 2017). Τα κόκκινα βέλη δείχνουν την κατασκευή της τάφρου (LandSat TM).



Χάρτης 26. Μεταβολή της στάθμης της λίμνης Κορώνεια, (ιδία επεξεργασία στο GIS/ εύρεση έκτασης).

6. Συμπεράσματα - Προτάσεις

Η μεθοδολογία DPSIR εφαρμόζεται με σκοπό να σημειωθούν οι πιέσεις, τις οποίες δέχεται το οικοσύστημα ώστε μέσω του αντίκτυπου στην περιοχή και αξιολογώντας τις “δυνατότητες” του συστήματος να βρεθούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας – διαχείρισης. Συνοπτικά το πλαίσιο των δεικτών, που εξετάστηκαν για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης, στο πλαίσιο της μεθοδολογίας DPSIR παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 8. Προτεινόμενο DPSIR στη λεκάνη της Μυγδονίας.

Κατάσταση - Πιέσεις

Πιο αναλυτικά αν και ο πληθυσμός, σε σχέση με το 1991, φαίνεται να έχει μια πτωτική τάση (-11%), η αλλαγή χρήσης των εκτάσεων γης με σκοπό την εκμετάλλευσή τους, είναι φανερή. Συγκεκριμένα, η αύξηση των εκτάσεων για γεωργική χρήση (~18%). Παράδοξο αν αναλογιστεί κανείς ότι η κύρια απασχόληση στην περιοχή αφορά τον τριτογενή τομέα (61%). Η αύξηση των εκτάσεων για γεωργική χρήση είναι και η κύρια πηγή πίεσης στην περιοχή καθώς η χρήση λιπασμάτων, φυτοπροστατευτικών και γενικότερα η χρήση εγγειοβελτιωτικών σκευασμάτων επιφέρει ρύπανση στην περιοχή, φορτίζοντάς την κυρίως με Νιτρικά και Φωσφορικά ιόντα.

Η κτηνοτροφική δραστηριότητα με έμφαση στην ελεύθερη κτηνοτροφία, η οποία αποτελεί σημαντική δραστηριότητα στην περιοχή, αποτελεί εξίσου πηγή πίεσης και ρυπογόνος δράση για τα επιφανειακά και υπόγεια σώματα. Στην περιοχή εδρεύουν επίσης βιομηχανικές-βιοτεχνικές μονάδες, όπως, επιχειρήσεις επεξεργασίας τροφίμων, κλωστοϋφαντουργικής, επεξεργασίας ξύλου και παραγωγής βασικών μετάλλων. Η επεξεργασία των λυμάτων/αποβλήτων δεν είναι αναπτυγμένη σύμφωνα με τα νέα πρότυπα καθώς οι περισσότεροι οικισμοί χρησιμοποιούν απορροφητικούς

βόθρους με εξαίρεση το Δήμο Λαγκαδά, όπου λειτουργεί Ε.Ε.Λ. Ο συνδυασμός όλων αυτών των δραστηριοτήτων σε συνδυασμό με τις εγκαταστάσεις των παλαιών βαφείων που υπάρχουν ακόμα στην περιοχή, υποβαθμίζει ποιοτικά το γεωπεριβάλλον της περιοχής (έδαφος, υδατικοί πόροι). Ο τουρισμός αν και δεν είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένος στην περιοχή, λόγω του ότι οι πολιτιστικοί χώροι και τα λουτρά υπάγονται στο Νομό Θεσσαλονίκης, οπότε ο αριθμός των καταλυμάτων δεν είναι μεγάλος, πιθανό να αποτελεί μια μορφή πίεσης, εποχικά.

Επιπτώσεις

Η σημαντικότερη επίπτωση φαίνεται στις δύο λίμνες, των οποίων η στάθμη έχει μειωθεί, η χημική τους κατάσταση σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ χαρακτηρίζεται ως “καλή”, υπάρχει πρόβλημα ευτροφισμού με σημαντικό αντίκτυπο στο βιολογικό οικοσύστημα/βιοκοινότητες. Η ανθρώπινη δράση σε συνδυασμό με τις φυσικές αλλαγές του κλίματος, επηρεάζουν την περιοχή καθώς θεωρείται ότι οι θερμές και ξηρές μέρες στο άμεσο μέλλον θα αυξηθούν και συγχρόνως οι βροχοπτώσεις θα μειωθούν, με γενικό αντίκτυπο στο γεωργικό τομέα στη μείωση των υπόγειων αποθεμάτων και αλλαγές στην τοπική οικονομία.

Προστασία Υδατικών Πόρων

Τα οικοσυστήματα των λιμνών Κορώνειας και Βόλβης αποτελούν τη βάση της λεκάνης της Μυγδονίας. Τα συστήματα αυτά αντιμετωπίζουν ποσοτικό και ποιοτικό πρόβλημα, κυρίως η λίμνη Κορώνεια.

Τα υπόγεια νερά υπόκεινται σε μεγάλες πιέσεις από την υπεράντληση μέσω μεγάλου αριθμού γεωτρήσεων για την κάλυψη κυρίως των αρδευτικών αναγκών.

Δεδομένο της ήδη υπάρχουσας κατάστασης και των προβλέψεων για το άμεσο μέλλον, χρειάζεται ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των αγροτών για την αποτελεσματική χρήση του νερού στο πλαίσιο μιας νέας τιμολογιακής πολιτικής. Συνιστάται η εγκατάσταση δικτύων παρακολούθησης σε θέσεις “κλειδιά” (π.χ. περιφερειακά των λιμνών και στο Δήμο Λαγκαδά, καθώς και σε επιλεγμένες γεωτρήσεις) για την συνεχή και συστηματική παρακολούθηση της ποιοτικής και ποσοτικής κατάστασης των υδατικών πόρων.

Επιπλέον, προτείνεται η σύνταξη και εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου αναπτυξιακού σχεδίου της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της και περιλαμβάνοντας νέες δραστηριότητες οικονομικής ανάπτυξης, όπως νέες μεθόδους άρδευσης, εναλλακτικές καλλιέργειες που απαιτούν λίγο νερό ή ξηρικές, ήπιες μορφές τουρισμού, ώστε να εξασφαλισθεί η βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων και η διατήρηση του οικοσυστήματος.

Τέλος, προτείνεται η δημιουργία ενός χωρικού μοντέλου (GIS), βασισμένο στις αρχές του DPSIR και της βιωσιμότητας, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση και ποσοτικοποίηση των πιέσεων στην περιοχή έρευνας. Η χωρική ανάλυση σε συνδυασμό με υδρολογικές, εδαφολογικές αναλύσεις κ.ά. θα μπορούσε να συμβάλλει στη λήψη κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων, όπως για παράδειγμα στη χάραξη ζωνών προστασίας γύρω από τις λίμνες και τις υδρευτικές υδρογεωτρήσεις.

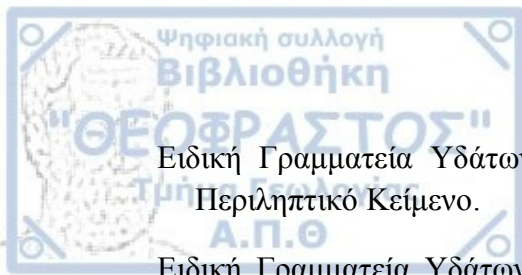
7. Βιβλιογραφία

7.1 Εξενόγλωση Βιβλιογραφία

- Andreadakis A, Gavalakis E, Kaliakatsos L, Noutsopoulos C, Tzimas A, 2007. The implementantion of the Water Framework Directive (WFD) at the river basin of Anthemountas with emphasis on the pressures and impacts analysis. Elsevier. Desalination 210: 1-15.
- Bell S, 2012. DPSIR = A Problem Structuring Method? An exploration from the 'Imagine' Approach. European Journal of Operational Research: DOI: 10.1016/j.ejor.2012.04.029.
- Donahue F.W, 2013. Determining Appropriate Nutrient and Sediment Loading Coefficients for Modeling Effects of Changes in Landuse and Landcover in Alberta Watersheds. Water Matters.
- Karageorgis A, Kapsimalis V, Kontogianni A, Skourtos M, Turner K, Salomons W, 2006. Impact of 100-year human interventions on the Deltaic Coastal Zone of the Inner Thermaikos Gulf (Greece): A DPSIR framework analysis. Journal of Environmental Management 38: 304–315.
- Kristensen P, 2004. The DPSIR Framework. European Topic Centre on Water, European Environment Agency.
- Manakou M.V, Raptakis D.G, Cha´vez-Garci´a F.J, Apostolidis P.I, Pitilakis K.D, 2010. 3D soil structure of the Mygdonian basin for site response analysis. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 30: 1198–1211.
- Mattas C, Voudouris K.S, Panagopoulos A, 2014. Integrated Groundwater Resources Management Using the DPSIR Approach in a GIS Environment: A Case Study from the Gallikos River Basin, North Greece. Water 6: 1043-1068.
- Raptakis D.G, Manakou M.V, Cha´vez-Garci´a F.J, Makra K.A, Pitilakis K.D, 2005. 3D configuration of Mygdonian basin and preliminary estimate of its site response. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 25: 871–887.
- Savvaidis A.S, Pedersen L.B, Tsokas G.N, Dawes G.J, 2000. Structure of the Mygdonia basin (N. Greece) inferred from MT and gravity data. Tectonophysics 317: 171–186.
- Zalidis G.C, Tsiafouli M.A, Takavakoglou V, Bilas G, Misopolinos N, 2004. Selecting agri-environmental indicators to facilitate monitoring and assessment of EU agri-environmental measures effectiveness. Journal of Environmental Management 70: 315-321.

7.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αγγελίδης Μ.Ο, Λέκκας Θ, Αλμπάνης Τ., 2005. Ρύπανση των Υδατικών Πόρων της Ελλάδας. Πρακτικά Συνεδρίου «Ελληνικοί Υδατικοί Πόροι: Μια Ρεαλιστική Προσέγγιση». Αθήνα.
- Αδαμοπούλου Η, Σεπετζή Ε, 2013. Αγροτική Ανάπτυξη και Πρακτικές Εξοικονόμησης Νερού στη Γεωργία. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Αθήνα.
- Απλαδά Ε, 2013. Χλωρίδα και Βλάστηση των Οικοσυστημάτων του Όρους Γκιώνα, Αξιολόγηση-Προστασία-Διαχείριση. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας.
- Αϊτζή Χ, 2010. Εφαρμογή της Προτεινόμενης από την Οδηγία 2000/60/ΕΚ Μεθοδολογίας CEN για την Εκτίμηση της Ιχθυοκοινότητας στη Λίμνη Βόλβη (Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας). Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Α.Π.Θ.
- Βαφειάδης Π, 1991. Διερεύνηση του Υπόγειου Υδατικού Δυναμικού της Λεκάνης Βόλβης Ν. Θεσσαλονίκης. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας XXV/4: 159-172.
- Δασκάλου Μ.Γ, 2015. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη του ανατολικού περιθωρίου της Μυγδονίας λεκάνης στην περιοχή του Ρήχιου ποταμού. Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας.
- Δελβιώτη Κ, 2016. Υδρογεωλογική Έρευνα και Ποιότητα Υπόγειων Νερών της Λεκάνης Μυγδονίας. Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης. Α.Π.Θ., Τμήμα Γεωλογίας (Επιβλέπων Κ. Βουδούρης).
- Δήμου Γ, Εγγονόπουλος-Παπαδόπουλος Β. Η Λίμνη Λαγκαδά και η Μυγδονία Λεκάνη / Η Πράσινη Χημεία και η Προστασία του Περιβάλλοντος.
- Δροσιάδης Β, 2017. Πρόταση Οικοτουριστικής Ανάπτυξης στο Εθνικό Πάρκο των Λιμνών Κορώνειας-Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών. Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Α.Π.Θ.
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2014. Σχέδιο Διαχείρισης των Λ.Α.Π του ΥΔ.10, Παράρτημα Β, Ανάλυση Ανθρωπογενών Πιέσεων και των Επιπτώσεων τους στα Επιφανειακά και στα Υπόγεια Υδατικά Συστήματα, (Παραδοτέο 8. Α Φάσης)
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2014. Σχέδιο Διαχείρισης των Λ.Α.Π του ΥΔ.10, Παράρτημα Ε.
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2014. Σχέδιο Διαχείρισης των Λ.Α.Π του ΥΔ.10, Παράρτημα Α (Παραδοτέο 5. Α Φάσης).



Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2014. Σχέδιο Διαχείρισης των Λ.Α.Π του ΥΔ.10, Περιληπτικό Κείμενο.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2013. Π.3.7. Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας (GR10).

Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2017. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λ.Α.Π του ΥΔ.10. Στάδιο Ι, 3^η Φάση- Παραδοτέο 6. Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας, Μη Τεχνική έκθεση.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2017. 1η Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης Λ.Α.Π ΥΔ. Κεντρικής Μακεδονίας (EL10). Προσχέδιο Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος, 2016. Τεχνικές Προδιαγραφές Υδρογεωλογικών Μελετών με Βάση τις Απαιτήσεις των Σχεδίων Διαχείρισης της Οδηγίας 2000/60/Εκ.

Ζαμπούρ Γ, 2010. Υδρογεωλογικές Συνθήκες της Λεκάνης Απορροής της Λίμνης Βόλβη. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Α.Π.Θ. (Επιβλέπων Κ. Βουδούρης).

ΙΓΜΕ, 2008. Περαιτέρω Χαρακτηρισμός των Υπόγειων Υδροφόρων Συστημάτων. Αθήνα.

Καζάκης Ν, 2016. Υδρογεωλογικές Αρχές. Σημειώσεις Μαθήματος στα πλαίσια του ΠΜΣ 'Εφαρμοσμένη και Περιβαλλοντική Γεωλογία'. Α.Π.Θ.

Καλλία Α, 2016. Προστασία και Βιώσιμη Διαχείριση των Υδάτων Θεσμικό Πλαίσιο. Σημειώσεις Μαθήματος, Α.Π.Θ.

Κολιόπουλος Τ, 2011. Ποιοτική Κατάσταση Λίμνης Κορώνειας. Διπλωματική Εργασία, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κουτσινός Σ, Κολιός Ν, Αρβανίτη Α, Κουγκουλη Χ, 2006. Έρευνα και Εντοπισμός Γεωθερμικών Πεδίων Περιοχής Βόλβης Ν. Θεσσαλονίκης. Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών.

Κουτσούμπας Δ, 2013. Παράκτια και Μεταβατικά Οικοσυστήματα. Σημειώσεις Μαθήματος. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Μυτιλήνη.

Κυριακοπούλου Ν, 2013. Οικολογία – Διαχείριση και Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος. Διατριβή Μεταπτυχιακού Διπλώματος. Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας.

Λατινόπουλος Δ, 2012. Διερεύνηση Δυνατοτήτων για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση του Υδατικού Συστήματος της Λίμνης Βόλβης – Προοπτικές. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Α.Π.Θ.

Μουντράκης Δ, 1985. *Γεωλογία της Ελλάδος*, University studio press, Θεσσαλονίκη.

Μπάλλας, 2007. Χρήση των Ασαφών Κανόνων στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων-Εφαρμογή στην Υδρολογική Λεκάνη Βόλβης. Διδακτορική Διατριβή, Πολυτεχνική Σχολή. Α.Π.Θ.

Νικολοπούλου Π, 2010. Οικολογική Κατάσταση και Ανάλυση Πιέσεων στη Λεκάνη Απορροής του Ποταμού Σοφαδίτη. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Α.Π.Θ.

Ντότα Α, 2008. Η Συμβολή της ΚΑΠ στην Προστασία του Περιβάλλοντος και τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Εφαρμογή στην Περιοχή της Λίμνης Κορώνειας. Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ

Ξαφένιας Ν, 2007. Μελέτη του Υδατικού Ισοζυγίου του Υπόγειου Υδροφορέα της Λίμνης Βόλβης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πολυτεχνική Σχολή-Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Α.Π.Θ.

Παπαχαράλαμπου Χ, 2012. Μελέτη του υδρολογικού κύκλου της λεκάνης απορροής της λίμνης Κορώνειας με μεθόδους ισοτοπικής γεωχημείας. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Α.Π.Θ.

Ρωμανίδης Κ. Γ, 2014. Καταγραφή και Αξιολόγηση της Ιχθυοπανίδας των Ρεόντων Υδάτων στη Λεκάνη της Μυγδονίας. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ.

Σπαθάρη Σ, 2010. Παράκτια και Μεταβατικά Οικοσυστήματα. Σημειώσεις Μαθήματος. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Μυτιλήνη.

Τεκίδης, 2015. Βελτιστοποίηση χωροθέτησης μονάδας αναερόβιας χώνευσης κτηνοτροφικών αποβλήτων στη Μυγδονία λεκάνη με τη βοήθεια πολυκριτηριακής ανάλυσης και χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Γεωπληροφορική, ΑΠΘ.

Τζιμόπουλος Χ, Πλιάτσικα Δ, 2005. Έρευνα Διαχείρισης της Υδρολογικής Λεκάνης Κορώνειας. Heleco, Τεχνικού Επαγγελματικού Εκπαιδευτηρίου, Αθήνα.

Τζιμόπουλος Χ.Δ, Γκινίδη Π.Δ, Πλιάτσικα Δ.Κ. Έρευνα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων της Υδρολογικής Λεκάνης Κορώνειας. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων: 105-109.

Τζωράκη Ο, 2014. Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών. Σημειώσεις Μαθήματος. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Μυτιλήνη.

Τουλιάτου Σ, Μπούκη Ε, Παπαδάκης Ε, Παπαδημητρίου Α, 2014. Διαχειριστικό Σχέδιο Λεκάνης Απορροής και Παρακτίου Περιβάλλοντος Κόλπου Καλλονής Λέσβου. Εργασία στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μαθήματος Διαχείριση Παρακτίων Ζωνών του μεταπτυχιακού προγράμματος του τμήματος Επιστημών της Θάλασσας.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Αποτελέσματα Λεκάνης Λαγκαδά-Βόλβης-Μυγδονίας,
(http://w2.minagric.gr/ardeftika/files/results/geol/10.RESULTS_LAGADA_VOLV_I_MYGDONIA.pdf/ τελευταία επίσκεψη 1/11/2017).

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Αποτελέσματα Λεκάνης Μυγδονίας, Υδρογεωλογικά Στοιχεία/ Έλεγχος Χημικής Ποιότητας Αρδευτικών Υδάτων (Επιφανειακών και Υπογείων) σε Κλίμακα Λ.Α.Π Μακεδονίας-Θράκης και Θεσσαλίας. Τεύχος Α: Μελέτη Κατηγορίας 20 (Υδρογεωλογικές Εργασίες).

Φυτίκας Μ, 2012. Γεωθερμία και Εφαρμογές. Σημειώσεις Μαθήματος, Α.Π.Θ.

7.3 Διαδικτυακές Πηγές

State of the Gulf of Main Report, <http://www.gulfofmaine.org/2/sogom-homepage/framework-2/>, (Εικόνα 7, τελευταία επίσκεψη 21/12/2017)

http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index_en.html (τελευταία επίσκεψη 30/12/2017)

<http://perivallontikosxartis.blogspot.gr/> (τελευταία επίσκεψη 15/11/2017)

<http://voria.gr/article/pkm-touristiki-axiopiisi-tis-viomichanikis-klironomias> (τελευταία επίσκεψη 20/10/2017)

<http://www.fireservice.gr/pyr/site/home/LC+Secondary+Menu/opendata.csp> (τελευταία επίσκεψη 20/10/2017)

<http://www.foreaskv.gr/> (τελευταία επίσκεψη 20/12/2017)

http://www.huffingtonpost.gr/2017/06/12/eidiseis-koinonia-oi-epiptwseis-tis-klimatikis-allagis-stin-ellada-sumfwna-me-ne-a-meleti_n_17052254.html (τελευταία επίσκεψη 12/11/2017)

<http://www.oikoskopio.gr/map/> (τελευταία επίσκεψη 30/12/2017)

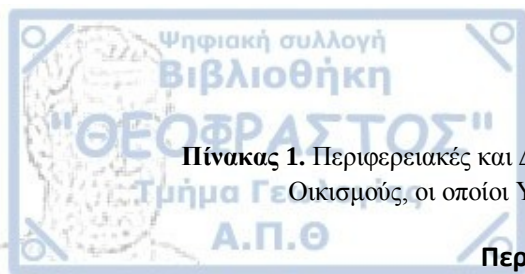
<http://www.opengov.gr/minenv/?p=8443> (τελευταία επίσκεψη 15/11/2017)

http://www.ornithologiki.gr/page_iba.php?aID=32 (τελευταία επίσκεψη 23/10/2017)

<https://el.wikipedia.org/wiki/> (τελευταία επίσκεψη 23/10/2017)



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Πίνακας 1. Περιφερειακές και Δημοτικές Ενότητες (Καποδιστριακοί Δήμοι), με τους αντίστοιχους Οικισμούς, οι οποίοι Υπάρχουν στη Λεκάνη της Μυγδονίας, (Geodata.gov.gr).

Περιφερειακή Ενότητα Θεσσαλονίκης
Δημοτική Ενότητα

Απολλωνίας	Αρέθουσας	Βασιλικών	Βερτίσκου	Εγνατίας
Νέα Απολλωνία,η Μελισουργός,ο Νικομηδινόν,το Περιστερώννα,η Στίβος,ο	Αρέθουσα,η Μαυρούδα,η Σκεπαστόν,το Στεφανινά,τα Ξηροπόταμος,ο Φιλαδέλφειον,το	Λιβιάδιον,το Άσσηρος,η	Λοφίσκος,ο Όσσα,η	Ευαγγελισμός,ο Νυμφόπετρα,η Προφήτης,ο Σχολάριον,το
Καλλινδοίων	Κορώνειας	Λαγκαδά	Λαχανά	Μάδυτου
Ζαγκλιβέριον,το Αδάμ,ο Καλαμωτόν,το Πετροκέρασα,τα Σαρακήνα,η	Άγιος Βασίλειος,ο Αρδαμέριον,το Βασιλούδιον,το Γερακαρού,η Λαγκαδίκια,τα	Λαγκαδάς, Λαγυνά, Ανάληψις, Ηράκλειον, Καβαλλάριον, Κολχικόν, Περιβολάκιον, Χρυσαιγή,	Νικόπολις, Ξυλόπολις, Καρτεραί,	Απολλωνία, Μόδιον, Νέα Μάδυτος,
Μυγδονίας	Ρεντίνας	Σοχού		
Δρυμός,ο Λητή,η Μελισσοχώριον,το	Βόλβη,η	Σοχός,ο Ασκός,ο Κρυονέριον,το		

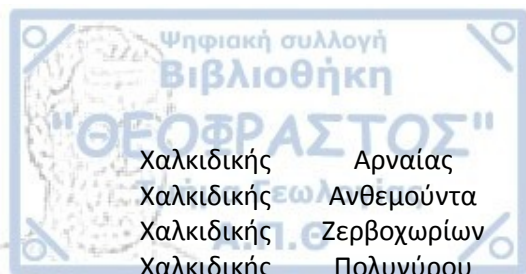
Περιφερειακή Ενότητα Χαλκιδικής Δημοτική Ενότητα				Περιφερειακή Ενότητα Κιλκίς Δημοτική Ενότητα
Αρναίας	Ανθεμούντα	Ζερβοχωρίων	Πολυγύρου	Κρουσών
Αρναία,η Βαρβάρα,η Στανός,ο	Δουμπιά,τα	Γεροπλάτανος,ο Κρήμνη,η Μαραθούσσα,η Πλατανοχώριον,το Παλαιοχώρα,η Ριζά,τα	Σανά,τα	Θεοδόσια,τα

Πίνακας 2. Απογραφή πληθυσμού ανά δημοτική ενότητα για τα έτη 1991, 2001, 2011

Περιφερειακή Ενότητα	Δημοτική Ενότητα	Απογραφή 1991	Απογραφή 2001	Απογραφή 2011
Θεσσαλονίκης	Απολλωνίας	4.070	4.137	3.757
Θεσσαλονίκης	Αρέθουσας	6.353	6.299	2.377
Θεσσαλονίκης	Εγνατίας	3.261	3.134	2.487
Θεσσαλονίκης	Μάδυτου	3.088	3.456	2.286
Θεσσαλονίκης	Ρεντίνας	1.400	1.402	678
Θεσσαλονίκης	Βασιλικών	2.660	3.232	2.238
Θεσσαλονίκης	Βέρτισκου	1.522	1.634	648
Θεσσαλονίκης	Καλλινδοίων	4.692	4.689	3.452
Θεσσαλονίκης	Κορώνειας	4.423	4.286	4.092
Θεσσαλονίκης	Λαγκαδά	14.723	16.836	19.356
Θεσσαλονίκης	Λαχανά	2.482	2.588	1.176
Θεσσαλονίκης	Σοχού	6.789	5.773	5.511
Θεσσαλονίκης	Μυγδονίας	3.496	7.239	10.248
Κιλκίς	Κρούσων	231	214	229
Χαλκιδικής	Αρναίας	3.811	3.824	3.767
Χαλκιδικής	Ανθεμούντα	635	587	451
Χαλκιδικής	Ζερβοχωρίων	4.581	3.146	2.378
Χαλκιδικής	Πολυγύρου	446	337	293
Γενικό Σύνολο		68.663	72.813	65.424
		(Geodata.gov.gr).		

Πίνακας 3. Οικονομικά Ενεργός και Μη Ενεργός πληθυσμός ανά δημοτική ενότητα για την περίοδο 1991-2001 (Geodata.gov.gr).

Περιφερειακή Ενότητα	Δημοτική Ενότητα	Οικονομικά Ενεργοί				Οικονομικά Μη Ενεργοί
		Σύνολο Πληθυσμού	Απασχολούμενοι	Άνεργοι	"Νέοι"	
Θεσσαλονίκης	Απολλωνίας	1.786	1.753	33	20	1.802
Θεσσαλονίκης	Αρέθουσας	2.330	2.263	67	34	2.584
Θεσσαλονίκης	Εγνατίας	1.510	1.457	53	42	1.402
Θεσσαλονίκης	Μάδυτου	1.169	1.147	22	14	1.535
Θεσσαλονίκης	Ρεντίνας	504	498	6	5	621
Θεσσαλονίκης	Βασιλικών	167	164	3	2	256
Θεσσαλονίκης	Βέρτισκου	628	610	18	12	753
Θεσσαλονίκης	Καλλινδοίων	1.880	1.765	115	34	2.373
Θεσσαλονίκης	Κορώνειας	1.851	1.788	63	40	2.094
Θεσσαλονίκης	Λαγκαδά	5.833	5.554	279	117	6.733
Θεσσαλονίκης	Λαχανά	612	572	40	13	723
Θεσσαλονίκης	Σοχού	1.909	1.814	95	58	2.234
Θεσσαλονίκης	Μυγδονίας	1.885	1.797	88	25	991



Χαλκιδικής	Αρναίας	1.230	1.094	136	84	2.059
Χαλκιδικής	Ανθεμούντα	211	195	16	7	374
Χαλκιδικής	Ζερβοχωρίων	1.073	1.028	45	28	1.515
Χαλκιδικής	Πολυγύρου	212	192	20	14	201

Γενικό Σύνολο	24.790	23.691	1.099	549	28.250
--------------------------	---------------	---------------	--------------	------------	---------------

Πίνακας 4. Το είδος της οικονομικής δραστηριότητας για το 2005, ανά τομέα παραγωγής, ανά δημοτική ενότητα (Geodata.gov.gr).

Περιφερειακή Ενότητα	Δημοτική Ενότητα	Τομείς Παραγωγής			Άγνωστη Δραστηριότητα
		Πρωτογενής	Δευτερογενής	Τριτογενής	
Θεσσαλονίκης	Απολλωνίας	92	54	169	15
Θεσσαλονίκης	Αρέθουσας	30	17	64	–
Θεσσαλονίκης	Βασιλικών	77	156	461	8
Θεσσαλονίκης	Βέρτισκου	16	15	42	–
Θεσσαλονίκης	Εγνατίας	47	18	90	–
Θεσσαλονίκης	Καλλινδοίων	17	56	183	1
Θεσσαλονίκης	Κορώνειας	27	78	208	7
Θεσσαλονίκης	Λαγκαδά	95	518	1077	151
Θεσσαλονίκης	Λαχανά	25	25	99	12
Θεσσαλονίκης	Μάδυτου	17	45	94	1
Θεσσαλονίκης	Μυγδονίας	16	217	349	22
Θεσσαλονίκης	Ρεντίνας	26	100	359	102
Θεσσαλονίκης	Σοχού	51	93	303	9
Θεσσαλονίκης	Ασσήρου	31	75	161	2
Χαλκιδικής	Αρναίας	23	212	352	–
Χαλκιδικής	Ζερβοχωρίων	31	22	83	1
Γενικό Σύνολο		621	1701	4094	331

Πίνακας 5. Χρήσεις γης ανά δημοτική ενότητα για το έτος 1991 (Geodata.gov.gr).

Περιφερειακή Ενότητα	Δημοτική Ενότητα	Σύνολο Εκτάσεων	Καλλιεργούμενες Εκτάσεις και Αγροάπαιση	Βοσκότοποι		*Μονάδες: χιλιάδες στρέμματα			
				Κοινοτικοί ή Δημοτικοί	Άλλοι (π.χ. Ιδιωτικοί)	Δάση	Εκτάσεις Καλυπτόμενες με Νερά	Οικοδόμηση	Άλλες Εκτάσεις
Θεσσαλονίκης	Απολλωνίας	169	62,7	75,2	0,1	0,0	23,1	7,0	0,2
Θεσσαλονίκης	Αρέθουσας	215	56,1	65,6	8,5	79,7	0,1	4,8	0,0
Θεσσαλονίκης	Εγνατίας	115	38,2	52,7	0,2	4,2	17,8	2,0	0,0
Θεσσαλονίκης	Μάδυτου	90	27,7	17,6	0,0	19,0	24,1	1,5	0,0
Θεσσαλονίκης	Ρεντίνας	93	9,1	18,3	38,5	0,0	23,6	0,6	2,7
Θεσσαλονίκης	Βασιλικών	108	37,9	37,0	1,5	25,2	4,6	1,1	0,7
Θεσσαλονίκης	Βέρτισκου	150	31,3	113,4	1,3	1,0	0,0	2,0	1,0
Θεσσαλονίκης	Καλλινδοίων	155	65,8	36,3	14,9	30,0	1,1	6,4	0,3
Θεσσαλονίκης	Κορώνειας	106	47,5	29,9	0,3	1,0	22,0	3,8	1,2
Θεσσαλονίκης	Λαγκαδά	197	94,3	47,4	15,0	0,7	26,4	9,4	4,4
Θεσσαλονίκης	Λαχανά	126	43,2	23,1	47,9	4,4	4,2	3,2	0,1
Θεσσαλονίκης	Σοχού	282	81,9	96,6	19,0	76,3	3,0	4,6	0,2
Θεσσαλονίκης	Μυγδονίας								
Χαλκιδικής	Αρναίας	151	15,2	2,4	46,0	83,8	1,4	1,3	0,7
Χαλκιδικής	Ανθεμούντα	23	9,2	4,0	0,4	8,6	0,0	1,2	0,0
Χαλκιδικής	Ζερβοχωρίων	95	29,6	0,0	6,5	49,0	0,0	9,7	0,3
Χαλκιδικής	Πολυγύρου	15	7,8	0,0	0,0	5,1	0,0	2,0	0,0
Κιλίκης	Κρούσσων	20	9,6	8,1	0,0	0,3	1,9	0,4	0,0
	Γενικό Σύνολο	2108	667,1	627,6	200,1	388,3	153,3	61,0	11,8
	Στρέμματα	2.108.400	667.100	627.600	200.100	388.300	153.300	61.000	11.800

Πίνακας 6. Είδος έκτασης, ανάλογα με το πότισμα, για το έτος 1991, (Geodata.gov.gr).

Εκτάσεις σε Στρέμματα				
Δημοτική Ενότητα	Εκτάσεις	Συνολικές Καλλιεργούμενες Εκτάσεις	Αρδευόμενες Εκτάσεις	Αρδευθείσες Εκτάσεις
Απολλωνίας	49,677	45,183	17,727	14,034
Αρέθουσας	44,173	33,085	4,667	4,494
Εγνατίας	27,895	22,718	11,850	8,986
Μάδυτου	19,406	15,293	9,426	7,267
Ρεντίνας	8,007	4,248	1,512	1,254
Βασιλικών	3,412	292	40	40
Βέρτισκου	22,037	8,905	567	567
Καλλινδοίων	47,600	15,691	2,847	2,764
Κορώνειας	33,507	20,182	5,650	5,575
Λαγκαδά	74,803	57,444	25,832	23,574
Λαχανά	28,296	10,715	282	282
Σοχού	55,559	31,883	1,117	1,113
Μυγδονίας	42,583	29,044	7,734	7,550
Ασσήρου	35,679	9,859	761	488
Αρναίας	25,061	9,719	1,185	1,156
Ανθεμούντα	7,519	4,158	878	878
Ζερβοχωρίων	46,126	23,007	3,603	3,392
Κρούσσων	6,249	3,368	38	38
Γενικό Σύνολο	577,589	344,794	95,716	83,452

Πίνακας 7. Είδος έκτασης, ανάλογα με το πότισμα, για το έτος 1999-2000, (Geodata.gov.gr).

Εκτάσεις σε Στρέμματα				
Δημοτική Ενότητα	Εκτάσεις	Χρησιμοποιούμενη Γεωργική Έκταση	Αρδευόμενες Εκτάσεις	Αρδευθείσες Εκτάσεις
Απολλωνίας	49,677	44,085	20,672	15,707
Αρέθουσας	44,173	49,285	7,028	6,390
Εγνατίας	27,895	28,444	13,627	11,570
Μάδυτου	19,406	21,216	11,563	11,092
Ρεντίνας	8,007	11,355	6,955	6,576
Βασιλικών	3,412	3,950	72	72
Βέρτισκου	22,037	27,078	535	535
Καλλινδοίων	47,600	44,767	9,752	5,461
Κορώνειας	33,507	33,594	10,851	9,556
Λαγκαδά	74,803	69,219	44,584	25,915
Λαχανά	28,296	24,332	354	354
Σοχού	55,559	47,514	4,795	4,753
Μυγδονίας	42,583	47,359	12,339	3,502
Ασσήρου	35,679	37,733	797	652
Αρναίας	25,061	20,979	1,812	1,812
Ανθεμούντα	7,519	7,967	944	944
Ζερβοχωρίων	46,126	46,939	6,314	3,723
Κρούσων	6,249	7,096	224	224
Γενικό Σύνολο	577,589	572,911	153,218	108,839

Πίνακας 8. Μηνιαία κατανάλωση νερού ανά κατηγορία και είδος καλλιέργειας (Κ.Υ.Α Φ.16/6631/2-6-1989)

	Κατηγορία Καλλιέργειας (ποσότητες σε m3/στρ.)					
Μήνας	I	II	III	IV	V	VII
Απρίλιος	57,5	63	68,5	73	78,5	89,5
Μάιος	77	84	91	97,5	105	119
Ιούνιος	92	100,5	109	117	125,5	142
Ιούλιος	108,5	118,5	128,5	138	148	168
Αύγουστος	100,5	109,5	118,5	127,5	137	155
Σεπτέμβριος	71,5	78	84,5	90,5	97,5	110,5
Σύνολο	507	553,5	600	643,5	691,5	784
Βαθμός Απόδοσης Μεθόδου Άρδευσης	Για στάγδην: 0,9	Για συνδυασμό κανονιού (90%) και στάγδην (10%): 0,6 και 0,9		Για κανόνι: 0,6		

Πίνακας 9. Αριθμός σε κεφαλές και είδος ζώων ανά δημοτική ενότητα για το έτος 1991
(Geodata.gov.gr).

Περιφερειακή Ενότητα	Δημοτική Ενότητα	Βοοειδή	Προβατοειδή	Αιγοειδή	Χοιροειδή	Ιπποειδή	Κουνέλια	Πουλερικά	Κυψέλες Μελισσών
Θεσσαλονίκης	Απολλωνίας	2.603	6.768	6.754	18	18	310	21.070	
Θεσσαλονίκης	Αρέθουσας	2.559	4.890	10.904	898	40	437	16.000	24
Θεσσαλονίκης	Εγνατίας	1.101	7.746	5.869	1.748	11	62	24.601	15
Θεσσαλονίκης	Μάδυτου	35	1.339	3.179	144	11	0	4.258	80
Θεσσαλονίκης	Ρεντίνας	126	1.597	14.770	261	42	250	1.654	
Θεσσαλονίκης	Βασιλικών	3	1.993	4.630	60	2		164	
Θεσσαλονίκης	Βέρτισκου	994	6.485	6.155	6	31	105	2.296	515
Θεσσαλονίκης	Καλλινδοίων	311	7.532	8.989	287	46	102	11.544	260
Θεσσαλονίκης	Κορώνειας	666	3.206	4.586	364	99	109	42.453	70
Θεσσαλονίκης	Λαγκαδά	8.769	11.882	8.432	3.721	144	929	65.608	240
Θεσσαλονίκης	Λαχανά	424	8.135	1.884	152	38	0	19.062	1.371
Θεσσαλονίκης	Σοχού	4.116	10.235	17.123	182	69	45	6.813	1.480
Θεσσαλονίκης	Μυγδονίας	4.500	1.448	288	4	23	45	2.467	216
Θεσσαλονίκης	Ασσήρου	757	2.472	1.449	36	14	95	1.357.510	312
Χαλκιδικής	Αρναίας	627	1.981	14.303	229	85	349	2.460	7.570
Χαλκιδικής	Ανθεμούντα		610	2.121					
Χαλκιδικής	Ζερβοχωρίων	467	4.673	14.668	719	131	262	12.795	1.777
Χαλκιδικής	Πολυγύρου	25	295	1.136		1			
Κιλκίς	Κρούσων	393	512	50		7	10	1.615	
	Γενικό Σύνολο	28.476	83.799	127.290	8.829	812	3.110	1.592.370	13.930

Πίνακας 10. Αριθμός σε κεφαλές και είδος ζώων ανά δημοτική ενότητα για την περίοδο 1999-2000
(Geodata.gov.gr).

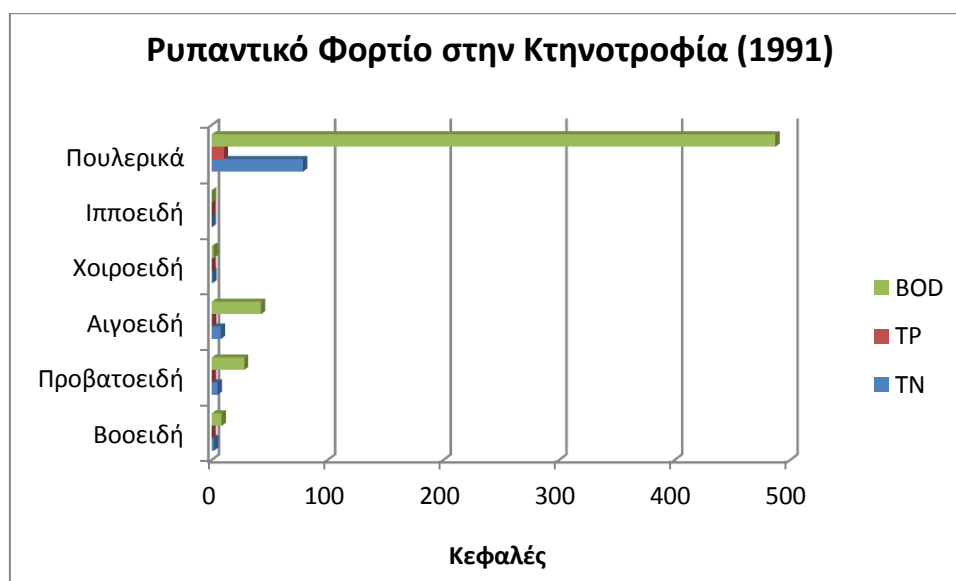
Περιφερειακή Ενότητα	Δημοτική Ενότητα	Βοοειδή	Προβατοειδή	Αίγες	Χοίροι	Ιπποειδή και Όνοι	Κουνέλια	Πουλερικά	Κυψέλες Μελισσών
Θεσσαλονίκης	Απολλωνίας	3.715	11.869	12.491	265	4	821	74.957	0
Θεσσαλονίκης	Αρέθουσας	3.151	5.284	12.543	1.229	0	10	6.547	80
Θεσσαλονίκης	Εγνατίας	1.201	11.355	5.921	1.978	3	40	22.030	60
Θεσσαλονίκης	Μάδυτου	596	4.769	4.670	283	19	263	3.043	0
Θεσσαλονίκης	Ρεντίνας	81	3.945	16.201	70	9	26	1.602	25
Θεσσαλονίκης	Βασιλικών	0	1.721	4.688	0	0	0	0	0
Θεσσαλονίκης	Βέρτισκου	912	6.138	7.419	263	9	91	22.835	400
Θεσσαλονίκης	Καλλινδοίων	681	10.506	11.609	412	1	143	4.180	267
Θεσσαλονίκης	Κορώνειας	569	6.850	5.333	16	27	52	55.413	0
Θεσσαλονίκης	Λαγκαδά	6.484	10.408	9.815	1.257	17	269	522.349	40
Θεσσαλονίκης	Λαχανά	453	6.332	2.331	75	3	17	1.026	510
Θεσσαλονίκης	Σοχού	5.621	10.082	21.135	274	45	221	8.057	1.650
Θεσσαλονίκης	Μυγδονίας	4.764	2.537	1.072	0	8	0	344	0
Θεσσαλονίκης	Ασσήρου	460	2.469	443	69	13	43	450.949	411
Χαλκιδικής	Αρναίας	338	2.678	11.501	75	26	80	360	2.724
Χαλκιδικής	Ανθεμούντα	12	385	2.368	126	0	0	828	0
Χαλκιδικής	Ζερβοχωρίων	678	9.988	21.444	371	3	234	4.006	1.110
Χαλκιδικής	Πολυγύρου	10	778	1.766	6	0	65	172	0
Κιλκίς	Κρούσων	428	1.200	274	31	0	0	743	0
	Γενικό Σύνολο	30.154	109.294	153.024	6.800	187	2.375	1.179.441	7.277

Πίνακας 11. Κατανομή των Διανυκτερεύσεων και των Αφίξεων για τις Δ.Ε Λαγκαδά-Βόλβης σε σύγκριση με τις Π.Ε Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής για τα έτη 2007, 2011, 2015 (ΕΛ.ΣΤΑΤ.).

Περιοχές	Διανυκτερεύσεις			Αφίξεις		
	2007	2011	2015	2007	2011	2015
Δήμος Λαγκαδά, Βόλβης	57.951	67.270	42.140	16.908	14.094	12.280
Π.Ε Θεσσαλονίκης	1.903.798	1.903.000	2.469.630	942.604	929.447	1.246.725
Π.Ε Χαλκιδικής	3.736	4.213.960	4.393.872	644.714	688.253	750.361

Πίνακας 12. Υπολογισμός φορτίου ρύπων στην κτηνοτροφία για το 1991, (ιδία επεξεργασία από Andreadakis 2007, Geodata.gov.gr).

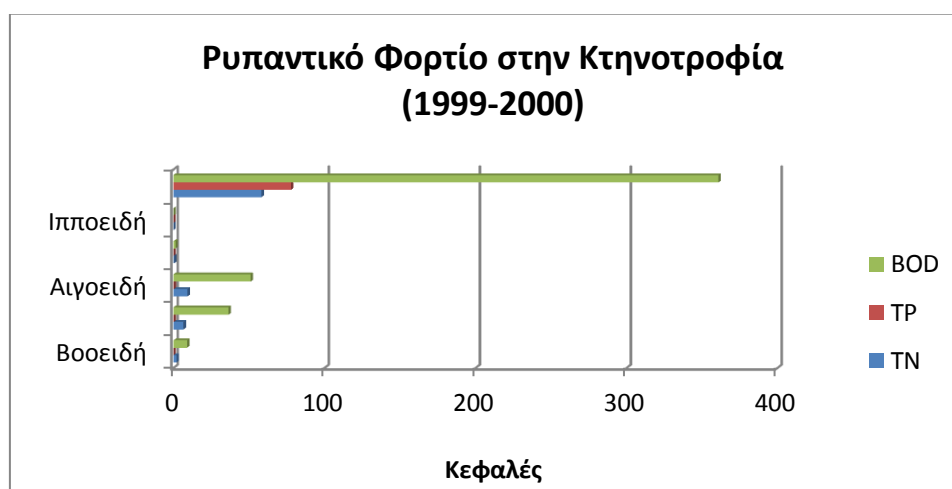
Είδος Ζώου	Αριθμός Ζώων	TN (tn/ζώο/yr)	TP (tn/ζώο/yr)	BOD (tn/ζώο/yr)
Βοοειδή	28.476	1,922	0,043	8,543
Προβατοειδή	83.799	5,154	0,176	27,989
Αιγοειδή	127.290	7,828	0,267	42,515
Χοιροειδή	8.829	0,636	0,037	1,766
Ιπποειδή	812	0,011	0,0005	0,177
Πουλερικά	1.592.370	78,822	10,510	487,265
Γενικό Σύνολο		94,373	11,033	568,255



Σχήμα 1. Ρυπαντικό φορτίο στην κτηνοτροφία, ανά κατηγορία ζώου για το 1991 (Andreadakis 2007, ιδία επεξεργασία).

Πίνακας 13. Υπολογισμός φορτίου ρύπων στην κτηνοτροφία για το 1999-2000, (ιδία επεξεργασία από Andreadakis 2007, Geodata.gov.gr).

Είδος Ζώου	Αριθμός Ζώων	TN (tn/ζώο/yr)	TP (tn/ζώο/yr)	BOD (tn/ζώο/yr)
Βοοειδή	30.154	2,035	0,045	9,046
Προβατοειδή	109.294	6,722	0,230	36,504
Αιγοειδή	153.024	9,411	0,321	51,110
Χοιροειδή	6.800	0,490	0,029	1,360
Ιπποειδή	187	0,003	0,0001	0,041
Πουλερικά	1.179.441	58,382	77,843	360,909
Γενικό Σύνολο		77,042	78,468	458,970



Σχήμα 2. Ρυπαντικό φορτίο στην κτηνοτροφία, ανά κατηγορία ζώου για το 1999-2000 (Andreadakis 2007, ιδία επεξεργασία)

Πίνακας 14. Συνεισφορά σε ρυπαντικό φορτίο (kg/κατ./ημ) της κάθε Δημοτικής Ενότητας για τα έτη 1991,2001,2011 (ιδία επεξεργασία από Οδηγία 91/271/ΕΟΚ, ΕΛ.ΣΤΑΤ.).

Δημοτική Ενότητα	BOD 1991	BOD 2001	BOD 2011	TN 1991	TN 2001	TN 2011	TP 1991	TP 2001	TP 2011
Απολλωνίας	244,2	248,22	225,42	48,84	49,644	45,084	10,175	10,3425	9,3925
Αρέθουσας	381,18	377,94	142,62	76,236	75,588	28,524	15,8825	15,7475	5,9425
Εγνατίας	195,66	188,04	149,22	39,132	37,608	29,844	8,1525	7,835	6,2175
Μάδυτου	185,28	207,36	137,16	37,056	41,472	27,432	7,72	8,64	5,715
Ρεντίνας	84	84,12	40,68	16,8	16,824	8,136	3,5	3,505	1,695
Βασιλικών	159,6	193,92	134,28	31,92	38,784	26,856	6,65	8,08	5,595
Βέρτισκου	91,32	98,04	38,88	18,264	19,608	7,776	3,805	4,085	1,62
Καλλινδοίων	281,52	281,34	207,12	56,304	56,268	41,424	11,73	11,7225	8,63
Κορώνειας	265,38	257,16	245,52	53,076	51,432	49,104	11,0575	10,715	10,23
Λαγκαδά	883,38	1010,16	1161,36	176,676	202,032	232,272	36,8075	42,09	48,39
Λαχανά	148,92	155,28	70,56	29,784	31,056	14,112	6,205	6,47	2,94
Σοχού	407,34	346,38	330,66	81,468	69,276	66,132	16,9725	14,4325	13,7775
Μυγδονίας	209,76	434,34	614,88	41,952	86,868	122,976	8,74	18,0975	25,62
Κρούσσων	13,86	12,84	13,74	2,772	2,568	2,748	0,5775	0,535	0,5725
Αρναίας	228,66	229,44	226,02	45,732	45,888	45,204	9,5275	9,56	9,4175
Ανθεμούντα	38,1	35,22	27,06	7,62	7,044	5,412	1,5875	1,4675	1,1275
Ζερβοχωρίων	274,86	188,76	142,68	54,972	37,752	28,536	11,4525	7,865	5,945
Πολυγύρου	26,76	20,22	17,58	5,352	4,044	3,516	1,115	0,8425	0,7325
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Γενικό Σύνολο	4119,78	4368,78	3925,44	823,956	873,756	785,088	171,6575	182,0325	163,56

Πίνακας 15. Σύγκριση φυσικοχημικών παραμέτρων σε Σ.Θ.Δ., στα επιφανειακά νερά της Λίμνης Βόλφης, για τα χρονολογικά έτη 1999-2000 και 2010-2012, (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τουρισμού).

Έτη Έρευνας	2010-2012			1999-2000		
Σ.Θ.Δ.	531	533	535	33A	34A	35A
pH	8,4±0,4	8,6±0,2	8,7±0,1	9,1±0,1	9,1±0,1	9,1±0,1
Θ, °C	23,1±2,5	22,8±2,3	22,4±2,3	20,1±5,0	19,9±5,2	20,3±5,2
Διαλυτό οξυγόνο (mg/L)	10,1±1,2	8,5±3,2	10,4±2,1	8,3±1,8	8,2±2,1	8,8±1,8
Κορεσμός %	126,6±26,6	99,6±35,3	119,5±25,1	91,7±22,7	89,3±26,3	96,8±22,8
Δίσκος Secchi, m	1,4±0,3	1,5±0,3	1,3±0,4	0,9±0,2	0,9±0,2	0,9±0,2
Redox, mV	-14±189	-26±235	20±125	336±19	339±20	333±11
TDS, mg/L	603±44	523±137	573±94	604±7	605±8	604±8
Αγωγιμότητα, μS/cm	957±36	946±42	899±112	1130±17	1134±23	1135±21
Αλατότητα, PSU	0,38±0,06	0,38±0,05	0,33±0,15	0,33±0,05	0,33±0,05	0,33±0,05
F, mg/L	3,26±2,16	3,26±1,99	1,99±2,21	1,57±0,67	1,70±0,67	1,60±0,61
Cl, mg/L	84,2±16,9	99,3±23,9	108,6±30,9	135,2±20,5	146,1±11,7	132,0±7,0
Br, mg/L	-	-	-	0,53±0,49	0,59±0,60	0,62±0,64
NO ₂ , mg/L	0,26±0,37	0,33±0,25	0,38±0,47	0,09±0,14	0,05±0,08	0,10±0,14
NO ₃ , mg/L	0,18±0,36	0,68±0,51	0,60±0,57	0,36±0,27	0,29±0,20	0,45±0,32
NH ₄ , mg/L	0,14±0,23	0,01±0,02	0,06±0,09	0,05±0,04	0,03±0,03	0,03±0,02
P ₂ O ₅ , mg/L	-	0,15±0,30	0,13±0,26	0,19±0,03	0,15±0,06	0,17±0,07
SO ₄ , mg/L	45±5	48±9	47±5	73±11	83±14	70±6
Αλκαλικότητα, (mg CaCO ₃ /L)	258±76	292±50	265±69	323±6	324±14	324±8
SAR	4,47±0,25	5,05±1,35	4,76±1,22	5,6±1,2	4,1±2,53	5,8±0,8
Al, μg/L, διαλυτό	-	43,50±87,00	34,75±69,50	32,17±30,06	28,93±15,92	45,00±41,58
Al, μg/L, ολικό	4638,8±9277,5	2313,8±4627,5	2401,3±4802±5	168,7±105,8	255,7±189,5	177,3±136,0
Sb, μg/L	-	-	-	0,55±0,06	0,53±0,05	0,50±0,00
As, μg/L	-	-	-	4,13±1,30	4,30±1,15	4,18±1,67
Ca, mg/L	39,53±26,12	29,45±15,56	34,20±16,38	16,55±6,74	16,23±7,52	16,30±6,81
Cd, μg/L, διαλυτό	-	-	-	0,58±0,15	0,55±0,10	0,53±0,05
Cd, μg/L, ολικό	-	-	-	1,05±0,91	0,60±0,14	1,08±0,90
K, mg/L	7,88±1,00	8,01±1,18	7,83±0,97	7,58±0,67	7,58±0,52	7,45±0,66
Mn, μg/L, διαλυτό	-	-	-	4,85±4,16	5,50±3,88	4,83±2,13
Mn, μg/L, ολικό	70,00±140,00	50,00±100,00	53,75±107,50	39,50±15,24	33,55±15,83	28,20±16,59
Mg, mg/L	34,04±11,70	36,51±7,22	32,61±10,74	38,38±15,81	38,85±14,94	38,30±13,25
Pb, μg/L, διαλυτό	1,25±2,50	1,25±2,50	9,10±10,36	1,94±0,89	1,50±0,47	1,53±0,55
Pb, μg/L, ολικό	-	-	7,15±14,30	2,77±1,11	6,28±8,05	2,40±0,98
Na, mg/L	155,63±31,95	169,63±26,39	156,83±30,32	171,9±9,8	170,9±8,89	175,5±8,9
Ni, μg/L, διαλυτό	1,28±2,55	-	1,50±3,00	3,00±1,73	3,23±1,37	3,43±2,48
Ni, μg/L, ολικό	13,50±27,00	-	8,63±17,25	4,43±1,69	5,07±1,90	4,27±3,10
Se, μg/L	-	-	-	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00
Si, mg/L	0,74±1,47	0,44±0,89	-	0,50±0,52	0,57±0,55	0,53±0,58
Fe, μg/L, διαλυτό	-	-	-	67,93±56,70	108,6±56,42	60,20±56,19
Fe, μg/L, ολικό	4532,5±9065,0	3110,0±6220,0	2322,5±4382,4	459,5±435,8	400,2±342,1	124,8±194,6
Hg, μg/L	-	0,71±1,43	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Cr, μg/L, διαλυτό	-	-	-	3,15±2,30	2,10±0,119	3,13±2,25
Cr, μg/L, ολικό	90,38±180,75	44,38±88,75	70,38±140,75	3,98±2,66	2,86±0,70	3,88±2,89
Zn, μg/L, διαλυτό	-	-	-	60,25±45,17	77,38±27,82	68,08±42,44
Zn, μg/L, ολικό	-	-	1478,75±2957,50	870,78±688,35	920,0±696,72	866,8±683,0
Cu, mg/L	-	-	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Βόριο, mg/L	0,65±0,71	0,78±0,71	0,70±0,86	0,32±0,07	0,33±0,09	0,26±0,13

Πίνακας 16. Σύγκριση φυσικοχημικών παραμέτρων σε Σ.Θ.Δ., στα παραπυθμένα νερά της Λίμνης Βόλβης, για τα χρονολογικά έτη 1999-2000 και 2010-2012, (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τουρισμού).

Έτη Έρευνας	2010-2012			1999-2000		
Σ.Θ.Δ.	532	534	536	33B	34B	35B
pH	8,3±0,3	8,4±0,5	8,1±0,6	9,1±0,1	9,1±0,2	8,9±0,1
Θ, °C	18,2±3,0	17,3±2,2	16,6±2,7	19,4±5,6	19,6±5,3	19,5±5,4
Διαλυτό οξυγόνο (mg/L)	5,1±2,5	2,8±3,0	2,1±2,2	6,4±0,7	6,5±1,4	6,0±0,7
Κορεσμός %	53,5±25,2	27,5±31,7	23,5±25,0	75,9±12,5	69,6±9,3	65,2±6,0
Βάθος, m	13,4±0,8	16,6±0,6	19,0±0,7	12	12	17
Redox, mV	-90±300	-61±211	-72±203	332±11	334±20	336±15
TDS, mg/L	565±85	587±54	587±73	604±7	605±8	605±7
Αγωγιμότητα, μS/cm	863±137	921±69	912±50	1130±17	1128±13	1130±12
Αλατότητα, PSU	0,32±0,15	0,37±0,05	0,34±0,10	0,33±0,05	0,33±0,05	0,33±0,05
F, mg/L	3,35±1,96	3,38±1,59	2,95±2,05	1,53±0,73	1,61±0,65	1,58±0,71
Cl, mg/L	90,8±23,9	94,2±20,1	92,2±25,3	136,0±1,6	144,2±16,4	141,0±21,0
Br, mg/L	-	-	-	0,99±0,76	0,54±0,65	0,59±0,58
NO ₂ , mg/L	0,15±0,30	0,29±0,23	0,16±0,16	0,09±0,14	0,07±0,11	0,06±0,09
NO ₃ , mg/L	1,25±1,68	1,93±1,98	2,75±2,87	0,40±0,27	0,44±0,39	0,45±0,44
NH ₄ , mg/L	0,02±0,03	0,01±0,02	0,05±0,10	0,04±0,03	0,03±0,02	0,07±0,09
P ₂ O ₅ , mg/L	-	0,08±0,16	0,15±0,29	0,19±0,01	0,21±0,08	0,29±0,14
SO ₄ , mg/L	49±10	42,1±9,1	44±12	74±10	78±9	76±19
Αλκαλικότητα, (mg CaCO ₃ /L)	269±78	241±84	272±87	320±16	321±8	323±9
SAR	4,63±0,35	4,40±0,37	4,26±1,16	5,55±1,00	5,3±1,1	5,78±0,9
Al, μg/L, διαλυτό	-	-	78,25±156,50	33,50±24,28	39,87±29,46	48,67±41,99
Al, μg/L, ολικό	4388,8±8777,5	2476,3±4952,5	2258,8±4287,3	214,3±115,6	191,7±87,80	229,3±148,6
Sb, μg/L	-	-	-	0,61±0,13	0,53±0,07	0,53±0,05
As, μg/L	-	-	-	4,22±1,26	4,08±1,17	4,67±1,59
Ca, mg/L	37,60±23,27	32,05±17,32	31,58±10,99	16,58±7,32	15,70±7,04	15,88±7,04
Cd, μg/L, διαλυτό	-	-	-	0,50±0,00	0,53±0,05	0,63±0,25
Cd, μg/L, ολικό	-	-	-	1,79±2,28	0,73±0,45	1,23±1,09
K, mg/L	8,64±1,30	8,09±2,38	6,13±4,21	7,70±0,67	7,53±0,68	8,50±1,56
Mn, μg/L, διαλυτό	-	-	-	5,13±4,12	17,35±21,29	29,00±9,38
Mn, μg/L, ολικό	192,50±385,00	56,25±112,50	62,50±125,00	47,20±15,51	114,2±134,8	80,63±59,20
Mg, mg/L	35,53±7,74	36,25±8,17	34,58±3,39	37,80±13,53	37,68±13,28	45,25±29,73
Pb, μg/L, διαλυτό	4,25±5,68	2,08±4,15	-	2,38±1,26	1,35±0,40	1,95±1,07
Pb, μg/L, ολικό	-	-	-	3,05±1,16	2,13±0,68	2,75±0,63
Na, mg/L	162,3±16,7	151,48±21,48	146,05±40,47	172,5±10,19	168,6±2,84	196,8±54,99
Ni, μg/L, διαλυτό	-	-	-	2,53±0,50	9,33±12,70	2,00±0,00
Ni, μg/L, ολικό	-	-	-	3,67±0,74	5,00±2,95	4,37±3,04
Se, μg/L	-	-	-	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00
Si, mg/L	0,87±1,06	1,56±0,46	0,65±0,75	0,43±0,49	0,45±0,48	0,47±0,55
Fe, μg/L, διαλυτό	-	-	-	71,10±44,84	53,93±33,93	93,23±61,34
Fe, μg/L, ολικό	3173,8±6345,5	1327,5±2655,0	2818,8±5637,5	477,3±435,6	615,8±629,2	229,6±379,3
Hg, μg/L	-	-	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Cr, μg/L, διαλυτό	-	-	-	2,63±1,25	2,00±0,00	3,20±2,40
Cr, μg/L, ολικό	34,63±69,25	11,50±23,00	28,50±57,00	4,35±2,32	2,97±0,66	4,33±4,07
Zn, μg/L, διαλυτό	-	-	-	67,38±44,67	135,63±142,56	110,05±124,61
Zn, μg/L, ολικό	-	442,50±885,00	-	841,23±707,26	829,20±709,99	736,5±602,5
Cu, mg/L	-	-	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Βόριο, mg/L	0,59±0,58	0,57±0,58	0,76±0,64	0,30±0,04	0,39±0,19	0,28±0,08

Πίνακας 17. Σύγκριση φυσικοχημικών παραμέτρων σε Σ.Θ.Δ., στα νερά της Λίμνης Κορώνειας, για τα χρονολογικά έτη 1999-2000 και 2010-2012, (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τουρισμού).

Έτη Έρευνας	2010-2012	1999-2000
Σ.Θ.Δ.	541	31A
pH	9,1±0,1	9,3±0,4
Θ, °C	13,2±4,8	17,3±5,5
Διαλυτό οξυγόνο (mg/L)	11,99±0,35	2,1±3,9
Κορεσμός %	119,5±18,5	20,0±36,6
Redox, mV	72±156	325±31
TDS, mg/L	7705±2065	>2000
Αγωγιμότητα, μS/cm	10475±5126	4067±4833
Αλατότητα, PSU	5,93±3,15	5,53±2,19
F, mg/L	4,25±1,48	1,87±2,17
Cl, mg/L	1413±542	1887±1057
Br, mg/L	-	2,15±2,68
NO ₂ , mg/L	-	0,22±0,35
NO ₃ , mg/L	-	0,52±0,64
NH ₄ , mg/L	0,08±0,11	0,46±0,72
P ₂ O ₅ , mg/L	0,35±0,49	2,10±0,94
SO ₄ , mg/L	1623±1085	355±191
Αλκαλικότητα, (mg CaCO ₃ /L)	403±194	1838±1464
SAR	12,72±12,66	56,75±21
Al, μg/L, διαλυτό	-	126,7±122,8
Al, μg/L, ολικό	-	1018±1395
Sb, μg/L	-	1,55±1,26
As, μg/L	-	21,12±34,53
Ca, mg/L	31,70±19,52	11,33±11,94
Cd, μg/L, ολικό	-	3,24±1,87
K, mg/L	41,55±7,71	34,13±17,04
Mn, μg/L, διαλυτό	19,25±27,22	8,57±1,63
Mn, μg/L, ολικό	-	81,83±65,36
Mg, mg/L	250,4±91,5	117,7±102,1
Pb, μg/L, διαλυτό	-	5,90±7,15
Pb, μg/L, ολικό	-	10,17±9,61
Na, mg/L	1374±654	2436±821
Ni, μg/L, διαλυτό	3,00±4,24	8,13±4,63
Ni, μg/L, ολικό	-	16,13±6,29
Se, μg/L	-	1,43±0,36
Si, mg/L	-	1,47±1,07
Fe, μg/L, διαλυτό	-	89,00±50,48
Fe, μg/L, ολικό	-	3483±3998
Hg, μg/L	-	0,71±0,48
Cr, μg/L, διαλυτό	-	4,27±3,94
Cr, μg/L, ολικό	-	16,86±14,18
Zn, μg/L, διαλυτό	-	100,3±78,03
Zn, μg/L, ολικό	-	541,7±535,3
Cu, mg/L	-	0,10±0,00
Βόριο, mg/L	1,42±0,45	3,86±1,71