



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών  
Επιστημών και  
Διαχείρισης  
Περιβάλλοντος

**Πτυχιακή εργασία**

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ  
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΤΩΝ ΠΟΛΕΜΙΔΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ  
ΕΥΤΡΟΦΙΚΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ  
ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

**Γεωργία Χατζηουρανίου**

**Λεμεσός, Μάιος, 2018**



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή εργασία

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ  
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΤΩΝ ΠΟΛΕΜΙΔΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΕΥΤΡΟΦΙΚΗ  
ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ  
ΑΝΑΛΥΣΗΣ

της

Γεωργίας Χατζηουρανίου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Δρ. Μαρία Γ. Αντωνίου

Λεμεσός, Μάιος, 2018

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Γεωργία Χατζηουρανίου, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, Δρ. Μαρία Γ. Αντωνίου, για την ανάθεση του θέματος, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή της, το ενδιαφέρον της αλλά και τον χρόνο που διέθεσε για την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Οφείλω ευχαριστίες στον καθηγητή Δρ. Ευάγγελο Δασκαλάκη, για τον χρόνο που αφιέρωσε και τη πολύτιμη βοήθεια του για τον προγραμματισμό με Matlab®.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Νικολέττα Τσιάρτα για την υποστήριξη της και τη πολύτιμη βοήθεια που μου έχει προσφέρει.

Ευχαριστώ το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων για την παραχώρηση δεδομένων που συμπεριληφθήκαν στη πτυχιακή εργασία.

Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, Πέτρο και Μαρία Χατζηουρανίου για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω αυτή την πτυχιακή εργασία στην μητέρα μου και στον πατέρα μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το νερό του ταμιευτήρα των Πολεμιδιών, στην Λεμεσό χρησιμοποιείται αποκλειστικά για άρδευση καλλιεργειών και εμπλουτίζεται με νερό που έχει υποστεί τριτοβάθμια επεξεργασία από το Διοικητικό Συμβούλιο Αποχετεύσεων Λεμεσού Αμαθούντας (ΣΑΛΑ). Μέχρι πρόσφατα (2017), εισέρχονταν στο φράγμα αστικά και βιομηχανικά λύματα από κοντινό χώρο υγειονομικής ταφής, του Βατί. Η παρούσα μελέτη, αποσκοπεί στη συσχέτιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού του ταμιευτήρα των Πολεμιδιών με την άνθιση των κυανοβακτηρίων, της συγκέντρωσης του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου, του διαλυμένου οξυγόνου, των ολικών κολοβακτηριδίων, του βιοόγκου του φυτοπλαγκτού και της χλωροφύλλης – α για την χρονική περίοδο 2007 – 2015, μέσω της μεθόδου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Τα αποτελέσματα που συμπεριλήφθηκαν σε αυτή τη μελέτη καταγράφηκαν από τη συστηματική περιβαλλοντική παρακολούθηση του ταμιευτήρα, η οποία διεκπεραιώνεται από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων με βάση την Οδηγία Πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο, εισάγεται το θεωρητικό πλαίσιο των υδάτινων οικοσυστημάτων. Αναφέρονται οι σημαντικές παράμετροι και οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα σε αυτά. Επίσης, επεξηγείται πώς συμβάλλει η Οδηγία – Πλαίσιο των Υδάτων 2000/60/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην παρακολούθηση του ταμιευτήρα των Πολεμιδιών και στην καταγραφή των συγκεκριμένων παραμέτρων. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο, χρησιμοποιούνται οι παράμετροι που λαμβάνουν μέρος στις διαδικασίες του υδάτινου οικοσυστήματος και που αναφέρονται στην λίστα των περιβαλλοντικών πρότυπων ποιότητας υδάτων, για τη δημιουργία γραμμικών μοντέλων σε πλατφόρμα Matlab<sup>®</sup>, έτσι ώστε να γίνει ο ποιοτικός προσδιορισμός της συσχέτισης τους μέσω της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ακολούθως, στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της περιβαλλοντικής παρακολούθησης των παραμέτρων που καταγράφηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης τους και οι συσχετίσεις μεταξύ τους. Μέσα από αυτή τη διπλωματική εργασία, αποδείχθηκε ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού του ταμιευτήρα των Πολεμιδιών, τα οποία τροποποιούνται από τις παραπλήσιες εκροές που καταλήγουν στο φράγμα, επηρεάζουν άμεσα την ευτροφική κατάσταση του ταμιευτήρα και υποδεικνύουν κυρίως τον φώσφορο (P) ως το ρυθμιστικό στοιχείο στην

ανάπτυξη των κυανοβακτηρίων. Συγκεκριμένα, μια σημαντική μείωση της συγκέντρωσης του ολικού φωσφόρου του ανακυκλωμένου νερού μετά το έτος 2010 άλλαξε τις τάσεις όλων των μελετώμενων παραμέτρων. Αλλαγές στη συγκέντρωση του φωσφόρου επηρεάζουν άμεσα και τα γένη των κυανοβακτηρίων που αναπτύσσονται κάθε φορά στο οικοσύστημα. Στο κεφάλαιο τέσσερα, συνοψίζονται τα συμπεράσματα της εργασίας. Με την ολοκλήρωση της μελέτης, συμπεραίνεται ότι κυρίως ο φώσφορος (και όχι το άζωτο) είναι το θρεπτικό στοιχείο που αποτελεί περιοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη των οργανισμών του ταμιευτήρα των Πολεμιδιών λόγω των μεγάλων διακυμάνσεων της συγκέντρωσης του και της υπέρμετρης μείωσης του μετά το 2010. Η αναλογία που δείχνει τη συγκέντρωση του διαλυμένου ανόργανου αζώτου ως προς τον συνολικό φώσφορο (DIN:TP), προσδίδει σε καλύτερη συσχέτιση των θρεπτικών συστατικών με τις συγκεντρώσεις των παραμέτρων που μελετήθηκαν. Ο λόγος DIN:TP συμπεριλαμβάνει και την εναπόθεση του αζώτου, παρουσιάζοντας έτσι καλύτερα τη διαθεσιμότητα των στοιχείων στο νερό του ταμιευτήρα των Πολεμιδιών. Τέλος, στο κεφάλαιο πέντε συνοψίζονται προτάσεις για μελλοντική εργασία.

## **ABSTRACT**

The water of Polemidia reservoir in Limassol, is exclusively used for irrigation of crops and it is enriched with water that has undergone tertiary treatment by the Sewerage Board of Limassol Amathus (SBLA). Until recently (2017), urban and industrial waste water from a nearby landfill, Vati, entered the dam. The aim of this study is to correlate the water quality characteristics of the Polemidia reservoir with cyanobacteria blooming, the chemical oxygen demand (COD), dissolved oxygen, total coliforms, phytoplankton biovolume and chlorophyll - a for the period 2007-2015, through the multiple linear regression method. The results were obtained through the systematic environmental monitoring of the reservoir, which have been carried out by the Water Development Department based on the EU Water Framework Directive 2000/60/EC.

Initially, the first summarizes the water quality characteristics of surface water and explains how the EU Framework Directive 2000/60/EC contributes to the monitoring of the Polemidia reservoir and to the recording of these parameters. The second chapter discusses the water quality characteristics that were used in the Matlab® platform in order to make correlation between blooming and water quality. Subsequently, the third chapter, presents the results of the environmental monitoring of the parameters recorded in the second chapter. In addition, the differences between the models and the correlations are provided. Through this diploma thesis, it was proven that the quality characteristics of the Polemidia reservoir water, which are modified by the inflows that end up in the dam, directly affect the eutrophic state of the reservoir and indicate mainly the phosphorus (P) as the regulator for the blooming of cyanobacteria. A significant reduction in the total phosphorus concentration of recycled water after 2010 changed the trends of all the above-mentioned parameters. Changes in phosphorus concentration also directly affected the genera of cyanobacteria that grow each time in the ecosystem. Chapter four summarizes the conclusions of the paper. At the end of the study, it is concluded that phosphorus (and not nitrogen) is the main nutrient that is acting as the limiting factor in the development of phytoplankton in Polemidia due to the large fluctuations in its concentration and its excessive reduction after 2010. The ratio showing the concentration of dissolved inorganic nitrogen in total phosphorus (DIN: TP), gives a better correlation of nutrients with the concentrations of the parameters studied. The DIN: TP ratio also



includes the deposition of nitrogen, thus better presenting the availability of the elements in the Polemidia reservoir water. Finally, chapter five summarizes the future work.