



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών  
Επιστημών και  
Διαχείρισης  
Περιβάλλοντος

*Πτυχιακή εργασία*

**ΜΟΡΙΑΚΟΙ ΒΙΟΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ  
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΠΟΛΥΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΩΝ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ**

*Ευαγγελία Λεωνίδου*

**Λεμεσός, Μάιος 2019**



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή εργασία

ΜΟΡΙΑΚΟΙ ΒΙΟΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ  
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ  
ΤΩΝ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΠΟΛΥΠΑΡΑΓΩΝΤΙΚΩΝ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ

της

Ευαγγελίας Λεωνίδου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Δρ. Μάρλεν Ι. Βάσκες

Λεμεσός, Μάιος 2019

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Ευαγγελία Λεωνίδου, 2019

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 όλους όσους συνέτειναν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα, ευχαριστώ την Επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου Δρ. Μάρλεν Ι. Βάσκες που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το αντικείμενο της εργασίας αυτής και να διευρύνω τις γνώσεις και τις δεξιότητές μου. Ευχαριστώ θερμά τη διδάκτορα Κατερίνα Δράκου, Ερευνητική συνεργάτιδα του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη, τόσο κατά την διάρκεια διεξαγωγής των εργαστηριακών πειραμάτων, όσο και κατά την συγγραφή της παρούσας εργασίας. Ευχαριστώ επίσης την κυρία Αθηνά Παπαθεοδούλου, Επιστημονική συνεργάτιδα του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων Κύπρου για την δειγματοληψία, καθώς επίσης και για τις πολύτιμες συμβουλές της. Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένεια μου για την αμέριστη στήριξη και κατανόηση καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου αλλά και την υποστήριξη σε κάθε μου βήμα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Οδηγία Πλαίσιο περί Υδάτων θεσπίζει το νομοθετικό εκείνο πλαίσιο που αφορά την σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων. Στην Κύπρο εφαρμόζεται ο δεύτερος κύκλος, ο οποίος αφορά το Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού Κύπρου που θα εφαρμοστεί μέχρι το 2021. Ο κύκλος αυτός αποσκοπεί στο να πραγματοποιηθούν προγράμματα μέτρων, δημόσια διαβούλευση για το προσχέδιο διαχείρισης υδάτων κ.λπ. Η αξιολόγηση της ποιότητας επιφανειακών υδάτων εκτιμάται με τη χρήση υδρομορφολογικών, φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων. Ως βιολογικοί παράμετροι χρησιμοποιούνται τα βενθικά μακροασπόνδυλα, τα οποία για ποικίλους παράγοντες πλεονεκτούν έναντι άλλων αντίστοιχων παραμέτρων. Η ταυτοποίηση των συγκεκριμένων οργανισμών πραγματοποιείται μέσω κλειδών αναγνώρισης και ταυτοποιούνται μορφολογικά σε επίπεδο οικογένειας. Ωστόσο, η μοριακή προσέγγιση ταυτοποίησης οδηγεί σε λήψη περισσότερων δεδομένων, συγκεντρώνοντας έτσι περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τη μορφολογική. Οι περισσότερες ταξινομικές ομάδες βενθικών μακροασπονδύλων ανταποκρίνονται διαφορετικά στις περιβαλλοντικές πιέσεις. Για το λόγο αυτό, η άφθονη ή καθόλου παρουσία ορισμένων οικογενειών στο δείγμα μπορούν να δώσουν ένδειξη της οικολογικής κατάστασης. Αντίστοιχα, η παρουσία επιλεγμένων ταξινομικών ομάδων (EPT) μπορεί επίσης να προάγει ένδειξη της οικολογικής κατάστασης του εκάστοτε σταθμού.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μεταγονιδιωματική ταυτοποίηση βενθικών μακροασπονδύλων, τα οποία συλλέχθηκαν από 55 σταθμούς της Κύπρου, σε δύο δειγματοληπτικές περιόδους το έτος 2017. Μέσω των δεδομένων που προέκυψαν, έγινε στατιστική συσχέτιση με τα αποτελέσματα της μορφολογικής ταυτοποίησης. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων μορφολογικής ταυτοποίησης και υπολογισμός της ποσοστιαίας αφθονίας κυρίαρχων ομάδων, καθώς επίσης και ποσοτικός προσδιορισμός της ποσοστιαίας αφθονίας επιλεγμένων ταξινομικών ομάδων για κάθε σταθμό. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε ενδεικτικά απομόνωση γενετικού υλικού βενθικών μακροασπονδύλων από περιβαλλοντικό δείγμα νερού.

Τα δεδομένα που προέκυψαν από την μεταγονιδιωματική έδειξαν ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση δίνει περισσότερες πληροφορίες έναντι της μορφολογικής, αλλά η εφαρμογή της απαιτεί ορισμένες προδιαγραφές. Τα αποτελέσματα περιβαλλοντικού DNA έδειξαν ότι η εφαρμογή του στην Κύπρο με τα διαθέσιμα μέσα και τεχνογνωσία είναι εφικτή. Επιπλέον, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μετά-ανάλυση των μορφολογικών δεδομένων έδειξαν μία αρχική ένδειξη της οικολογικής κατάστασης κάθε σταθμού. Εντούτοις, δεν επαρκούν στο να κατατάξουν τον εκάστοτε σταθμό σε κάποια οικολογική κλάση.

**Λέξεις κλειδιά:** Βενθικά Μακροασπόνδυλα, Περιβαλλοντικό DNA, Μεταγονιδιωματική

## **ABSTRACT**

The Water Framework Directive establishes the legislative framework for the proper management of water resources. Specifically, in Cyprus, the second cycle has been applied and it is related with the River Basin Management. This framework will be applied by 2021. The aim of this cycle is to implement programs of measures, public consultation on the water management plan, etc. The assessment of surface water quality is evaluated with the use of hydromorphological, physico-chemical and biological parameters. Benthic macroinvertebrates have been used as bioindicators of water quality, as they have particular advantages in bioassessments. Morphological identification of these organisms has been accomplished using standard taxonomic keys to family level only. Otherwise, it has been proven that molecular identification techniques can lead to a great increase of knowledge as more freshwater taxa can be identified compare to morphological identification. Benthic macroinvertebrates effective indicate the condition of the environment because of their different response to environmental pressures. For this reason, the abundant or no presence of some families in the sample is an indication of the ecological status. Accordingly, the presence of selected taxonomic groups (EPT) can be an indication of the ecological status of a station.

In the present study, during the year 2017, 55 sites in Cyprus were sampled, benthic macroinvertebrates were collected and stored at 70% ethanol. Morphological and molecular identification was carried out for all samples. Derived results were analyzed and assessed. Particularly, statistical methods have been applied to assess a possible correlation between morphological and molecular data. Moreover, the relative abundance of dominant taxa, and selected taxonomic groups, of macroinvertebrates, in a sample, was calculated. Additionally, macroinvertebrates detection using environmental DNA from water samples was performed.

Metagenomics data were provided much more information than morphological, however, the implementation of such techniques requires some specifications. Detection of macroinvertebrates using environmental DNA had been accomplished proving that the implementation of such a method is feasible in Cyprus laboratories. Furthermore, meta-analysis of the morphological data showed an initial indication of the



ecological status of each station. However, these results are not sufficient to classify each station in an ecological class.

**Keywords:** Benthic macroinvertebrates, Environmental DNA, Metagenomic