

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



## Πτυχιακή εργασία

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΓΚΛΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ: «ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ  
ΧΗΜΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΤΟ  
ΕΔΑΦΟΣ»

ΞΑΝΘΗ ΤΣΑΓΓΑΡΗ

Λεμεσός 2015



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

## **Πτυχιακή εργασία**

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΓΚΛΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ: «ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ  
ΧΗΜΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΤΟ  
ΕΔΑΦΟΣ»

**ΞΑΝΘΗ ΤΣΑΓΓΑΡΗ**

Σύμβουλος καθηγητής  
Δρ. Κώστας Ανδρέου

Λεμεσός 2015

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Ξάνθη Τσαγγάρη, 2015

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.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Χωρίς την παρουσία, την καθοδήγηση, την υποστήριξη και την βοήθεια κάποιων ανθρώπων δεν θα ήταν δυνατή η υλοποίηση της εργασίας αυτής. Έτσι, οφείλω να ευχαριστήσω θερμά τα άτομα αυτά.

Καταρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα μου καθηγητή Δρ. Κώστα Ανδρέου, ειδικό εκπαιδευτικό προσωπικό στο Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, για την επιστημονική και ηθική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αυτής. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, αλλά και εμπιστοσύνη του που μου έδειξε τόσο για την επιλογή του θέματος της πτυχιακής εργασίας, όσο και για την εκπόνησή της.

Χρωστάω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου, Άννα και Βάσο Τσαγγάρη, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωσή μου, αλλά και τα αδέρφια μου, Κωνσταντίνο, Στυλιανό και Χρίστο Τσαγγάρη, για τη συνεχή συμπαράστασή τους.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθιά και να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς όλους τους στενούς μου φίλους και συγγενείς που με αγάπη μου έδωσαν δύναμη να ολοκληρώσω την εργασία αυτή. Ιδιαίτερα θα ήθελα, να ευχαριστήσω τα πολύ σημαντικά άτομα στη ζωή μου Γιώργο Παπαδόπουλο, Ζωή Τσαγγαρίδη, Λάουρα Τσιολάκη, Μαρίνα Μιχαηλίδου και Ραφαέλα Πέτρου, οι οποίοι υπήρξαν πάντα ένα ανεκτίμητο στήριγμα για μένα και στους οποίους οφείλω πολλά.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση του πετρελαίου είναι επιβαρυντική για το περιβάλλον. Οι πετρελαιοκηλίδες είναι ένα συχνό φαινόμενο, κυρίως λόγω της μεγάλης χρήσης του πετρελαίου και των προϊόντων του στην καθημερινή μας ζωή. Τα τελευταία χρόνια, αυτή η συχνή εμφάνιση των πετρελαιοκηλίδων έχει δημιουργήσει μια παγκόσμια συνειδητοποίηση των κινδύνων διαρροής του πετρελαίου και τις ζημίες που προκαλούνται στο περιβάλλον με τοξική ρύπανση. Το έδαφος είναι ένας θεμελιώδης μη ανανεώσιμος φυσικός και πλουτοπαραγωγικός πόρος, ο οποίος διαφυλάσσει την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας. Η ρύπανση των εδαφών από πετρελαιοειδή είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι προηγμένες βιομηχανικά χώρες και η Κύπρος είναι μία χώρα που δεν αποτελεί εξαίρεση. Η ανάγκη εξυγίανσης των εδαφών είναι ένα πρόβλημα που χρήζει άμεσης διαχείρισης μέσα στα επόμενα χρόνια.

Σκοπός της μελέτης αυτής, ήταν να απεικονίσει τη μεταβολή στον τρόπο συμπεριφοράς μιας πετρελαιοκηλίδας, εφόσον καταλήξει σε κάποιο έδαφος από το οποίο απορροφάται, μετά από κάποιο ατύχημα, και τη μεταβολή του αποτυπώματος των υδρογονανθράκων που περιέχονται στο πετρέλαιο κατά τη πάροδο του χρόνου, χρησιμοποιώντας πέντε διαφορετικά είδη πετρελαίου, μέσω της ανάλυσής τους στον αέριο χρωματογράφο, σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η ανάλυση των δειγμάτων στον αέριο χρωματογράφο έγινε σε 5 χρονικές φάσεις (Time points), οι οποίες αντιστοιχούν στην 1<sup>η</sup>, 14<sup>η</sup>, 38<sup>η</sup>, 69<sup>η</sup>, και 101<sup>η</sup> ημέρα. Συνολικά απαιτείτο 101 ημέρες για τη πραγματοποίηση της όλης εργαστηριακής διαδικασίας.

Συγκεκριμένα έγινε δειγματοληψία ενός είδους εδάφους από μία περιοχή της Λευκωσίας, το οποίο ρυπάνθηκε κατά τη πειραματική διαδικασία της μελέτης αυτής με 5 διαφορετικά πετρέλαια. Τα πετρέλαια αυτά είναι το βιοντίζελ, το πετρέλαιο κίνησης, το πετρέλαιο θέρμανσης, η κηροζίνη και το μαζούτ. Πρώτα πραγματοποιήθηκε φυσικοχημική ανάλυση εδάφους και έπειτα έγινε ανάλυση δειγμάτων μείγματος εδάφους – πετρελαίου (ρυπαντή) στον αέριο χρωματογράφο με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (GC-FID). Η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, χαρακτηρίστηκε πολύ υψηλή. Η υγρασία του ξηρού εδάφους βρέθηκε να είναι ίση με 3,23%. Το pH του εδάφους βρέθηκε να είναι ίσο με 6,85 και έτσι το έδαφος μπορεί να χαρακτηριστεί από ουδέτερο μέχρι ελαφρώς όξινο.

Τα αποτελέσματα καταγράφηκαν σε πίνακες, για τα οποία δημιουργήθηκαν κατάλληλα χρωματογραφήματα, με τη χρήση της αναλυτικής μεθόδου της αέριας χρωματογραφίας. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή συμπερασμάτων, τα οποία αφορούν τη μεταβολή του αποτυπώματος των υδρογονανθράκων που εμπεριέχονται στα πετρέλαια, κατά τη πάροδο του χρόνου, αλλά και για την ταυτοποίηση μιας πετρελαιοκηλίδας.

Από την ανάλυση των δειγμάτων μείγματος εδάφους – πετρελαίου διαπιστώθηκε πως το αποτύπωμα των υδρογονανθράκων μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου, καθώς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, λόγω διεργασιών που μπορεί να αναπτύσσονται μεταξύ του εδάφους και του ρυπαντή.

Στις πλείστες περιπτώσεις, που αφορούν όλα τα πετρέλαια, κατά τη διάρκεια της 1<sup>ης</sup> χρονικής φάσης μέχρι και τη 3<sup>η</sup> χρονική φάση η συγκέντρωση του ρύπου – πετρελαίου στο έδαφος αυξάνεται. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της παραγωγής δευτερογενών οργανικών ουσιών, μετά από τη διάσπαση των μεγαλύτερου μοριακού βάρους, οργανικών ουσιών σε μικρότερου μοριακού βάρους, οργανικές ουσίες. Ακόμη ένας λόγος μπορεί να είναι η ύπαρξη μικροοργανισμών, οι οποίοι έχουν την ικανότητα να παράγουν οργανικές ουσίες, όπως είναι οι υδρογονάνθρακες του πετρελαίου.

Αντίθετα, ο ρύπος – πετρέλαιο από την 3<sup>η</sup> μέχρι και την 5<sup>η</sup> χρονική φάση, στις πλείστες περιπτώσεις, μειώνεται. Ένας σημαντικός λόγος μπορεί να είναι η βιοαποικοδόμηση του πετρελαίου. Ακόμη μερικοί λόγοι, μπορεί να είναι η εξάτμιση του πετρελαίου και ταυτόχρονα η μετατροπή του από υγρή σε αέρια μορφή και η απορρόφηση του πετρελαίου από την υδατική φάση του εδάφους.

Τα πιο πάνω αποτελέσματα, μπορούν να αποτελέσουν πρότυπα μελλοντικών ερευνών για σύγκριση μεταξύ διάφορων παραμέτρων, για ταυτοποίηση του ρυπαντή, όσον αφορά το είδος του, με βάση τη σύσταση του σε υδρογονάνθρακες (αποτύπωμα υδρογονανθράκων) και το χρόνο έκλουσης τους, καθώς και για ταυτοποίηση του χρόνου παραμονής του στο έδαφος, σύμφωνα με τη συγκέντρωση του.

Για τη διασφάλιση και τη διατήρηση του περιβάλλοντος και των φυσικών του πόρων τηρούνται από κάθε κράτος της Ε.Ε. οι εξής νόμοι: 106(I)/2002, Ν. 56(I)/2003, Ν. 15(I)/2006 και Ν. 12(I)/2008.

## **ABSTRACT**

The use of oil can be harmful for the environment. Oil spills are a common phenomenon, owing to the excess usage of oil and oil products in our daily routine. In the last few years people worldwide have taken in the importance of the risk of oil leaks and the harm caused to the environment due to toxic pollution. Soil is one of the basic natural, not renewable and wealth resource, which preserves living on our planet. Soil pollution with oil is a major problem that exists in Cyprus and other advanced industrial countries. Soil remediation is an emergency for the following years.

The aim of this thesis was to illustrate the change at the behavior of each oil spill which had absorbed by soil after an accident and the change of HCs' imprint included in the oil, over the time. Five types of oil were used and analyzed in the GC at specific time points. Analysis of the samples in GC was done in five phases (time points), which were assigned to the 1<sup>st</sup>, 14<sup>th</sup>, 38<sup>th</sup>, 69<sup>th</sup> and 101<sup>st</sup> day. In total, 101 days were required to carry out the experiment.

In specific, a soil sample from Nicosia was taken and polluted with 5 different types of oil, due to the experimental part of this thesis. These types are Biodiesel, Diesel Fuel, Heating Diesel, Kerosene and Fuel Oil. At first, a physicochemical analysis was done, followed by the soil-oil mixture samples' analysis in GC with flame ionization detector (GC-FID). The specific soil contained large amounts of organic matter. The moisture of the dried soil was 3.23%. The pH of the soil was 6.85 and so it can be characterized as neutral or slightly acidic.

The results have been recorded and added into tables and proper graphs have been created using GC. These details have been used to export some conclusions about the change of HCs' imprint included in oil, over the time, as well to identify each oil spill.

According to the analysis of soil-oil mixture samples, the imprint of HCs changes over the time, because it is affected by several factors due to processes happen between soil and pollutant.

Most of the times, referring to all of the oil types, between 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> phase the concentration of pollutant-oil rises up. This might happen because of the production of secondary organic matter, after the disruption of organic matter with larger molecular weight into lighter ones. Another reason could be the existence of microorganisms, which have the ability to produce organic matter such as HCs of oil.



In opposition, the pollutant-oil between 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> phase most of the times reduces. A major reason could be the biodegradation of oil. Some additional reasons might be the evaporation of oil and its simultaneous transformation from liquid into gas, and the absorption of oil from the aqueous phase of the soil.

The results above can be patterns for future researches and comparison of several parameters, for identification of a pollutant watching its type according to its HCs' composition (imprint of HCs) and their elution time, and to identify how much time the oil stays in soil watching its concentration.

In order to safeguard and preserve the environment and the natural resources, every member of E.U. keeps the following laws: 106(I)/2002, N. 56(I)/2003, N. 15(I)/2006 and N. 12(I)/2008.