



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών & Επικινδύνων Αποβλήτων

Tel: +302821037789, Fax: +302821037850

Emails: gidarako@mred.tuc.gr

**Ποιοτικός και Ποσοτικός Χαρακτηρισμός
Επικινδύνων και Τοξικών Ουσιών
από το Ναυάγιο του SEA DIAMOND
– Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις
(Παρούσες και Μελλοντικές)**



Πολυτεχνείο Κρήτης
Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών & Επικινδύνων
Αποβλήτων

**Ευάγγελος Γιδαράκος,
Καθηγητής**

Ολοκληρωμένη εκτίμηση περιβαλλοντικών κινδύνων

Σε περίπτωση παραμονής του ναυαγίου στο βυθό του κόλπου της Καλντέρας και με γνώμονα πάντα την προστασία του θαλάσσιου οικοσυστήματος τα αποτελέσματα της Μελέτης του Πολυτεχνείου Κρήτης είναι τα ακόλουθα:



Συνέπειες μιας εν δυνάμει πηγή ρύπανσης (1)

1. Είναι βέβαιο ότι η διάβρωση ξεκίνησε ήδη και θα συνεχιστεί με σταθερούς ρυθμούς.
2. Στην περίπτωση αυτή θα λάβουν χώρα έντονες και ανεξέλεγκτες διαρροές πετρελαιοειδών, βαρέων ελαίων, χημικών, βαρέων μετάλλων και άλλων επικίνδυνων ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον της Καλντέρας.



Συνέπειες μιας εν δυνάμει πηγή ρύπανσης (2)

3. Σε περίπτωση ολίσθησης του ναυαγίου σε μεγαλύτερα βάθη, εκτός από το γεγονός που θα καταστήσει κάθε εγχείρημα ανέλκυσης ή απάντλησης δυσκολότερο έως αδύνατο, το σίγουρο αποτέλεσμα είναι να πληγεί ανεπανόρθωτα το ευαίσθητο οικοσύστημα της Καλντέρας, και όχι μόνο.



Συνέπειες μιας εν δυνάμει πηγή ρύπανσης (3)

4. Όταν μάλιστα οι διαρροές συνδεθούν και με τη χειρότερη δυνατή περίπτωση («Worst Case Scenario») “σπάσιμο του κουφαριού”, θα επέλθει με σιγουριά οικολογική καταστροφή με ανεξέλεγκτες διαρροές τοξικών και ρυπογόνων ουσιών και κατά συνέπεια ζημιές στην αλιεία και στον τουρισμό του νησιού.



Συνέπειες μιας εν δυνάμει πηγή ρύπανσης (4)

5. Οι συνέπειες μιας τέτοιας καταστροφής θα είναι τόσο παροδικές όσο και μετρήσιμες σε 10 ή 20 χρόνια. Ακόμη και στην περίπτωση που δεν θα είναι ορατές οι κηλίδες πετρελαίου στην περιοχή, δεν σημαίνει ότι δεν θα επέλθει οικολογική ζημιά. Αντίθετα, υπάρχουν ήδη ιδιαίτερα ανησυχητικές ενδείξεις από:

a) την πρόσφατη καταστροφή της BP στον κόλπο του Μεξικού (2010)

➔ μη ορατές πετρελαιοκηλίδες με νεκρά ή ετοιμοθάνατα κοράλλια σε βάθος 1400 μ. ή ψαριών σε μεγάλες αποστάσεις από διαλυμένες πετρελαιοκηλίδες.



Συνέπειες μιας εν δυνάμει πηγή ρύπανσης (5)

b) από το ναυάγιο του Exxon Valdez στον κόλπο Prince William Sound της Αλάσκας (1989)

- ➡ διαπιστώθηκαν (2010) 80.000-120.000 λίτρα αργού πετρελαίου στα θαλάσσια ιζήματα.
- ➡ μάλιστα, από τα 30 είδη πτηνών και χερσαίων ζώων επέζησαν μόνο 10 μετά από 21 χρόνια.
- ➡ αποκαλυπτική έρευνα με τίτλο «Το Exxon Valdez συνεχίζει το καταστροφικό του έργο...» στο περιοδικό «NATURE GEOSCIENCE» (21.01.11), οι επιστήμονες διαπίστωσαν ότι η υποθαλάσσια διάσπαση του πετρελαίου είναι 1000 φορές πιο αργή, σε σύγκριση με την επιφάνεια.



Συνέπειες μιας εν δυνάμει πηγή ρύπανσης (6)

- c) PRESTIGE, 2002: Επίδραση μολύνσεων στα ανοιχτά της ακτής της Γαλικίας. Ως βιοδείκτης έκθεσης χρησιμοποιήθηκαν οι Ολικοί Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες σε θαλάσσιους οργανισμούς όπως π.χ. Μύδια.
- d) SEA EMPRESS, 1996: Επίδραση σοβαρότατης μόλυνσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος στα ανοιχτά της βορειοδυτικής Ουαλίας σε θαλάσσιους οργανισμούς.



Συνέπειες μιας εν δυνάμει πηγή ρύπανσης (7)

6. Η οικολογική καταστροφή που μπορεί να επέλθει στον κόλπο της Καλντέρας έχει μια **μοναδικότητα**: *ποτέ μέχρι τώρα δεν βυθίστηκε σε ένα κλειστό κόλπο και σε μικρό σχετικά βάθος ένα ΚΖ με ένα τόσο πολύπλοκο μίγμα επικινδύνων ουσιών όπως το Sea Diamond.*

Το αρνητικό στην Καλντέρα οφείλεται εξάλλου και στο γεγονός, πως ο κόλπος είναι **πολύ κλειστός** και τα θαλάσσια ρεύματα δεν βοηθούν στη διασπορά του πετρελαίου και άλλων απελευθερωμένων **επικίνδυνων ουσιών**.



ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ (1)

7. Στην περιοχή της Καλντέρας, το πετρέλαιο μόνο, ακόμα και σε μικρές ποσότητες, ανάλογα με το βαθμό τοξικότητας, μπορεί να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις σε όλους τους οργανισμούς:

- σε αυτούς που ζουν κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας, όπως π.χ. φυτοπλαγκτόν και ζωικούς οργανισμούς, αυγά και προνύμφες ψαριών,
- στο βένθος (οργανισμοί κοντά στο βυθό ή θαμμένοι στο ίζημα), μέσω αύξησης της ευαισθησίας σε ασθένειες, βλάβες στη λειτουργία της κυτταρικής μεμβράνης κτλ.



Συνέπειες των πετρελαιοειδών (2)

Αξίζει να σημειωθεί ότι:

- a) 60-70% των πετρελαιοειδών στην επιφάνεια της θάλασσας σχηματίζουν ένα λεπτό, «μονομοριακό» όπως λέγεται, στρώμα πετρελαίου το οποίο εμποδίζει τις φυσικές ανταλλαγές που συμβαίνουν μεταξύ νερού και ατμοσφαιρικού αέρα, και οι οποίες είναι απαραίτητες για το βιολογικό κύκλο της θαλάσσιας ζωής.



Συνέπειες των πετρελαιοειδών (3)

b) Το στρώμα αυτό του πετρελαίου, με άλλα λόγια,

- μειώνει στο ελάχιστο την ανανέωση του νερού με το οξυγόνο του αέρα,
- εμποδίζει τις ακτίνες του ήλιου να εισχωρήσουν βαθιά στη θάλασσα για τη φωτοσύνθεση,
- προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και
- υπερβολική ανάπτυξη μικροοργανισμών που καταναλώνουν οξυγόνο.



Συνέπειες των πετρελαιοειδών (4)

c) Τα μαλάκια αλλά και τα φυτά είναι ιδιαίτερα ευπαθή σε αυτή τη ρύπανση γιατί δηλητηριάζονται και πεθαίνουν από ασφυξία. Με άλλα λόγια προκαλούνται διαταραχές στη φυσιολογία και συμπεριφορά των οργανισμών, ανωμαλίες στην ανάπτυξη των ψαριών, οδηγώντας τα τελικά σε πρόωρο θάνατο.

Το πλαγκτόν πάντως δηλητηριάζεται και έτσι πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί που ζουν σε αυτό ή από αυτό, οδηγούνται σε θάνατο.



Συνέπειες των πετρελαιοειδών (5)

d) Από την άλλη το 30-40% των πετρελαιοειδών, δηλ. τα πιο τοξικά και πτητικά συστατικά, εξατμίζονται σε ψηλές θερμοκρασίες, που συνήθως επικρατούν στην περιοχή της Καλντέρας τους θερινούς μήνες και όχι μόνο, ρυπαίνοντας έτσι την ατμόσφαιρα της γύρω περιοχής.



Συνέπειες των πετρελαιοειδών (6)

8. Ίχνη πετρελαίου στο νερό επηρεάζουν τη δυνατότητα προσανατολισμού θαλάσσιων οργανισμών και τους ρυθμούς αφομοίωσης της τροφής τους. Κάποιες μάλιστα από τις συνέπειες αυτές ενισχύονται από την υγρή αλατότητα και τις ψηλές θερμοκρασίες της θάλασσας, αφού οι τελευταίες δίνουν στο πετρέλαιο τη μορφή ιδιαίτερα ρευστής πίσσας που είναι δύσκολο να απομακρυνθεί.



Συνέπειες των πετρελαιοειδών (7)

9. Συγκεκριμένα πάντως συστατικά του πετρελαίου και όχι μόνο ενδέχεται να περάσουν στην τροφική αλυσίδα μέσω των βενθικών οργανισμών και να καταλήξουν κάποια στιγμή στον άνθρωπο.



Συνέπειες από μελλοντικές διαρροές ρύπων (1)

10. Στην περίπτωση που η κατάσταση συνεχισθεί με τον υφιστάμενο ρυθμό διαρροών (30 - 60 λίτρα/ημέρα) για μεγάλα χρονικά διαστήματα (10 - 20 χρόνια), τότε θα λάβει χώρα με μαθηματική βεβαιότητα συσσώρευση των πετρελαιοειδών όσο και των άλλων τοξικών ουσιών.



Συνέπειες από μελλοντικές διαρροές ρύπων (2)

11. Πολλές από τις συντηρητικές ουσίες που περιέχει το Sea Diamond εμφανίζουν το φαινόμενο της βιοσυσώρευσης, δηλ. συσσωρεύονται στους ιστούς ζωντανών οργανισμών σε συγκεντρώσεις πολύ μεγαλύτερες από εκείνες στο νερό ή στο ίζημα.



Συνέπειες από μελλοντικές διαρροές ρύπων ⁽³⁾

α) Τα ιζήματα εγγύς του ναυαγίου ήδη κατατάσσονται ως «μέτρια ρυπασμένα», ενώ θέσεις όπου λόγω της κυκλοφορίας των υδάτων δέχονται μεγαλύτερη ποσότητα ρύπων ταξινομούνται ως οριακά «σημαντικά ρυπασμένες».



Συνέπειες από μελλοντικές διαρροές ρύπων (4)

b) Μελλοντικά αυξημένες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε αυτά λόγω συσσώρευσης (από διάβρωση κτλ.) στα ιζήματα θα επιφέρουν τοξικές επιδράσεις στους βενθικούς οργανισμούς (όπου ήδη η πιθανότητα αυτή μόλις 4 χρόνια μετά το ναυάγιο δεν είναι αμελητέα), και συνεπώς και σε ανώτερους οργανισμούς μέσω της τροφικής αλυσίδας.



Συνέπειες από μελλοντικές διαρροές ρύπων (5)

c) Μια απλή αλλά ιδιαίτερου ενδιαφέροντος ομάδα είναι τα πλαστικά και PVC. Η ρύπανση από πλαστικά αντικείμενα είναι μια από τις πλέον ευδιάκριτες συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας, πλούσια αντιπροσωπούμενη στο κουφάρι του Sea Diamond. Τα πλαστικά αυτά όταν απελευθερωθούν στον κόλπο της Καλντέρας θα αποικοδομηθούν ως γνωστό με εξαιρετικά βραδείς ρυθμούς.



Συνέπειες από μελλοντικές διαρροές ρύπων (6)

12. Τα πετρελαιοειδή θα εντοπίζονται με την πάροδο του χρόνου ως «παγιδευμένα» στρώματα σε νανοσωματίδια, γεγονός που ήδη απεδείχθη στα ναυάγια του Prestige και Ecxon Veldez, αλλά και πρόσφατα στο κόλπο του Μεξικού μετά το καταστροφικό ατύχημα της BP (2010).

- a) διαπιστώθηκε στα 900-1200 μ. βάθος, αλλά και σε ιζήματα του πυθμένα «κρυμμένο» σημαντικό μέρος πετρελαίου.
- b) στο εν λόγω φαινόμενο έχουν συμβάλλει και τα χημικά διασκορπιστικά που χρησιμοποιήθηκαν διασπώντας τα σταγονίδια πετρελαίου σε νανοσωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 2μm.



Συνέπειες από μελλοντικές διαρροές ρύπων (7)

c) Τα νανοσωματίδια βρίσκονται «εγκλωβισμένα» σε θαλάσσιες ζώνες, προσφέροντας άφθονη τροφή στα βακτήρια και απειλώντας έτσι να ανατρέψουν την ισορροπία στη βιοποικιλότητα της ευρύτερης περιοχής.

➡ Αξίζει να σημειωθεί ότι συγκεντρώσεις πετρελαιοειδών του επιπέδου των **0,2 g/l** καταστρέφουν τους βενθικούς οργανισμούς (δηλ. το σύνολο των ζωικών ή φυτικών οργανισμών που ζουν προσκολλημένοι ή άρπονται στο βυθό της θάλασσας).



Συσσώρευση από επίμονες και τοξικές ουσίες ⁽¹⁾

13. Στο SEA DIAMOND προσδιορίστηκαν και εκτιμήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις επικίνδυνων ουσιών, οι οποίες είναι τοξικές, επίμονες και δείχνουν υψηλότετη προδιάθεση για βιοσυσσώρευση.
14. Η μεγάλη έκθεση σε επικίνδυνες ουσίες μπορεί να οδηγήσει σε μια σειρά από ανεπιθύμητες επιδράσεις τόσο στην οικολογία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, όσο και στην υγεία του ανθρώπινου πληθυσμού.



Συσώρευση από επίμονες και τοξικές ουσίες (2)

15. Οι ουσίες αυτές έχουν τη δυνατότητα να επιδράσουν σε οργανισμούς αναστέλλοντας ζωτικής σημασίας λειτουργίες (οξεία τοξικότητα) ή να αποτελέσουν απειλή για τους πληθυσμούς, εάν ο χρόνος παραμονής τους υπερβαίνει κάποιο όριο, οδηγώντας έτσι σε εκτεταμένη έκθεση (χρόνια τοξικότητα).



Συσσώρευση από επίμονες και τοξικές ουσίες ⁽³⁾

16. Ήδη σε ψάρια μετρήθηκαν λίαν αυξημένες τιμές βαρέων μετάλλων ενώ σε ορισμένα εξ αυτών είδη η κατανάλωσή των συνεπάγεται πιθανότητα τοξικών επιδράσεων στον άνθρωπο.

Επίσης, σε στρείδια αλιευμένα από την εγγύς περιοχή του ναυαγίου οι συγκεντρώσεις καδμίου είναι πολύ υψηλές, και σε συνδυασμό με υψηλές τιμές μολύβδου στους ιστούς τους τα καθιστούν πιθανώς επικίνδυνα εφόσον καταναλίσκονται συχνά.



Συσώρευση από επίμονες και τοξικές ουσίες (4)

α) Ακόμη και σε περιπτώσεις πλοίων σκοπίμως βυθισμένων (τεχνητοί ύφαλοι) μετά από την απογύμνωσή τους από επικίνδυνες ουσίες και παρασκευάσματα έχει παρατηρηθεί αύξηση της συγκέντρωσης μετάλλων σε παρακείμενα ιζήματα και ψάρια, πολλώ δε μάλλον σε ακούσια ναυάγια του μεγέθους του Sea Diamond.



Κίνδυνος για τη μονάδα αφαλάτωσης

17. Η διάβρωση, ως αναφέρθηκε, ξεκίνησε ήδη και οι διαρροές πετρελαιοειδών και άλλων ρυπογόνων ουσιών είναι ήδη σε εξέλιξη. Για τη στιγμή δεν υφίσταται κίνδυνος για τη μονάδα αφαλάτωσης.

➔ Ο κίνδυνος βέβαια μπορεί να προκύψει όταν η κατάσταση ρύπανσης από διαρροές πετρελαιοειδών ή άλλων ρυπογόνων ουσιών διαμορφωθεί σύμφωνα με τα σενάρια που έχουν αναφερθεί!



ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ (1)

18. Στην περίπτωση του Sea Diamond χρησιμοποιήθηκαν και συνεχίζουν σε καθημερινή βάση να χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες “διαλυτικές” και διασκορπιστικές ουσίες για την αντιμετώπιση της επιφανειακής ρύπανσης.



ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ (2)

19. Οι ποσότητες των πετρελαιοειδών που συλλέγονται εντός του φράγματος δεν αντιπροσωπεύουν την συνολική ποσότητα των υφιστάμενων διαρροών λαμβάνοντας επίσης υπόψη ότι η ταυτόχρονη χρήση διαλυτικών ουσιών (Dispergatoren), διευκολύνουν μεν τη διάσπαση των πετρελαιοειδών στην επιφάνεια, έχουν όμως την τάση να “κρύβουν” τα πετρελαιοειδή κάτω από την επιφάνεια. Για τον λόγο αυτό υφίστανται τεράστιες ανησυχίες για τις μακροπρόθεσμες συνέπειες των ουσιών διασποράς στους θαλάσσιους οργανισμούς προκαλώντας μια αργή και μη αναστρέψιμη περιβαλλοντική καταστροφή.



ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ (3)

20.Η δράση λοιπόν του πετρελαίου συχνά εντείνεται, ιδίως σε περιπτώσεις κλειστών κόλπων όπως αυτός της Καλντέρας, γιατί αφομοιώνεται πιο εύκολα από τους θαλάσσιους οργανισμούς. Με τον τρόπο αυτό υφίστανται τεράστιες ανησυχίες για τις μακροπρόθεσμες συνέπειες των ουσιών διασποράς στους θαλάσσιους οργανισμούς.



ΤΕΛΙΚΟ ΠΟΡΙΣΜΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

- *Βάσει των συνολικών πορισμάτων της μελέτης, θεωρείται ήδη αναγκαιότητα, ότι το ναυάγιο του Sea Diamond θα πρέπει να ανελκυθεί και/ή απομακρυνθεί από την περιοχή της Καλντέρας ή να λάβει χώρα (με οποιονδήποτε τρόπο) εξουδετέρωσή του. Η επιβάρυνση που έχει επιφέρει στην περιοχή είναι σαφής και τον μοναδικό τρόπο αποτροπής της συνέχισής της αποτελεί η απομάκρυνσή του. Κάθε άλλη καθυστέρηση ή ενέργεια θα έχει ως αποτέλεσμα την οικολογική και όχι μόνον καταστροφή της Καλντέρας.*



ΤΕΛΙΚΟ ΠΟΡΙΣΜΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

- Από την Πολιτεία απαιτείται το αυτονόητο:

Εφαρμογή του άρθρου 24 του Συντάγματος για την αποκατάσταση της βλάβης του θαλάσσιου περιβάλλοντος και την προστασία της υγείας των πολιτών. Αποτελεί θεμελιώδη υποχρέωσή της !



***Ευχαριστούμε
για την προσοχή σας***

