ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
Μεσογείων 14 -18, 115 10 Αθήνα

MINISTRY FOR DEVELOPMENT
GENERAL SECRETARIAT FOR RESEARCH & TECHNOLOGY
14 -18 MESSOGION AV., 115 10 ATHENS, GREECE

ΕΛΛΑΔΑ – ΤΟΥΡΚΙΑ **TURKEY- GREECE**

ΚΟΙΝΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑ
JOINT RESEARCH AND TECHNOLOGY PROGRAMMES
2010 – 2011

Ετήσια Έκθεση Προόδου

Περίοδος: 6/6/2011 – 5/6/2012

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ: Επεξεργασία Όξινης Απορροής Μεταλλείων με χρήση Διαπερατών Ενεργών Φραγμάτων (επί τόπου επεξεργασία) και Αναερόβιων Διαφραγματικών Αντιδραστήρων (επεξεργασία σε άλλη περιοχή),
Κωδικός : ΓΓΕΤ10 TUR/1-38-1

PROJECT TITLE: Treatment of Acid Mine Drainage Using Permeable Reactive Barriers (In-Situ Treatment) and Anaerobic Baffled Reactors (Ex-Situ Treatment)
Code: ΓΓΕΤ10 TUR/1-38-1

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή 3
2. Περίληψη του έργου 3
3. Περιγραφή των κυριότερων φάσεων του έργου της Ελληνικής Πλευράς- Παρούσα κατάσταση 4
3.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση (Φάση 1) 4
3.2 Χαρακτηρισμός των ενεργών υλικών (Φάση 2) 4
3.3 Πειραματική διάταξη (Φάση 3) 5
3.4 Εργαστηριακά πειράματα (Φάση 4) 6
3.5 Γεωχημική μοντελοποίηση (Φάση 5) 7
3.6 Αξιολόγηση τεχνολογιών (Φάση 6) 8
3.7 Κατασκευή – ενημέρωση ιστοσελίδας (Φάση 7) 8
3.8 Διάχυση των αποτελεσμάτων (Φάση 8) 10
3.9 Ετήσια έκθεση προόδου – Τελική έκθεση (Φάση 9) 10
4. Επισκέψεις της Ελληνικής και της Τουρκικής Ομάδας 11
5. Αξιοποίηση και Διάδοση των αποτελεσμάτων 13
6. Φάσεις του έργου - Χρονοδιάγραμμα 14
Παράρτημα 15

1. Εισαγωγή

Η παρούσα έκθεση υποβάλλεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΓΓΕΤ και αποτελεί την ετήσια έκθεση προόδου του έργου «Επεξεργασία Όξινης Απορροής Μεταλλείων με χρήση Διαπερατών Ενεργών Φραγμών (επί τόπου επεξεργασία) και Αναερόβιων Διαφραγματικών Αντιδραστήρων (επεξεργασία σε άλλη περιοχή)» με κωδ. ΓΓΕΤ 10 TUR/1-38-1 στο ΕΠ «Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα (ΕΠΑΝ 2)» της «Διμερούς Ε&Τ Συνεργασίας Ελλάδας – Τουρκίας 2010-2011». Η περίοδος υλοποίησης του έργου είναι από 6/6/2011 – 5/6/2013 για την Ελληνική πλευρά και από 1/2/2011 έως 31/1/2013 για την Τουρκική πλευρά αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι ο Επιστημονικός Υπεύθυνος της τουρκικής ομάδας, μετακινήθηκε στο Πανεπιστήμιο Medeniyet της Κωνσταντινούπολης από το Harran University, συνεπώς το πανεπιστήμιο που αναφέρεται στην αρχική πρόταση δεν συμμετέχει πλέον στο έργο. Για το θέμα αυτό ενημερώθηκε η Τουρκική πλευρά (Tubitak), η οποία ενέκρινε την αλλαγή, μετέφερε τα κονδύλια του έργου στο νέο πανεπιστήμιο και ενημέρωσε σχετικά τη ΓΓΕΤ.

Στην παρούσα έκθεση περιγράφεται συνοπτικά η μέχρι τώρα πορεία του έργου σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα και τις φάσεις που έχουν προταθεί. Επισυνάπτονται σε παράρτημα τα μέχρι τώρα αποτελέσματα του έργου, όπως αυτά έχουν δημοσιευθεί σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και έχουν παρουσιαστεί σε διεθνή συνέδρια.

2. Περίληψη του έργου

Σκοπός του έργου είναι η βελτιστοποίηση της λειτουργίας των Διαπερατών Ενεργών Φραγμάτων (ΔΕΦ) (επιτόπου τεχνική) και των Αναερόβιων Διαφραγματικών Αντιδραστήρων (ΑΔΑ) (εκτός περιοχής τεχνική) για την επεξεργασία όξινων εκχυλισμάτων που περιέχουν ανόργανους και οργανικούς ρύπους με απώτερο στόχο την πρόληψη της ρύπανσης των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων. Άλλοι σημαντικοί στόχοι είναι η εκπαίδευση νέων επιστημόνων, η ενδυνάμωση της συνεργασίας των δύο φορέων και η διάχυση των αποτελεσμάτων του έργου.

Οι ερευνητικοί στόχοι του έργου περιλαμβάνουν

- Εξαγωγή κινητικών δεδομένων και βελτιστοποίηση της λειτουργίας των δύο τύπων αντιδραστήρων
- Προσδιορισμό της διάρκειας ζωής των συστημάτων (αναφορικά με τους ΔΕΦ)
- Προσδιορισμό του βέλτιστου χρόνου παραμονής για κάθε ρύπου και κάθε συγκέντρωση που εξετάζεται συναρτήσει διαφόρων παραμέτρων
- Μελέτη φθηνών βιομηχανικών παραπροϊόντων ως ενεργών υλικών (αναφορικά με τους ΔΕΦ)
- Εκτίμηση της περιβαλλοντικής εξέλιξης των ρύπων/ πρόοδο του μετώπου αντίδρασης συναρτήσει του χρόνου (αναφορικά με τους ΔΕΦ)
- Γεωχημική μοντελοποίηση των διεργασιών, προσδιορισμό των δεικτών κορεσμού διαφόρων φάσεων
- Χρήση αναλυτικών τεχνικών (SEM, EDX, IR, XRD, TG-TDA) για τον προσδιορισμό νεο-σχηματιζόμενων φάσεων και την σε βάθος μελέτη των μηχανισμών απομάκρυνσης των ρύπων.

3. Περιγραφή των κυριότερων φάσεων του έργου της Ελληνικής Πλευράς- Παρούσα κατάσταση

3.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση (Φάση 1)

Πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση ώστε να μελετηθεί η σύγχρονη βιβλιογραφία σχετικά με τους υπό μελέτη ρύπους. Η ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε μέσω των επιστημονικών περιοδικών και βιβλιοθηκών που έχει πρόσβαση το Πολυτεχνείο Κρήτης (ISI, Scopus, Science Direct, Google Scholar, κα). Η συγκεκριμένη δράση όπως γίνεται κατανοητό είχε αυξημένο φόρτο εργασίας τους πρώτους μήνες του έργου.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση θα συνεχιστεί σε όλη την διάρκεια του έργου, ενώ η έως τώρα δουλειά παρουσιάζεται στην εισαγωγή (introduction) των εργασιών 1,2,3,4,5 που επισυνάπτονται.

Η φάση 1 είναι σε εξέλιξη.

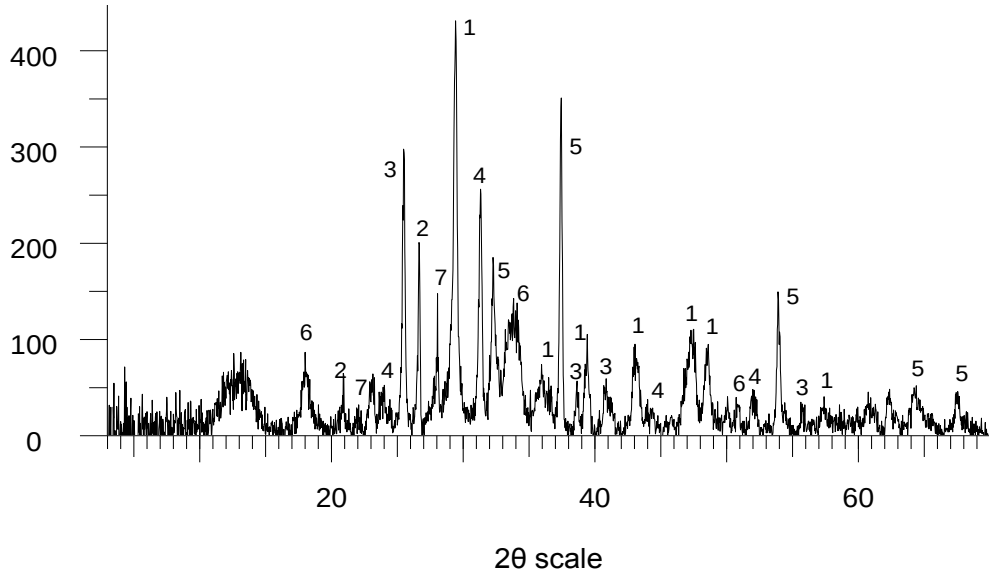
3.2 Χαρακτηρισμός των ενεργών υλικών (Φάση 2)

Τους πρώτους 3 μήνες από την έναρξη του έργου πραγματοποιήθηκαν χημικές και ορυκτολογικές αναλύσεις όπως επίσης και μετρήσεις ειδικής επιφάνειας των ενεργών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν ή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια του έργου. Επίσης στοιχεία που αφορούν τα ενεργά υλικά υπήρχαν και από προηγούμενες εργασίες της Ελληνικής ομάδας.

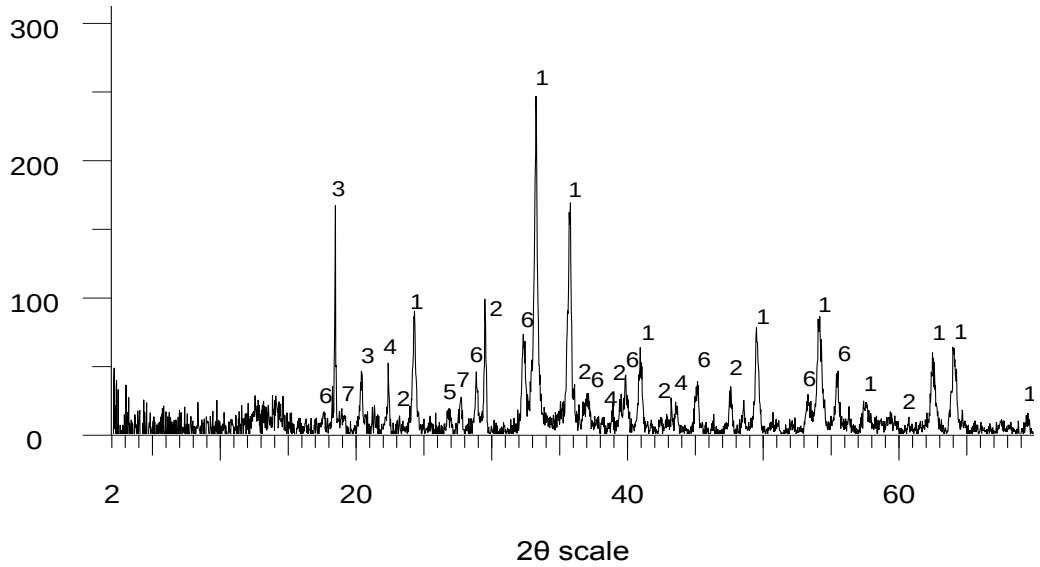
Τα υλικά που εξετάστηκαν είναι:

- Οργανικό υλικό (κοπριά)
- Ερυθρά ιλύς
- Ιπτάμενη τέφρα
- Στοιχειακός σίδηρος
- Χαλαζιακή άμμος
- Ασβεστόλιθος
- Βιο-άνθρακας (από φύλλα και κλαδιά ελιάς)

Στην Εικόνες 1 και 2 παρουσιάζονται ενδεικτικά παραδείγματα ορυκτολογικών αναλύσεων (XRD) υλικών που αργότερα χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές σειρές. Τα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού των υλικών, κυρίως με χρήση XRD, XRF, SEM και IR, παρουσιάζονται αναλυτικά στις δημοσιευμένες εργασίες 1,2 και 3.



Εικόνα 1. Ορυκτολογική ανάλυση ιπτάμενης τέφρας Πτολεμαΐδας (1: ασβεστίτης $CaCO_3$, 2: χαλαζίας SiO_2, 3: ανυδρίτης $CaSO_4$, 4: γελενίτης $Ca_2(Al(AlSi)O_7)$, 5: άσβεστος CaO, 6: πορτλανδίτης $Ca(OH)_2$, 7: αλβίτης $NaAlSi_3O_8$)

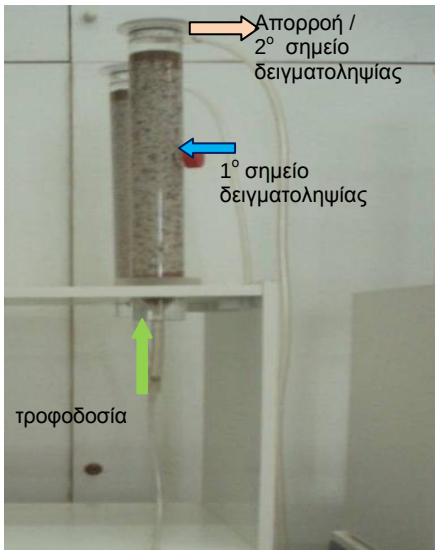


Εικόνα 2. Ορυκτολογική ανάλυση ερυθράς ιλύος της εταιρίας «Αλουμίνιο της Ελλάδος» (1: αιματίτης Fe_2O_3, 2: ασβεστίτης $CaCO_3$, 3: γκαιτίτης $Al(OH)_3$) 4: διάσπορο AlOOH, 5: χαλαζίας SiO_2, 6: κατοϊτης $Ca_3Al_2(SiO_4)(OH)_8$), 7: κανκρινίτης $Na_6Ca_2Al_6Si_6O_{24}(CO_3)_2$

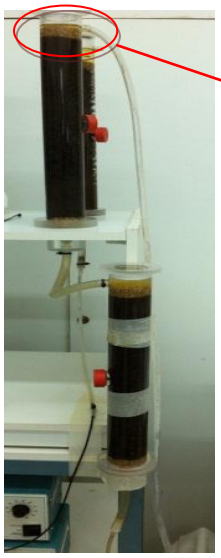
3.3 Πειραματική διάταξη (Φάση 3)

Μετά από τον χαρακτηρισμό των ενεργών υλικών, εγκαταστάθηκαν οι εργαστηριακές στήλες, και πληρώθηκαν με τα ενεργά υλικά. Στην αρχή πραγματοποιήθηκαν αναγνωριστικά πειράματα με τροφοδοσία απιονισμένου νερού με χρήση περισταλτικών αντλιών ώστε να

εντοπισθούν προβλήματα ροών, φραξίματος κ.λ.π. Αφού αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα αυτών των αναγνωριστικών δοκιμών, επαναπροσδιορίστηκε η διάταξη κάθε στήλης ξεχωριστά ώστε να πληροί τις προδιαγραφές λειτουργίας για τα πειράματα που ακολουθούν. Σε περιπτώσεις που θεωρήθηκε ότι απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος παραμονής των ρύπων εντός της ενεργής ζώνης χρησιμοποιήθηκε και 2η εργαστηριακή στήλη σε σειρά. Στις Εικόνες 3 και 4 παρουσιάζεται η πειραματική διάταξη με μία και δύο στήλες σε σειρά αντίστοιχα, ενώ περισσότερες λεπτομέρειες για την λειτουργία της πειραματικής διάταξης παρουσιάζονται στις εργασίες 1, 2 και 3.



Εικόνα 3. Πειραματική διάταξη με μια εργαστηριακή στήλη



Εικόνα 4α. Πειραματική διάταξη με δύο εργαστηριακές στήλες σε σειρά

Εικόνα 4β. Λεπτομέρεια από την έξοδο εργαστηριακής στήλης όπου παρατηρείται η δημιουργία φυσαλίδων H_2S

3.4 Εργαστηριακά πειράματα (Φάση 4)

Από τον τέταρτο μήνα του έργου πραγματοποιούνται πειράματα με τα ενεργά υλικά και ρύπους σε διαφορετικές συγκεντρώσεις και pH για διαφορετικές ταχύτητες ροής ώστε να μελετηθεί ο βαθμός και η ταχύτητα απορρύπανσης, ο χρόνος ζωής του κάθε συστήματος, η πρόοδος του μετώπου αντίδρασης ενώ εξάγονται και σημαντικά κινητικά δεδομένα.

Τα ενεργά υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί έως τώρα είναι στοιχειακός σίδηρος, ερυθρά ιλύς, ιπτάμενη τέφρα και οργανικά υλικά (όπως κοπριά, βιο-άνθρακας από φύλλα και κλαδιά ελιάς) μόνα τους ή σε συνδυασμό.

Οι ρύποι των οποίων μελετάται η απομάκρυνση είναι Mn, Cu, Ni, Zn και Cr^{6+} ενώ έχει προγραμματιστεί για την συνέχεια να μελετηθούν το As^{3+} και οι φαινόλες. Η επιλογή των ρύπων αυτών έγινε διότι βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις:

- Σε πολλά βιομηχανικά απόβλητα (χημική βιομηχανία, επιμεταλλωτήρια, βυρσοδεψία, κλπ).
- Σε εκχυλίσματα που παράγονται από σωρούς αποβλήτων, επιφανειακές και υπόγειες εκμεταλλεύσεις (ανθρακωρυχεία, μεταλλεία μικτών θειούχων, κλπ).

Όσον αφορά τις φαινόλες, θα μελετηθούν επιπλέον από την Ελληνική ομάδα επειδή θεωρούνται επικίνδυνοι ρύποι και απαντώνται σε υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων. Τα απόβλητα αυτά διατίθενται, συχνά ανεξέλεγκτα σε εξατμισοδεξαμενές, ρέματα και ποτάμια και προκαλούν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα ρύπανσης των νερών τόσο στην Ελλάδα (και ειδικά στην Κρήτη) όσο και στην Τουρκία.

Στις εργασίες 1,2 και 3 παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα από την χρήση των παραπάνω ενεργών υλικών, σε επιλεγμένες αναλογίες, για την απομάκρυνση Mn, Cu, Ni και Zn υπό την μορφή θειικών ενώσεων από υγρά διαλύματα σε διάφορες συγκεντρώσεις και κάτω από διαφορετικές συνθήκες pH (3-7) συναρτήσει του χρόνου (έως 70 ημέρες). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι ενθαρρυντικά καθώς κάποια από τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζουν πολύ καλή αποτελεσματικότητα στην απορρύπανση των διαλυμάτων, για μεγάλο χρονικό διάστημα, κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες.

Σε επόμενες δημοσιεύσεις, οι οποίες προγραμματίζονται, θα παρουσιαστούν αποτελέσματα σχετικά με την δυνατότητα των ίδιων ενεργών υλικών να απομακρύνουν Cr^{6+} και As από συνθετικά διαλύματα.

Η φάση 4 είναι σε εξέλιξη.

3.5 Γεωχημική μοντελοποίηση (Φάση 5)

Γεωχημική μοντελοποίηση της κάθε διεργασίας θα πραγματοποιηθεί με χρήση λογισμικών (πχ PHREEQC-2, MINTEQA2), όπως επίσης και με διάφορες τεχνικές.

Στο τέλος των δοκιμών λαμβάνονται δείγματα των εξαντλημένων ενεργών υλικών από διάφορα σημεία της κάθε στήλης και πραγματοποιούνται αναλύσεις με χρήση SEM, EDX, XRD, IR και TG-TDA, οι οποίες συμβάλλουν στον προσδιορισμό νεο-σχηματιζόμενων φάσεων και στην καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών απομάκρυνσης των ρύπων *(βλ. δημοσιευμένες εργασίες)*.

Στις εργασίες 1, 2 και 3 παρουσιάζονται επιλεγμένες αναλύσεις XRD και SEM-EDX από τα εξαντλημένα ενεργά υλικά που ήταν πληρωμένες οι εργαστηριακές στήλες. Από τις νέες φάσεις που παρατηρούνται τόσο με τις ορυκτολογικές αναλύσεις όσο και με τις φωτογραφίες του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης, συμπεραίνεται ότι κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας, βασικότερος μηχανισμός απορρύπανσης των διαλυμάτων είναι η ρόφηση των ρύπων στο οργανικό υλικό ενώ παρατηρείται και καταβύθιση με την μορφή σουλφιδίων, υδροξειδίων και άλλων ένυδρων φάσεων.

Η φάση 5 είναι σε εξέλιξη.

3.6 Αξιολόγηση τεχνολογιών (Φάση 6)

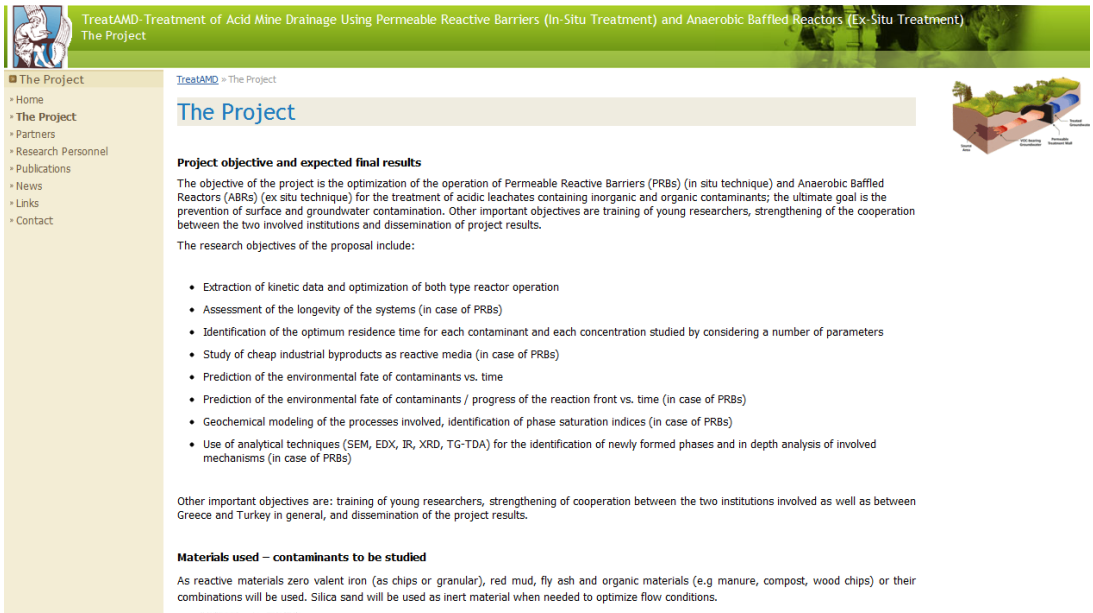
Με βάση τα αποτελέσματα των πραγματοποιούμενων δοκιμών θα πραγματοποιηθεί συγκριτική αξιολόγηση της αποδοτικότητας των αντιδραστήρων και συνολικά των υπό μελέτη διεργασιών καθαρισμού των διαλυμάτων. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά θα εκτιμηθεί αν απαιτούνται τροποποιήσεις των λειτουργικών χαρακτηριστικών των αντιδραστήρων. Σε περίπτωση που ισχύσει αυτό θα πραγματοποιηθούν νέες επιλεγμένες σειρές πειραμάτων.

Η φάση 6 είναι σε εξέλιξη.

3.7 Κατασκευή – ενημέρωση ιστοσελίδας (Φάση 7)

Η ιστοσελίδα του έργου έχει δημιουργηθεί στο Πολ. Κρήτης (http://www.tuc.gr/1835.html), την πρώτη εβδομάδα μετά την έναρξη του και ενημερώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα και από τους δύο φορείς (με χρήση κατάλληλων usernames και passwords). Σε αυτή παρουσιάζονται και τα πρώτα αποτελέσματα του έργου που έχουν δημοσιευθεί σε κοινές εργασίες, συνέδρια κ.α. ενώ υπάρχει σύνδεση με το Istanbul Medeniyet University. Στις Εικόνες 5-8 παρουσιάζεται η αρχική σελίδα και οι μενού της ιστοσελίδας του έργου.

Εικόνα 5: Ιστοσελίδα του έργου (πρόσβαση 15/6/2012)



Εικόνα 6: Ιστοσελίδα του έργου (πρόσβαση 15/6/2012)

Εικόνα 7: Ιστοσελίδα του έργου (πρόσβαση 15/6/2012)

Εικόνα 8: Ιστοσελίδα του έργου (πρόσβαση 15/6/2012)

3.8 Διάχυση των αποτελεσμάτων (Φάση 8)

Η διάχυση των μέχρι τώρα αποτελεσμάτων πραγματοποιείται:

1. Μέσω της ιστοσελίδας η οποία αναφέρθηκε προηγουμένως
2. Μέσω κοινών δημοσιεύσεων σε έγκριτα διεθνή περιοδικά (3 έως σήμερα)
3. Μέσω κοινών παρουσιάσεων σε διεθνή συνέδρια (2 έως σήμερα)
4. Μέσω των εθνικών και διεθνών επαφών του Έλληνα και του Τούρκου Ε.Υ
5. Μέσω μεταφορά τεχνολογίας από Ελλάδα προς Τουρκία και αντίστροφα

Συμπεραίνεται ότι μέχρι τώρα έχει γίνει μεγάλη διάχυση των αποτελεσμάτων του έργου.

Η φάση 8 είναι σε εξέλιξη.

3.9 Ετήσια έκθεση προόδου – Τελική έκθεση (Φάση 9)

Η ετήσια έκθεση προόδου (παρούσα) υποβάλλεται τον 13° μήνα (Ιούνιος-Ιούλιος 2012) ενώ η τελική, με βάση τις προδιαγραφές της ΓΓΕΤ, μαζί με τα προβλεπόμενα παραδοτέα τον 25° μήνα (Ιούνιος- Ιούλιος 2013).

Η φάση 9 είναι σε εξέλιξη.

4. Επισκέψεις της Ελληνικής και της Τουρκικής Ομάδας

Στο πρώτο έτος του έργου πραγματοποιήθηκαν δύο επισκέψεις στο εξωτερικό, μία από κάθε ομάδα όπως προβλεπόταν στην πρόταση.

Την περίοδο 6-13 Σεπτεμβρίου 2011 πραγματοποιήθηκε επίσκεψη των Τούρκων συναδέλφων Ass. Prof. Dr. Erkan SAHİNKAYA και Dr. Sinan UYANİK από το Harran University, Environmental Eng. Dept., Sanliurfa/Turkey στα Χανιά.

Κατά τη διάρκεια της επίσκεψής τους οι Τούρκοι ερευνητές συζήτησαν με λεπτομέρεια με την Ελληνική επιστημονική ομάδα την μέχρι στιγμής πρόοδο του έργου και τις μελλοντικές δράσεις έως την ολοκλήρωση του 1ου έτους και στις δύο χώρες, τις πειραματικές τεχνικές, τον σχεδιασμό των αντιδραστήρων, την σε βάθος ανάλυση των αποτελεσμάτων και την υποβολή εργασιών σε διεθνή περιοδικά και συνέδρια.

Αντίστοιχα την περίοδο 15-19 Μαΐου 2012 πραγματοποιήθηκε η πρώτη επίσκεψη της Ελληνικής ομάδας (αποτελούμενης από τον Καθ. Κωνσταντίνο Κομνίτσα, Επιστημονικό Υπεύθυνο του έργου και τον Γεώργιο Μπαζδάνη, Υπ. Δρ. και μέλος της ομάδας έργου), κατά την οποία συναντήθηκαν με τον επιστημονικό υπεύθυνο Ass. Prof. Dr. Erkan SAHİNKAYA στο Istanbul Medeniyet University, στην Κωνσταντινούπολη.

Σημειώνεται ότι:

1. Η διάρκεια της επίσκεψης ήταν 4 ημέρες και όχι 7 όπως είχε αρχικά προγραμματιστεί, λόγω της πρόσφατης (πριν από 5 μήνες) μετακίνησης του Τούρκου συναδέρφου Ass. Prof. Dr. Erkan SAHİNKAYA από το Harran University, Environmental Eng. Dept., Sanliurfa στο Istanbul Medeniyet University (όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως) με αποτέλεσμα να μην έχει ολοκληρωθεί ακόμη η λειτουργία των εργαστηρίων που θα χρησιμοποιεί ο Τούρκος συνάδερφος.
2. Λόγω της μεταφοράς του Τούρκου συναδέρφου από την πόλη Sanliurfa στη Κωνσταντινούπολη, όπως επίσης και λόγω της περιόδου που πραγματοποιήθηκε το ταξίδι, το κόστος του μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με αυτό που είχε αρχικά προυπολογιστεί. Αυτό μας δίνει την δυνατότητα μιας επιπλέον επίσκεψης στην Τουρκία. Το αίτημα αυτό, μαζί με κάποια άλλα, θα υποβληθεί με ξεχωριστή αίτηση.

Κατά την επίσκεψη αυτή συζητήθηκε η πρόοδος του έργου στις δύο χώρες με βάση το χρονοδιάγραμμα εφαρμογής του, προγραμματίσθηκαν μελλοντικές δράσεις, έγινε εργαστηριακή επίδειξη των εν εξελίξει πειραμάτων της Τουρκικής πλευράς ενώ προγραμματίσθηκε η δεύτερη επίσκεψη των μελών της Τουρκικής ομάδας στην Ελλάδα, η συγγραφή νέων εργασιών, η περαιτέρω διάχυση των αποτελεσμάτων και η κοινή συμμετοχή σε επόμενα ερευνητικά έργα.

Πραγματοποιήθηκε επίσης επίσκεψη στο Environmental Engineering Department, Faculty of Engineering του Marmara University, όπου έλαβε χώρα συνάντηση με τον Prof. Dr. Bariş

Çalli, συνεργάτη της Τούρκικης ομάδας. Κατά την διάρκεια της επίσκεψης η ελληνική ομάδα ξεναγήθηκε στα εργαστήρια του τμήματος και προγραμματίστηκαν πιθανές μελλοντικές δράσεις μεταξύ των δυο πλευρών, όπως πχ συνεργασία σε ερευνητικά έργα.

Παράλληλα ο Ε/Υ της Ελληνικής ομάδας, καθ. Κ. Κομνίτσας έδωσε διάλεξη στο Istanbul Medeniyet University, Bioengineering Department, με θέμα την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, στο πλαίσιο σεμιναρίων που πραγματοποιούνται εβδομαδιαία στο παραπάνω Τμήμα. Στις εικόνες 9-11 παρουσιάζονται φωτογραφίες από την πρώτη επίσκεψη της Ελληνικής ομάδας στην Τουρκία.

Εικόνα 9: Ο Έλληνας επιστημονικός υπεύθυνος, καθ. Κ. Κομνίτσας με τον Τούρκο επιστημονικό υπεύθυνο Ass. Prof. Erkan Sahinkaya σε συνάντηση με τον πρύτανη Prof. Dr. Cahit Kurbanoğlu, Engineering and Architecture Faculty, Istanbul Medeniyet University.

Εικόνα 10: Ο καθ. Κ. Κομνίτσας σε διάλεξη στο Engineering and Architecture Faculty, Istanbul Medeniyet University, με θέμα την επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων.

(α)

(β)

Εικόνα 11: Η ελληνική ομάδα με τον τούρκο συνάδερφο Ass. Prof. Erkan Sahinkaya κατά την επίσκεψη στο Marmara University, Faculty of Engineering.

Επισυνάπτεται επίσης κοινή έκθεση (επιστολή) του Έλληνα και του Τούρκου Επιστημονικού Υπεύθυνου (στα Αγγλικά) η οποία υποβλήθηκε στην ΓΓΕΤ και στην TUBITAK αντίστοιχα μαζί με την έκθεση προόδου που αφορούσε την αποτίμηση της πρώτης επίσκεψης της Ελληνικής ομάδας στην Τουρκία.

5. Αξιοποίηση και Διάδοση των αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει έως σήμερα, είτε δημοσιεύθηκαν σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά είτε παρουσιάστηκαν σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια, ενώ ήδη προγραμματίζονται και άλλες δημοσιεύσεις. Παρακάτω παρουσιάζονται οι εργασίες που έχουν δημοσιευθεί μέχρι σήμερα:

1. Bazdanis, G., K. Komnitsas, E. Sahinkaya and Zaharaki D. (2011). Removal of heavy metals from leachates using permeable reactive barriers filled with reactive organic/inorganic mixtures. *Third International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics*, *Skiathos island, Greece (June 19-24, 2011).*
2. Komnitsas K., Bazdanis G., Bartzas G., Sahinkaya E., Zaharaki D. (2012). Removal of heavy metals from leachates using organic/inorganic permeable reactive barriers, *Desalination and Water Treatment*, *accepted*.
3. Komnitsas K., G. Bazdanis, G. Bartzas, D. Zaharaki and E. Sahinkaya (2012). Prevention of groundwater contamination in waste disposal sites using composite reactive barriers. *"Protection and Restoration of the Environment"*, *Thessaloniki, Greece (July 3-6, 2012), accepted*.
4. Sahinkaya E., Kilic A., Altun M., Komnitsas K., Lens P.N.L. (2012). Hexavalent chromium reduction in a sulfur reducing packed-bed bioreactor, *Journal of Hazardous Materials,* 219–220, 253–259. http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.04.002
5. Sahinkaya E., Altun M., Bektas S., Komnitsas K. (2012). Bioreduction of Cr(VI) from acidic wastewaters in a sulfidogenic ABR, *Minerals Engineering,* 32, 38 44. http://dx.doi.org/10.1016/j.mineng.2012.03.014

Σημειώνεται ότι οι σύνδεσμοι στις παραπάνω εργασίες είναι ενεργοί.

6. Φάσεις του έργου - Χρονοδιάγραμμα

Διάρκεια/Duration (σε μήνες/months): **ΦΑΣΕΙΣ/ PHASES** (συνοπτικά/in brief)	**6**	**12**	**18**	**24**
1. Βιβλιογραφική ανασκόπηση/ Literature review				
2. Χαρακτηρισμός Ενεργών Υλικών / Reactive Material Characterization				
3. Πειραματική Διάταξη / Experimental setup				
4. Εργαστηριακά πειράματα / Laboratory experiments				
5. Γεωχημική μοντελοποίηση / Geochemical modeling				
6. Αξιολόγηση τεχνολογιών (GR-TR) / Technology evaluation (GR-TR)				
7. Κατασκευή – ενημέρωση ιστοσελίδας / Webpage construction - maintenance				
8. Διάχυση αποτελεσμάτων / Dissemination of results				
9. Ετήσια έκθεση προόδου / Annual Progress Report				
ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ FINAL REPORT				

⇔ Διάρκεια φάσης / phase duration
| Παρούσα χρονική στιγμή
Υποβολή Έκθεσης Προόδου/submission of progress report
Υποβολή Τελικής Έκθεσης / submission of final report

Παράρτημα

- Εργασία 1
- Εργασία 2
- Εργασία 3
- Εργασία 4
- Εργασία 5
- Αποδεικτικό e-mail αποδοχής εργασίας 1
- Αποδεικτικό e-mail αποδοχής εργασίας 3
- Επιστολή Έλληνα και Τούρκου Ε/Υ μετά την 1η επίσκεψη της Ελληνικής ομάδας στη Τουρκία