



**ΟΜΙΛΗΤΗΣ:** κα Μαρία Ψαρρού  
*Υπεύθυνος Διατρίβής: Καθηγητής Α.Χ. Παγιατάκης*

**ΘΕΜΑ: Καταβύθιση φωσφορικού ασβεστίου για την σταθεροποίηση χαλαρών εδαφών.**  
**Protection from soil erosion through calcium phosphate precipitation.**

**ΤΟΠΟΣ:** Αίθουσα Σεμιναρίων ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:** Τετάρτη, 24 Ιουνίου 2009

**ΩΡΑ:** 12:00

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Η βροχή είναι ένα φυσικό φαινόμενο που πέρα από τα προφανή οφέλη όταν η ένταση της υπερβεί τη διηθητική ικανότητα του χώματος μπορεί να αποβεί καταστροφική. Πιο συγκεκριμένα η διάβρωση που προκαλεί το νερό της βροχής σε αγροτικές περιοχές έχει ως συνέπεια να ξεπλένει το χώμα από τα θρεπτικά του συστατικά και να μειώνει το πάχος του επιφανειακού στρώματος όπου μπορούν να βλαστήσουν τα φυτά μειώνοντας δραματικά και την ανάπτυξή τους. Είναι μια διαδικασία που συνέβαινε ανέκαθεν στη φύση αλλά εξελισσόταν πολύ αργά. Η εντατική ανθρώπινη παρέμβαση και πολλές φορές η λανθασμένη διαχείριση του εδάφους έχει αυξήσει δραματικά τις απώλειες χώματος ετησίως και έχει αναγάγει τη διάβρωση του εδάφους σε παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη μεθόδου σταθεροποίησης του χώματος με καταβύθιση του διένυδρου φωσφορικού ασβεστίου (DCPD) διότι η μορφολογία του είναι κατάλληλη ώστε να δημιουργηθεί το δίκτυο κρυστάλλων – κόκκων χώματος που απαιτείται, χωρίς να μειωθεί σημαντικά η διαπερατότητα του πορώδους μέσου. Η συσσωμάτωση του επιφανειακού χώματος με την καταβύθιση του διένυδρου φωσφορικού ασβεστίου, πετυχαίνει την αύξηση της διατμητικής αντοχής του, την αύξηση της μέσης κατανομής των κόκκων του και τελικά την διατήρηση της διαπερατότητας και διηθητικής ικανότητας του εδάφους.



# ΙΤΕ / ΕΙΧΗΜΥΘ

Ενώ η σταδιακή επιδιалύτωση του άλατος παρέχει στα φυτά ασβέστιο και φώσφορο, απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη τους.

Πραγματοποιήθηκαν πειράματα σε αντιδραστήρα διαλείποντος έργου για την κινητική και ποσοτική μελέτη της καταβύθισης του DCPD με και χωρίς την παρουσία χώματος σε θερμοκρασίες 25, 30, 40 °C με σκοπό την ανάδειξη των κατάλληλων συνθηκών για την περαιτέρω εφαρμογή της μεθόδου. Η προσθήκη λάσπης είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου επαγωγής και πτώση του ρυθμού της καταβύθισης σε σχέση με τις τιμές τους απουσία χώματος αλλά η τάση αυτή ήταν ασθενέστερη με την αύξηση της θερμοκρασίας ή και του αρχικού υπερκορεσμού.

Για την ανάδειξη του μηχανισμού κρυσταλλικής ανάπτυξης του DCPD, εκτελέστηκαν πειράματα σταθερής σύστασης. Βρέθηκε ότι ακολουθείται το πολυπυρηνικό πρότυπο κρυστάλλωσης για τα τυφλά διαλύματα, ενώ κυριαρχεί η διάχυση των δομικών μονάδων στην περίπτωση καταβύθισης παρουσία λάσπης. Παράλληλα έγιναν πειράματα οπτικής παρατήρησης της κρυσταλλικής ανάπτυξης σε δισδιάστατα πορώδη δοκίμια στα οποία είχαν εισαχθεί κόκκοι χώματος. Έτσι, πιστοποιήθηκε η δημιουργία του δικτύου κρυστάλλων – κόκκων χώματος και ότι η καταβύθιση γινόταν πάνω στους κόκκους του χώματος.

Ένα εργαλείο για τη μελέτη του φαινομένου της διάβρωσης και για την αξιολόγηση των μεθόδων για την αντιμετώπισή της είναι οι εξομοιωτές βροχής. Κατασκευάστηκε πειραματικός εξομοιωτής βροχής που μπορεί να αναπαράγει αντιπροσωπευτικές βροχοπτώσεις έτσι ώστε να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου σταθεροποίησης του εδάφους με καταβύθιση φωσφορικού ασβεστίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν σαφή μείωση της επιφανειακής απορροής (runoff rate) και ενίσχυση της διηθητικής ικανότητας του χώματος σε σχέση με τις αντίστοιχες δοκιμές χωρίς την εφαρμογή της μεθόδου.



The scope of this research is to develop a novel method aimed at reducing soil erosion because of the soil grains detachment, caused by the fall of raindrops. The study focuses on the mechanisms of soil consolidation through the in-situ precipitation of a sparingly soluble salt namely calcium phosphate. The in situ precipitation and the growth of the crystals on the grain surfaces result in forming bridges among the loose soil grains and bind them together. The anticipated gradual dissolution of the deposited phosphate salt with time is expected to fertilize soil. Among all polymorphs of the calcium phosphate system, dicalcium phosphate dihydrate ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , DCPD) was considered the most appropriate for the application because of its morphology.

In order to define the conditions under which the soil-salt composite structure is obtained, free drift experiments were conducted in a batch reactor. The experimental study involved the variation of temperature (5-40 °C), supersaturation values with respect to DCPD (5-20) and the soil sludge concentration in the supersaturated solutions. The initial pH was acidic (pH 6.0) in order to promote DCPD precipitation than other phosphate salt polymorphs. As well as, the kinetics of the DCPD nucleation and growth of the salt were investigated in supersaturated solutions at conditions of constant supersaturation. It was focused especially, on understanding both the overall effect of soil material (organic and inorganic) and the effect of temperature.

The system was also investigated using direct visual observations of crystal growth within glass micromodels, in order to specify whether DCPD nucleation was initiated on the soil grains and study further the development of bridges among soil grains. Growth rates were determined by the pH measurements of the solution in the outlet and by the changes of the crystal size at different snapshots using imaging software. Finally, an experimental setup was developed to test the efficiency of soil stabilization due to the precipitation of crystalline materials. An indoor rainfall simulator was constructed for this purpose. The optimum conditions of precipitation were chosen from the results of batch experiment series so that DCPD was precipitated spontaneously in soil environment. The method was tested under simulated rainfall of different intensities and for different types of soil. Results of the present work showed that the precipitation of DCPD is a promising application against erosion phenomena.