

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

Προσεγγιστικές αναλυτικές λύσεις για τον οριζόντιο
υδροφορέα στη φάση γεμίσματος

Γιάννης Μαυρουδής

Επιβλέπων καθηγητής

Δρ Ευάγγελος Ακύλας

Λεμεσός 2019

Ευχαριστίες

Μετά από το τέλος αυτής της διπλωματικής εργασίας και έχοντας μια δύσκολη σταδιοδρομία φτάνω στο τέλος της φοιτητικής μου καριέρας ως προπτυχιακός φοιτητής του ΤΕΠΑΚ. Με την σειρά μου θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην διεκπεραίωση της διπλωματικής και ιδιαίτερα τα πάρα κάτω πρόσωπα.

Αρχικά τον Δρ. Ευάγγελο Ακύλα, πρόεδρο του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής στο ΤΕΠΑΚ που είχε την επίβλεψη της πτυχιακής μου εργασίας και σε κάθε γενική δυσκολία της σταδιοδρομίας μου ως φοιτητής στο πανεπιστήμιο.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον Δρ. Ηλία Γραβάνη που ήταν δίπλα μου σε όλη την διαδρομή της διπλωματικής μου εργασίας, σε κάθε δυσκολία, στην βοήθεια της έρευνας μου και με τον δικό του τρόπο να επιτελεστεί αυτό το έργο. Ήταν από την αρχή θετικός, καθησυχάζοντας με και μεταδίδοντας μου τις γνώσεις και την πείρα που είχε σε θέματα υδρολογίας, υδραυλικά έργα, διαχείριση υδάτινων πόρων και σε άλλα πολλά.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τους συμφοιτητές μου και φίλους μου Άντρια Γεωργίου και Κλεάνθη Χριστοδούλου για την συνεργασία τους, την υπομονή τους και την μεγάλη βοήθεια σε προγράμματα που είχαν περισσότερες γνώσεις. Στην Μαρία Χριστοφή που είναι μεταπτυχιακή φοιτήτρια Φιλολογίας που βοήθησε στην σύνταξη του γραπτού λόγου. Όπως τον Ευστάθιο Κων/νου και Αντρέα Χριστοφή για την συμβολική τους στήριξη.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στην οικογένεια μου για την στήριξη και τη ώθηση που μου παρείχαν σε όλα αυτά τα στάδια της φοιτητικής μου ζωής. Λόγο του επαγγέλματος του πατέρα μου ως εργολάβος οικοδομών, εξελίχθηκε το ενδιαφέρον μου για αυτό τον τομέα. Μέσα από την θεωρία του πανεπιστημίου είχα ευκαιρία να μπορώ να βλέπω και το πρακτικό κομμάτι του πολιτικού μηχανικού.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται προσεγγιστικές αναλυτικές λύσεις για το πρόβλημα του οριζόντιου ομογενούς υδροφορέα κατά τη φάση γεμίματος με σταθερή φόρτιση και με συνοριακή συνθήκη μηδενικού ύψους νερού στην έξοδο. Εκμεταλλευόμενοι απλές αναλυτικές ιδιότητες που προκύπτουν από την εξίσωση Boussinesq του προβλήματος για την πρώτη φάση γεμίματος και τη μόνιμη κατάσταση, κατασκευάζουμε μαθηματικά μοντέλα που περιγράφουν τη συμπεριφορά της ακριβούς λύσης για το εξελισσόμενο προφίλ του νερού με κλειστές αναλυτικές εκφράσεις. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούμε αντιστοιχούν σε κλασικές προσεγγίσεις που εφαρμόζονται σε διάφορα δυναμικά προβλήματα Υδρολογίας και περιλαμβάνουν: ένα εννοιολογικό (conceptual) κυματικό μοντέλο, μια γραμμικοποιημένη μορφή εξίσωσης αυτο-ομοιότητας, δύο κλασικές γραμμικοποιήσεις της εξίσωσης Boussinesq κατάλληλα προσαρμοσμένες στο πρόβλημα αυτό, και ένα μοντέλο που χρησιμοποιεί σχέσεις αποθηκευτικότητας-απορροής. Τα χαρακτηριστικά των μοντέλων αυτών μελετώνται με λεπτομέρεια, όπως επίσης και ο βαθμός στον οποίο μπορούν να ενσωματώσουν τη συμπεριφορά του εξελισσόμενου προφίλ του νερού σε όλη τη φάση γεμίματος, αναλύοντας και τους λόγους της όποιας αποτυχίας τους. Τα μοντέλα αυτά μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμα μεθοδολογικά εργαλεία για την μελέτη της επαναφόρτισης οριζόντιων ή σχεδόν οριζόντιων υδροφορέων με αναλυτικές ή αριθμητικές μεθόδους.

Abstract

In this work we present approximate analytical solutions for the problem of the horizontal, homogeneous, unconfined aquifer during the build-up phase from the dry state, under conditions of constant and uniform recharge rate and the zero-depth boundary conditions at the outlet. Employing simple analytical properties deriving from the Boussinesq equation for the early time build-up phase solution and the steady state solution, we construct mathematical models which are able to describe the transient state of the water table through closed form expressions. To this end, we employ classic approaches of dynamical problems in Hydrology, suitably modified. The models include: a conceptual wave model, a linearized self-similarity equation, two classic linearizations of the Boussinesq equation (the linear and quadratic approximation) and a model based on storage-outflow relations. The characteristics of these models are studied in detail, as well as the degree to which they may encapsulate the behavior of the transient state of the water table for the duration of the build-up phase, analyzing also the reasons behind their failures. These models may provide useful methodological tools for the analysis of recharge of horizontal or nearly horizontal aquifers through analytical or numerical methods.