



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου • ΤΗΛ.: 7721099, FAX: 7721057

Αρ.Πρωτ.: 3617

Αθήνα, 6-6-2013

Προς τα Μέλη ΔΕΠ της  
Σχολής Μηχ/γων  
Μηχ/κών

**ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ**

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής της **Ελένης Ρόκου**, διπλωματούχου του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, που θα πραγματοποιηθεί την Πέμπτη 20 Ιουνίου 2013, ώρα 15:00, στην Αίθουσα ΕΠΥ Κτίριο Δ' Μηχανολόγων Μηχανικών, 2<sup>ος</sup> όροφος Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

**ΘΕΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ**

**Ελληνικός Τίτλος:**

*«Λήψη αποφάσεων στη διοίκηση έργων: Πολυστοχικός διευρυμένος χρονικός προγραμματισμός έργων υπό περιορισμένους πόρους»*

**Αγγλικός Τίτλος:**

*“ Decision making in project management: Multi objective extended resource constrained project scheduling ”*

Επισυνάπτεται περίληψη της παραπάνω Διδακτορικής Διατριβής.

Ο εκτελών χρέη Κοσμήτορα

Δ. Ε. Παπαντώνης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

**Περίληψη Διδακτορικής Διατριβής κας Ελένης Ρόκου, με θέμα:**

**«Λήψη αποφάσεων στη διοίκηση έργων: Πολυστοχικός διευρυμένος χρονικός προγραμματισμός έργων υπό περιορισμένους πόρους»**

Ένα έργο μπορεί να οριστεί ως ένα σύνολο από δραστηριότητες το οποίο έχει σαφώς καθορισμένη αρχή και συγκεκριμένο τέλος και αποσκοπεί στην επιτέλεση ενός συγκεκριμένου σκοπού κάνοντας χρήση καθορισμένων πόρων. Ένα χρονοπρόγραμμα συνήθως αποσκοπεί στον προγραμματισμό των δραστηριοτήτων του έργου, δηλαδή τον καθορισμό της έναρξής τους, με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι σχέσεις προτεραιότητας και οι χρησιμοποιούμενοι πόροι να μην υπερβαίνουν την διατιθέμενη ποσότητα.

Παρόλο που το πρόβλημα του χρονοπρογραμματισμού έργου, μοιάζει να είναι σχετικά απλό, η μοντελοποίηση του με τρόπο που να καλύπτει όλες τις δυνατές περιπτώσεις που συναντώνται στην πράξη και η παροχή αποτελεσματικών τρόπων διαχείρισής τους, ισορροπώντας ανάμεσα στην πολυπλοκότητα του προβλήματος και στην ταχύτητα και αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων λύσεων δεν είναι προφανής.

Στην παρούσα Διατριβή προτείνεται μια ολιστική προσέγγιση για τον ορισμό του προβλήματος προγραμματισμού έργων υπό συνθήκες περιορισμένων πόρων (RCPSP). Στόχος είναι η παροχή μιας ενιαίας εννοιολογικής έκφρασης του προβλήματος συμπεριλαμβάνοντας όλες τις διαφορετικές ντετερμινιστικές εκδοχές και παραλλαγές που απαντώνται στη βιβλιογραφία και έχουν πρακτική σημασία. Με βάση την ενιαία εννοιολογική προσέγγιση παρέχεται και η αντίστοιχη μαθηματική μοντελοποίηση του προβλήματος, όπως και η διαδικασία επίλυσης και οι απαιτούμενοι αλγόριθμοι για την υλοποίηση αυτής. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται ως βελτιστοποίηση ως προς μια ή περισσότερες μεταβλητές - στόχους. Απώτερος στόχος είναι η παροχή ενός τρόπου μοντελοποίησης και επίλυσης των προβλημάτων χρονοπρογραμματισμού όπως αυτά συναντώνται στην πράξη χωρίς άλλους συμβιβασμούς και τροποποιήσεις των δεδομένων για να ταιριάξουν στο μοντέλο πέρα από την υπόθεση ότι τα εισαγόμενα στοιχεία προσεγγίζουν ικανοποιητικά την πραγματικότητα και είναι ντετερμινιστικά.

Στηριζόμενοι στο νέο ενιαίο μοντέλο, σχεδιάστηκε ένας υβριδικός αλγόριθμος, καλούμενος διαχειριστής (moderator), που προσαρμόζεται στο μέγεθος και τα χαρακτηριστικά του προς επίλυση προβλήματος και βελτιστοποιεί τόσο ως προς έναν όσο και ως προς πολλαπλούς στόχους, υπολογίζοντας Pareto βέλτιστες λύσεις και λαμβάνοντας ή μη υπόψη προτεραιότητες μεταξύ των αντικειμενικών στόχων.

Αποδείχθηκε πειραματικά ότι η χρήση του προτεινόμενου αλγορίθμου αυξάνει την ακρίβεια και σε κάποιες περιπτώσεις υπολογίζει και καλύτερες λύσεις χωρίς να επηρεάζει αρνητικά το χρόνο επίλυσης του προβλήματος. Επομένως, έχουμε έναν αξιόπιστο τρόπο για την επίλυση προβλημάτων χρονοπρογραμματισμού έργων είτε πρόκειται για απλά και κλασσικά προβλήματα RCPSP είτε σύνθετους συνδυασμούς παραλλαγών και επεκτάσεων αυτού του τύπου προβλημάτων. Επιτυγχάνεται με αυτόν τον

τρόπο η παροχή στους διευθυντές έργων ενός ευέλικτου μοντέλου το οποίο προσαρμόζεται στις ανάγκες τους αντί του ισχύοντος καθεστώτος όπου το πρόβλημα έπρεπε να προσαρμοστεί στο μοντέλο. Επιπλέον, παρέχεται και ένας διαφανής τρόπος επίλυσης του προβλήματος χωρίς ιδιαίτερα πολύπλοκα ή χρονοβόρα βήματα.

Η αυξημένη πολυπλοκότητα και η υψηλή πιθανότητα ανυπαρξίας εφικτών λύσεων στις πιο πολύπλοκες περιπτώσεις αντιμετωπίζεται με χαλάρωση των περιορισμών όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο και με βάση πάντοτε τις επιλογές του διευθυντή έργου. Στην περίπτωση των πολλαπλών στόχων παράγονται πολλαπλά εναλλακτικά σενάρια με βάση τις Pareto βέλτιστες λύσεις ή προσεγγίσεις αυτών, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη και τα βάρη που ορίστηκαν για κάθε στόχο.

Συνοψίζοντας, προτείνεται ένα ενοποιημένο μαθηματικό μοντέλο και τρόποι εύρεσης λύσεων, αξιόπιστα και προσαρμοσμένα στις ανάγκες του διευθυντή έργων, όπως αυτές συναντώνται στην πράξη, ενώ ταυτόχρονα παρέχεται ευελιξία ως προς το είδος, το πλήθος και τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων λύσεων αλλά και το βαθμό που κάθε αντικειμενικός στόχος θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί.

Η Διατριβή περιλαμβάνει ένα αρχικό κεφάλαιο στο οποίο εισάγονται τα βασικά στοιχεία του περιεχομένου της και στη συνέχεια διαρθρώνεται ως εξής:

- Κεφάλαιο 2, όπου γίνεται τοποθέτηση του προβλήματος σε σχέση με τη βιβλιογραφία και ανάλυση των στοιχείων εκείνων που σχετίζονται άμεσα με το αντικείμενο της παρούσας Διατριβής. Η μελέτη εκτείνεται γύρω από τρεις άξονες: το χρονοπρογραμματισμό έργων, τη βελτιστοποίηση πολλαπλών στόχων και την πολυκριτήρια λήψη αποφάσεων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις διάφορες εκδοχές του προβλήματος χρονοπρογραμματισμού και στις μεθόδους επίλυσης του.
- Κεφάλαιο 3, όπου παρουσιάζεται η μεθοδολογική προσέγγιση του προβλήματος κυρίως σε σχέση με τη μαθηματική μοντελοποίηση και την αλγοριθμική σχεδίαση.
- Κεφάλαιο 4, αφορά την ολιστική προσέγγιση του προβλήματος και αποσκοπεί στην απάντηση ερωτημάτων όπως: «ποιο είναι το ευρύτερο πλαίσιο του προς επίλυση προβλήματος;», «ποιοι είναι οι στόχοι μας και πως επηρεάζονται από περιβαλλοντικές παραμέτρους;» και τελικά «τι δεδομένα μπορούμε να έχουμε όταν επιλύουμε το πρόβλημα;». Περιγράφονται συνοπτικά τα βασικά στοιχεία του συστήματος, οι συσχετίσεις μεταξύ τους και οι τρόποι που αλληλοεπιδρούν. Η συστημική μεθοδολογία (Soft Systems Methodology) και η δυναμική συστημάτων (System Dynamics) χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστεί το γενικότερο πλαίσιο του προβλήματος και τα βασικά στοιχεία του. Στη συνέχεια τα χαρακτηριστικά των επιθυμητών λύσεων χρησιμοποιούνται ως βάση για τον προσδιορισμό των στόχων της βελτιστοποίησης και η προηγούμενη ανάλυση για τον τελικό καθορισμό του προς επίλυση προβλήματος και των χαρακτηριστικών που πρέπει να έχει η μοντελοποίησή του για να μπορεί να είναι πρακτικά εφαρμόσιμη σε κάθε περίπτωση.

- Κεφάλαιο 5, στο οποίο παρουσιάζεται η εννοιολογική και μαθηματική μοντελοποίηση του προβλήματος ως δυαδικό πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού.
- Κεφάλαιο 6, στο οποίο γίνεται αναλυτική περιγραφή τόσο της προτεινόμενης διαδικασίας επίλυσης όσο και του νέου αλγόριθμου (moderator) και των βοηθητικών αλγόριθμων επίλυσης του προβλήματος. Πρόκειται για μια διαδικασία που απαρτίζεται από τρεις φάσεις, στην 1<sup>η</sup> γίνεται καθορισμός των δεδομένων, όπως εναλλακτικών τρόπων εκτέλεσης των δραστηριοτήτων, δυνατότητα διακοπής εκτέλεσης δραστηριοτήτων, διαθεσιμότητες και ανάγκες πόρων αντικειμενικών στόχων του προβλήματος και εάν απαιτείται, χρήση συστήματος υποστήριξης λήψης απόφασης για την εύρεση των σχετικών προτεραιοτήτων μεταξύ τους. Στη 2<sup>η</sup> φάση τα αρχικά δεδομένα και οι επιλογές του διευθυντή του έργου τροποποιούνται και προσαρμόζονται κατάλληλα για την διευκόλυνση της διαδικασίας επίλυσης. Στην 3<sup>η</sup> φάση καλείται ο διαχειριστής (moderator) αλγόριθμος για να ρυθμίσει τη διαδικασία επίλυσης, επιλέγοντας από γενιά σε γενιά τους αλγόριθμους επίλυσης που έχουν υψηλότερη απόδοση στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο του προβλήματος και στους στόχους και τις προτεραιότητες αυτών, όπως καθορίστηκαν από τον διευθυντή έργου.
- Κεφάλαιο 7, το οποίο παρουσιάζει τις πειραματικές διατάξεις και τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν με τη χρήση του προτεινόμενου μοντέλου και αλγόριθμου και τα συγκρίνει με τις καλύτερες λύσεις, όπως αυτές προκύπτουν από τη βιβλιογραφία.
- Κεφάλαιο 8, στο οποίο παρουσιάζεται η εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου και της διαδικασίας επίλυσης σε πραγματικό πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού έργου για την κτηματογράφηση συγκεκριμένων περιοχών της Ελλάδας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται βήμα-βήμα η διαδικασία από τον αρχικό προσδιορισμό του προβλήματος ως την τελική επιλογή της βέλτιστης εναλλακτικής λύσης για τον προγραμματισμό του έργου. Ο προσδιορισμός των δεδομένων του έργου, δραστηριότητες, συσχετίσεις, ανάγκες σε πόρους και διαθεσιμότητα αλλά και οι προτεραιότητες των αντικειμενικών στόχων και το είδος και πλήθος των ζητούμενων εναλλακτικών λύσεων, προέκυψαν κατόπιν σειράς συνεντεύξεων με το διευθυντή και την ομάδα έργου.
- Τέλος, στο κεφάλαιο 9, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα, την ερευνητική συμβολή και την πρακτική συνεισφορά αυτής αλλά και προτάσεις για περαιτέρω ερευνητικές κατευθύνσεις.

Συνοψίζοντας, η παρούσα Διατριβή παρουσιάζει τα ακόλουθα στοιχεία καινοτομίας:

- Ολιστικό μαθηματικό μοντέλο που ενσωματώνει όλες τις γνωστές επεκτάσεις και παραλλαγές του προβλήματος χρονοπρογραμματισμού έργων υπό περιορισμένους πόρους. Συγκεκριμένα καλύπτει τις περιπτώσεις, δραστηριοτήτων με πολλαπλούς τρόπους εκτέλεσης, γενικευμένες σχέσεις προτεραιότητας μεταξύ των δραστηριοτήτων, δυνατότητα διακοπής της εκτέλεσης συγκεκριμένων δραστηριοτήτων σε

ένα ή περισσότερα σημεία, μεταβλητή διαθεσιμότητα πόρων αλλά και μεταβλητή ανάγκη σε πόρους ανά δραστηριότητα.

- Προσαρμόσιμο υβριδικό εξελικτικό αλγόριθμο που διαχειρίζεται την επιλογή τόσο του τρόπου αποκωδικοποίησης των λύσεων όσο και των συνδυασμών αλγορίθμων αναζήτησης που χρησιμοποιούνται σε κάθε γενιά για τον υπολογισμό των λύσεων με βάση την αποδοτικότητα τους στο συγκεκριμένο, υπό επίλυση πρόβλημα.
- Επίτευξη καλών αποτελεσμάτων βελτιστοποίησης, ίδια ή και καλύτερα σε σύγκριση με τα αντίστοιχα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία.
- Ανάπτυξη πρόσθετου εργαλείου για το MS Project, το οποίο υλοποιεί τους προαναφερθέντες αλγορίθμους, με σκοπό την παροχή στον διευθυντή έργου μιας σειράς εργαλείων για τον καθορισμό των δεδομένων του έργου (πολλαπλούς τρόπους εκτέλεσης, κυμαινόμενη απαίτηση σε πόρους, καθορισμός μη ανανεώσιμων πόρων, κ.α.), των στόχων της βελτιστοποίησης με τρόπο απλό και ευέλικτο, αλλά και την παραγωγή εναλλακτικών λύσεων αντί μιας μοναδικής λύσης.
- Λαμβάνονται υπόψη συστημικοί παράγοντες που επηρεάζουν το χρονοπρογραμματισμό του έργου τόσο στη μοντελοποίηση του έργου όσο και στον τρόπο σχεδιασμού.

Εν κατακλείδι, απώτερος στόχος της Διατριβής είναι η αντιμετώπιση του προβλήματος του χρονοπρογραμματισμού έργων και κατά συνέπεια η κατά στοιχείο (modular) μοντελοποίησή του, η οποία δίνει τη δυνατότητα στο διευθυντή έργου να συνδυάζει, προσθέτει, αφαιρεί χαρακτηριστικά, για να πετύχει όσο γίνεται πιο ρεαλιστική αναπαράσταση του έργου που πρέπει να προγραμματίσει, των συνθηκών που επικρατούν αλλά και του είδους των επιθυμούμενων λύσεων. Τελικός στόχος η παραγωγή λύσεων από τις οποίες ο διευθυντής έργου θα επιλέξει την καταλληλότερη, που ουσιαστικά αντικατοπτρίζει καλύτερα το πραγματικό πρόβλημα που πρέπει να λυθεί και ταιριάζει στις συνθήκες που επικρατούν και τους στόχους που ο ίδιος έχει θέσει.