

Assessing the impact of project quality on the level of software development project risk

Lazaros I. Sarigiannidis,
Democritus University of Thrace
Faculty of Engineering
lsarigia@pme.duth.gr

Prodromos D. Chatzoglou
Department of Production and Management Engineering
pchatzog@pme.duth.gr

Abstract

The present study investigates a wide range of software development project risk management literature, proposes and tests a new conceptual framework and introduces new conceptual factors. In particular, the impact of Project Quality on the level of Project Risk will be assessed for the first time in the literature. A survey research strategy was selected and 112 questionnaires from 63 software development organizations were collected. The results are analyzed and a rich set of information is presented in this study. This information confirms the impact of Project Quality (and its sub-factors) on the project risk level. The resulting instrument can serve as a foundation for further research on software development risk. Practicing project managers can use the instrument to identify possible threats to the successful completion of a software development project and to bring out the practices that enhance project quality as a major operational priority.

Keywords: Project management, risk management, project quality, software development

JEL classifications: M15

Η σημασία της ποιότητας στον καθορισμό του επιπέδου κινδύνου ενός έργου ανάπτυξης λογισμικού

Σαρηγιαννίδης Λάζαρος,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Πολυτεχνική Σχολή
lsarigia@pme.duth.gr

Χατζόγλου Δ. Πρόδρομος
Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης
pchatzog@pme.duth.gr

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά τη διεθνή βιβλιογραφία της διαχείρισης κινδύνου σε έργα ανάπτυξης λογισμικού, εισάγει νέους εννοιολογικούς παράγοντες και αναδεικνύει τις μεταξύ τους σχέσεις. Ειδικότερα πραγματοποιείται για πρώτη φορά στη βιβλιογραφία μια προσπάθεια αξιολόγησης της επίδρασης της ποιότητας ενός έργου στο επίπεδο

κινδύνου που αυτό περικλείει. Για τις ανάγκες της έρευνας, ανακτήθηκαν από τη θεωρία και δοκιμάστηκαν εμπειρικά νέες μεταβλητές για τη μέτρηση αυτών των παραγόντων. Η ερευνητική στρατηγική της δημοσκόπησης επιλέχθηκε ως η πλέον κατάλληλη μέθοδος για την εκπλήρωση των στόχων της έρευνας. Συνολικά για τους σκοπούς αυτής συγκεντρώθηκαν 112 ερωτηματολόγια από 63 εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού. Μέσα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρουσιάζεται ένα πλούσιο σύνολο πληροφοριών. Από την μελέτη αυτών αναδύεται η επίδραση του εννοιολογικού παράγοντα της ποιότητας έργων στο επίπεδο του κινδύνου τους. Το τελικό εργαλείο που προκύπτει μπορεί να λειτουργήσει ως θεμέλιο για μελλοντική έρευνα στο πεδίο της διαχείρισης κινδύνου έργων ανάπτυξης λογισμικού. Οι διαχειριστές έργων θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτό το εργαλείο για την αναγνώριση και αντιμετώπιση των πιθανών απειλών που αναδύονται στα έργα τους αλλά και για την προβολή των πρακτικών βελτίωσης της ποιότητας ως βασική επιχειρησιακή προτεραιότητα.

Λέξεις-Κλειδιά: Διαχείριση έργου, διαχείριση κινδύνου, ποιότητα έργου, ανάπτυξη λογισμικού

JEL Classifications: M15

Εισαγωγή

Από σήμερα έως και το 2025, η δυνατότητα των οργανισμών και των προϊόντων, συστημάτων και υπηρεσιών τους να ανταγωνίζονται, να προσαρμόζονται και να επιβιώνουν, θα εξαρτάται σε ένα μεγάλο, και διαρκώς αυξανόμενο βαθμό, από το λογισμικό που θα χρησιμοποιούν (Boehm, 2006). Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό, στα σημερινά προϊόντα και υπηρεσίες, το λογισμικό παρέχει την ανταγωνιστική διαφοροποίηση και τη γρήγορη προσαρμοστικότητα στις ανταγωνιστικές αλλαγές. Η ποιότητα, η αποτελεσματικότητα και η πληρότητα του λογισμικού καθορίζει την επιτυχία ή αποτυχία πολλών επιχειρησιακών αποφάσεων (Nienaber και Cloete, 2003). Σαν αποτέλεσμα, οι επιχειρήσεις συχνά εντοπίζουν την ανάγκη να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, μέσω της ανάπτυξης ποιοτικών έργων λογισμικού που καλύπτουν βασικές επιχειρησιακές τους δραστηριότητες. Η ποιότητα του λογισμικού, όπως εκφράζεται μέσω ενός υψηλού βαθμού επάρκειας σε πρότυπα, ασφάλεια ή προστασία, πολλές φορές καθορίζεται από την ποιότητα της διαδικασίας ανάπτυξης του λογισμικού (Schwalbe, 2000) μέσω ειδικά ανεπτυγμένων μετρικών ελέγχου (Subramanian et al. 2007, Jorgensen 1999).

Πέρα όμως από τα θέματα της ποιότητας, τα έργα ανάπτυξης λογισμικού είναι ιδιαίτερος δύσκολα και στη γενικότερη διαχείρισή τους και αυτό γιατί εμπεριέχουν ένα σύνολο από πολύπλοκα χαρακτηριστικά, τα οποία δεν συναντάμε σε άλλου είδους έργα του μηχανικού ή κατασκευαστικού κλάδου (τομείς με τους οποίους κυρίως συγκρίνεται η ανάπτυξη λογισμικού). Σε αυτά περιλαμβάνονται η ανθρώπινη αλληλεπίδραση, ο υψηλός βαθμός πολυπλοκότητας και η μεταβλητότητα του προϊόντος (Jurison 1999, Garvey et al. 1997).

Ως εκ τούτου, τα έργα ανάπτυξης λογισμικού θεωρούνται εδώ και αρκετά χρόνια ως αυτά με τον υψηλότερο κίνδυνο. Επομένως, ο ρόλος της διαχείρισης κινδύνου στην ανάπτυξη λογισμικού κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικός. Η υπερνίκηση των χρόνιων προβλημάτων που εντοπίζονται στην ανάπτυξή του, όπως η υπέρβαση στον προϋπολογισμό, η καθυστέρηση στην ολοκλήρωση των έργων και η αδυναμία ανταπόκρισης στις απαιτήσεις των

χρηστών, δεν είναι μόνο επιθυμητή αλλά αποτελεί βασική προτεραιότητα για μια οικονομία.

Έτσι, τόσο οι ερευνητές όσο και οι επαγγελματίες έχουν εκδηλώσει το ενδιαφέρον τους για τη διαχείριση του κινδύνου σε έργα ανάπτυξης λογισμικού (Software Project Risk Management) (Boehm 1991, Barki *et al.* 1993, Jones 1994). Η διαχείριση κινδύνου είναι μια προβλεπτική, ολοκληρωμένη, συστηματική και βασισμένη σε αρχέτυπα προσέγγιση (Hall, 1998) η οποία επιχειρεί να τυποποιήσει τις σχέσεις που αφορούν τον κίνδυνο που απειλεί την επιτυχία της διαδικασίας ανάπτυξης, με τη χρήση ενός εφαρμόσιμου συνόλου από αρχές και πρακτικές (Addison και Vallabh, 2002).

Ο επιστημονικός τομέας της διαχείρισης κινδύνου έργων, στον επιχειρηματικό κλάδο της ανάπτυξης λογισμικού, στη γεωγραφική περιοχή της Ελλάδας, θα αποτελέσει το κύριο θέμα προς διερεύνηση της παρούσας έρευνας. Βασικός της στόχος αποτελεί η δημιουργία ενός νέου ερευνητικού πλαισίου, το οποίο προέκυψε μέσα από μια εμπειριστατωμένη εξέταση της διεθνούς βιβλιογραφίας και ο έλεγχος αυτού με εμπειρικά δεδομένα, ώστε να μετρηθούν οι εννοιολογικοί παράγοντες της ποιότητας και του κινδύνου των έργων. Ως εκ τούτου, η παρούσα έρευνα εστιάζει στην εκτίμηση και αξιολόγηση της επίδρασης της ποιότητας του έργου στον καθορισμό του συνολικού επιπέδου του κινδύνου στα έργα ανάπτυξης λογισμικού.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Διαστάσεις Κινδύνου

Οι Barki *et al.* (1993) υποστηρίζουν πως οι κίνδυνοι έργων λογισμικού αποτελούνται από αλληλοσχετιζόμενες διαστάσεις και ότι η μέτρησή τους δεν θα πρέπει να γίνεται με τη χρήση μιας μονοδιάστατης κλίμακας αλλά, αντίθετα, θα πρέπει η κάθε διάσταση ξεχωριστά να ορίζεται θεωρητικά και πρακτικά. Η πολυδιάστατη μέτρηση του κινδύνου δύναται να παρέχει έναν ξεκάθαρο προσδιορισμό του για λόγους έρευνας και πράξης.

Ωστόσο, παρά τη σπουδαιότητα της μελέτης του κινδύνου μέσω των διαστάσεών του, ελάχιστες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί γι' αυτό. Ο McFarlan (1981) εντόπισε τρεις βασικές διαστάσεις του κινδύνου της διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού και πιο συγκεκριμένα το μέγεθος του έργου, την τεχνολογική εμπειρία και τη δομή του έργου. Πρότεινε, επίσης, ότι οι διαχειριστές των έργων θα πρέπει να αναπτύσσουν ένα ολοκληρωμένο και συγκεντρωτικό προφίλ κινδύνου (risk profile) για ένα έργο λογισμικού. Ο Boehm (1991) πρότεινε ένα πλαίσιο διαχείρισης κινδύνου λογισμικού στο οποίο περιλαμβάνει την εκτίμηση και τον έλεγχο κινδύνου, ενώ κατέγραψε μια λίστα από τους δέκα κορυφαίους κινδύνους, βασιζόμενος στην προσωπική του επαγγελματική εμπειρία. Παρόλα αυτά, η λίστα αυτή του Boehm στερείτο κάποιας θεωρητικής θεμελίωσης (Huang και Han, 2008) και επίσης, εξαιτίας της πολυπλοκότητας και άλλων παραγόντων (αορατότητα, εναρμόνιση, ευελιξία, βλ. Ενότητα 3.3) που χαρακτηρίζουν τα έργα λογισμικού, έπαψε να έχει την όποια διαχρονική αξία με το πέρασμα των ετών (εφόσον συντάχθηκε το 1991) (Hughes και Cotterell, 2006). Οι Barki *et al.* (1993) συνέταξαν μια εκτενή ανασκόπηση από μελέτες σχετιζόμενες με τον κίνδυνο ανάπτυξης λογισμικού (συγκεκριμένα από 120 έργα που υλοποιήθηκαν από 75 οργανισμούς) και κατόπιν πρότειναν 35 μέτρα για την αποτίμηση του, τα οποία με τη σειρά τους κατηγοριοποιήθηκαν εκ νέου σε πέντε διαστάσεις: την τεχνολογική καινοτομία, το μέγεθος της εφαρμογής, την

επιδεξιότητα, την πολυπλοκότητα της εφαρμογής και το οργανωσιακό περιβάλλον. Παρότι η έρευνα αυτή απέδωσε ένα αρκετά χρήσιμο και κατανοητό εργαλείο για τη μέτρηση του κινδύνου, παρατηρήθηκε ότι η κλίμακα εκτίμησης του κινδύνου ήταν εξαιρετικά πολύπλοκη (Wallace et al. 2004b, Huang και Han 2008). Οι Heemstra και Kusters (1996), βασιζόμενοι σε προγενέστερες έρευνες και σε επαγγελματική εμπειρία, συνέθεσαν μια λίστα από 36 κινδύνους λογισμικού τους οποίους στη συνέχεια ομαδοποίησαν σε 9 κατηγορίες. Ο Mounihan (1997), σε συνεργασία με 14 έμπειρους Ιρλανδούς κατασκευαστές εφαρμογών λογισμικού, ανέπτυξε ένα σύνολο από 21 σημεία που σχετίζονται με τον κίνδυνο. Οι Longstaff et al. (2000) πρότειναν ένα πλαίσιο με την ονομασία Ιεραρχικά Ολογραφική Μοντελοποίηση (Hierarchically Holographic Modeling-HHM) και διέκριναν επτά διαστάσεις στην ολοκλήρωση των συστημάτων (systems integration) που περιελάμβαναν 32 κινδύνους. Οι Cule et al. (2000) αναγνώρισαν 4 διαστάσεις κινδύνων ανάλογα με τη πηγή προέλευσής τους (εργασία, πελάτης, περιβάλλον, ατομικότητα) οι οποίες περιλάμβαναν 55 κινδύνους λογισμικού. Έπειτα πρότειναν μια πρωτεύουσα στρατηγική διαχείρισης κινδύνου για κάθε μια διάσταση ξεχωριστά. Βασισμένοι στη λίστα κινδύνων που είχε αναπτύξει ο Boehm (1991), οι Ropponen και Lyytinen (2000) ανέπτυξαν ένα ερωτηματολόγιο το οποίο περιείχε 6 διαστάσεις του κινδύνου σε μια έρευνα στην οποία συμμετείχαν 83 διαχειριστές περίπου 1100 έργων λογισμικού. Ο Sumner (2000), μέσα από δομημένες συνεντεύξεις, συνέκρινε τις διαφορές των κινδύνων λογισμικού ανάμεσα σε έργα MIS και ERP και πρότεινε εννέα κινδύνους που είναι μοναδικοί σε ERP έργα. Ο Houston (2000) παρουσίασε μια λίστα από 29 κινδύνους έργων ανάπτυξης λογισμικού με βάση το κριτήριο της σημαντικότητας και της συχνότητας παρουσίας τους στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Ο Kliem (2001) ανέπτυξε μια λίστα από 38 κινδύνους σε έργα BPR (Business Process Reengineering) τα οποία κατηγοριοποίησε σε 4 κύριες διαστάσεις: ανθρώπους, διοίκηση, επιχείρηση και τεχνική. Οι Schmidt et al. (2001) αναγνώρισαν 53 μεταβλητές κινδύνου, τις οποίες ομαδοποίησαν σε 14 παράγοντες και συμπέραναν ότι η διαφορά στην κουλτούρα των τριών κρατών (Φινλανδία, Κίνα και Η.Π.Α.) στην οποία διεξήχθει η έρευνά τους θα μπορούσε να επηρεάσει σημαντικά τη λίστα των κινδύνων και ότι μόνο 11 εξ αυτών έχουν διαπολιτισμική (cross-cultural) εφαρμογή. Ο Addison (2003) χρησιμοποίησε την τεχνική Delphi για να συλλέξει τις απόψεις 32 ειδικών και έπειτα παρουσίασε μια λίστα από 28 κινδύνους για έργα ηλεκτρονικού εμπορίου.

Στην παρούσα έρευνα θα χρησιμοποιηθούν οι διαστάσεις κινδύνου που ορίστηκαν από μια αρκετά πρόσφατη προσέγγιση, αυτής των Wallace et al. (2004b). Η έρευνα αυτή επικεντρώθηκε στη συλλογή ερωτηματολογίων από 507 μέλη του Project Management Institute (PMI). Οι Wallace et al. (2004b) πρότειναν ότι οι 27 κίνδυνοι ανάπτυξης λογισμικού που εντοπίστηκαν θα μπορούσαν να συνοψιστούν σε έξι διαστάσεις, αυτές του χρήστη, των απαιτήσεων του συστήματος, της πολυπλοκότητας του έργου, του σχεδιασμού και ελέγχου, της ομάδας και του οργανωσιακού περιβάλλοντος.

Ποιότητα Έργου

Ένας παράγοντας που μπορεί να καθορίσει σημαντικά την πιθανότητα εμφάνισης αλλά και το μέγεθος των επιπτώσεων των κινδύνων, κατά τη διαδικασία ανάπτυξης ενός έργου λογισμικού, είναι και η ποιότητα του έργου (project quality) (Ould, 1999). Στην παρούσα έρευνα, η συνολική ποιότητα ενός έργου θα καθοριστεί μέσα από την μέτρηση δύο βασικών παραγόντων και των μεταβλητών που τους καθορίζουν σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Fenton et al., 2008, 2004). Οι δύο αυτοί θεμελιώδεις

παράγοντες είναι: η ποιότητα της διαδικασίας (process quality) (Hoffman, 2003) και η ποιότητα του ανθρώπινου δυναμικού (people quality). Η συνολική ποιότητα του προϊόντος (product quality), παρότι έχει μελετηθεί ευρέως από τη διεθνή βιβλιογραφία (Pressman, 2004), εξαιτίας της πολυπλοκότητάς της, αλλά και της τεχνικής φύσεως των χαρακτηριστικών που την απαρτίζουν, δεν θα αποτελέσει αντικείμενο προς μελέτη στην έρευνα μας.

Η σχέση της Ποιότητας Έργου με τον Κίνδυνο Έργου

Παρά το γεγονός ότι το ζήτημα της ποιότητας σε έργα ανάπτυξης λογισμικού έχει αναφερθεί, αναλυθεί και θεμελιωθεί θεωρητικά επανειλημμένα στο παρελθόν σε πολλές μελέτες, καμία από αυτές δεν έχει ερευνήσει τη σημαντικότητα της επίδρασής της στον κίνδυνο των έργων. Στην παρούσα έρευνα, θα γίνει μια πρώτη προσπάθεια ελέγχου αυτού του ερευνητικού πλαισίου με τη χρήση των μεταβλητών που πρότειναν οι Fenton *et al.* (2004). Για την εξέταση της σχέσης των δύο αυτών παραγόντων διατυπώθηκε και θα εξεταστεί η παρακάτω ερευνητική ερώτηση:

Ερευνητική Ερώτηση: Κατά πόσο το επίπεδο της ποιότητας έργου επηρεάζει τον κίνδυνο έργου;

Ερευνητική Μεθοδολογία

Πεδίο Εφαρμογής της Έρευνας

Ο καθορισμός και η κατάρτιση του πεδίου έρευνας αποτέλεσε την πρώτη φάση της όλης διαδικασίας εμπειρικής έρευνας. Ως πληθυσμός της έρευνας ορίσθηκε το σύνολο των επιχειρήσεων που αναπτύσσουν έργα λογισμικού στην Ελλάδα οι οποίες πληροφόρηθηκαν ταχυδρομικά, τηλεφωνικά και μέσω του διαδικτύου για την ύπαρξη της έρευνας και τον τρόπο συμμετοχής σε αυτήν. Στόχος της έρευνας ήταν να συμπεριληφθεί όλος ο πληθυσμός (ολική απογραφή) των επιχειρήσεων που ανήκουν στο κλάδο της ανάπτυξης λογισμικού, ώστε να αποκτηθεί ένα ικανοποιητικό μέγεθος τελικού δείγματος, δίνοντας τη δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων (εξωτερική εγκυρότητα) σε ευρύτερα σύνολα ομοειδών περιπτώσεων. Ως μονάδα δειγματοληψίας (στατιστική μονάδα) θεωρήθηκε το έργο ανάπτυξης λογισμικού από κάθε μία επιχείρηση, ενώ ως μονάδα έρευνας ο εξουσιοδοτημένος από τη διοίκηση της κάθε εταιρείας εκπρόσωπός της, ο οποίος ανέλαβε τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Έπειτα από ενδελεχή έρευνα-αναζήτηση σε διάφορες αξιόπιστες βάσεις δεδομένων (Σ.Ε.Π.Ε. 2010, Greek ICT Market 2009), ο πληθυσμός της έρευνας καθορίστηκε στις 220 επιχειρήσεις πανελληνίως.

Περιγραφή του Δείγματος

Εκ των 220 επιχειρήσεων που προσεγγίστηκαν για να συμμετάσχουν στην έρευνα 72 ανταποκρίθηκαν, επιστρέφοντας 124 συμπληρωμένα ερωτηματολόγια. Ωστόσο, δώδεκα ερωτηματολόγια εξ' αυτών, τα οποία αντιστοιχούσαν σε εννέα συγκεκριμένες επιχειρήσεις, κρίθηκαν ως ακατάλληλα λόγω απαντήσεων που συμπληρώθηκαν ελλιπώς. Επομένως 112 ερωτηματολόγια (από 63 επιχειρήσεις) αξιολογήθηκαν ως κατάλληλα για στατιστική ανάλυση με ποσοστό ανταπόκρισης της τάξεως 28,64% επί του συνολικού πληθυσμού (220). Λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες που παρουσιάζονται σε παρόμοιες έρευνες συλλογής πρωτογενών δεδομένων, την άρνηση πολλών διαχειριστών έργου να συμμετάσχουν στην έρευνα επικαλούμενοι περιορισμένο διαθέσιμο χρόνο ή πολιτική εχεμύθειας της επιχείρησης, τη μεγάλη γεωγραφική διασπορά των επιχειρήσεων αυτών,

αλλά και την επίτευξη συγκέντρωσης ενός ή περισσότερων ερωτηματολογίων από τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις της χώρας, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι το δείγμα το οποίο επετεύχθει μπορεί να θεωρηθεί ως άκρως ικανοποιητικό και αντιπροσωπευτικό.

Μέτρηση Μεταβλητών - Κατάρτιση Ερωτηματολογίου

Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων από τους διαχειριστές έργων ή τους προγραμματιστές του κάθε οργανισμού, σε ακολουθία παρόμοιων προγενέστερων εμπειρικών ερευνών (Wallace *et al.* 2004b, Ropponen και Lyytinen 2000, Barki *et al.* 1993, Schmidt *et al.* 2001, Moynihan 1997, Han και Huang 2007, Nidumolu 1995, Na *et al.* 2007) έγινε με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου αυτοσυμπλήρωσης.

Τα δεδομένα της παρούσας έρευνας συλλέχθηκαν στο σύνολό τους με τη χρήση του διαδικτύου και πιο συγκεκριμένα ειδικά διαμορφωμένης ιστοσελίδας που λειτούργησε ως ερευνητικό εργαλείο-όχημα για τη άμεση, αξιόπιστη και εύκολα προσβάσιμη καταγραφή και ταξινόμηση των απαντήσεων των ερωτώμενων. Οι λόγοι για τους οποίους στην παρούσα έρευνα υιοθετήθηκε η διαδικτυακή μέθοδος σχετίζονται κατά κύριο λόγο με τον περιορισμό του κόστους διεξαγωγής της έρευνας, την ταχύτατη συγκέντρωση και καταχώρηση των δεδομένων (από τους ερωτώμενους) και την ευκολότερη προσέγγιση μεγαλύτερων και γεωγραφικά διασκορπισμένων πληθυσμιακών ομάδων (Dillman, 2000)

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας αναπτύχθηκε από τον ερευνητή και αποτελείται από προσδιοριστικές μεταβλητές-ερωτήσεις (items) οι οποίες έχουν τις κατάλληλες ψυχομετρικές ικανότητες για το καθορισμό των διαφόρων παραγόντων. Οι μεταβλητές-ερωτήσεις που επιλέχθηκαν για τον καθορισμό του εννοιολογικού παράγοντα (construct) του κινδύνου του έργου, κάλυπταν τα εξής δύο κριτήρια: 1) είχαν προκύψει από εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση καθώς και από συζητήσεις που έγιναν με ακαδημαϊκούς και άλλους επαγγελματίες του χώρου, και 2) είχαν ελεγχθεί για την εγκυρότητά τους σε προηγούμενες έρευνες. Αντίθετα, για τη μέτρηση της ποιότητας του έργου χρησιμοποιήθηκαν νέες μεταβλητές-ερωτήσεις που προέκυψαν από εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, για τη μέτρηση του παράγοντα του κινδύνου του έργου η παρούσα έρευνα βασίστηκε στην πρόσφατη έρευνα των Wallace *et al.* (2004b) οι οποίοι προχώρησαν σε μια διάκριση 27 κινδύνων ανάπτυξης λογισμικού σε έξι διαστάσεις-εννοιολογικούς παράγοντες (Πίνακας 1). Ωστόσο, σε αντίθεση με τους Wallace *et al.* (2004b), οι οποίοι στην έρευνα τους αξιολόγησαν μόνο το βαθμό κατά τον οποίο κάθε μεταβλητή κινδύνου χαρακτηρίζει ένα έργο, η παρούσα έρευνα προσπάθησε να μετρήσει τόσο την πιθανότητα εμφάνισης όσο και την επίπτωση του κινδύνου σε ένα έργο (Han και Huang, 2007), καθορίζοντας το συνολικό επίπεδο κινδύνου του. Για τον υπολογισμό της συνολικής έκθεσης στον κίνδυνο υιοθετήθηκε ο μαθηματικός τύπος που πρότειναν οι Cooper *et al.* (2005). Στην έρευνά τους τεκμηρίωσαν το πλήθος των μειονεκτημάτων που αντιμετωπίζει ο παραδοσιακός τρόπος μέτρησης της έκθεσης στον κίνδυνο (Boehm 1991, Han και Huang 2007, Heemstra και Kusters 1996, Ward 1999), ως το γινόμενο της πιθανότητας και της συνέπειας ($RI=P*C$), τονίζοντας ότι στοιχεία με υψηλές συνέπειες αλλά χαμηλή πιθανότητα μπορεί να αποδώσουν χαμηλούς παράγοντες έκθεσης στον κίνδυνο και ως τέτοιοι να μην θεωρηθούν σημαντικοί. Για να ξεπεράσουν τα παραπάνω προβλήματα, υπολόγισαν την έκθεση στον κίνδυνο ως εξής: $RE=P + C - (P*C)$.

Στην παρούσα έρευνα, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να αξιολογήσουν τους 27 προτεινόμενους κινδύνους σύμφωνα με τη πιθανότητα εμφάνισης και την επίπτωσή τους (σε όρους κόστους, χρονοδιαγράμματος, τεχνικής απόδοσης και συνεργασίας της ομάδας έργου) στο πιο πρόσφατο έργο ανάπτυξης λογισμικού της εταιρείας τους σε μια κλίμακα από το ένα (1) ως το δέκα (10). Στην πιθανότητα εμφάνισης το 1 υποδήλωνε ότι η εμφάνιση του κινδύνου ήταν «Σπάνια», ενώ το 10 ότι ήταν «Σχεδόν βέβαιη». Στην επίπτωση του κινδύνου το 1 υποδήλωνε «Ελάχιστη ή καθόλου επίδραση», ενώ το 10 «Μέγιστη επίδραση».

Πίνακας 1: Μέτρηση των Διατάσεων του Κινδύνου

Διαστάσεις Κινδύνου	Μεταβλητές	Παραπομπές
Χρήστης	5	Wallace et al. (2004b), Han & Huang (2007), Jiang & Klein (1999), Sakhtevil (2007), Schmidt et al. (2001)
Απαιτήσεις	4	Wallace et al. (2004b), Han & Huang (2007), Mizuno et al. (2000), Curtis et al. (1988), Charrette (1989)
Πολυπλοκότητα του Έργου	4	Wallace et al. (2004b), Han & Huang (2007), Barki et al. (1993), Nidumolu (1995), Kemerer & Sosa (1991)
Σχεδιασμός και Έλεγχος	7	Wallace et al. (2004b), Han & Huang (2007), Keider (1984), Schmidt et al. (2001)
Ομάδα	3	Wallace et al. (2004b), Han & Huang (2007), Mizuno et al. (2000), Abdel-Hamid (1989), Jiang et al. (2000), Brooks (1987)
Οργανωσιακό Περιβάλλον	4	Wallace et al. (2004b), Han & Huang (2007), Barki et al. (1993), Jones (1994), Jarvenpaa & Ives (1991)

Επιπρόσθετα, στην παρούσα έρευνα, η συνολική ποιότητα ενός έργου μετρήθηκε μέσω δύο βασικών παραγόντων, της ποιότητας της διαδικασίας και της ποιότητας του ανθρωπίνου δυναμικού (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Μέτρηση της Ποιότητας του Έργου

Ποιότητα Έργου	Μεταβλητές	Παραπομπές
Ποιότητα Ανθρωπίνου Δυναμικού	10	AgenaRisk (2005), Fenton et al. (2004)
Ποιότητα Διαδικασίας	6	Hoffman (2003), AgenaRisk (2005), Fenton et al. (2008)

Αρχικά, λοιπόν, η ποιότητα ανθρωπίνου δυναμικού διαιρέθηκε με τη σειρά της σε δύο βασικούς υποπαράγοντες, έτσι ώστε να μετρηθεί με τη μέγιστη δυνατή λεπτομέρεια. Οι δύο αυτοί υποπαράγοντες που την απαρτίζουν είναι η ποιότητα διοίκησης (management quality) και η ποιότητα προσωπικού (staff quality). Η ποιότητα διοίκησης περιλαμβάνει μεταβλητές όπως την επάρκεια διοίκησης επικοινωνίας (communications management adequacy), την επάρκεια διοίκησης υπεργολαβίας (subcontract management adequacy), την επάρκεια διοίκησης αλληλεπίδρασης (interaction management adequacy) και την εσωτερική ποιότητα διοίκησης (internal management quality) (AgenaRisk, 2005). Αφ' ετέρου, η ποιότητα προσωπικού, αφορά την ποιότητα του μη διοικητικού προσωπικού που απασχολείται σε ένα έργο. Για τη μέτρησή της χρησιμοποιούνται μεταβλητές όπως ο ρυθμός αλλαγής του προσωπικού (staff turnover), η εμπειρία του (staff experience), τα κίνητρά του (staff motivation), η εκπαίδευσή του (staff training) και η εμπειρία πάνω στη γνώση της γλώσσας προγραμματισμού (programming language experience) (Fenton et al., 2004).

Η ποιότητα της διαδικασίας (process quality) αποτελεί, με τη σειρά της, έναν ακόμη σύνθετο παράγοντα καθορισμού της ποιότητας ενός έργου, συνδυάζοντας τη σαφήνεια των προδιαγραφών (specification clarity) ενός έργου και την ποιότητα της διαδικασίας ανάπτυξης και ελέγχου (development and testing process quality). Η σαφήνεια των προδιαγραφών καθορίζεται από τις μεταβλητές της ποιότητας διαδικασίας των προδιαγραφών (specification process quality) και τη δυσκολία του καθορισμού των απαιτήσεων (requirements difficulty). Η ποιότητα της διαδικασίας ανάπτυξης και ελέγχου συνίσταται από μεταβλητές όπως η τακτικότητα των επιθεωρήσεων (regularity of reviews), η ποιότητα τεκμηρίωσης (quality of documentation) και το επίπεδο ανεξάρτητου ελέγχου (level of independent testing). Το σύνολο των μεταβλητών μέτρησης της ποιότητας αξιολογήθηκε σε μια κλίμακα από το ένα (1) ως το πέντε (5) όπου το 1 υποδήλωνε ότι η ποιότητα του έργου ήταν «Πολύ χαμηλή», ενώ το 5 ότι ήταν «Πολύ υψηλή».

Έλεγχος εγκυρότητας ερωτηματολογίου

Πριν ξεκινήσει η διανομή του ερωτηματολογίου, πραγματοποιήθηκε ο απαραίτητος προέλεγχος (pre-testing) για την επικύρωση της εγκυρότητας του περιεχομένου του (content validity) (Zikmund, 2003). Στο δοκιμαστικό αυτό στάδιο μετρήθηκε ο βαθμός κατανόησης, «αποδοχής», καθώς και ερμηνείας του ερωτηματολογίου. Για την διαδικασία αυτή επιλέχθηκαν ακαδημαϊκοί με ερευνητικά ενδιαφέροντα που συνάδουν με το αντικείμενο της έρευνας, καθώς και στελέχη επιχειρήσεων ανάπτυξης λογισμικού που εδρεύουν στη Βόρεια Ελλάδα. Ο προέλεγχος ήταν απαραίτητος για την αποφυγή ακατάλληλων, μεροληπτικών, ασαφών ή με διπλή έννοια ερωτήσεων, τον καθορισμό της σειράς των ερωτήσεων ώστε να μην προκαλούνται τάσεις πιθανής διαστρέβλωσης, την μείωση της έκτασης του ερωτηματολογίου για να αποφευχθεί η αδιαφορία ή ο εκνευρισμός των ερωτώμενων και την επάρκεια των εισαγωγικών και συνδυαστικών κειμένων.

Επειδή ορισμένες από τις προσδιοριστικές μεταβλητές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για το καθορισμό των παραγόντων και υπο-παραγόντων του ερευνητικού μοντέλου, είναι καινούργιες, ή προέρχονται από διαφορετικές έρευνες, ή δεν έχουν ελεγχθεί όσον αφορά την εγκυρότητα και την αξιοπιστία τους στην Ελλάδα, μπορεί να μην έχουν τις απαραίτητες ψυχομετρικές ιδιότητες και, επομένως, να επιδράσουν αρνητικά στην αξιοπιστία των παραγόντων του ερευνητικού μοντέλου. Αρχικά λοιπόν, για τον έλεγχο της εγκυρότητας της δομής (construct validity) των μεταβλητών έγιναν οι παρακάτω έλεγχοι που αφορούν την αξιοπιστία (Reliability) και τη μονοδιάστατη δομή των στοιχείων (Unidimensionality). Για τον έλεγχο της μονοδιάστατης δομής των στοιχείων των παραγόντων εφαρμόστηκε η Μέθοδος των Κύριων Συνιστωσών (Principal Component Analysis) με ορθογώνια περιστροφή των αξόνων με τη μέθοδο Varimax, ενώ για την εκτίμηση της αξιοπιστίας τους χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό μέτρο Cronbach Alpha. Τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν (βλ. Πίνακες 3 και 4), μας επιτρέπουν να ισχυριστούμε ότι οι προσδιοριστικές μεταβλητές που δημιουργήθηκαν αποτελούν συμπαγείς και αξιόπιστες δομές, ικανές να συνεισφέρουν στη μέτρηση του παράγοντα στον οποίο ανήκουν.

Επίσης, όπως επισημάνθηκε στον Πίνακα 2, ο εννοιολογικός παράγοντας της ποιότητας διαδικασίας μετρήθηκε από έξι μεταβλητές. Ωστόσο, εξαιτίας των χαμηλών φορτίσεων (μικρότερες από 0,5) που παρουσίασαν, δύο εξ' αυτών (ΠΔ2 και ΠΔ3) αφαιρέθηκαν και ο παράγοντας υπολογίστηκε

με τις υπόλοιπες τέσσερις (ΠΔ1, ΠΔ4, ΠΔ5 και ΠΔ6). Οι ερωτήσεις που αφαιρέθηκαν σχετίζονταν με την ποιότητα στη διαχείριση των απαιτήσεων.

Πίνακας 3: Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση-Διαστάσεις Κινδύνου Έργου

Παράγοντας	Υπο παράγοντας	Μεταβλητές	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Φορτίσεις	KMO Bartlett's Test Sig. TVE	Cronbach's alpha
Διαστάσεις Κινδύνου Έργου	Χρήστης	ΧΡ1	0,73	0,23	0,724	0,723 0,000 56,917	0,809
		ΧΡ2	0,64	0,22	0,711		
		ΧΡ3	0,73	0,23	0,843		
		ΧΡ4	0,72	0,22	0,781		
		ΧΡ5	0,75	0,24	0,705		
	Απαιτήσεις	ΑΠ1	0,84	0,17	0,641	0,668 0,000 66,934	0,826
		ΑΠ2	0,86	0,16	0,860		
		ΑΠ3	0,84	0,18	0,937		
		ΑΠ4	0,80	0,20	0,807		
	Πολυπλοκότητα Έργου	ΠΕ1	0,75	0,20	0,715	0,677 0,000 57,272	0,749
		ΠΕ2	0,75	0,19	0,729		
		ΠΕ3	0,71	0,26	0,801		
		ΠΕ4	0,71	0,24	0,779		
	Σχεδιασμός και Έλεγχος	ΣΕ1	0,73	0,19	0,804	0,848 0,000 65,754	0,909
		ΣΕ2	0,74	0,18	0,877		
		ΣΕ3	0,73	0,21	0,796		
		ΣΕ4	0,75	0,19	0,808		
		ΣΕ5	0,80	0,16	0,838		
		ΣΕ6	0,72	0,23	0,790		
		ΣΕ7	0,79	0,17	0,760		
	Ομάδα	ΟΜ1	0,72	0,20	0,885	0,736 0,000 80,040	0,875
		ΟΜ2	0,72	0,21	0,887		
		ΟΜ3	0,73	0,21	0,912		
	Οργανωσιακό Περιβάλλον	ΟΠ1	0,68	0,23	0,821	0,685 0,000 72,442	0,873
		ΟΠ2	0,69	0,21	0,842		
		ΟΠ3	0,72	0,23	0,862		
		ΟΠ4	0,69	0,24	0,878		

Πίνακας 4: Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση-Ποιότητα Έργου

Παράγοντας	Υπο-παράγοντας	Μεταβλητές	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Φορτίσεις	KMO Bartlett's Test Sig. TVE	Cronbach's alpha
Ποιότητα Ανθρώπινου Δυναμικού	Ποιότητα Διοίκησης	ΠΑΔ1	3,62	0,903	0,792	0,784 0,000 65,069	0,866
		ΠΑΔ2	3,36	0,929	0,838		
		ΠΑΔ3	2,79	0,912	0,789		
		ΠΑΔ4	3,00	0,968	0,835		
		ΠΑΔ5	3,76	0,893	0,777		
	Ποιότητα Προσωπικού	ΠΑΔ6	3,54	0,900	0,761	0,793 0,000 52,363	0,764
		ΠΑΔ7	3,79	0,885	0,803		
		ΠΑΔ8	3,96	0,793	0,825		
		ΠΑΔ9	4,17	0,758	0,658		
		ΠΑΔ10	3,96	0,838	0,530		
Ποιότητα Διαδικασίας	-	ΠΔ1	3,52	0,838	0,734	0,739 0,000 55,908	0,731
		ΠΔ4	3,43	0,946	0,685		
		ΠΔ5	3,47	0,995	0,763		
		ΠΔ6	3,02	0,816	0,804		

Έπειτα από τη Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση, με την οποία διερευνήσαμε τα εμπειρικά δεδομένα με σκοπό να ανακαλύψουμε και να εντοπίσουμε ιδιότητες και ενδιαφέρουσες σχέσεις, χωρίς να επιβάλουμε

κανένα καθορισμένο μοντέλο στα δεδομένα, ακολούθησε Επικυρωτική Παραγοντική Ανάλυση (Confirmatory Factor Analysis - CFA) όλων των μεταβλητών, η οποία καθορίζει τους παράγοντες που συμμετέχουν στο ερευνητικό μοντέλο. Στόχος αυτής της παραγοντικής ανάλυσης ήταν ο έλεγχος συγκεκριμένων υποθέσεων, σχετικά με τη δομή των δεδομένων, οι οποίες προκύπτουν από συγκεκριμένη θεωρία ή είναι τεκμηριωμένες από προηγούμενες έγκυρες έρευνες. Από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5 διαπιστώνεται ότι οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν για την προσαρμογή των δεδομένων στο προτεινόμενο μοντέλο έδωσαν αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Πίνακας 5: Πρωτογενής Επικυρωτική Παραγοντική Ανάλυση

Παράγοντας	χ^2/df	CFI	GFI	RMR	Σύνθετη Αξιοπιστία	Εξαχθεΐσα Διακύμανση
Κίνδυνοι Χρήστη	3,548	0,947	0,954	0,002	0,80	0,45
Κίνδυνοι Απαιτήσεων	3,078	0,982	0,975	0,001	0,84	0,59
Κίνδυνοι Πολυπλοκότητας	0,223	1,000	0,999	0,000	0,73	0,42
Κίνδυνοι Σχεδιασμού & Ελέγχου	4,148	0,920	0,881	0,002	0,91	0,59
Κίνδυνοι Ομάδας	0,000	1,000	1,000	0,000	0,88	0,70
Κίνδυνοι Οργ. Περιβάλλοντος	0,541	1,000	0,998	0,001	0,90	0,69
Ποιότητα Διοίκησης	4,453	0,950	0,949	0,040	0,85	0,54
Ποιότητα Προσωπικού	0,727	1,000	0,988	0,019	0,78	0,42
Ποιότητα Διαδικασίας	1,008	1,000	0,991	0,020	0,74	0,42

Μετά το πέρας της πρωτογενούς επικυρωτικής ανάλυσης, πραγματοποιήθηκε και δευτερογενής για τους εννοιολογικούς παράγοντες της έρευνάς μας. Έχοντας σαν κριτήρια τα αποδεκτά περιθώρια των δεικτών προσαρμοστικότητας, τη στατιστική σημαντικότητα των αιτιωδών σχέσεων, καθώς και τις υποδείξεις του δείκτη τροποποίησης, αξιολογήθηκαν οι παράγοντες αυτοί. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα όλων των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν. Όπως γίνεται αντιληπτό, όλες οι τιμές των δεικτών που ελέγχθησαν ήταν ικανοποιητικές.

Πίνακας 6: Δευτερογενής Επικυρωτική Παραγοντική Ανάλυση

Παράγοντας	χ^2/df	CFI	GFI	RMR	Σύνθετη Αξιοπιστία	Εξαχθεΐσα Διακύμανση
Κίνδυνος Έργου	3,253	0,908	0,919	0,002	0,83	0,45
Ποιότητα Ανθρώπινου Δυναμικού	0,000	1,000	1,000	0,000	0,51	0,32
Ποιότητα Έργου	0,000	1,000	1,000	0,000	0,60	0,43

Αποτελέσματα έρευνας

Χαρακτηριστικά Συμμετεχόντων

Συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν μέλη ομάδων ανάπτυξης λογισμικού και ειδικότερα διαχειριστές έργων (42%), εργαζόμενοι στο τμήμα ανάπτυξης λογισμικού (40,2%) (κυρίως προγραμματιστές), ενώ ένα 17,8% του δείγματος αποτελείται από μέλη της ομάδας έργου, που εκτελούσαν

συμπληρωματικές ή παρεμφερείς εργασίες (π.χ. υπεύθυνοι ποιότητας, σχεδιαστές λογισμικού, ελεγκτές κ.α.) (Πίνακας 7).

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά Συμμετεχόντων

Στοιχεία Ερωτώμενου	Δεδομένα	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Επαγγελματική θέση στην εταιρεία	<i>Διαχειριστής Έργου</i>	47	42,0
	<i>Εργαζόμενος στο τμήμα Ανάπτυξης Λογισμικού</i>	45	40,2
	<i>Άλλο</i>	20	17,8

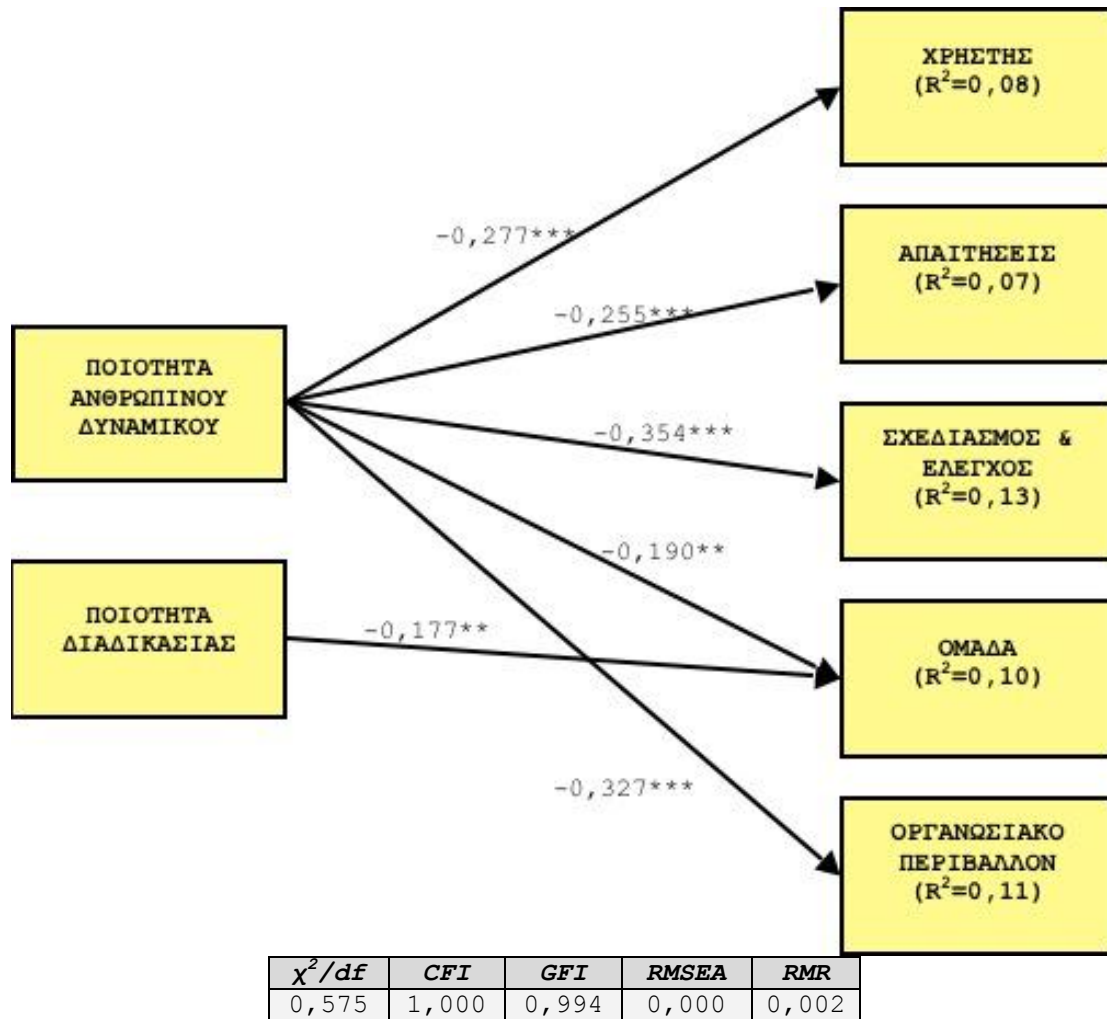
Έλεγχος του συνολικού δομικού μοντέλου

Μετά την ολοκλήρωση τόσο της διερευνητικής όσο και της επικυρωτικής παραγοντικής ανάλυσης που προηγήθηκε, ακολούθησε ο έλεγχος της ερευνητικής ερώτησης που παρουσιάστηκε. Στον Πίνακα 8 διακρίνονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της σχέσης της ποιότητας με τον κίνδυνο του έργου. Για τον έλεγχο αυτής χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ιεραρχικής ανάλυσης παλινδρόμησης της μορφής "moderated" (hierarchical moderated regression analysis) (Russell και Bobko, 1992). Μέσα από την ανάλυση αυτή προβάλλεται μια (εύλογα) αρνητική (-0,293) αλλά και στατιστικά σημαντική σχέση. Σύμφωνα με αυτό το αποτέλεσμα, μπορούμε να υιοθετήσουμε την αποδοχή της αρνητικής σχέσης μεταξύ των δύο παραγόντων.

Πίνακας 8: Αποτελέσματα της ιεραρχικής παλινδρόμησης

Εξαρτημένη Μεταβλητή	<i>Κίνδυνος Έργου</i>	
	β	t
<i>Ανεξάρτητη Μεταβλητή</i>		
<i>Ποιότητα Έργου</i>	-0,293	12,553***
R ² / Adjusted R ²	0,086 /	0,077
F	10,294***	

Επιπρόσθετα από την παραπάνω στατιστική ανάλυση, προκειμένου να ελεγχθεί σε μεγαλύτερο βάθος η σχέση της ποιότητας με τον κίνδυνο του έργου, διαχωρίστηκε τόσο η ποιότητα του έργου στους δύο βασικούς της υποπαράγοντες, όσο και ο κίνδυνος του έργου στις έξι διαστάσεις του. Τα ευρήματα αυτής της ανάλυσης έδειξαν ότι υπάρχει μια αρνητική και στατιστικά σημαντική σχέση της ποιότητας ανθρώπινου δυναμικού με τις πέντε από τις έξι διαστάσεις του κινδύνου. Αντίθετα, η ποιότητα διαδικασίας επηρεάζει αρνητικά και στατιστικά σημαντικά μόνο τη διάσταση που συνδέεται με τους κινδύνους της ομάδας του έργου. Και οι δύο υποπαράγοντες της συνολικής ποιότητας βρέθηκε ότι δεν έχουν κάποια στατιστικά σημαντική επίδραση στη διάσταση της πολυπλοκότητας του έργου.



Διάγραμμα 1: Δομικό Μοντέλο Έρευνας

Συμπεράσματα

Μέσα από μια εκτενή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και τη δημιουργία ενός νέου ερευνητικού πλαισίου, δημιουργήθηκε ένα νέο, ολοκληρωμένο εννοιολογικό μοντέλο (με την παράλληλη ανάπτυξη των κατάλληλων μετρικών για τους δύο εννοιολογικούς του παράγοντες). Η συνεισφορά του έγκειται αφ' ενός στην επιστημονική βιβλιογραφία, περιγράφοντας τον τρόπο με τον οποίο οι στρατηγικές βελτίωσης της ποιότητας οδηγούν στη μείωση του κινδύνου των έργων αλλά και παραθέτοντας τις απαραίτητες εκείνες μετρικές ώστε να χτιστεί μια αθροιστική παράδοση έρευνας σε αυτόν τον τομέα η οποία θα οδηγήσει σε ένα κοινό σώμα γνώσης και θεωρίας. Αφ' ετέρου όμως σημαντική είναι και η συνεισφορά στην εμπειρική έρευνα, με την αξιολόγηση του προτεινόμενου μοντέλου στις ελληνικές επιχειρήσεις ανάπτυξης λογισμικού. Η παρούσα έρευνα είναι μοναδική αφού καμία από τις ερευνητικές προσπάθειες που έλαβαν χώρα στον ελληνικό χώρο και σχετίζονταν με τη διαχείριση κινδύνου σε έργα δεν δοκίμασε να ελέγξει εμπειρικά τις θεωρητικές προσεγγίσεις και περιορίστηκαν σε απλές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις ή στην πρόταση εργαλείων αντιμετώπισης του κινδύνου (Κηρυτιτόπουλος 2006, Ιγγλέσης 2004, Κιουντιουζής 2004). Η εμπειρική εξέταση του θεματικού πεδίου της διαχείρισης κινδύνου σε ελληνικά έργα ανάπτυξης λογισμικού, αποτελεί

μια πρωτοποριακή κίνηση, με πολλές προεκτάσεις και πολλά οφέλη τόσο για τους έλληνες επαγγελματίες του χώρου (συγκρίνοντας τις πρακτικές τους και την αποτελεσματικότητα των έργων τους με άλλα έργα του κλάδου), αλλά και για την ακαδημαϊκή κοινότητα, η οποία θα είναι σε θέση να λάβει μια πρώτη εκτίμηση της κατάστασης που επικρατεί σε μια τεχνολογικά αναπτυσσόμενη χώρα, όπως η Ελλάδα και να συγκρίνει τα πορίσματα με άλλες παρόμοιες έρευνες. Με τον τρόπο αυτό θα δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για την εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων και τη δημιουργία και προώθηση νέων πιο αποτελεσματικών στρατηγικών διαχείρισης του κινδύνου.

Για τον υπολογισμό της συνολικής έκθεσης στον κίνδυνο, όπως αναφέρθηκε, υιοθετήθηκε ο μαθηματικός τύπος που πρότειναν οι Cooper *et al.* (2005) [$RE=P + C - (P*C)$]. Η αποδοχή της συνάρτησης αυτής ως μέσο μέτρησης της έκθεσης στον κίνδυνο, γίνεται για πρώτη φορά στη διεθνή βιβλιογραφία. Η χρήση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, έδωσε τη δυνατότητα για μια πρώτη εμπειρική εξέτασή της. Το ερευνητικό αυτό εργαλείο μέτρησης του κινδύνου, έδειξε να μην στερείται εγκυρότητας, ενώ η συλλογή των εξειδικευμένων δεδομένων που απαιτούσε, έγινε χωρίς προβλήματα από τους συμμετέχοντες.

Από τις πλέον σημαντικές συνεισφορές της παρούσας έρευνας, αποτελεί αδιαμφισβήτητη και η προσπάθεια δημιουργίας ενός πολλαπλά και αυστηρά στοιχειοθετημένου γνωστικού υποβάθρου για τη διαχείριση κινδύνου σε έργα ανάπτυξης λογισμικού, υποστηριζόμενο καταλλήλως από μια επιμελώς διατυπωμένη ορολογία στην ελληνική γλώσσα. Η ξενόγλωσση βιβλιογραφία σχετικά με τη διαχείριση κινδύνων έργων είναι αρκετά εκτεταμένη, ωστόσο παρουσιάζεται μια σαφής σύγκλιση των απόψεων σχετικά με τη βασική διαδικασία που πρέπει να ακολουθείται. Έτσι, οι σχετικοί ξενόγλωσσοι όροι έχουν σχεδόν παγιωθεί και χρησιμοποιούνται αυτούσιοι στα περισσότερα σχετικά πρότυπα (Κηρυττόπουλος, 2007). Επιθυμία του ερευνητή ήταν η εξέλιξη και βελτίωση του θεωρητικού πλαισίου που έχει διατυπωθεί σε ελληνικά βιβλία και άρθρα (Κηρυττόπουλος 2006, Sarigiannidis και Chatzoglou 2011), πρωτότυπα ή μεταφρασμένα (Chapman και Ward 2009, Εμίρης 2006, Κυριαζόγλου *et al.* 2007), με νέους όρους και έννοιες (Κηρυττόπουλος, 2007).

Μία ακόμη συνεισφορά της παρούσας έρευνας στην υπάρχουσα γνώση σχετικά με τη διαχείριση του κινδύνου σε έργα ανάπτυξης λογισμικού, ήταν η συμμετοχή διαφορετικών μελών των ομάδων έργων. Η σχεδόν ισόποση κατανομή των συμμετεχόντων της έρευνας σε διαχειριστές έργου και λοιπούς εργαζομένους στο τμήμα ανάπτυξης λογισμικού, βελτιώνει σε μεγάλο βαθμό τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων της έρευνας, από τη στιγμή που η εκτίμηση των διαφόρων παραμέτρων της γίνεται από την οπτική γωνία ατόμων με διαφορετικό επίπεδο ευθυνών κατά τη διαδικασία περαίωσης ενός έργου, ελαχιστοποιώντας την υποκειμενικότητα των συμπερασμάτων. Η παρούσα, λοιπόν, έρευνα, μεθοδολογικά (όσον αφορά την κατάρτιση του δείγματος) έρχεται σε αντίθεση με την πλειοψηφία παλαιότερων σημαντικών ερευνών, όπως του Boehm (1991) (διαχειριστές έργου), των Schmidt *et al.* (2001) (υπεύθυνοι έργων) ή του Moynihan (1997) (προγραμματιστές εφαρμογών). Επιπλέον, όμως, δίνει και μια σαφή απάντηση στο ερώτημα των Wallace *et al.* (2004b), για το αν η κατάρτιση του δείγματος μιας έρευνας, σχετικής με τους κινδύνους ανάπτυξης λογισμικού, γινόταν με τη συμμετοχή ερωτώμενων με διαφορετική επαγγελματική υπόσταση και διαφορετικές αρμοδιότητες και ευθύνες σε ένα έργο, θα έδινε διαφορετικά αποτελέσματα από αυτά που έχουν καταγραφεί εκτενώς στη διεθνή βιβλιογραφία διαχείρισης του κινδύνου. Η απάντηση που δόθηκε μέσα από τα αποτελέσματα της έρευνας, σε γενικές

γραμμές, δεν αφήνει κάποιες σοβαρές ενδείξεις διαφοροποίησης, αφού τα περισσότερα αποτελέσματα έρχονται σε ταύτιση με όσα έχουν διατυπωθεί στη βιβλιογραφία.

Επίσης, πολύ μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μέτρηση του κινδύνου του έργου καθώς και των έξι διαστάσεων που τον απαρτίζουν. Συνολικά από τις έξι διαστάσεις κινδύνου που δημιουργούνται από τις 27 μεταβλητές, οι "Απαιτήσεις" εμφανίζουν τις μεταβλητές με τους υψηλότερους μέσους όρους, δηλαδή με την υψηλότερη έκθεση στον κίνδυνο σύμφωνα με τους ερωτώμενους. Αντίθετα, το "Οργανωσιακό Περιβάλλον" δείχνει να είναι ο λιγότερο σημαντικός παράγοντας κινδύνου. Τα μέλη των ομάδων έργου που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα θεωρούν ότι κίνδυνοι όπως οι λανθασμένες, μεταβαλλόμενες ή ασαφείς απαιτήσεις έχουν υψηλά επίπεδα πιθανότητας εμφάνισης, αλλά και πολύ μεγάλες αρνητικές επιπτώσεις στο έργο, όταν και αν εμφανιστούν. Από την άλλη, οι ελληνικές εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού φαίνεται ότι λειτουργούν σε ένα σταθερό οργανωσιακό περιβάλλον με μικρές διοικητικές ανακατατάξεις κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των έργων. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τις έρευνες των Huang και Han (2008) και Han και Huang (2007) που παρουσίασαν τις δύο αυτές διαστάσεις κινδύνου ως τις περισσότερο και λιγότερο σημαντικές, αντίστοιχα.

Όσον αφορά τους μέσους όρους των μεταβλητών της ποιότητας του έργου, αξίζει να σημειωθεί ότι δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές, προβάλλοντας μια συνολικά μεγάλη ικανοποίηση των μελών της ομάδας έργου για την ποιότητά του. Εξαίρεση αποτέλεσε, σε κάποιο βαθμό, η διάσταση της ποιότητας του προσωπικού. Οι μεταβλητές μέτρησης αυτής και κυρίως αυτές που αφορούσαν το γενικό επίπεδο εμπειρίας του προσωπικού, το επίπεδο εμπειρίας στη γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε, αλλά και ο χαμηλός ρυθμός αλλαγής του προσωπικού, έλαβαν ιδιαίτερα υψηλές αξιολογήσεις, ξεχωρίζοντας από τις υπόλοιπες. Αυτό μας δείχνει πως, εντός των εταιρειών ανάπτυξης λογισμικού, υπάρχει μια διάχυτη ικανοποίηση για το επίπεδο γνώσεων και ικανοτήτων των μελών τους, ενώ η επένδυση που πραγματοποιείται στις μακροχρόνιες επαγγελματικές συνεργασίες που διατηρούν, φαίνεται ότι αποδίδουν τα αναμενόμενα. Την ικανοποίηση, άλλωστε, από τις δυνατότητες των στελεχών τους και την απροθυμία τους για διαρκείς αλλαγές στις εργασιακές σχέσεις, τις αποτύπωσαν και στη χαμηλότερη αξιολόγηση που έλαβε η διάσταση κινδύνου του οργανωσιακού περιβάλλοντος, που αναφερθήκαμε παραπάνω.

Τέλος, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του δομικού μοντέλου της έρευνας αποτέλεσαν το εφελκυστικό ώστε να δοθεί μια απάντηση στην ερευνητική ερώτηση που τέθηκε. Έτσι, η πρωτοποριακή, για τον κλάδο της ανάπτυξης λογισμικού, προσπάθεια συσχέτισης της ποιότητας του έργου με τον κίνδυνο ανέδειξε μια στατιστικά σημαντική αρνητική σχέση, επιτρέποντας την όποια δυνατότητα γενίκευσης ή προτυποποίησης των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, προχωρώντας ένα βήμα περισσότερο στην εξέταση της σχέσεως αυτής, διασπάσαμε τον παράγοντα της ποιότητας έργου στις δύο κύριες συνιστώσες του για να μετρήσουμε την επιμέρους επίδρασή τους στις έξι διαστάσεις κινδύνου του έργου. Η νέα αυτή συσχέτιση, ανέδειξε μια αρνητική και στατιστικά σημαντική σχέση του παράγοντα της ποιότητας ανθρώπινου δυναμικού με τον κίνδυνο του έργου (με εξαίρεση τους κινδύνους που συνδέονται με την πολυπλοκότητα του έργου). Οι ελληνικές εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού φαίνεται να δίνουν ιδιαίτερη προσοχή σε θέματα ορθής στελέχωσης, κατάρτισης και επικοινωνίας του προσωπικού τους. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του ανθρώπινου δυναμικού των εταιρειών ανάπτυξης λογισμικού, όπως η ποιότητα διοίκησης επικοινωνίας, τα κίνητρα, ο ρυθμός αλλαγής του προσωπικού ή το επίπεδο

εκπαίδευσης του προσωπικού, έστω και εννοιολογικά, φαίνεται να συνδέονται άμεσα με διαστάσεις του κινδύνου, όπως ο σχεδιασμός και ο έλεγχος, η ομάδα και το οργανωσιακό περιβάλλον του έργου. Η έρευνα αυτή, επιβεβαιώνει και εμπειρικά την άμεση σχέση που διέπει τα χαρακτηριστικά των παραγόντων αυτών. Αντίθετα, τα χαρακτηριστικά της ποιότητας διαδικασίας δεν δείχνουν να επιδρούν σημαντικά στην έκθεση του έργου στον κίνδυνο. Ειδικότερα βρέθηκε πως μόνο η διάσταση των κινδύνων που συνδέονται με την ομάδα έργου λαμβάνει μια αρνητική και στατιστικά σημαντική επίδραση από τον παράγοντα της ποιότητας διαδικασίας. Ο λόγος μπορεί να είναι ότι, στις κατά βάση μικρές ελληνικές επιχειρήσεις ανάπτυξης λογισμικού, διαδικασίες όπως οι επιθεωρήσεις των έργων (και η συχνότητα αυτών) και, κυρίως, το επίπεδο ανεξάρτητων ελέγχων, δε γίνονται συνήθως με συντονισμένες, προτυποποιημένες και στρατηγικά προσανατολισμένες ενέργειες, που μέσα από την προσεκτική τροποποίηση ή ανακατεύθυνσή τους θα μπορούσαν να διαμορφώσουν τις συνθήκες εκείνες για τη μείωση του κινδύνου των έργων. Η μοναδική, κατ' εξαίρεση, επίδρασή τους στη διάσταση κινδύνου της ομάδας έργου, λαμβάνει χώρα κυρίως εξαιτίας της ιδιαίτερης φύσης των εν λόγω κινδύνων. Ακόμη και μια μη συστηματική προσπάθεια αναβάθμισης των ποιοτικών διαδικασιών ελέγχου και επιθεώρησης των έργων μπορεί να αποτελέσει σημαντική συνεισφορά στα προβλήματα που προκύπτουν από την ανεπαρκή κατάρτιση των στελεχών της ομάδας έργου, παρέχοντας κάποιες νοητές κατευθυντήριες γραμμές για τη βελτίωση του έργου. Η λεπτή ισορροπία που ενυπάρχει ανάμεσα στους παράγοντες αυτούς μοιάζει να εξασθενίζει σημαντικά κατά την εξέταση των υπόλοιπων διαστάσεων του κινδύνου.

Διοικητικές επιπτώσεις

Πολλά από τα έργα ανάπτυξης λογισμικού συχνά αποτυγχάνουν λόγω έλλειψης κατανόησης του κινδύνου που περικλείουν. Οι ειδικοί σε αυτόν τον τομέα ισχυρίζονται πως ο κίνδυνος που σχετίζεται με την ανάπτυξη έργων λογισμικού πρέπει να καθοριστεί και έπειτα να διαχειριστεί κατά την διεξαγωγή ενός έργου (Wallace et al., 2004a). Αυτή η μελέτη παρουσιάζει μια μοντελοποίηση του κινδύνου έργων, ως μοντέλο παραγόντων δεύτερης τάξης. Το ερευνητικό αυτό εργαλείο παρέχει ένα χρήσιμο πλαίσιο έξι διαστάσεων κινδύνου των έργων, κάθε μία από τις οποίες αποτελεί μόνο ένα μέρος της συνολικής εικόνας του. Οι μέθοδοι διαχείρισης κινδύνου που εστιάζουν μόνο σε μια πλευρά του κινδύνου, ίσως ακόμα και να οδηγήσουν σε περισσότερο επικίνδυνα έργα, με μεγάλες πιθανότητες αποτυχίας. Για τους παραπάνω λόγους οι υπεύθυνοι των έργων θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν το εργαλείο αυτό για την αξιολόγηση και διαχείριση των κινδύνων, τη λήψη κατάλληλων αποφάσεων και την επακόλουθη βελτίωση των πιθανοτήτων επιτυχίας των έργων.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μέτρηση της πιθανότητας και της επίπτωσης των 27 προτεινόμενων κινδύνων και την επακόλουθη ταξινόμηση αυτών, με βάση το συνολικό τους επίπεδο, δίνει τη δυνατότητα στους επαγγελματίες του χώρου να εφαρμόσουν τις τεχνικές και να λάβουν τα οφέλη από την εφαρμογή του κανόνα Pareto ο οποίος έχει ευρεία απήχηση στον τομέα της διαχείρισης κινδύνου (Shtub et al., 2008). Με τη χρήση του κανόνα αυτού, μπορεί κανείς να επικεντρώσει την προσοχή του σε ένα μικρό αριθμό κινδύνων με το υψηλότερο μετρημένο επίπεδο, ώστε να αντιμετωπίσει περίπου το 80% του συνολικού αντικτύπου των κινδύνων στο έργο (Shtub et al., 2008).

Οι οργανισμοί μπορούν ωφεληθούν μέσα από τη χρήση των αποτελεσμάτων αυτής της έρευνας, για να αναπτύξουν ένα περίγραμμα κινδύνων (risk profile) για κάθε ένα από τα έργα ανάπτυξης λογισμικού. Το εργαλείο

που αναπτύχθηκε στην παρούσα έρευνα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός περιγράμματος κινδύνου, για την καταγραφή και αξιολόγηση του κινδύνου που σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο έργο και όταν το έργο ολοκληρωθεί, μπορεί να περιλαμβάνει μια αξιολόγηση της απόδοσης του έργου. Αυτά τα περιγράμματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με δύο τρόπους. Πρώτον, ως εργαλείο σε πολλά στάδια της διάρκειας ζωής ενός έργου ώστε να εντοπίζουν τις αλλαγές στο επίπεδο κινδύνου του έργου, καθώς εξελίσσεται από την αρχή ως την ολοκλήρωσή του. Δεύτερον, ως εργαλείο για την ανάλυση των έργων που έχουν ήδη ολοκληρωθεί. Η διαρκής αναθεώρηση του αποτελέσματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για την καλύτερη διαχείριση μελλοντικών έργων. Με το πέρασμα του χρόνου, τα περιγράμματα μπορούν να παρέχουν ιστορικές κατευθυντήριες γραμμές, που θα ενημερώνουν τους διαχειριστές των έργων για περιοχές υψηλού κινδύνου παρόμοιων έργων που ολοκληρώθηκαν στο παρελθόν. Έτσι, τα έργα υψηλού κινδύνου θα μπορούν πιθανώς να αναγνωρίζονται νωρίτερα και καταλληλότερες αποφάσεις θα λαμβάνονται για τη συνέχιση ή όχι, ενός έργου υψηλού κινδύνου. Τα περιγράμματα κινδύνου θα μπορούσαν ακόμα να χρησιμοποιηθούν με ένα παρόμοιο τρόπο, με την προσέγγιση χαρτοφυλακίου που πρότεινε ο McFarlan (1981). Έχοντας αποκτήσει την ικανότητα καλύτερης εκτίμησης του κινδύνου ενός έργου, οι οργανισμοί μπορούν να επιτύχουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα, μέσα από την εξισορρόπηση του αριθμού των έργων υψηλού κινδύνου που αναλαμβάνουν, με ένα συμπληρωματικό σύνολο έργων χαμηλότερου κινδύνου.

Επιπρόσθετα, δεν θα πρέπει να παραληφθεί η υπογράμμιση της σημασίας της σύνδεσης των εννοιών της ποιότητας (και ιδιαίτερα αυτής του ανθρώπινου δυναμικού του έργου) με το επίπεδο κινδύνου των έργων, που μελετήθηκε στην παρούσα έρευνα. Η ανάδειξη του ρόλου των ποιοτικών χαρακτηριστικών που περιγράφησαν, ως εργαλείο μετριασμού του επιπέδου του κινδύνου, προσφέρει αναμφίβολα στους διαχειριστές των έργων την ευκαιρία να διαχειριστούν αποτελεσματικότερα τα έργα τους. Δοκιμασμένες πρακτικές της διοίκησης ολικής ποιότητας, κατάλληλα προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις του εκάστοτε έργου, είναι δυνατό να αποτελέσουν έναν αξιόπιστο και οικονομικά προσιτό σύμμαχο υπέρ της επιτυχούς αντιμετώπισης των εμφανιζόμενων κινδύνων στα έργα ανάπτυξης λογισμικού.

Περιορισμοί έρευνας

Βασικό περιορισμό της έρευνας αποτελεί το γεγονός ότι το σύνολο των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του ερευνητικού μοντέλου, προέρχεται από μία αναπτυσσόμενη στην τεχνολογία της πληροφορίας χώρα, την Ελλάδα. Για να ελέγξουμε τα αποτελέσματα της έρευνας και τη δυνατότητα γενίκευσης αυτών, είναι αναγκαία η συγκέντρωση παρόμοιων δεδομένων και από άλλες χώρες, τεχνολογικά αναπτυγμένες και μη. Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα αφορά τη χρήση του ερωτηματολογίου ως του ερευνητικού εργαλείου συλλογής των δεδομένων. Παρ' όλη την προσοχή που δόθηκε στο σχεδιασμό του και την προέρευνα που ακολούθησε, είναι πιθανό να επηρέασε τη σε βάθος μελέτη του θέματος και τις απαντήσεις των εκπροσώπων των επιχειρήσεων. Είναι γεγονός ότι με το ερωτηματολόγιο χάνεται η δυνατότητα επεξηγήσεων στις ερωτήσεις που παρουσιάζουν δυσκολίες, καθώς και η αμεσότητα και ο πλούτος των πληροφοριών που μπορούν να αντληθούν από τους ερωτώμενους. Ωστόσο, για μία έρευνα πεδίου εθνικής εμβέλειας, όπως η συγκεκριμένη, η χρήση ερωτηματολογίου κρίθηκε ως η πιο δόκιμη μέθοδος.

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα έρευνα παρέχει ένα θεωρητικό υπόβαθρο των διαστάσεων του κινδύνου και ένα τεκμηριωμένο σύνολο μέτρων για τη χρησιμοποίησή τους. Αποτέλεσμα αυτού είναι η κατανόηση και αξιολόγηση του κινδύνου ως μοντέλο παραγόντων δεύτερης τάξης, που απαρτίζονται από τις έξι διαστάσεις του. Χρησιμοποιήθηκαν πολλά διαφορετικά επίπεδα αυστηρού στατιστικού ελέγχου του μοντέλου, για την επικύρωση των έξι διαστάσεων, οι οποίες συνολικά αναπαριστούν τον κίνδυνο των έργων λογισμικού. Η αυστηρή τους αξιολόγηση υποδηλώνει πως και οι έξι διαστάσεις παρουσιάζουν και αποτελούν ξεχωριστές πλευρές του κινδύνου έργων λογισμικού. Επιπρόσθετα, οι 27 μεταβλητές κινδύνου που χρησιμοποιήθηκαν είναι συνεπείς και αξιόπιστοι δείκτες για κάθε μία από τις διαστάσεις του κινδύνου. Επομένως, τα αποτελέσματα αυτά παρέχουν ένα στέρεο θεμέλιο για μελλοντική έρευνα σε αυτόν τον τομέα, είτε με την επικύρωση των παραπάνω παραγόντων και μεταβλητών, είτε με τον εμπλουτισμό τους με νέες μεταβλητές και νέες μετρικές.

Ο νέος εννοιολογικός παράγοντας που δημιουργήθηκε (Ποιότητα Έργου), καθώς επίσης και ο νέος τρόπος μέτρησης των μεταβλητών κινδύνου που αντλήθηκαν από τη βιβλιογραφία, θα μπορούσαν να ελεγχθούν σε νέες μελλοντικές έρευνες, με σκοπό την επικύρωσή τους και την καθιέρωσή του ως αξιόπιστες δομές. Επίσης, ενδιαφέρουσα θα ήταν και μια πιθανή δοκιμή εξέταση, κάποιων εξ' αυτών, σε ένα κλάδο διαφορετικό από αυτόν της παρούσας έρευνας, όπως για παράδειγμα τον κατασκευαστικό. Μια πιθανή αξιοποίηση των προτεινόμενων ερευνητικών εργαλείων και από έρευνες του ίδιου θεματικού πεδίου, αλλά που θα λαμβάνουν χώρα σε άλλο εταιρικό κλάδο, θα τους προσδώσει περισσότερο κύρος και αξία και θα τα εμπλουτίσει, πιθανόν, με νέες ερευνητικές παραμέτρους.

Βιβλιογραφία

- Εμίρης, Δ., 2006, *Οδηγός βασικών γνώσεων στη διοίκηση έργων*, Παπασωτηρίου
- Ιγγλέσης, Β., 2004, *Software Risk Management*, Ειδικά θέματα τεχνολογίας λογισμικού, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Κηρυτιόπουλος, Κ., 2006, *Εγχειρίδιο Διαχείρισης Κινδύνων Έργων*, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα
- Κηρυτιόπουλος, Κ., 2007, "Ορολογία διαχείρισης κινδύνων έργων", ΕΛΕΤΟ, 6^ο Συνέδριο «Ελληνική Γλώσσα και Ορολογία», 1-3 Νοεμβρίου, Αθήνα
- Κιουντουζής, Ε., (2004), *Διαχείριση Έργων Πληροφορικής*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
- Κυριαζόγλου, Γ., Χ. Κυριαζόγλου, και Ε. Συγκούνα, 2007, "Πρότυπο Διαχείρισης Κινδύνου", Ανακτήθηκε από: <http://www.ferma.eu/Portals/2/documents/RMS/RMS-Greek-2007.pdf>
- Σ.Ε.Π.Ε., 2010, "Σύνδεσμος Επιχειρήσεων Πληροφορικής και Επικοινωνιών Ελλάδας: Επιχειρήσεις - Μέλη", Ανακτήθηκε από: www.sepe.gr/gr/Members
- Abdel-Hamid, T. K., 1989, "A Study of Staff Turnover, Acquisition, and Assimilation and their Impact on Software Development Cost and Schedule", *Journal of Management Information Systems*, 6(1), 21-39
- Addison, T., 2003, "E-commerce project development risks: evidence from a Delphi survey", *International Journal of Information Management*, 23(1), 25-40
- Addison, T., and S. Vallabh, 2002, "Controlling Software Project Risks - an Empirical Study of Methods used by Experienced Project Managers", *Proceedings of SAICSIT 2002*, 128 - 140

- AgenaRisk, 2005, *Software Project Risk Model Manual*, Bayesian Network and Simulation Software for Risk Analysis and Decision Support-AgenaRisk (Version 2.00)
- Barki, H., S. Rivard, and J. Talbot, 1993, "Toward an Assessment of Software development risk", *Journal of Management Information Systems*, 10(2), 203-225
- Boehm, B.W., 1991, "Software Risk Management: Principles and Practices", *IEEE Software*, 8(1), 32-41
- Boehm, B.W., 2006, "Some future trends and implications for systems and software engineering processes", *Journal of System Engineering*, 9(1), 1-19
- Brooks, F.P., 1987, "No silver bullet: essence and accidents of software engineering", *Computer*, 22(4), 10-19
- Chapman, C., and S. Ward, 2009, *Διαχείριση Κινδύνων Έργων. Διεργασίες, Τεχνικές και Εμβασύσεις*, 1^η Έκδοση, Εκδόσεις Επίκεντρο, Θεσσαλονίκη
- Charette, R.N., 1989, *Software Engineering Risk Analysis and Management*, New York: Intertext Publications
- Cooper, D.F., S. Grey, G. Raymond, and P. Walker, 2005, *Project risk management guidelines: Managing risk in large projects and complex procurements*, John Wiley and Sons Ltd., England
- Cule, P., R. Schmidt, K. Lyytinen, and M. Keil, 2000, "Strategies for heading off project failure", *Information Systems Management*, 17(2), 65-73
- Curtis, B., S. Ward, and C. Chapman, 1988, "Roles, responsibilities and risks in management contracting", Construction Industry Research and Information Association (CIRIA) Special Publication 81
- Dillman, D.A., 2000, *Mail and Internet surveys-The tailored design method*, John Wiley & Sons, New York
- Fenton, N., W. Marsh, M. Neil, P. Cates, S. Forey, and M. Taylor, 2004, "Making resource decisions for software projects", *Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering*
- Fenton, N., M. Neil, W. Marsh, P. Hearty, L. Radliński, and P. Krause, 2008, "On the effectiveness of early life cycle defect prediction with Bayesian Nets", *Empirical Software Engineering*, Published Online
- Garvey, P.R.P., J. Douglas, and J.A. Wilson, 1997, "An Information Architecture for Risk Assessment and Management", *IEEE Software*, 25 - 34
- Greek ICT Market, 2009, *Ετήσιος οδηγός για την ελληνική αγορά Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών*, Αθήνα
- Han, W. M. and Huang S. J., 2007, "An empirical analysis of risk components and performance on software projects", *The journal of Systems and Software*, 80(1), 42-50
- Hall, E., 1998, *Managing Risk: Methods for Software System Development*, Addison-Wesley, New York
- Heemstra, F.J., and R.J. Kusters, 1996, "Dealing with risk: a practical approach", *Journal of Information Technology*, 11(4), 333-346
- Hoffman, G., 2003, "Integrating PSP and CMMI Level 5", *STC 2003 Proceedings*, Ανακτήθηκε από: <http://www.stc-online.org/stc2003/proceedings/PDFfiles/pres1001.pdf>
- Houston, D., 2000, *A software project simulation model for risk management*, PhD Dissertation, Arizona State University, Tempe, AZ
- Huang, S.-J., and W.-M. Han, 2008, "Exploring the relationship between software project duration and risk exposure: A cluster analysis", *Journal of Information and Management*, 45, 175-182
- Hughes, B., and M. Cotterell, 2006, *Software Project Management*, Fourth Edition, McGraw-Hill

- Jarvenpaa, S.L., and B. Ives, 1991, "Executive involvement and participation in the management of information technology", *MIS Quarterly*, 15(2), 205-277
- Jiang, J.J., G. Klein, and T. Means, 2000, "Project risk impact on software development team performance", *Project Management Journal*, 31(4), 19-26.
- Jiang, J., and G. Klein, 1999, "Risks to different aspects of system success", *Information and Management*, 36(5), 264-272
- Jones, C., 1994, *Assessment and Control of Software Risks*, Englewood Cliffs, NJ
- Jorgensen, M., 1999, "Software quality measurement", *Advances in Engineering Software*, 30, 907-912
- Jurison, J., 1999, "Software Project Management: The Manager's View", *Communications of the Association for Information Systems*, 2, 56
- Keider, S.P., 1984, "Why systems development projects fail", *Journal of Information Systems Management*, 1(3), 33-38
- Kemerer, C.F., and G.L. Sosa, 1991, "Systems development risks in strategic information systems", *Information and Software Technology*, 33(3), 212-223
- Kliem, R., 2001, "Risk management for business process reengineering projects", *Information Systems Management*, 17(4), 71-73
- Longstaff, T.A., C. Chittister, R. Pethia, and Y.Y. Haines, 2000, "Are we forgetting the risks of information technology?", *IEEE Computer*, 33(12), 43-51
- McFarlan, F.W., 1981, "Portfolio Approach to Information Systems", *Harvard Business Review*, 59(5), 142-150
- Mizuno, O., T. Kikuno, Y. Takagi, and K. Sakamoto, 2000, "Characterization of Risky Projects based on Project Managers' Evaluation", *International Conference on Software Engineering*, 387-395
- Moynihan, T., 1997, "How Experienced Project Managers Assess Risk", *IEEE Software*, 14(3), 35-41
- Na, K-S., J.T. Simpson, X. Li, T. Singh, and K-Y. Kim, 2007, "Software development risk and project performance measurement: Evidence in Korea", *The Journal of Systems and Software*, 80, 596-605
- Nidumolu, S.R., 1995, "The Effect of Coordination and Uncertainty on Software Project Performance: Residual Performance Risk as an Intervening Variable", *Information Systems Research*, 6(3), 191-219
- Nienaber, R., and E. Cloete, 2003, "A Software Agent Framework for the Support of Software Project Management", *Proceedings of SAICSIT 2003*, 16-23
- Ould, M., 1999, *Managing Software Quality and Business Risk*, Wiley, Chichester
- Pressman, R., 2004, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, McGraw-Hill, 6th edition
- Ropponen, J., and K. Lyytinen, 2000, "Components of Software Development Risk: How to Address Them? A Project Manager Survey", *IEEE Transactions on Software Engineering*, 26(2), 98-112
- Russell, J.C., and Bobko, P., 1992, "Moderated Regression Analysis and Likert Scales Too Coarse for Comfort", *Journal of Applied Psychology*, 77(3), 336-342
- Sakhtevil, S., 2007, "Managing risks in offshore systems development", *Communications*, 50(4), 69-75
- Sarigiannidis, L., and P.D. Chatzoglou, 2011, "Software development project risk management: A new conceptual framework", *Journal of Software Engineering and Applications*, 4(5), 293-305
- Schmidt, R., K. Lyytinen, M. Keil, and P. Cule, 2001, "Identifying software project risks: an international Delphi study", *Journal of Management Information Systems*, 17(4), 5-36

- Schwalbe, K., 2000, *Information Technology Project Management*, Thompson learning
- Shtub, A., J.F. Bard, and S. Globerson, 2008, *Διαχείριση έργων: Διεργασίες, μεθοδολογία και τεχνικοοικονομική*, 2^η Έκδοση, Εκδόσεις Επίκεντρο, Αθήνα
- Subramanian, G.H., J.J. Jiang, and G. Klein, 2007, "Software quality and IS project performance improvements from software development process maturity and IS implementation strategies", *Journal of Systems and Software*, 80, 616-627
- Sumner, M., 2000, "Risk Factors in Enterprise Wide/ ERP Projects", *Journal of Information Technology*, 15(4), 317-327
- Wallace, L., M. Keil, and A. Rai, 2004a, "Understanding software project risk: a cluster analysis", *Journal of Information and Management*, 42(1), 115-125
- Wallace, L., M. Keil, and A. Rai, 2004b, "How software project risk affects project performance: an investigation of the dimensions of risk and an exploratory model", *Decision Sciences*, 35(2), 289-321
- Ward, S., 1999, "Assesing and managing important risks", *International Journal of Project Management*, 17(6), 331-336
- Zikmund, W.G., 2003, *Business Research Methods*, 7th edition, Thomson/South-Western, Mason