



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

***Σύνδεση της μεθόδου DSM με τη
μοντελοποίηση του προϊόντος.
Εφαρμογή στην εκτίμηση
καινοτομίας προϊόντος***

Διατριβή που υπεβλήθη για την μερική ικανοποίηση των
απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού
Διπλώματος Ειδίκευσης
υπό

ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ Ε. ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗ

ΧΑΝΙΑ , ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2005

© Copyright 2005 υπό Ελευθέριο Ε. Δερμιτζάκη

Η διατριβή του Ελευθέριου Ε. Δερμιτζάκη εγκρίνεται

Όνομα

Υπογραφή

Κοσματόπουλος Ηλίας

Μπιλάλης Νικόλαος

Μουστάκης Βασίλειος

Ευχαριστίες

Στην προσπάθεια μου για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στην επιχειρησιακή έρευνα πολλοί άνθρωποι συνέβαλαν για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας ο καθένας με τον δικό του τρόπο.

Πρώτα από όλα, τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης Δρ. Μπιλάλη Νικόλαο για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου, για την ανάθεση, υποστήριξη, και καθοδήγηση σε όλο το διάστημα της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Τον Δρ. Κοσματοπούλο Ηλία, Λέκτορα στο Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης για την προτροπή του στο ξεκίνημα, αλλά και την συμπαράσταση του σε όλη την πορεία του μεταπτυχιακού μου.

Τον φίλο και συνεργάτη Δρ. Αντωνιάδη Αριστομένη, Καθηγητή ΤΕΙ Κρήτης, για την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξη που έδειξε προς εμένα. Τον ευχαριστώ επίσης για τις καθημερινές σχεδόν παροτρύνσεις και παρατηρήσεις του για την παρούσα εργασία.

Τον φίλο και καθημερινό συνεργάτη στην εκπόνηση της εργασίας αυτής, Δρ. Μαραβελάκη Εμμανουήλ, Καθηγητή Εφαρμογών στο ΤΕΙ Κρήτης, για τις υποδείξεις του και την πραγματική βοήθεια που μου προσέφερε.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ προς την γυναίκα μου Αλεξάνδρα που όλο αυτόν τον καιρό υπέμεινε μαζί μου τις καθημερινές μικρές και μεγάλες δυσκολίες στην προσπάθεια μου, με αγάπη και υπομονή. Τις κόρες μου Γεωργία και Ελένη που με τον «δικό τους τρόπο» συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας μου, και τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μας Γιάννη - Ελένη, Μανόλη - Γεωργία για την στήριξη τους και την αγάπη και εμπιστοσύνη που μου έδειξαν.

Αφιερωμένο στην Αλεξάνδρα

Σύντομο Βιογραφικό Σημείωμα

Ο Δερμιτζάκης Ε. Ελευθέριος γεννήθηκε στα Χανιά το 1968. Το 1993 τελείωσε το τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών από το Πανεπιστήμιο Κρήτης, Σχολή Θετικών Επιστημών. Το 2001 εισάχθηκε στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Πολυτεχνείου Κρήτης, τομέας Επιχειρησιακής Έρευνας.

Από το 1995 μέχρι το 2001 εργάστηκε στο ΤΕΙ Κρήτης ως υπεύθυνος διαχείρισης και ανάπτυξης υπολογιστικών δικτύων και υπηρεσιών ενώ παράλληλα δίδασκε τα μαθήματα Προγραμματισμός Ι και ΙΙ, Δίκτυα Υπολογιστών

Από το 1996 έχει εργαστεί με συμβάσεις έργου σε πολλά ερευνητικά προγράμματα ΕΠΕΑΚ , ΠΕΝΕΔ σε συνεργασία με το Πολυτεχνείο Κρήτης, Ινστιτούτο Τεχνολογία & Έρευνας (ΙΤΕ) , ΤΕΙ Κρήτης καθώς και με άλλες υπηρεσίες (Νομαρχία Χανίων, ΕΡΤ Α.Ε, ΔΕΗ, 28^η ΕΒΑ Χανίων)

Σήμερα εργάζεται ως μόνιμος καθηγητής πληροφορικής στην Δευτεροβάθμια εκπαίδευση Χανίων ενώ παράλληλα έχει αναλάβει την διαχείριση του δικτύου υπολογιστών για την γραμματειακή στήριξη των τμημάτων Ηλεκτρονικής και Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος στο ΤΕΙ Κρήτης – Χανιά.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

Στρατηγική Βελτίωσης της Καινοτομίας με Πίνακα Δομή Σχεδίασης

1.1 Εισαγωγή	1
1.2. Η μέθοδος Εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ	2
1.3 Οι τρεις άξονες της καινοτομίας	3
1.3.1 Τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας	5
Α. Τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας του προϊόντος	5
Β. Τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας της διαδικασίας	7
Γ. Τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας της διαχείρισης της διαδικασίας	9
1.4. Ο τρόπος μέτρησης	13
1.5 Στρατηγική βελτίωσης της καινοτομίας με Πίνακα Δομής Σχεδίασης ..	15
1.6. Καταγραφή Αλληλεξαρτήσεων από Ειδικούς	19
1.7. Η επίδραση της βελτίωσης των χαρακτηριστικών καινοτομίας	20
1.8. Στρατηγική βελτίωσης του καινοτομικού προφίλ	22
1.9. Συμπεράσματα	25

Κεφάλαιο 2

Μοντέλα Ανάπτυξης Προϊόντων

2.1 Εισαγωγή	27
2.2 Γενικά για τη βιβλιογραφία στην ανάπτυξη προϊόντων.	27
2.3 Μείωση του χρόνου ανάπτυξης προϊόντων	29
2.4 Γενικά για τα μοντέλα ανάπτυξης προϊόντος	29
2.5 Σειριακά και σχεδιαστικά μοντέλα	31
2.5.1 Πίνακας Δομής Σχεδίασης (Design Structure Matrix –DSM)	31
2.5.2 Ανατροφοδοτήσεις και διασταυρώσεις	40
1.5.3 Μοντέλο ακολουθιακών επαναλήψεων	40
1.5.4 Μοντέλο εκτίμησης επαναληπτικών χρόνων	42
2.6 Μοντέλα αποσύνθεσης μεγάλων συστημάτων	43
2.6.1 Μέθοδος πίνακα μετασχηματισμού εργασίας	44
2.6.2 Μοντέλο αποσύνθεσης δραστηριοτήτων σε δομικές μονάδες(modules)	45
2.6.3 Άλλα συστήματα αποσύνθεσης	46
2.7 Στοχαστικά μοντέλα χρονική ανοχής	46
2.7.1 Μοντέλο Q-GERT	47
2.7.2 Μοντέλο δικτύου αναμονής	48
2.8 Χρονικά μοντέλα ανασκόπησης	48
2.8.1 Συγχρονισμός των αναθεωρήσεων σχεδίου	48
2.8.2 Σχεδιασμός ενοτήτων	50
2.8.3 Απελευθέρωση προϊόντων	50
2.8.4 Σταδιακή στοχοθέτηση	51
2.9. μοντέλα παραλληλισμού	52
2.9.1. Παράλληλος σχεδιασμός	52

2.9.2 Παράλληλο / Σειριακό Μοντέλο WTM	53
2.9.3. Μοντέλο σταδιακής επικάλυψης	54
2.10 Άλλα ζητήματα	54
Μοντέλο PERT	56
Μέθοδος Κρίσιμου Διαδρομής (CPM – Critical Path Method).....	57
Διάγραμμα Gantt	58

Κεφάλαιο 3

Ένα μοντέλο εκτίμησης του χρόνου και του κόστους της διαδικασίας ανάπτυξης ενός προϊόντος με Πίνακα Δομής Σχεδίασης

Δραστηριοτήτων

3.1 Εισαγωγή	60
3.2 Μοντέλα εκτίμησης κόστους.....	62
3.3. Ανάπτυξη Μοντέλου	63
3.3.1 Είσοδος και Γενικά Χαρακτηριστικά	63
3.3.2 Επανάληψη Δραστηριότητας	67
3.3.3 Η πιθανότητα μίας επανάληψης ή αναθεώρησης μίας δραστηριότητας.....	68
3.3.4 Η επίδραση μίας επανάληψης	69
3.3.5 Κόστος και Διάρκεια Δραστηριοτήτων	71
3.4 Μοντέλου Αλγορίθμου.....	73
3.4.1 Αλγόριθμος για κάθε εκτέλεση του μοντέλου.....	76
3.5. Εφαρμογή του μοντέλου	78
3.6 Αποτελέσματα προσομοίωσης.....	80
3.6.1 Έξοδοι προσομοίωσης	80
3.6.2 Σύγκριση με το πραγματικό project	82
3.7. Ανάλυση κινδύνου	83
3.8 Εφαρμογές	84
3.8.1 Προγραμματισμός Έργων: Σχηματισμός-σύνθεση διαδικασιών	84
3.8.2. Προγραμματισμός Έργου: Καθορίζοντας το κόστος και τον χρόνο.....	89
3.8.3 Προγραμματισμός έργου: Ανάλυση “What if”	90
3.9. Προτεινόμενες Επεκτάσεις	91
3.9.1 Δυναμική Διάρκεια Δραστηριοτήτων και Επαναλήψεις.....	91
3.9.2 Αυξάνοντας την παραλληλία των δραστηριοτήτων	92
3.9.3 Απαιτήσεις Πόρων και Περιορισμοί	93
3.9.4 Διασυνδέσεις υψηλότερης ανάλυσης.....	93
3.9.5 Ξεχωριστά block από υψηλής σύνδεσης δραστηριότητες	93
3.9.6 Κόστος Μοντέλου.....	94

Κεφάλαιο 4

Το λογισμικό I-DSM

4.1 Εισαγωγή	95
4.2 Η δομή του λογισμικού	95
4.3 Η βάση δεδομένων του λογισμικού	96
4.4 Δεδομένα Εισόδου	98
4.5 Αποτελέσματα – Δεδομένα Εξόδου.....	104

4.5.1 Αποτελέσματα – Η επίδραση της στρατηγικής στα χαρακτηριστικά καινοτομίας	104
4.5.2 Αποτελέσματα – Η επίδραση της στρατηγικής βελτίωσης στο καινοτομικό προφίλ της εταιρίας	105
4.5.3 Αποτελέσματα – Δραστηριότητες υπό εξέταση	106
4.5.4 Αποτελέσματα – Έξοδος του Πίνακα Δομής Σχεδίασης στο υπολογιστικό φύλλο του Tyson Browning	107
4.6 Συμπεράσματα – Μελλοντικές Κατευθύνσεις	108
Βιβλιογραφία.....	113

Περίληψη Εργασίας – Πρόλογος

Η καινοτομία και κατ' επέκταση η ανάπτυξη νέων προϊόντων αποτελεί μία πολύ κρίσιμη διαδικασία για τη βιωσιμότητα και την επιτυχή ανάπτυξη μίας επιχείρησης. Ο αυξανόμενος εγχώριος και εξωτερικός ανταγωνισμός, οι ραγδαία εξελισσόμενες τεχνολογίες, οι συνεχείς αλλαγές στις ανάγκες των πελατών και η πίεση για μείωση του κύκλου ανάπτυξης προϊόντων, καθιστούν την ανάπτυξη επιτυχημένων νέων καινοτόμων προϊόντων επιτακτική. Στη παρούσα εργασία οι δύο έννοιες της καινοτομίας και της ανάπτυξης νέων προϊόντων είναι αλληλένδετες. Η καινοτομία επηρεάζει και οφείλει να κατευθύνει την ανάπτυξη νέων προϊόντων, ενώ αυτή η διαδικασία της ανάπτυξης πρέπει να εξασφαλίζει την επιτυχή εισαγωγή της καινοτομίας. Τα αποτελέσματα μιας καινοτόμου επιχείρησης είναι μόνο φανερά στα τελικά προϊόντα και αυτές τις δύο διαδικασίες συνδέει η παρούσα εργασία

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη δημιουργία εργαλείου λογισμικού για την σύνδεση της μοντελοποίησης της διαδικασίας ανάπτυξης του προϊόντος με την διαδικασία βελτίωσης του καινοτομικού προφίλ της εταιρείας, για τον προσδιορισμό της επίδρασης της καινοτομίας στην απόδοση του προϊόντος. Η αξιολόγηση της καινοτομίας γίνεται με βάση τη μεθοδολογία PIP-Score, η οποία το προσδιορίζει από μια σειρά χαρακτηριστικών, τα οποία μπορεί κάθε χρήστης να μεταβάλει ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες των προϊόντων της. Με βάση αυτή τη μεθοδολογία ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει και τη στρατηγική για την βελτίωση της καινοτομίας.

Για την μοντελοποίηση της διαδικασίας ανάπτυξης του προϊόντος θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του Πίνακα Δομής Σχεδίασης - Design Structure Matrix που λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους που επηρεάζονται με τη βελτίωση της καινοτομίας, όπως το κόστος, η χρονική διάρκεια, η πιθανότητα επανάληψης, η επίδραση μίας επανάληψης και η επίδραση της εκμάθησης

μιας δραστηριότητας. Κατόπιν γίνεται η συσχέτιση των χαρακτηριστικών της καινοτομίας με τις δραστηριότητες της διαδικασίας ανάπτυξης και εξετάζεται η επίδραση της προτεινόμενης στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας στον κύκλο ανάπτυξης και στο τελικό κόστος του προϊόντος.

Στο **Κεφάλαιο 1** αρχικά γίνεται μία σύντομη ανασκόπηση της μέτρησης της καινοτομίας. Η παρούσα διατριβή χρησιμοποιεί ένα μοντέλο εκτίμησης της καινοτομίας του προϊόντος, τη μέθοδο εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ. Είναι ένα εργαλείο που εφαρμόζεται στο στάδιο της σχεδίασής του και συνεισφέρει στη μείωση του κύκλου ανάπτυξης και στη βελτίωση της εταιρίας (Bilalis et al. 2002, Maravelakis et al. 2003). Το εργαλείο αυτό καθορίζει μια κλίμακα της καινοτομίας η οποία στηρίζεται σε τρεις διαφορετικούς άξονες, Η βαθμονόμηση της καινοτομίας γίνεται σε κάθε άξονα ξεχωριστά και ο συνολικός βαθμός της καινοτομίας δίνει ένα μέτρο σύγκρισης της βελτίωσης της καινοτομίας με τον πάροδο του χρόνου. Επιπλέον, δίνονται κατευθυντήριες γραμμές με διορθωτικές κινήσεις σε σημεία όπου παρουσιάζεται χαμηλή βαθμολογία. Παράλληλα το εργαλείο παρέχει ένα μέτρο σύγκρισης μεταξύ των εταιριών του ίδιου τομέα

Στο **Κεφάλαιο 2** γίνεται μια αναφορά στα μοντέλα σχεδίασης που ήδη υπάρχουν καθώς και μια κριτική πάνω σε αυτά.

Στο **Κεφάλαιο 3** γίνεται ανάλυση ενός μοντέλου εκτίμησης του χρόνου και του κόστους της διαδικασίας ανάπτυξης ενός προϊόντος με Πίνακα Δομής Σχεδίασης Δραστηριοτήτων.

Παρουσιάζεται ένα μοντέλο ανάπτυξης προϊόντος το οποίο βασίζεται σε δραστηριότητες οι οποίες συνεργάζονται ανταλλάσσοντας πληροφορίες μεταξύ τους. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ένα Πίνακας Δομή Σχεδίασης και δίνει πληροφορίες για την στοχαστική διάρκεια των δραστηριοτήτων του κόστους και των πιθανών αναθεωρήσεων. Οι πιθανότητες για την επανάληψη δραστηριοτήτων βασίζονται στην ευαισθησία των αλλαγών σε καθορισμένα τμήματα της διαδικασίας ανάπτυξης. Το μοντέλο υπολογίζει επίσης το κόστος και τον χρόνο από πιθανές αναθεωρήσεις δραστηριοτήτων, καθώς και την επίδραση της εκμάθησης μιας δραστηριότητας (Learning Curve).

Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζεται το ολοκληρωμένο λογισμικό I-DSM Tool (Innovation – Design Structure Matrix Tool). Το λογισμικό αυτό δημιουργεί το καινοτομικό προφίλ μιας εταιρίας σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 2 και συνεχίζει σε συγκριτική αξιολόγηση του αποτελέσματος με τις αντίστοιχες εταιρίες του ίδιου τομέα που βρίσκονται στη βάση δεδομένων.

Κατόπιν γίνεται η συσχέτιση των χαρακτηριστικών της καινοτομίας με τις δραστηριότητες της διαδικασίας ανάπτυξης και εξετάζεται η επίδραση της προτεινόμενης στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας στον κύκλο ανάπτυξης και στο τελικό κόστος του προϊόντος, σύμφωνα με τη μεθοδολογία του κεφαλαίου 1.

Κεφάλαιο 1

Στρατηγική Βελτίωσης της Καινοτομίας με Πίνακα Δομή Σχεδίασης

1.1 Εισαγωγή

Η «καινοτομία» είναι ένας σύνθετος όρος που μπορεί να προσεγγιστεί από πολλές πλευρές. Ο πρώτος ορισμός της καινοτομίας προέρχεται από τον Schumpeter τη δεκαετία του 1930 και αναφέρει ότι η καινοτομία είναι (OECD 1997):

- Η εισαγωγή ενός νέου προϊόντος ή η ποιοτική αλλαγή ενός υπάρχοντος προϊόντος.
- Η νέα διαδικασία ανάπτυξης προϊόντος.
- Το άνοιγμα μίας νέας αγοράς.
- Η νέα πηγή εφοδιασμού πρώτων υλών ή άλλων υλικών.
- Η οργανωτική αλλαγή.

Από τον ορισμό της καινοτομίας είναι φανερό ότι δεν είναι μια απλή πράξη. Δεν είναι μόνο μια νέα αντίληψη ή η ανακάλυψη ενός νέου φαινομένου, ούτε η λάμψη μιας δημιουργικής εφεύρεσης, ούτε απλά μόνο η ανάπτυξη ενός νέου προϊόντος ή διαδικασίας. Κατά κάποιο τρόπο, η καινοτομία έχει σχετική δημιουργική δραστηριότητα σε όλες αυτές τις περιοχές μαζί. Είναι μια συγκροτημένη διαδικασία στην οποία πολλές δημιουργικές ενέργειες, από την έρευνα έως την εξυπηρέτηση του πελάτη, συνδυάζονται με έναν ολοκληρωμένο τρόπο για έναν κοινό στόχο, το επιτυχημένο προϊόν.

1.2. Η μέθοδος Εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ

Σύμφωνα με τα παραπάνω η σπουδαιότητα της καινοτομίας είναι αναμφισβήτητη. Έτσι προκύπτει εύλογα το ερώτημα: «Πως μετριέται η καινοτομία;». Αρκετές μελέτες έχουν εστιάσει το θέμα, αλλά η μέτρηση της καινοτομίας έχει ακόμα αρκετά προβλήματα, όσο αφορά τη σύλληψη της και την επιλογή των στατιστικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται (Neel και Hii 1998). Οι διάφορες μέθοδοι μέτρησης της καινοτομίας μέχρι τώρα, συχνά συγχέουν την έννοια της καινοτομίας είτε με κάτι μέχρι τώρα άγνωστο, ή με κάτι που δεν ταιριάζει με τα υπάρχοντα δεδομένα, ή με την εισαγωγή νέων δραστηριοτήτων (Danneels και Kleinschmidt 2001). Άλλες προσεγγίσεις μέτρησης συγχέουν τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας, τα είδη της καινοτομίας και την περιοχή της καινοτομίας (Gatignon et al. 2002), ενώ συχνά παρατηρούνται επικαλύψεις (Manley 2003). Άλλα προβλήματα στη μέτρηση της καινοτομίας εστιάζονται στην έλλειψη συσχέτισης μεταξύ του οικονομικού αντίκτυπου της καινοτομίας από τη μία πλευρά και της τεχνολογικής και επιστημονικής προόδου που επιφέρει η καινοτομία από την άλλη (Archibugi και Sirilli 2000).

Οι μέχρι τώρα οι συνήθεις τρόποι μέτρησης της καινοτομίας είναι οι εξής:

- Μέτρηση των δαπανών για την Έρευνα και Ανάπτυξη.
- Μέτρηση των ευρεσιτεχνιών.
- Επισκόπηση της καινοτομίας.

Η πληροφορία που παρέχεται μετά από μία μέτρηση της καινοτομίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανάδραση για την παρούσα θέση της εταιρίας, να επιδείξει τα αδύνατά της σημεία και να συμβάλει σε μία αποτελεσματικότερη και συστηματικότερη διαχείριση της καινοτομίας.

Όλες οι μεθοδολογίες βελτίωσης της καινοτομίας μέχρι τώρα, περιγράφουν τρόπους βελτίωσης της διαδικασίας της καινοτομίας, με ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και τεχνικών, χωρίς όμως να υπάρχει μία σαφής εκτίμηση του βαθμού αλλαγής της καινοτομικότητας (Bilalis et al. 2002). Η διαδικασία της καινοτομίας είναι από την φύση της μία διαδικασία επαναληπτική, με την οποία αρχικά εισάγεται ένα νέο καινοτόμο προϊόν και στη συνέχεια γίνεται μία επανεισαγωγή μίας βελτιωμένης έκδοσής του. Η επαναληπτική διαδικασία αυτή υποδηλώνει διάφορους βαθμούς καινοτομικότητας (Garcia και Calantone 2002). Επιπλέον, αν και η μελέτη ανταγωνιστικότητας των εταιριών είναι αρκετά δημοφιλής σε επιτυχημένες εταιρίες, παραμένει σχετικά ανύπαρκτη στον τομέα της σύγκρισης της καινοτομικότητας (Pervaiz και Zairi 1999). Στη διαδικασία ανάπτυξης νέων προϊόντων, υπάρχει ένας τεράστιος αριθμός μελετών που καθορίζουν παράγοντες επιτυχίας ή αποτυχίας, ελάχιστες όμως είναι αυτές που ενσωματώνουν χαρακτηριστικά καινοτομίας στη συγκριτική αξιολόγηση της επίδοσης της εταιρίας.

Η μέθοδος εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ μίας εταιρίας (Maravelakis et al. 2003), είναι μία προσέγγιση αποτίμησης της καινοτομίας της εταιρίας, στη διαδικασία ανάπτυξης ενός νέου προϊόντος. Παρέχει ένα βαθμό καινοτομίας στον οποίο μπορεί να βασιστεί μία μελέτη ανταγωνιστικότητας με εταιρίες που προέρχονται από τον ίδιο τομέα. Εντοπίζει τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας που μειονεκτούν και δίνει μία σαφή εκτίμηση του βαθμού αλλαγής της καινοτομικότητας στην επαναληπτική διαδικασία της καινοτομίας. Αποτελεί την βάση για τη δημιουργία μίας στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας. Παράλληλα με την εκτίμηση του μέτρου βελτίωσης της καινοτομίας, η αξιολόγηση της μεθόδου επεκτείνεται στην επίδραση της βελτίωσης της καινοτομίας στον κύκλο ανάπτυξης προϊόντος

1.3 Οι τρεις άξονες της καινοτομίας

Σύμφωνα με την προσέγγιση της εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ η καινοτομία συνίσταται σε τρεις άξονες (σχήμα 1.1):

- Άξονας Προϊόντος
- Άξονας της Διαδικασίας
- Άξονας της Διαχείρισης της Διαδικασίας



Σχήμα 1.1: Οι τρεις άξονες της καινοτομίας

Η καινοτομία του προϊόντος συντελείται όταν ένα νέο ή ένα βελτιωμένο προϊόν εισάγεται στην αγορά. Η καινοτομία της διαδικασίας είναι εισαγωγή νέων διαδικασιών στην ανάπτυξη του προϊόντος, ή η βελτίωση τους. Οι δύο πρώτοι άξονες καινοτομίας έχουν ισχυρή συσχέτιση: η καινοτομία στη διαδικασία μπορεί να αποφέρει καινοτομία στο προϊόν και αντίστοιχα η καινοτομία στο προϊόν μπορεί να ωθήσει την καινοτομία στη διαδικασία. Η εισαγωγή αλλαγών στη διοίκηση και οργάνωση συνιστά την καινοτομία της διοίκησης που συμπληρώνει τους δύο πρώτους άξονες. Στις υπάρχουσες μελέτες, τις περισσότερες φορές ο άξονας της διαχείρισης της παραγωγικής διαδικασίας παραλείπεται. Μέχρι τώρα οι επισκοπήσεις της καινοτομίας τείνουν να υποτιμούν το ρόλο της καινοτομίας της διοίκησης και οι έρευνες σε αυτό τον τομέα βρίσκονται σε πολύ πρώιμο στάδιο (Read 2000). Επιπλέον πιο πρόσφατες μελέτες τονίζουν την ανάγκη της διεύρυνσης της έννοιας της καινοτομίας με την εισαγωγή της οργανωτικής αλλαγής (Klomp 2001).

Μέχρι τώρα δεν έχουν εμφανιστεί μεθοδολογίες που χρησιμοποιούν τους τρεις αυτούς άξονες ταυτόχρονα είτε για μία ολική εκτίμηση της καινοτομίας της εταιρίας ή για μία εκτίμηση της καινοτομίας κάθε άξονα ξεχωριστά, όπως κάνει η παρούσα προσέγγιση της εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ. Επιπλέον δεν έχει δοθεί έμφαση στη βαθμολόγηση του επιπέδου της καινοτομίας, όσο αφορά το προϊόν, τη διαδικασία και τη διαχείριση της διαδικασίας (Bilalis et al. 2001).

1.3.1 Τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας

Κάθε άξονας της καινοτομίας συνίσταται από δέκα ανεξάρτητα χαρακτηριστικά (Innovation Attributes, $IA(i)$, $i=1,...,30$) (Πίνακας 1.1). Η επιλογή των χαρακτηριστικών αυτών έγινε μετά από εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση, με αρκετές συναντήσεις κατ' ιδίαν και σε ομάδες εργασίας με ειδικούς από διάφορους τομείς εταιριών ανάπτυξης προϊόντων. Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 1.1. τα χαρακτηριστικά καινοτομίας που βρίσκονται στην ίδια γραμμή (οριζόντια δράση) συνδέονται άμεσα μεταξύ τους. Κάθε χαρακτηριστικό καινοτομίας του προϊόντος διαμορφώνεται με μία διαδικασία η οποία διαχειρίζεται με ένα συγκεκριμένο τρόπο, οπότε και συνδέεται με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά από τους δύο υπόλοιπους άξονες.

A. Τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας του προϊόντος

IA1 Η ζήτηση στην αγορά

Η ζήτηση και η αποδοχή του προϊόντος στην αγορά, αποτελεί ένα από τα πιο βασικά κριτήρια καινοτομικότητας του προϊόντος (Cooper και Kleinschmidt 1987), (Leskiewicz και Sandvik 2003). Συνδέεται άμεσα με το μερίδιο αγοράς που κατέχει η εταιρία και το περιθώριο κέρδους.

IA2 Επίπεδο απήχησης

Το επίπεδο στο οποίο κινούνται οι πελάτες – στόχοι (τοπικό, εθνικό ή διεθνές) δίνει ένα μέτρο της αποδοχής του προϊόντος και της δυνατότητας μεγαλύτερης διεύρυνσής του σε διάφορες αγορές.

IA3 Βέλτιστη χρήση της υπάρχουσας τεχνολογίας

Εξετάζεται αν γίνεται βέλτιστη χρήση της υπάρχουσας τεχνολογίας που σχετίζεται με το προϊόν και την παραγωγή του προϊόντος. Σχετίζεται με διαδικασίες ενημέρωσης και πρόβλεψης της τεχνολογίας.

IA4 Τιμή/Αξία

Συγκρίνεται η τιμή και η αξία (λειτουργίες, δυνατότητες, ποικιλία) του προϊόντος σε σχέση με τις τιμές των αντίστοιχων ανταγωνιστικών προϊόντων που βρίσκονται στην αγορά (Walters και Lancaster 2000).

IA5 Συμμόρφωση στους κανονισμούς

Συμμόρφωση στους κανονισμούς ασφαλείας, υγείας, περιβάλλοντος κ.ά.. Αποτελεί χαρακτηριστικό καινοτομίας καθώς η συμμόρφωση στους κανονισμούς συχνά μπορεί να ωθήσει σε ποιοτικές καινοτόμες αλλαγές στο προϊόν.

IA6 Πρωτοτυπία

Από τον ορισμό της καινοτομίας προκύπτει ότι η πρωτοτυπία αποτελεί πολύ σημαντική ένδειξη της καινοτομίας. Εξετάζεται αν το προϊόν αποτελεί μία καινούργια λύση ή εμπεριέχει αλλαγές σε σχέση με τα ανταγωνιστικά προϊόντα. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να υφίστανται στο ίδιο το προϊόν, στη συσκευασία του, στον τρόπο διανομής του ή στη χρήση του. Αποτελεί και τρόπο αξιολόγησης της προσέγγισης της καινοτομίας από μια επιχείρηση (δραστική ή βηματική, συνεχής – ασυνεχής, κλπ.)

IA7 Προσφορά βελτιώσεων

Το προϊόν ως μία εξέλιξη της υπάρχουσας τεχνολογίας, με την έννοια της χρήσης νέων υλικών, της ύπαρξης νέων λειτουργιών, της χρήσης του προϊόντος σε νέες εφαρμογές. Χαρακτηρίζει εάν το προϊόν επιφέρει αλλαγές στο βασικό σχέδιο ή στην αρχιτεκτονική του.

IA8 Κάλυψη λειτουργικών αναγκών

Ποσοστό κάλυψης των συγκεκριμένων λειτουργικών αναγκών των πελατών, συμπεριλαμβανομένου της υπερκάλυψης με προσφορά επιπλέον λειτουργιών

που δεν έχουν καθοριστεί πλήρως από τις απαιτήσεις των πελατών. Σχετίζεται με την ανάλυση των απαιτήσεων του πελάτη.

IA9 Αισθητική

Η ελκυστικότητα της εξωτερικής εμφάνισης του προϊόντος είναι ένα κριτήριο καινοτομίας που συχνά υποτιμάται, αποτελεί όμως ένα κύριο παράγοντα της επιτυχίας του (Norman 2002).

IA10 Εκπλήρωση κανόνων πνευματικής ιδιοκτησίας

Σύμφωνα με τις κλασσικές μεθόδους μέτρησης της καινοτομίας που παρουσιάστηκαν, πολλές μελέτες χρησιμοποιούν ως αποκλειστικό κριτήριο καινοτομίας τις ευρεσιτεχνίες. Εκτιμάται κατά πόσο έχει γίνει αξιολόγηση και χρήση ευρεσιτεχνιών.

B . Τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας της διαδικασίας

IA11 Έρευνα αγοράς

Συστηματικότητα και βάθος της έρευνας αγοράς. Αποτελεί μία προσπάθεια για τη συγκέντρωση νέων στοιχείων και την απόκτηση νέας γνώσης που βελτιώνει την καινοτομία του προϊόντος (Maidique και Zirger 1984). Η έρευνα αγοράς μπορεί να αποκαλύψει εναλλακτικές λύσεις που αφορούν τη σχεδίαση, την τιμή του, τη διανομή, την προώθηση του προϊόντος και παρέχει μία εκτίμηση της αποδοχής και της εικόνας του προϊόντος στην αγορά.

IA12 Σύνδεση με τους πελάτες-στόχους

Συχνότητα επαφής της εταιρίας με τους πελάτες στόχους σε τοπικό, εθνικό ή διεθνές επίπεδο. Κύριος στόχος είναι η δημιουργία μίας μακρόχρονης σχέσης κυρίως μεταξύ των μεγάλων πελατών (Von Hippel 1988).

IA13 Πρόσβαση στην νέα τεχνολογία

Συχνότητα της επαφής της εταιρίας με τις τρέχουσες εξελίξεις της τεχνολογίας που αφορά την παραγωγή του προϊόντος. Άμεσα σχετίζεται με ύπαρξη τμημάτων E&A, σχεδιασμού, συνεργασίας με τεχνολογικούς φορείς, συμμετοχή σε εκθέσεις, κλπ.

IA14 Μεθοδολογία κοστολόγησης

Μεθοδολογία κοστολόγησης σε όλες τις φάσεις της διαδικασίας ανάπτυξης του προϊόντος. Η αναλυτική και ακριβής μεθοδολογία κοστολόγησης είναι απαραίτητη για τη μείωση του ολικού κόστους παραγωγής του προϊόντος.

IA15 Συμμόρφωση στους κανονισμούς

Συμμόρφωση της διαδικασίας ανάπτυξης του προϊόντος στους κανονισμούς ασφαλείας, υγείας, περιβάλλοντος, κ.α., παράλληλα με διαδικασίες διαπίστωσης όλων αυτών. Συχνά η συμμόρφωση της διαδικασίας ανάπτυξης στους κανονισμούς, συντελεί στην ποιοτική αναβάθμιση του προϊόντος.

IA16 Τεχνική ανάπτυξης νέων ιδεών

Εξετάζεται η ύπαρξη συγκεκριμένων τεχνικών και προσεγγίσεων για την ανάπτυξη νέων ιδεών, οι οποίες έχουν σημαντική συνδρομή για την ανάπτυξη ενός επιτυχημένου καινοτομικού προϊόντος (Howell και Boies 2004).

IA17 Τεχνικές βελτίωσης

Εκτιμάται η προσπάθεια και οι τεχνικές για ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, νέων υλικών, νέων λειτουργιών και χρήσεων στο παραγόμενο προϊόν.

IA18 Έμφαση στην εκπλήρωση των λειτουργικών αναγκών

Εστίαση της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων εστιάζεται στις συγκεκριμένες λειτουργικές ανάγκες του προϊόντος. Άμεσα σχετίζεται με τη διαδικασία μετατροπής των απαιτήσεων σε προδιαγραφές προϊόντων και τον τρόπο συμμετοχής του εμπορικού τμήματος στη διαδικασία ανάπτυξης των προϊόντων.

IA19 Έμφαση στην αισθητική κατά τη σχεδίαση

Η επιτυχία προϊόντων που χρησιμοποιούν σταθερή τεχνολογία και έχουν σταθερούς πελάτες στόχους, εξαρτάται άμεσα από την ελκυστικότητα τους και την οπτική διαφοροποίηση σε σχέση με τα ανταγωνιστικά προϊόντα (Yamamoto και Lambert 1994). Η αισθητική του προϊόντος σε συνδυασμό με την ανάλυση της εργονομίας (Helander 1995), είναι ένας από του βασικούς στόχους του βιομηχανικού σχεδιασμού (Industrial Design). Εκτιμάται η χρήση

συστημάτων και μηχανικών βιομηχανικού σχεδιασμού.

ΙΑ20 Τυπικές διαδικασίες για την κατοχύρωση των πνευματικών δικαιωμάτων

Εξετάζεται αν γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες για την κατοχύρωση των πνευματικών δικαιωμάτων. Κατά πόσο η εταιρία είναι προσανατολισμένη στην κατοχύρωση ευρεσιτεχνιών και σχεδίων, και αποτελεί πολιτική της η παραπάνω μεθοδολογία.

Γ. Τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας της διαχείρισης της διαδικασίας

ΙΑ21 Μελέτη σκοπιμότητας

Εξετάζεται κατά πόσον η διαδικασία ανάπτυξης έχει βασιστεί σε μελέτη σκοπιμότητας (feasibility study), η οποία αποτελεί τη βάση (τεχνική, οικονομική, εμπορική) για να αποφασισθεί μια επένδυση. Επίσης καθορίζει και αναλύει κρίσιμα στοιχεία που σχετίζονται με την παραγωγή του συγκεκριμένου προϊόντος μαζί με τις εναλλακτικές προσεγγίσεις μιας τέτοιας παραγωγής. Έτσι μια μελέτη σκοπιμότητας δίνει την εικόνα μιας συγκεκριμένης παραγωγικής δυνατότητας που χρησιμοποιεί μια συγκεκριμένη τεχνολογία ή τεχνολογίες σε σχέση με ορισμένες πρώτες ύλες και άλλες εισροές, με συγκεκριμένα κεφάλαια επενδύσεως και παραγωγικό κόστος, καθώς και τα έσοδα από πωλήσεις που καθορίζουν και την απόδοση του κεφαλαίου επενδύσεως.

ΙΑ22 Τυπικές διαδικασίες για τη διασφάλιση της επικοινωνίας με τους πελάτες στόχους

Χρήση τυπικών διαδικασιών στα πλαίσια της επικοινωνίας με πελάτες-στόχους. Αυτές μπορεί να είναι συμμετοχή σε εκθέσεις, διανομή δειγμάτων, συνεντεύξεις, συναντήσεις με ομάδες πελατών (focus group) κ.ά..

ΙΑ23 Τυπικές διαδικασίες για την εφαρμογή της βέλτιστης τεχνολογίας

Μία από τις βασικές ενδείξεις καινοτομίας είναι η συστηματική παρακολούθηση της παρούσας εξέλιξης της τεχνολογίας (Hax και Majluf 1991), η εκτίμηση του επιπέδου τεχνολογίας των ανταγωνιστών (Paras 1984), ο εντοπισμός των καινούργιων τεχνολογιών και η σωστή επιλογή της βέλτιστης τεχνολογίας για τη συγκεκριμένη τεχνολογία. Εξετάζεται η χρήση τυπικών διαδικασιών για τις παραπάνω δραστηριότητες.

IA24 Έλεγχος κόστους

Ο έλεγχος κόστους αποτελεί μια διαδικασία συστηματικής επισκόπησης η οποία εφαρμόζεται στη φάση της σχεδίασης, με στόχο τη μείωση του κόστους παραγωγής του προϊόντος, διατηρώντας ταυτόχρονα την αξία και τις απαιτούμενες προδιαγραφές λειτουργίας (αξία / τιμή) και την εξασφάλιση της βιωσιμότητας και της ανταγωνιστικής τιμής του προϊόντος. Εξετάζεται κατά πόσο εφαρμόζεται στη διαδικασία ανάπτυξης του προϊόντος.

IA25 Ποιοτικός έλεγχος

Τυπικές διαδικασίες ελέγχου κατά τη φάση της σχεδίασης που περιλαμβάνουν χρήση μεθόδων για την ανάλυση και τη βελτίωση της ποιότητας της διαδικασίας της καινοτομίας και διαδικασίες για την εξασφάλιση των μέχρι τώρα ισχυόντων κανόνων (ασφαλείας, υγείας, περιβάλλοντος κτλ) (Clausing 1994).

IA26 Οργανωτική κουλτούρα

Έμφαση της οργανωτικής κουλτούρας στην καινοτομία. Έχει αποδειχτεί ότι η οργανωτική κουλτούρα συνδέεται άμεσα με την καινοτομικότητα της εταιρίας (Deshpande και Farley 2004). Στοιχεία της οργανωτικής κουλτούρας που δίνουν έμφαση στην καινοτομία είναι η ενθάρρυνση της δημιουργίας νέων ιδεών, η αποσαφήνιση της καινοτομικής πολιτικής της εταιρίας σε όλους τους εργαζόμενους, ο καθορισμός συστημάτων μέτρησης της απόδοσης, η εκπαίδευση του προσωπικού κ.ά..

IA27 Ποσοτικοί έλεγχοι με κριτήρια για την εκτίμηση της βελτίωσης της τεχνολογίας, των νέων υλικών, λειτουργιών και χρήσεων

Εισαγωγή ελέγχων, με ποσοτικά στοιχεία και ελάχιστες τιμές αποδοχής, για την εκτίμηση της βελτίωσης της τεχνολογίας, των νέων υλικών, λειτουργιών

και χρήσεων. Διαδικασίες ενσωμάτωσης και αξιολόγησης νέων τεχνολογιών και μεθόδων από την εταιρεία.

ΙΑ28 Ποσοτικοί έλεγχοι με κριτήρια για τον βαθμό εκπλήρωσης των λειτουργικών αναγκών



Εισαγωγή ελέγχων, με ποσοτικά στοιχεία και ελάχιστες τιμές αποδοχής, για την εκτίμηση του βαθμού εκπλήρωσης των συγκεκριμένων λειτουργικών αναγκών.

Διαδικασίες μάρκετινγκ και ποιοτικού ελέγχου για την αισθητική του προϊόντος

Εισαγωγή διαδικασιών μάρκετινγκ και ποιοτικού ελέγχου για την εκτίμηση και τη διασφάλιση της καλής αισθητικής του προϊόντος. Άμεσα σχετίζεται με την παραγωγή και δοκιμή των πρωτοτύπων.

ΙΑ29 Τυπικός έλεγχος για τη διασφάλιση των πνευματικών δικαιωμάτων

Εξετάζεται η ύπαρξη τυπικών διαδικασιών ελέγχου για τη διασφάλιση των πνευματικών δικαιωμάτων.

 Αξονας Προϊόντος	 Αξονας Διαδικασίας	 Αξονας Διαχείρισης
IA01 Η ζήτηση στην αγορά	IA11 Έρευνα αγοράς	IA21 Μελέτη σκοπιμότητας
IA02 Επίπεδο απήχησης	IA12 Σύνδεση με τους πελάτες-στόχους	IA22 Τυπικές διαδικασίες για τη διασφάλιση της επικοινωνίας με τους πελάτες στόχους
IA03 Βέλτιστη χρήση της υπάρχουσας τεχνολογίας	IA13 Πρόσβαση στην νέα τεχνολογία	IA23 Τυπικές διαδικασίες για την εφαρμογή της βέλτιστης τεχνολογίας
IA04 Τιμή / Αξία	IA14 Μεθοδολογία κοστολόγησης	IA24 Έλεγχος κόστους
IA05 Συμμόρφωση στους κανονισμούς	IA15 Συμμόρφωση στους κανονισμούς	IA25 Ποιοτικός έλεγχος
IA06 Πρωτοτυπία	IA16 Τεχνική ανάπτυξης νέων ιδεών	IA26 Οργανωτική κουλτούρα
IA07 Προσφορά βελτιώσεων	IA17 Τεχνικές βελτίωσης	IA27 Ποσοτικοί έλεγχοι με κριτήρια αποδοχής για την εκτίμηση της βελτίωσης
IA08 Κάλυψη λειτουργικών αναγκών	IA18 Έμφαση στην εκπλήρωση των λειτουργικών αναγκών	IA28 Ποσοτικοί έλεγχοι με κριτήρια για τον βαθμό εκπλήρωσης των λειτουργικών αναγκών
IA09 Αισθητική	IA19 Έμφαση στην αισθητική κατά τη σχεδίαση	IA29 Διαδικασίες μάρκετινγκ και ποιοτικού ελέγχου για την αισθητική του προϊόντος
IA10 Εκπλήρωση κανόνων πνευματικής ιδιοκτησίας	IA20 Τυπικές διαδικασίες για την κατοχύρωση των πνευματικών δικαιωμάτων	IA30 Τυπικός έλεγχος για τη διασφάλιση των πνευματικών δικαιωμάτων

Πίνακας 1.1 Χαρακτηριστικά της Καινοτομίας

1.4. Ο τρόπος μέτρησης

Η εκτίμηση του καινοτομικού προφίλ της εταιρίας, είναι μία προσέγγιση μέτρησης της καινοτομίας με επισκόπηση στο επίπεδο των καινοτόμων δραστηριοτήτων της εταιρίας («υποκειμενική προσέγγιση»). Στη συγκεκριμένη προσέγγιση για πρώτη φορά η αξιολόγηση γίνεται στους τρεις άξονες της καινοτομίας: το προϊόν, τη διαδικασία και τη διαχείριση της διαδικασίας. Κάθε ένα χαρακτηριστικό της καινοτομίας $IA(i)$, αξιολογείται με έναν βαθμό καινοτομίας (Innovation Score, $IS(i)$, $i=1,\dots,30$) που παίρνει τιμές 0 (ελάχιστη) έως 4 (μέγιστη). Ο συνολικός βαθμός που προκύπτει και από τους τρεις άξονες αντιπροσωπεύει την καινοτομικότητα της εταιρίας. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γίνει μία αρχική καταχώρηση της καινοτομικότητας και ταυτόχρονα μία συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των εταιριών. Στην προσέγγιση της εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ, η ταξινόμηση των εταιριών γίνεται ανάλογα με την χώρα, το μέγεθος της εταιρίας και το πλήθος των προϊόντων που παράγουν. Αναλυτικότερα οι κατηγορίες ταξινόμησης είναι οι εξής:

1. Χώρα προέλευσης
2. Μέγεθος εταιρίας – Αριθμός προσωπικού
 - 1-5
 - 6-10
 - 11-20
 - 21-50
 - 51-250
 - 250+
3. Ανά τομέα:
 - Βιομηχανικές εταιρίες και βιοτεχνίες
 - Ηλεκτρονικών / Ηλεκτρολογικών προϊόντων
 - Περιβαλλοντολογικών προϊόντων
 - Ασφάλεια Εργασίας








































- Υποδηματοποιεία
- Πλαστικά / Κεραμικά
- Κλωστοϋφαντουργία
- Άλλος

4. Πλήθος προϊόντων

- Ένα συγκεκριμένο προϊόν
- Μικρή ποικιλία προϊόντων (λιγότερα από 5)
- Μεσαία ποικιλία προϊόντων (μέχρι 20)
- Μεγάλη ποικιλία προϊόντων (πάνω από 20)

Παράλληλα, η μέθοδος συμβάλει στη δημιουργία μίας στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας. Αναγνωρίζονται τα χαρακτηριστικά καινοτομίας που παρουσιάζουν τη μικρότερη επίδοση και τη μεγαλύτερη δυνατότητα βελτίωσης, συγκριτικά με εταιρίες του ίδιου τομέα. Ταυτόχρονα τοποθετούνται και στόχοι για τη στρατηγική βελτίωσης της καινοτομίας.

Ένα παράδειγμα της μεθόδου εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ μίας εταιρίας και συγκριτικής αξιολόγησης με τις εταιρίες που προέρχονται από τον ίδιο τομέα (βιομηχανίες / βιοτεχνίες) φαίνεται στο σχήμα 1.2 (Maravelakis et al. 2003). Ο χρωματισμός σε κάθε χαρακτηριστικό καινοτομίας μεταβάλλεται ανάλογα με τη διαφορά του από το μέσο όρο των εταιριών του τομέα και φανερώνει την ανάγκη δράσης για τη βελτίωση του χαρακτηριστικού.

 Product Dimension Attributes			Score	Average	Action	 Process Dimension Attributes			Score	Average	Action	 Management Dimension Attributes			Score	Average	Action
1	market need	4	2,6			Market appraisal	3	1,2			Focus on feasibility studies	2	1,8				
2	appeal to target groups	3	2,2			Liaise with target groups	2	2,1			Formal procedures to ensure dialogue with target groups	2	1,9				
3	Best use of technology	2	2,1			Technology access	2	2,3			Formal procedures for evaluating best use of technology	1	1,7				
4	Value for money	2	2,0			Value and cost analysis	1	1,9			Costing controls	1	1,2				
5	Standards compliance	3	3,2			Compliance investigation	3	2,1			Quality control procedures for standards compliance	2	1,8				
6	Original/novel solution	2	2,9			Idea generation technique	1	1,8			Maintenance of culture to ensure original/novel solution	2	1,7				
7	Offers improvements	3	2,8			Active attempts for improvement	3	2,0			Measurable tests to determine improvement	2	1,9				
8	Delivers functional needs	3	3,8			Processes for delivering functional needs	3	2,8			Measurable tests to ensure functional needs	2	2,0				
9	Good aesthetic definition	4	2,5			Design emphasis on good aesthetic definition	3	1,6			Marketing and quality control procedures to determine good aesthetic definition	3	1,4				
10	Complies with IPR	2	2,2			Procedures to ensure no breach of IPR	2	1,8			Legal process control	2	1,1				
Product Innovation Score		2.8	2,6			Process Innovation Score	2.3	2,0			Management Innovation Score	1.9	1,7				
Index:																	
 Above average sector score (>average+0.5): no action need																	
 Close to average sector score(average ± 0.5) possible corrective action required																	
 Below average sector score (average -0.5), corrective action required																	
Sample: 100 creative industries sector – software, internet developer, network design, craft and fashion design companies																	

Σχήμα 1.2: Παράδειγμα εκτίμησης και συγκριτικής αξιολόγησης του καινοτομικού προφίλ

1.5 Στρατηγική βελτίωσης της καινοτομίας με Πίνακα Δομής Σχεδίασης

Η ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων και διαδικασιών είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για μία επιτυχημένη επιχείρηση. Επιπλέον η διαδικασία της καινοτομίας βελτιώνει τις ικανότητες της εταιρίας κάνοντας την έτσι πιο ευέλικτη και πιο εύκολα προσαρμόσιμη στις πιέσεις της αγοράς, σε σχέση με μη καινοτόμες εταιρίες (Geroski 1994).

Για τη βελτίωση του καινοτομικού προφίλ μίας εταιρίας είναι απαραίτητοι αρκετοί πόροι που περιλαμβάνουν ειδικά εργαλεία και τεχνικές, εκπαίδευση προσωπικού, συμμετοχή ειδικών ή συμβούλων, νέες συνεργασίες κ.ά.. Ο κανόνας έχει δείξει ότι οι πόροι είναι περιορισμένοι στις περισσότερες εταιρίες. Έτσι, έχει γίνει επιτακτική η ανάγκη για τη δημιουργία μίας βέλτιστης στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας, η οποία θα εκμεταλλεύεται με τον καλύτερο τρόπο τους διαθέσιμους πόρους της εταιρίας και θα έχει τη μέγιστη επίδραση στην καινοτομία της εταιρίας. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μία

νέα στρατηγική βελτίωσης της καινοτομίας με Πίνακα Δομής Σχεδίασης (Maravelakis et al 2004).

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της επισκόπησης της καινοτομίας με τη μέθοδο της εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ, έδειξε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των τριών αξόνων της καινοτομίας. Η ανάλυση μπορεί να επεκταθεί και με τη μελέτη της συσχέτισης μεταξύ των διαφορετικών χαρακτηριστικών καινοτομίας και από τους τρεις άξονες. Η βέλτιστη στρατηγική βελτίωσης της καινοτομίας που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια βασίζεται άμεσα στις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας.

Για τη συμβατότητα των αποτελεσμάτων, ως δείγμα για τη στατιστική ανάλυση επιλέχτηκε ο βιομηχανικός / βιοτεχνικός τομέας με 100 εταιρίες από Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο και Γερμανία. Από τα 30 χαρακτηριστικά καινοτομίας προκύπτουν 435 ζεύγη για τα οποία μπορεί να μελετηθεί η συσχέτιση. Εξετάζοντας τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (πίνακας 1.2), παρατηρούνται διαφορετικά επίπεδα συσχέτισης μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας που κυμαίνονται σχεδόν σε όλο το εύρος τιμών (0-0,89). Όπως ήταν αναμενόμενο τα χαρακτηριστικά καινοτομίας που βρίσκονται στην ίδια οριζόντια δράση παρουσιάζουν ισχυρή συσχέτιση με ένα μέσο όρο συσχέτισης ίσο με 0,6. Αναλυτικότερα από αυτά τα 30 ζεύγη υπάρχουν:

- 6 ζεύγη με πολύ ισχυρή συσχέτιση ($>,75$)
- 17 ζεύγη με ισχυρή συσχέτιση (0,50-0,75)
- 7 ζεύγη με μεσαία συσχέτιση (0,25-0,5)

Για παράδειγμα πολύ ισχυρές συσχετίσεις παρουσιάζουν τα ζεύγη IA(03) με IA(13) (0,75), IA(05) με IA(15) (0,84), IA(06) με IA(16) (0,79), IA(10) με IA(20) (0,89), IA(10) με IA(30) (0,79) και IA(20) με IA(30) (0,78). Επιπλέον από τα συνολικά 405 ζεύγη χαρακτηριστικών καινοτομίας που δεν ανήκουν σε

οριζόντιες δράσεις υπάρχει αρκετή διακύμανση στα αποτελέσματα. Από τον ορισμό των χαρακτηριστικών καινοτομίας, όπως είναι αναμενόμενο, παρουσιάστηκαν ζεύγη με ισχυρή, μεσαία και μικρή / αμελητέα συσχέτιση. Αναλυτικότερα:

- 1 ζεύγος (IA(25) με IA(28)) με πολύ ισχυρή συσχέτιση (0,79)
- 84 ζεύγη με ισχυρή συσχέτιση
- 227 με μεσαία συσχέτιση
- 93 με μικρή / αμελητέα συσχέτιση

Innovation Attributes		Product Axis										Process Axis										Management Axis									
		IA(1)	IA(2)	IA(3)	IA(4)	IA(5)	IA(6)	IA(7)	IA(8)	IA(9)	IA(10)	IA(11)	IA(12)	IA(13)	IA(14)	IA(15)	IA(16)	IA(17)	IA(18)	IA(19)	IA(20)	IA(21)	IA(22)	IA(23)	IA(24)	IA(25)	IA(26)	IA(27)	IA(28)	IA(29)	IA(30)
Product Axis	IA(1)	1,00																													
	IA(2)	0,44	1,00																												
	IA(3)	0,59	0,13	1,00																											
	IA(4)	0,62	0,47	0,58	1,00																										
	IA(5)	0,64	0,54	0,37	0,72	1,00																									
	IA(6)	0,29	0,15	0,15	0,29	0,18	1,00																								
	IA(7)	0,52	0,12	0,33	0,40	0,37	0,14	1,00																							
	IA(8)	0,42	0,40	0,21	0,44	0,50	0,12	0,55	1,00																						
	IA(9)	0,32	0,32	0,10	0,23	0,28	0,43	0,14	0,30	1,00																					
	IA(10)	0,56	0,59	0,27	0,60	0,70	0,15	0,43	0,63	0,35	1,00																				
Process Axis	IA(11)	0,69	0,35	0,34	0,42	0,56	0,35	0,16	0,09	0,29	0,41	1,00																			
	IA(12)	0,43	0,64	0,03	0,34	0,53	0,26	0,05	0,31	0,33	0,50	0,54	1,00																		
	IA(13)	0,53	0,08	0,75	0,55	0,52	0,36	0,20	0,13	0,18	0,27	0,60	0,28	1,00																	
	IA(14)	0,51	0,29	0,45	0,62	0,52	0,33	0,23	0,22	0,35	0,30	0,51	0,39	0,59	1,00																
	IA(15)	0,47	0,37	0,40	0,55	0,84	0,20	0,20	0,24	0,18	0,51	0,63	0,50	0,62	0,54	1,00															
	IA(16)	0,47	0,31	0,25	0,55	0,44	0,79	0,20	0,29	0,35	0,40	0,42	0,39	0,43	0,43	0,42	1,00														
	IA(17)	0,44	0,27	0,27	0,57	0,57	0,15	0,38	0,26	0,10	0,43	0,51	0,38	0,37	0,46	0,64	0,39	1,00													
	IA(18)	0,35	0,24	0,32	0,49	0,64	0,20	0,45	0,66	0,32	0,56	0,35	0,43	0,48	0,41	0,65	0,36	0,48	1,00												
	IA(19)	0,36	0,33	0,23	0,33	0,43	0,36	0,18	0,25	0,71	0,36	0,41	0,31	0,23	0,38	0,38	0,38	0,31	0,35	1,00											
	IA(20)	0,47	0,45	0,23	0,62	0,71	0,17	0,38	0,53	0,24	0,89	0,38	0,50	0,33	0,43	0,60	0,45	0,54	0,58	0,33	1,00										
Management Axis	IA(21)	0,72	0,33	0,41	0,49	0,55	0,32	0,27	0,32	0,35	0,37	0,56	0,44	0,40	0,56	0,53	0,48	0,46	0,42	0,25	0,36	1,00									
	IA(22)	0,28	0,59	-0,05	0,27	0,37	0,22	0,08	0,37	0,33	0,35	0,21	0,61	-0,06	0,38	0,38	0,32	0,32	0,32	0,43	0,35	0,53	1,00								
	IA(23)	0,56	0,13	0,62	0,51	0,41	0,16	0,33	0,19	0,15	0,26	0,43	0,13	0,58	0,45	0,50	0,25	0,51	0,35	0,16	0,23	0,55	0,26	1,00							
	IA(24)	0,45	0,29	0,37	0,44	0,39	0,07	0,19	0,18	0,03	0,14	0,30	0,33	0,26	0,51	0,47	0,25	0,40	0,23	0,16	0,12	0,63	0,60	0,63	1,00						
	IA(25)	0,41	0,31	0,19	0,32	0,56	0,27	0,13	0,29	0,33	0,47	0,42	0,43	0,30	0,41	0,67	0,43	0,41	0,41	0,18	0,45	0,62	0,46	0,44	0,49	1,00					
	IA(26)	0,26	0,31	0,24	0,34	0,38	0,32	0,00	0,21	0,12	0,25	0,24	0,37	0,16	0,27	0,54	0,49	0,46	0,38	0,33	0,32	0,47	0,58	0,34	0,56	0,52	1,00				
	IA(27)	0,25	0,21	0,25	0,30	0,31	0,05	0,32	0,29	0,10	0,25	0,10	0,22	0,20	0,31	0,45	0,26	0,63	0,38	0,04	0,32	0,44	0,34	0,46	0,49	0,50	0,55	1,00			
	IA(28)	0,27	0,42	0,25	0,37	0,55	0,20	0,05	0,37	0,23	0,43	0,35	0,51	0,34	0,45	0,70	0,40	0,47	0,58	0,32	0,43	0,54	0,64	0,41	0,55	0,79	0,66	0,55	1,00		
	IA(29)	0,16	0,30	0,12	0,13	0,30	0,13	0,04	0,32	0,60	0,31	0,19	0,31	0,13	0,18	0,39	0,22	0,24	0,42	0,43	0,25	0,41	0,47	0,26	0,28	0,40	0,41	0,32	0,45	1,00	
	IA(30)	0,51	0,51	0,25	0,60	0,74	0,27	0,45	0,62	0,29	0,79	0,40	0,48	0,27	0,40	0,61	0,49	0,55	0,57	0,42	0,78	0,50	0,56	0,42	0,41	0,60	0,50	0,35	0,56	0,39	1,00

Index: C(i,j): Level of Correlation between IA(i) and IA(j) where:

0 - ,25: Low Correlation

,26 - ,50: Moderate Correlation

,51 - ,75: Strong Correlation

,76 - 1: Very Strong Correlation

Πίνακας 1.2: Πίνακας συσχέτισης μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας ως αποτέλεσμα στατιστικής ανάλυσης

1.6. Καταγραφή Αλληλεξαρτήσεων από Ειδικούς

Η χρήση ειδικών για την αποτίμηση δεδομένων στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων χρησιμοποιείται ευρέως στις διάφορες μελέτες, καθώς έτσι μπορεί να προσεγγιστεί με πιο αξιόπιστο τρόπο η πραγματικότητα. Για αυτόν το λόγο επιλέχθηκε μία ομάδα ειδικών από κάθε τομέα και για πρώτη φορά χρησιμοποιείται Πίνακας Δομής Σχεδίασης για την αποτύπωση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ χαρακτηριστικών καινοτομίας. Ο ΠΔΣ μπορεί να αποτυπώσει με ένα περιεκτικό, οπτικό τρόπο τα χαρακτηριστικά καινοτομίας σε μία διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων, να αναλύσει τις αλληλεπιδράσεις τους και να δώσει ένα εμπειρικό μέτρο της πολυπλοκότητας της καινοτομίας. Ο ΠΔΣ αρχικά καταγράφει τις σχέσεις εισόδου-εξόδου μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας περιγράφοντας την εξάρτηση τους μέσα στη διαδικασία. Στη συνέχεια, μετά από μεθόδους ανάλυσης και αναδιάταξης, ο ΠΔΣ αναδιαρθρώνεται, καθορίζοντας μία βελτιωμένη δομή της καινοτομίας.

Η στατιστική ανάλυση από τη βάση δεδομένων της προσέγγισης εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ, παρουσίασε ισχυρές ενδείξεις για ένα υψηλό βαθμό συσχέτισης μεταξύ μερικών χαρακτηριστικών καινοτομίας. Ωστόσο στην πράξη ο πίνακας αλληλεπιδράσεων δεν είναι συμμετρικός. Σε μία στρατηγική βελτίωσης της καινοτομίας ο βαθμός επίδρασης που έχει ένα χαρακτηριστικό καινοτομίας σε ένα άλλο δεν είναι πάντα ο ίδιος για την αντίστροφη σχέση. Για παράδειγμα, αν μία επιχείρηση επιθυμεί να βελτιώσει το ΙΑ(16) («Τεχνική ανάπτυξης ιδεών») μπορεί να έχει ένα θετικό αντίκτυπο στο ΙΑ(02) («Επίπεδο απήχησης του προϊόντος»), αλλά αυτό δεν ισχύει για το αντίστροφο. Ο πίνακας δομής σχεδίασης αντιμετωπίζει το πρόβλημα αυτό, καθώς η επίδραση που έχει ένα χαρακτηριστικό καινοτομίας στο άλλο μπορεί να πάρει δύο τιμές, ανάλογα με το χαρακτηριστικό που βελτιώνεται και αυτό που επηρεάζεται από τη βελτίωση.

Για κάθε από τους τομείς που ταξινομούνται οι εταιρίες με την μέθοδο εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ δημιουργήθηκε ένας ΠΔΣ με τα χαρακτηριστικά καινοτομίας από ειδικούς. Ο πίνακας δομής σχεδίασης που

δημιουργήθηκε από την ομάδα ειδικών από τον βιομηχανικό / βιοτεχνικό τομέα φαίνεται στον πίνακα 1.2. Το στοιχείο (i,j) δείχνει το επίπεδο εξάρτησης $D(i,j)$ του $IA(i)$ από το $IA(j)$ και παίρνει τις τιμές 3 (ισχυρή εξάρτηση), 2 (μεσαία εξάρτηση), 1 (μικρή εξάρτηση) και 0 (καθόλου εξάρτηση). Προκύπτουν 870 ζεύγη εξαρτήσεων. Όπως και στα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης τα ζεύγη χαρακτηριστικών καινοτομίας σε οριζόντια δράση, παρουσίασαν ισχυρή εξάρτηση με μέσο όρο 2,52. Από τα υπόλοιπα 810 ζεύγη παρουσιάστηκαν 28 με ισχυρή, 99 με μεσαία, 187 με μικρή και 496 χωρίς καθόλου εξάρτηση.

Ο τελικός ΠΔΣ μπορεί να προκύψει από ένα συνδυασμό του πίνακα συσχέτισης και του ΠΔΣ που δημιουργήθηκε από ειδικούς, χρησιμοποιώντας βάρη για κάθε πίνακα. Οι τιμές των εξαρτήσεων που δόθηκαν από τους ειδικούς κανονικοποιούνται στο διάστημα $[0,1]$.

1.7. Η επίδραση της βελτίωσης των χαρακτηριστικών καινοτομίας

Η σύγκριση του καινοτομικού προφίλ μίας εταιρίας με τις αντίστοιχες εταιρίες του ίδιου τομέα αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας τα οποία μειονεκτούν, δίνοντας έτσι μία πρώτη ένδειξη των χαρακτηριστικών που θα πρέπει να βελτιωθούν. Η βελτίωση ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού δεν αποτελεί ένα μεμονωμένο γεγονός αλλά αντίθετα, έχει μία επίδραση στα χαρακτηριστικά τα οποία εξαρτώνται από αυτό, ανάλογη με το βαθμό εξάρτησης. Στη συνέχεια θα μελετηθεί η επίδραση της βελτίωσης ενός χαρακτηριστικού καινοτομίας στο συνολικό καινοτομικό προφίλ της εταιρίας.

Για την εκτίμηση της επίδρασης της βελτίωσης ενός χαρακτηριστικού καινοτομίας $IA(i)$ στο καινοτομικό προφίλ της εταιρίας, ορίζεται ένας βαθμός επίδρασης της βελτίωσης (Improvement Impact Value, $II(i)$) για κάθε χαρακτηριστικό. Ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσης τείνει να αποτυπώσει τις παρακάτω παρατηρήσεις σε μαθηματική μορφή (Maravelakis et al. 2004):

1. Ο βαθμός επίδρασης $II(i)$ της βελτίωσης ενός χαρακτηριστικού καινοτομίας $IA(i)$, είναι μηδενικός όταν ο βαθμός καινοτομικότητας $IS(i)$ του χαρακτηριστικού αυτού είναι μέγιστος ($IS(i)=4$).
2. Ο βαθμός επίδρασης $II(i)$, εξαρτάται από μέγεθος της βελτίωσης του βαθμού καινοτομικότητας $IS(i)$.
3. Για κάθε χαρακτηριστικό καινοτομίας $IA(i)$, υπάρχει ένα μέγιστο περιθώριο βελτίωσης, το οποίο ορίζεται ως χωρητικότητα βελτίωσης (Improvement Capacity, $IC(i)$).
4. Εν γένει ένα χαρακτηριστικό καινοτομίας με μεγάλη χωρητικότητα βελτίωσης είναι ευκολότερο να βελτιωθεί κατά ένα συγκεκριμένο βαθμό, από ένα χαρακτηριστικό με μικρότερη χωρητικότητα βελτίωσης.
5. Ο βαθμός επίδρασης $II(i)$ ενός χαρακτηριστικού καινοτομίας $IA(i)$ εξαρτάται από το πλήθος των χαρακτηριστικών $IA(j)$ ($j=1, \dots, 30, j \neq i$) τα οποία εξαρτώνται από το $IA(i)$ και τον βαθμό εξάρτησης $D(i,j)$.
6. Ένα χαρακτηριστικό καινοτομίας $IA(i)$ που βελτιώνει το βαθμό καινοτομικότητας σε $IS(i)$ δεν έχει επίδραση στα χαρακτηριστικά καινοτομίας $IA(j)$ ($j=1, \dots, 30, j \neq i$), τα οποία έχουν μεγαλύτερο βαθμό καινοτομικότητας $IS(j)$ από το $IS(i)$.

Έτσι αν ο βαθμός καινοτομικότητας $IS(i)$ ενός χαρακτηριστικού καινοτομίας $IA(i)$ βελτιωθεί σε $IS'(i)$, ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσης $II(i)$ ορίζεται ως εξής:

$$II(i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (IS'(j) - IS(j))$$

όπου:

$$IS'(j) = \begin{cases} IS(j) & \text{if } IS(i) < IS(j) \\ IS(j) + D(i, j)(IS'(i) - IS(i)) & \text{if } IS(i) = IS(j) \\ IS(j) + D(i, j)(IS'(i) - IS(i)) + D(i, j) \left(IC(j)^2 - IC(i) \frac{IC(i)}{IS'(i) - IS(i)} \right) & \text{if } IS(i) > IS(j) \end{cases}$$

και:

- $II(i)$: ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσης του χαρακτηριστικού $IA(i)$.
- n : ο αριθμός των χαρακτηριστικών καινοτομίας που μπορούν να εφαρμοστούν στην εταιρία
- $IS(i)$: ο βαθμός καινοτομικότητας του χαρακτηριστικού $IA(i)$
- $IS'(i)$: ο βελτιωμένος βαθμός καινοτομικότητας του χαρακτηριστικού $IA(i)$
- $IC(i)$: η χωρητικότητα βελτίωσης του χαρακτηριστικού $IA(i)$, κανονικοποιημένα στο διάστημα $\{0,1\}$, $IC(i)=(4-IS(i))/4$
- $D(i,j)$: ο βαθμός εξάρτησης του χαρακτηριστικού $IA(i)$ από το $IA(j)$ κανονικοποιημένος στο διάστημα $\{0,1\}$.

Έτσι αν το χαρακτηριστικό καινοτομίας $IA(i)$ βελτιωθεί κατά μία μονάδα, ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσης του μπορεί να πάρει μία τιμή μεταξύ του 0, και 1. Ο βαθμός επίδρασης λαμβάνει τη μηδενική τιμή όταν κανένα από τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, είτε δεν εξαρτώνται από το $IA(i)$, ή έχουν βαθμό καινοτομικότητας μεγαλύτερο του $IS(i)$. Ο βαθμός επίδρασης λαμβάνει τιμή μονάδα, όταν όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά έχουν μέγιστη χωρητικότητα βελτίωσης και ισχυρή εξάρτηση από το $IA(i)$.

1.8. Στρατηγική βελτίωσης του καινοτομικού προφίλ

Η μέθοδος εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ της εταιρίας δίνει μια πρώτη ένδειξη των χαρακτηριστικών καινοτομίας που έχουν χαμηλή βαθμολογία ή μειονεκτούν με τους αντίστοιχους μέσους όρους των εταιριών που ανήκουν

στον ίδιο τομέα. Μία στρατηγική βελτίωσης του καινοτομικού προφίλ της εταιρίας μπορεί να ακολουθήσει μία σειρά βελτίωσης, ανάλογα με τον βαθμό καινοτομικότητας κάθε χαρακτηριστικού, ξεκινώντας με το χαρακτηριστικό με το μικρότερο βαθμό, ή ανάλογα με την απόκλιση του βαθμού του χαρακτηριστικού από τον μέσο όρο του τομέα, ξεκινώντας από αυτό με τη μεγαλύτερη απόκλιση. Ωστόσο οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών και η εκτίμηση της επίδρασης της βελτίωσης των καινοτομικών χαρακτηριστικών που ορίστηκε στην προηγούμενη παράγραφο, μπορεί να οδηγήσει σε μία βέλτιστη στρατηγική βελτίωσης του καινοτομικού προφίλ.

Η βέλτιστη στρατηγική βελτίωσης της καινοτομίας που παρουσιάζεται στη συνέχεια, χρησιμοποιεί ως κριτήριο τον βαθμό επίδρασης της βελτίωσης των καινοτομικών χαρακτηριστικών. Οι διαθέσιμοι πόροι της εταιρίας θα πρέπει να οδηγούνται προς τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας τα οποία έχουν το μεγαλύτερο βαθμό επίδρασης. Έτσι για κάθε χαρακτηριστικό το οποίο έχει ένα βαθμό καινοτομικότητας $IS(i)$, υπολογίζεται ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσής του σε ένα νέο βαθμό $IS'(i)$. Εξετάζονται όλες οι τιμές που μπορεί να πάρει ο νέος βαθμός $IS'(i)$ οι οποίες φτάνουν μέχρι τη μέγιστη τιμή 4. Στη συνέχεια μπορεί να γίνει μία κατάταξη των χαρακτηριστικών καινοτομίας σύμφωνα με το βαθμό επίδρασης της βελτίωσης, ή μία ενδεικτική ταξινόμηση σε χαρακτηριστικά με μεγάλη, μεσαία και μικρή επίδραση της βελτίωσής τους (πίνακας 1.3).

Η επίδραση της βελτίωσης των χαρακτηριστικών καινοτομίας μπορεί να εκτιμηθεί και με τη σύγκριση του νέου καινοτομικού προφίλ που προκύπτει, σε σχέση με το παλαιό και το καινοτομικό προφίλ του αντίστοιχου τομέα (πίνακας 1.4).

Innovation Attributes IA(i)		Innovation Scores IS(i)	Improvement Impact II(i) for IS'(i)=IS(i)+1	Improvement Impact II(i) for IS'(i)=IS(i)+2	Improvement Impact II(i) for IS'(i)=IS(i)+3	Improvement Impact II(i) for IS'(i)=IS(i)+4
Product Axis	IA(1)	1	0,071	0,136	0,202	-
	IA(2)	2	0,062	0,124	-	-
	IA(3)	3	0,116	-	-	-
	IA(4)	4	-	-	-	-
	IA(5)	0	0,011	0,022	0,033	0,044
	IA(6)	0	0,011	0,022	0,033	0,044
	IA(7)	1	0,078	0,156	0,233	-
	IA(8)	2	0,105	0,210	-	-
	IA(9)	3	0,054	-	-	-
	IA(10)	1	0,038	0,069	0,102	-
Process Axis	IA(11)	2	0,227	0,445	-	-
	IA(12)	2	0,067	0,133	-	-
	IA(13)	2	0,173	0,337	-	-
	IA(14)	3	0,035	-	-	-
	IA(15)	1	0,051	0,092	0,136	-
	IA(16)	4	-	-	-	-
	IA(17)	2	0,384	0,760	-	-
	IA(18)	2	0,114	0,229	-	-
	IA(19)	2	0,075	0,149	-	-
	IA(20)	3	0,114	-	-	-
Management Axis	IA(21)	1	0,104	0,202	0,302	-
	IA(22)	4	-	-	-	-
	IA(23)	2	0,110	0,205	-	-
	IA(24)	2	0,011	0,022	-	-
	IA(25)	2	0,145	0,276	-	-
	IA(26)	3	0,346	-	-	-
	IA(27)	1	0,078	0,156	0,233	-
	IA(28)	1	0,089	0,178	0,267	-
	IA(29)	2	0,086	0,172	-	-
	IA(30)	0	0,011	0,022	0,033	0,044

Index:	Improvement Impact II(i): II(i)>,25 : Strong Impact 0,1<II(i)<.25: Medium Impact II(i)<0,1 Low Impact
--------	--

Πίνακας 1.3: Η επίδραση της βελτίωσης των χαρακτηριστικών καινοτομίας

Innovation Attributes IA(i)		Innovation Scores IS(i)	Total Score	Sector Average	Improved Total Score for IS'(i)=IS(i)+1	Improved Total Score for IS'(i)=IS(i)+2	Improved Total Score for IS'(i)=IS(i)+3	Improved Total Score for IS'(i)=IS(i)+4
Product Axis	IA(1)	1	1,93	2,39	2,00	2,07	2,14	-
	IA(2)	2			2,00	2,06	-	-
	IA(3)	3			2,05	-	-	-
	IA(4)	4			-	-	-	-
	IA(5)	0			1,94	1,96	1,97	1,98
	IA(6)	0			1,94	1,96	1,97	1,98
	IA(7)	1			2,01	2,09	2,17	-
	IA(8)	2			2,04	2,14	-	-
	IA(9)	3			1,99	-	-	-
	IA(10)	1			1,97	2,00	2,04	-
Process Axis	IA(11)	2			2,16	2,38	-	-
	IA(12)	2			2,00	2,07	-	-
	IA(13)	2			2,11	2,27	-	-
	IA(14)	3			1,97	-	-	-
	IA(15)	1			1,98	2,03	2,07	-
	IA(16)	4			-	-	-	-
	IA(17)	2			2,32	2,69	-	-
	IA(18)	2			2,05	2,16	-	-
	IA(19)	2			2,01	2,08	-	-
	IA(20)	3			2,05	-	-	-
Management Axis	IA(21)	1			2,04	2,14	2,24	-
	IA(22)	4			-	-	-	-
	IA(23)	2			2,04	2,14	-	-
	IA(24)	2			1,94	1,96	-	-
	IA(25)	2			2,08	2,21	-	-
	IA(26)	3			2,28	-	-	-
	IA(27)	1			2,01	2,09	2,17	-
	IA(28)	1			2,02	2,11	2,20	-
	IA(29)	2			2,02	2,11	-	-
	IA(30)	0			1,94	1,96	1,97	1,98

Color Index:
Significant Improvement
Medium Improvement
Low Improvement

Πίνακας 1.4: Η επίδραση της βελτίωσης των χαρακτηριστικών καινοτομίας στο συνολικό καινοτομικό προφίλ της εταιρίας

1.9. Συμπεράσματα

Η βέλτιστη στρατηγική βελτίωσης που παρουσιάστηκε χρησιμοποιεί για πρώτη φορά Πίνακα Δομής Σχεδίασης με χαρακτηριστικά καινοτομίας. Από την εφαρμογή της σε εταιρίες και συναντήσεις με ειδικούς προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα και παρατηρήσεις:

- Ο Πίνακας Δομής Σχεδίασης Καινοτομίας αποτελεί ένα καινούργιο αποτελεσματικό τρόπο αποτύπωσης των εξαρτήσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας.
- Η ανάλυση του ΠΔΣ αποκαλύπτει βρόγχους μεταξύ των καινοτομικών χαρακτηριστικών με αποκλειστική αλληλεξάρτηση.

- Οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας έχουν ως αποτέλεσμα ένα βαθμό επίδρασης της βελτίωσης κάθε χαρακτηριστικού στο συνολικό καινοτομικό προφίλ κάθε εταιρίας.
- Ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσης κάθε χαρακτηριστικού αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την καθοδήγηση των διαθέσιμων πόρων της εταιρίας, που αποσκοπούν τη βελτίωση του καινοτομικού προφίλ.
- Η μέθοδος εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ εμφανίζει τα χαρακτηριστικά καινοτομίας με μικρό βαθμό καινοτομικότητας. Ωστόσο μία στρατηγική βελτίωσης του καινοτομικού προφίλ, ξεκινώντας από τα χαρακτηριστικά με το μικρότερο βαθμό δεν έχει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Εν γένει τα χαρακτηριστικά με το μικρότερο βαθμό καινοτομικότητας δεν έχουν το μέγιστο βαθμό επίδρασης. Επιπλέον υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που χαρακτηριστικά με σχετικά μικρό περιθώριο βελτίωσης, έχουν μεγάλο βαθμό επίδρασης.

Κεφάλαιο 2

Μοντέλα Ανάπτυξης Προϊόντων

2.1 Εισαγωγή

Ως ανάπτυξη προϊόντος ορίζεται όλο το σύνολο των δραστηριοτήτων, από την έρευνα αγοράς μέχρι την παράδοση στον πελάτη. Πιο αναλυτικά, η ανάπτυξη προϊόντος είναι η όλη διαδικασία της στρατηγικής, οργάνωσης, αρχικής σύλληψης, σχεδιασμού, δημιουργίας και εκτίμησης σχεδίου μάρκετινγκ και τελικής εμπορευματοποίησης ενός προϊόντος (Rosenau et al. 1996).

Η ανάπτυξη νέων προϊόντων αποτελεί μια πολύ κρίσιμη διαδικασία για τη βιωσιμότητα μίας επιχείρησης. Ο αυξανόμενος εγχώριος και εξωτερικός ανταγωνισμός, οι ραγδαία εξελισσόμενες τεχνολογίες, οι συνεχείς αλλαγές στις ανάγκες των πελατών και η πίεση για μείωση του κύκλου ανάπτυξης προϊόντων, καθιστούν την ανάπτυξη επιτυχημένων νέων προϊόντων επιτακτική. Η αναγνώριση της σπουδαιότητας της ανάπτυξης νέων προϊόντων σε συνδυασμό με την ύπαρξη σημαντικού ρίσκου για την επιτυχία της διαδικασίας, έχει ωθήσει σε ένα τεράστιο εύρος μελετών πάνω στο θέμα (Hart 1995).

2.2 Γενικά για τη βιβλιογραφία στην ανάπτυξη προϊόντων.

Η βιβλιογραφία σχετικά με την ανάπτυξη του προϊόντος είναι αρκετά εκτεταμένη. Παρουσιάζονται τουλάχιστον τέσσερις κοινές προσεγγίσεις της ανάπτυξης προϊόντων: το μάρκετινγκ, η οργάνωση, η σχεδίαση και η επιχειρησιακή έρευνα. Σημειολογικά αναφέρεται ότι η προσέγγιση της οργάνωσης εστιάζεται σε ένα συνονθύλευμα παραγόντων που συμβάλουν στην επιτυχία του προϊόντος (Brown και Eisenhardt 1995). Αντίθετα, στη βιβλιογραφία που το θέμα αντιμετωπίζεται από την πλευρά του μάρκετινγκ και της σχεδίασης, ο προσανατολισμός έγκειται στα θέματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν μεταξύ των μηχανικών σχεδίασης και των ερευνητών

αγοράς (Finger και Dixon 1989, Shocker και Srinivasan 1979, Mahajan και Wind 1992).

Η γενικευμένη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων μπορεί να χωρισθεί σειριακά στα στάδια του προγραμματισμού, της ανάπτυξης ιδέας, της σχεδίασης, του ελέγχου και διορθώσεων, της προκαταρκτικής και κυρίας παραγωγής, ενώ παράλληλα με όλα αυτά τα στάδια υπάρχει το στάδιο της οργάνωσης και διοίκησης, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1 (Ulrich και Eppinger 2000).



Σχήμα 2.1: Η γενικευμένη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων

Κάθε προσέγγιση της ανάπτυξης προϊόντων (μάρκετινγκ, οργάνωση, σχεδίαση και λειτουργική διοίκηση), εστιάζεται σε μία ή περισσότερες φάσεις της γενικευμένης διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων. Ωστόσο, ακόμα και σε κάθε προσέγγιση ξεχωριστά, υπάρχουν σημαντικές διαφορές όσον αφορά τη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται, τις υποθέσεις που λαμβάνονται, καθώς και την αντίληψη για την όλη διαδικασία της ανάπτυξης προϊόντος. Ως ένα σημείο, οι διαφορές αυτές αντανakλούν την τεράστια διαφοροποίηση που υπάρχει σε εταιρίες που αναπτύσσουν προϊόντα και τη διαδικασία που ακολουθούν. Έτσι, είναι πολύ δύσκολο να θεμελιωθεί μία θεωρία που να συνδυάζει και να ταξινομεί τις διάφορες προσεγγίσεις της βιβλιογραφίας στην ανάπτυξη προϊόντων (Krishnan και Ulrich 2001).

Σε αντίθεση όμως με το πώς αναπτύσσονται τα προϊόντα, το οποίο διαφοροποιείται όχι μόνο μεταξύ των εταιριών αλλά πολλές φορές ακόμα και στην ίδια την εταιρία με την πάροδο του χρόνου, οι γενικευμένες δραστηριότητες που γίνονται στις διάφορες φάσεις της ανάπτυξης,

παραμένουν μέσα σε κάποια σταθερά πλαίσια. Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να περιλαμβάνουν αναλύσεις, μελέτες, αποφάσεις, ελέγχους, αναθεωρήσεις και τις διάφορες δράσεις που γίνονται σε όλο τον κύκλο ανάπτυξης προϊόντος. Με αυτό τον τρόπο η τεράστια βιβλιογραφία στην ανάπτυξη προϊόντων μπορεί να αντιμετωπισθεί από την προοπτική των δραστηριοτήτων που γίνονται στις διάφορες φάσεις της ανάπτυξης.

2.3 Μείωση του χρόνου ανάπτυξης προϊόντων

Ένας από τους βασικούς στόχους στην ανάπτυξη του προϊόντος είναι η μείωση του χρόνου ανάπτυξης. Η ικανότητα μίας επιχείρησης να εισάγει γρηγορότερα ένα προϊόν σε συνδυασμό με καλύτερη ποιότητα σχεδίασης μπορεί να επιφέρει, καλύτερη απόδοση του προϊόντος και υψηλότερο μερίδιο αγοράς (Wheelwright και Clark 1992). Ο στόχος αυτός έχει χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως στις διάφορες μελέτες ανάπτυξης προϊόντων. Πολλές επικεντρώνονται στις τεχνολογίες μείωσης του χρόνου εκτέλεσης των διαφόρων σταδίων, με ιδιαίτερη έμφαση στην αντίστροφη μηχανική, στην ταχεία προτυποποίηση και στη παράλληλη μηχανική. Η μείωση του χρόνου ανάπτυξης όμως, είναι μια συνεχής προσπάθεια η οποία πρέπει να εστιάζεται σε όλο τον κύκλο ανάπτυξης του προϊόντος (Smith και Reinerster 1992).

2.4 Γενικά για τα μοντέλα ανάπτυξης προϊόντος

Όλα τα μοντέλα που κατά καιρούς έχουν διαμορφωθεί και στη συνέχεια χρησιμοποιηθεί βασίζονται στην παρατήρηση ότι η διαδικασία της σχεδίασης αποτελείται από έναν αριθμό επιμέρους εργασιών που έχουν ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο.

Υπάρχει επίσης μια ευδιάκριτη πορεία διαμόρφωσης της ερευνητικής διαδικασίας κατά τη φάση της σχεδίασής του που μπορεί να περιγραφεί μέσα από ποσοτικά ή γραφικά ή άλλης μορφής μοντέλα πρόβλεψης.

Για πολλά από τα χρησιμοποιούμενα μοντέλα η παράμετρος του χρόνου είναι σημαντική. Αυτό δεν εκπλήσσει από τη στιγμή που η χρονική ανοχή στη διαδικασία ανάπτυξης ενός προϊόντος είναι μια σημαντική παράμετρος

στην εκτίμηση της επιτυχίας ενός έργου που επηρεάζει και πολλές από τις επιλογές που γίνονται, ενώ αποτελεί μια ποσοτικά μετρήσιμη παράμετρο που εύκολα μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει και να αξιολογήσει.

Ιστορικά μια από τις πρώτες μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν στην πράξη και χρησιμοποιείται και ως σήμερα, τόσο για τον προγραμματισμό ενός έργου, όσο και για τη σχεδίαση κατανομής των διαθέσιμων πόρων δημιουργήθηκε από τον Henry Gantt το 1903. Η φιλοσοφία δημιουργίας της μεθόδου αυτής βασίστηκε στο γεγονός ότι το κάθε έργο χωρίζεται σε μια σειρά από καλά καθορισμένες εργασίες μικρότερης διάρκειας, των οποίων το κόστος και η διάρκεια είναι δυνατόν να εκτιμηθεί.

Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν πολλές ανάλογες μέθοδοι με σημαντικότερη τη μέθοδο CPM (τεχνικής ανάλυσης της κρίσιμης διαδρομής) ενός δικτύου που αναπτύχθηκε για 1^η φορά τη δεκαετία του '50 από την εταιρεία E.I. DuPont DeNemours όταν χρειάστηκε να μελετήσει πιθανούς τρόπους βελτίωσης και σχεδίασης κατασκευαστικών έργων της. Η μέθοδος αυτή αποτελεί ως και σήμερα μια συχνά εφαρμοζόμενη μέθοδο ανάλυσης του δικτύου των επιμέρους εργασιών ενός έργου που διατάσσονται με μια λογική σειρά. Χρησιμοποιείται για τη χάραξη της κρίσιμης διαδρομής η οποία είναι μία σειρά επιμέρους εξαρτημένων εργασιών (όπου η κάθε εργασία εξαρτάται από την προηγούμενή της) που αποτελούν τη μεγαλύτερη διαδρομή στο δίκτυο και που θα πρέπει να υλοποιηθούν έγκαιρα προκειμένου το συνολικό έργο να ολοκληρωθεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Παράλληλα με τη CPM, αναπτύχθηκε και η μέθοδος PERT (Program Evaluation and Review Technique), που χρησιμοποιήθηκε για 1^η φορά στα τέλη της δεκαετίας του '50 στα πλαίσια υλοποίησης ενός εξαιρετικά μεγάλου και πολύπλοκου έργου που ονομαζόταν Polaris για λογαριασμό του Αμερικάνικου Ναυτικού. Χαρακτηριστικό της και ουσιαστική διαφορά της μεθόδου PERT από τη μέθοδο CPM είναι ότι επιτρέπει την ύπαρξη αβεβαιότητας στους χρόνους ολοκλήρωσης των επιμέρους εργασιών ενός έργου.

Όλες οι παραπάνω μέθοδοι είχαν συγκεκριμένα μειονεκτήματα όπως έλλειψη ανάδρασης και επανάληψης, γεγονός που πολλές φορές είναι απαραίτητο ιδιαίτερα σε διαδικασίες σχεδίασης, ενώ υπήρχε μεγάλη δυσκολία για κάποιον να συλλέξει από την αρχή όλα τα απαραίτητα δεδομένα και να κατανοήσει τα αποτελέσματα που προέκυπταν ειδικά στις περιπτώσεις πολύπλοκων έργων.

Για τους παραπάνω λόγους διαμορφώθηκαν και άλλα μοντέλα που μπορούσαν να περιγράψουν και να παρακολουθήσουν καλύτερα τη διαδικασία σύλληψης, σχεδίασης διαμόρφωσης και διάχυσης ενός προϊόντος ή γενικά να παρακολουθήσουν καλύτερα την πορεία υλοποίησης ενός έργου χωρίς να χάνουν την αμεσότητα και την απλή δομή τους.

Τα μοντέλα αυτά χωρίζονται σε 5 μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το τι επιδιώκεται μέσα από τη χρήση τους κάθε φορά.

Οι 5 αυτές κατηγορίες είναι:

- σειριακά και σχεδιαστικά μοντέλα,
- μοντέλα αποσύνθεσης
- στοχαστικά μοντέλα χρονική ανοχής,
- χρονικά μοντέλα ανασκόπησης, και,
- μοντέλα παραλληλισμού.

2.5 Σειριακά και σχεδιαστικά μοντέλα

2.5.1 Πίνακας Δομής Σχεδίασης (Design Structure Matrix –DSM)

Οι τυπικές τεχνικές χρονικού προγραμματισμού των διαδικασιών, όπως η PERT και CPM, χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία, πολλές φορές όμως δεν μπορούν να μοντελοποιηθούν σε διαδικασίες ανάπτυξης προϊόντων (Erppinger κ.ά. 1994). Ένα αρκετά διαδεδομένο εργαλείο μοντελοποίησης της ροής πληροφοριών στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων είναι ο Πίνακας

Δομής Σχεδίασης - ΠΔΣ (DSM -Design Structure Matrix, Steward 1981). Ο Πίνακας Δομής Σχεδίασης είναι ένα εργαλείο που μπορεί να αντιμετωπίσει πολλές από τις προκλήσεις στη μείωση του κύκλου ανάπτυξης προϊόντων.

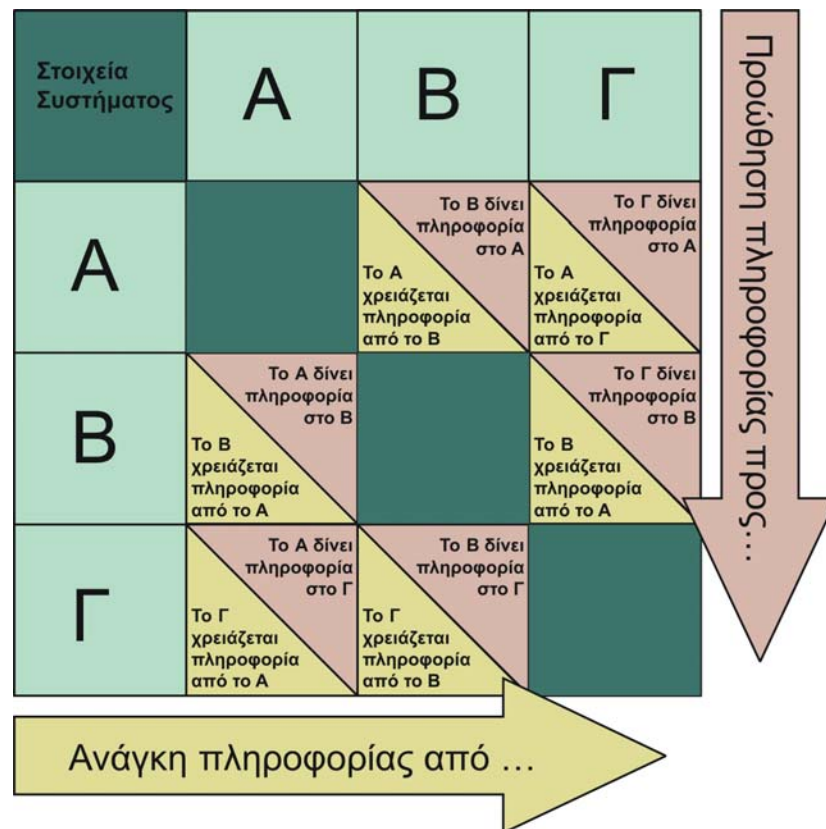
Η χρήση πινάκων για τη μοντελοποίηση συστημάτων ξεκίνησε από τη δεκαετία του 70 (Warfield 1973, 1974) και συνεχίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 80 με την εμφάνιση του Πίνακα Δομής Σχεδίασης (ΠΔΣ) (Steward 1981). Στη συνέχεια οι μεθοδολογίες αυτές παρέμειναν στην αφάνεια μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 90, οπότε και άρχισαν να έχουν ευρεία ανταπόκριση σε εφαρμογές διαχείρισης διαδικασιών ανάπτυξης προϊόντων (Browning 1998).

Ο ΠΔΣ είναι ένα εργαλείο - πίνακας που μπορεί να αποτυπώσει τη ροή πληροφοριών μεταξύ των διάφορων στοιχείων που αποτελούν ένα σύστημα. Ο ΠΔΣ είναι επίσης γνωστός και ως:

- Πίνακας Συσχέτισης Δομής
- Πίνακας Επίλυσης Προβλημάτων
- Πίνακας Προτεραιοτήτων Σχεδίασης

Η υλοποίηση του ΠΔΣ γίνεται με ανάπτυξη ενός πίνακα που αντιστοιχεί σε μία σειρά και μία στήλη κάθε στοιχείο του συστήματος. Αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ ενός στοιχείου i και ενός στοιχείου j , τότε η συσχέτιση αυτή δηλώνεται με κάποιο σύμβολο (π.χ. ένα X) στη θέση (i, j) του πίνακα. Διαβάζοντας κατά τη σειρά i , δηλώνονται όλα τα στοιχεία από τα οποία η ροή πληροφοριών τους είναι αναγκαία για το στοιχείο i . Διαβάζοντας κατά τη στήλη j δηλώνονται τα στοιχεία τα οποία απαιτούν την ροή πληροφορίας από το στοιχείο j . Σε περίπτωση που δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των στοιχείων i και j , τότε η θέση (i, j) του πίνακα παραμένει κενή. Τα σύμβολα που βρίσκονται κάτω από την κεντρική διαγώνιο του πίνακα δηλώνουν προώθηση της πληροφορίας σε στοιχεία που έπονται χρονικά. Τα σύμβολα που βρίσκονται πάνω από την κεντρική διαγώνιο απεικονίζουν ανατροφοδότηση πληροφορίας σε στοιχεία που έχουν προηγηθεί. Οι βασικές αρχές υλοποίησης και ανάγνωσης ενός ΠΔΣ φαίνονται στο σχήμα 2.2

Υπάρχουν τρεις βασικές δομές που χαρακτηρίζουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος (σχήμα 2.3):



Σχήμα 2.2: Οι βασικές αρχές υλοποίησης και ανάγνωσης του ΠΔΣ

Αλληλεπίδραση	Παράλληλη ή Ανεξάρτητη	Σειριακή ή Εξαρτημένη	Συζευγμένη ή Αλληλοεξαρτώμενη
Γράφημα			
Αναπαράσταση σε ΠΔΣ			

Σχήμα 2.3 Οι τρεις βασικές δομές αλληλεπίδρασης μεταξύ στοιχείων

1. Η παράλληλη ή ανεξάρτητη δομή
2. Η σειριακή ή εξαρτημένη δομή.
3. Η συζευγμένη δομή.

Στην παράλληλη δομή δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των στοιχείων, τα οποία μπορούν να γίνουν ανεξάρτητα. Στη σειριακή δομή υπάρχει μία μονόδρομη ροή πληροφορίας από το ένα στοιχείο στο άλλο, με αποτέλεσμα το δεύτερο στοιχείο να εξαρτάται πλήρως από αυτό που προηγείται. Στη συζευγμένη δομή υπάρχει ταυτόχρονη, κυκλική εξάρτηση μεταξύ των στοιχείων.

Ταξινόμηση των ΠΔΣ

Ανάλογα με τα στοιχεία που μπορούν να αποτυπωθούν, οι ΠΔΣ χωρίζονται σε 4 κατηγορίες (Browning 1999):

1. ΠΔΣ αρχιτεκτονικής (συστατικών). Χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση της αρχιτεκτονικής ενός συστήματος και βασίζεται στα συστατικά, στα υποσυστήματα και στις αλληλεπιδράσεις τους (Browning 2001, Pimmier and Eppinger, 1994, Pahl και Beitz 1996, Whitney et al. 1999).
2. ΠΔΣ οργάνωσης (εργαζομένων ή ομάδων εργασίας). Χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση οργανωτικών δομών και βασίζεται στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εργαζομένων / ομάδων εργασίας (Browning 1999, Thomas και Worren 2000, Sanchez και Mahoney 1997, Morelli et al. 1995).
3. ΠΔΣ προγραμματισμού (δραστηριοτήτων). Χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση διαδικασιών και δικτύωση των δραστηριοτήτων. Βασίζονται στη ροή της πληροφορίας και σε άλλες συσχετίσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων (Grose 1994, Browning 2000 et al.).
4. Παραμετρικοί ΠΔΣ (ή ΠΔΣ χαμηλού επιπέδου προγραμματισμού). Χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση στοιχείων χαμηλού επιπέδου όπως, παράμετροι και αποφάσεις σχεδίασης, συστήματα εξισώσεων, χρήση κοινών παραμέτρων από υπορουτίνες κ.ά.(Krishnan et al. 1997).

Οι ΠΔΣ στις δύο πρώτες κατηγορίες μπορούν να χαρακτηριστούν ως στατικοί, ενώ στις δύο τελευταίες ως χρονικά εξαρτημένοι (σχήμα 2.4). Επιπλέον μία επέκταση των δυαδικών ΠΔΣ είναι ο αριθμητικοί ΠΔΣ οι οποίοι θα εξεταστούν αναλυτικότερα στη συνέχεια.

	Είδος ΠΔΣ	Αναπαράσταση	Εφαρμογές	Μέθοδος Ανάλυσης
Στατικοί	Αρχιτεκτονικής (Συστατικών)	Σχέσεις μεταξύ των συστατικών	Αρχιτεκτονική Συστημάτων, Μηχανική και Σχεδίαση	Ομαδοποίηση
	Οργάνωσης (Ομάδων Εργασίας)	Σχέσεις μεταξύ των εργαζομένων ή ομάδων εργασίας	Οργανωτική Σχεδίαση, Διαχείριση Αλληλεπιδράσεων, Ενσωμάτωση Ομάδων	Ομαδοποίηση
Χρονικά Εξαρτημένοι	Προγραμματισμού (Δραστηριοτήτων)	Ροή πληροφοριών μεταξύ Δραστηριοτήτων	Προγραμματισμός, Προσδιορισμός αλληλουχίας δραστηριοτήτων, Μείωση χρόνου ανάπτυξης προϊόντων	Αναδιάρθρωση Καθορισμός αλληλουχίας
	Παραμετρικοί	Σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων σχεδίασης	Προσδιορισμός αλληλουχίας δραστηριοτήτων χαμηλού επιπέδου	Αναδιάρθρωση Καθορισμός αλληλουχίας

Σχήμα 2.4: Ταξινόμηση των ΠΔΣ

Μέθοδοι ανάλυσης ΠΔΣ

Ο βασικός στόχος των μεθόδων ανάλυσης σε ΠΔΣ είναι η ελαχιστοποίηση των αναδράσεων και των επαναλήψεων μεταξύ των στοιχείων του συστήματος. Οι αναδράσεις και οι επαναλήψεις συνήθως προέρχονται από:

- Αποτελέσματα ελέγχων που αναγκαστικά γίνονται αργότερα.
- Αποτελέσματα από προγραμματισμένες αναθεωρήσεις της σχεδίασης.
- Σφάλματα σχεδίασης.
- Προβλεπόμενους, σύμφωνα με τη σχεδίαση περιορισμούς.

Υπάρχουν δύο γενικές μέθοδοι ανάλυσης, η αναδιάρθρωση (partitioning) και η ομαδοποίηση (clustering).

Η μέθοδος της αναδιάρθρωσης σε ένα ΠΔΣ, είναι μία διαδικασία ανακατάταξης των σειρών και των στηλών, έτσι ώστε να μην εμφανίζονται αναδράσεις και επαναλήψεις μεταξύ των στοιχείων του συστήματος (Kusiak και Wang 1993). Αυτό μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά, ως μετασχηματισμός του πίνακα σε κάτω διαγώνια μορφή. Σε περιπτώσεις πολύπλοκων συστημάτων, αυτό είναι αρκετά απίθανο να επιτευχθεί και έτσι η μέθοδος εστιάζεται στη μετακίνηση των στοιχείων του πίνακα που περιέχουν σημεία ανάδρασης, όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην κεντρική διαγώνιο (Tang et al. 2000). Με τον τρόπο αυτό περιλαμβάνονται λιγότερα στοιχεία του συστήματος στον κύκλο επανάληψης με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ανάπτυξης του συστήματος. Οι Μέθοδοι αναδιάρθρωσης διαχωρίζονται από τον τρόπο εντοπισμού βρόχων (κυκλωμάτων) επανάληψης ή ανάδρασης της πληροφορίας. Επιγραμματικά αναφέρονται η μέθοδος αναζήτησης διαδρομών (Gebala και Erringer 1991), η μέθοδος εκθετικής γειννίασης πίνακα και η μέθοδος πίνακα προσέγγισης (Warfield 1973).

Για την ανάλυση των ΠΔΣ αρχιτεκτονικής (συστατικών) και ΠΔΣ οργάνωσης (ομάδων) χρησιμοποιείται η μέθοδος της ομαδοποίησης, ο στόχος της οποίας διαφοροποιείται από αυτόν της μεθόδου αναδιάρθρωσης που χρησιμοποιείται στον ΠΔΣ Προγραμματισμού. Η μέθοδος της ομαδοποίησης σε ΠΔΣ εστιάζεται στην εύρεση υποσυνόλων (ομάδων) με στοιχεία τα οποία έχουν αποκλειστική αλληλεξάρτηση, ή υποσυνόλων που έχουν την ελάχιστη

αλληλεπίδραση με άλλα υποσύνολα (McCord και Eppinger 1993, Hartigan 1975). Με αυτό τον τρόπο οι ομάδες αυτές ενσωματώνουν όλες τις αναδράσεις ή επαναλήψεις και παράλληλα ελαχιστοποιούνται οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ομάδων (Fernandez 1998).

Αριθμητικοί ΠΔΣ

Οι ΠΔΣ που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα, χρησιμοποιούν απλές δυαδικές αναπαραστάσεις που καταγράφουν την ύπαρξη ή όχι μίας σχέσης μεταξύ δύο στοιχείων του συστήματος. Οι αριθμητικοί ΠΔΣ είναι μία επέκταση των δυαδικών ΠΔΣ και μπορούν να περιγράψουν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων. Αναλυτικότερα οι αριθμητικοί ΠΔΣ μπορεί να περιέχουν:

- Αριθμούς – ετικέτες. Χρησιμοποιούνται στις μεθόδους ανάλυσης ΠΔΣ.
- Αποτιμήσεις σπουδαιότητας. Η συσχέτιση ή η εξάρτηση μεταξύ των στοιχείων μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεγάλη, μεσαία, μικρή ή να πάρει μία μεταβλητή τιμή (σχήμα 2.5).
- Την ποσότητα της πληροφορίας που ανταλλάσσεται μεταξύ των στοιχείων.
- Τη μεταβλητότητα της πληροφορίας. Για παράδειγμα σε ένα ΠΔΣ δραστηριοτήτων μπορεί να καταγραφούν στατιστικές τιμές των εξόδων των δραστηριοτήτων (Yassine 1999).
- Την πιθανότητα μίας επανάληψης ή της ανάγκης αναθεώρησης. Έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι ανάλυσης με στόχο την ελαχιστοποίηση αυτής της πιθανότητας (Browning 1998).
- Το μέγεθος της επίδρασης μίας πιθανής επανάληψης. Αυτό μπορεί να καταγραφεί με το ποσοστό της εργασίας που θα χρειαστεί να επαναληφθεί (Carrascosa et al. 1998). Το μέτρο αυτό χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με το μέτρο της πιθανότητας της επανάληψης.

Ανάλυση Σχέσης	Τύπος Σχέσης		
Απαιτούμενη (+2)	Χωροταξική	Η γειτνίαση ...	είναι απαραίτητη για τη λειτουργικότητα
	Ενεργειακή	Η μεταφορά ενέργειας ...	
	Πληροφοριακή	Η ανταλλαγή πληροφορίας ...	
	Υλική	Η ανταλλαγή υλικού ...	
Επιθυμητή (+1)	Χωροταξική	Η γειτνίαση ...	είναι ωφέλιμη αλλά δεν είναι εντελώς απαραίτητη για τη λειτουργικότητα
	Ενεργειακή	Η μεταφορά ενέργειας ...	
	Πληροφοριακή	Η ανταλλαγή πληροφορίας ...	
	Υλική	Η ανταλλαγή υλικού ...	
Αδιάφορη (0)	Χωροταξική	Η γειτνίαση ...	δεν επηρεάζει καθόλου τη λειτουργικότητα
	Ενεργειακή	Η μεταφορά ενέργειας ...	
	Πληροφοριακή	Η ανταλλαγή πληροφορίας ...	
	Υλική	Η ανταλλαγή υλικού ...	
Μη επιθυμητή (-1)	Χωροταξική	Η γειτνίαση ...	έχει αρνητική επίδραση, αλλά δεν εμποδίζει τη λειτουργικότητα
	Ενεργειακή	Η μεταφορά ενέργειας ...	
	Πληροφοριακή	Η ανταλλαγή πληροφορίας ...	
	Υλική	Η ανταλλαγή υλικού ...	
Ανεπιθύμητη (-2)	Χωροταξική	Η γειτνίαση ...	πρέπει να αποφευχθεί έτσι ώστε τα επιτευχθεί η λειτουργικότητα
	Ενεργειακή	Η μεταφορά ενέργειας ...	
	Πληροφοριακή	Η ανταλλαγή πληροφορίας ...	
	Υλική	Η ανταλλαγή υλικού ...	

Σχήμα 2.5 Ανάλυση σχέσεων σε αριθμητικούς ΠΔΣ συστατικών

ΠΔΣ και μείωση του κύκλου ανάπτυξης

Στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων γενικά, ο ΠΔΣ έχει δύο εφαρμογές (Smith και Morrow 1999):

1. Τον προγραμματισμό της σχεδίασης και τον εντοπισμό των βρόγχων επαναλήψεων.
2. Την αποσύνθεση ή ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων.

ΠΔΣ και οι 3 άξονες της διαδικασίας ανάπτυξης

Ακόμα και χωρίς την χρήση μεθόδων ανάλυσης ο ΠΔΣ μπορεί να αποτελέσει ένα αρκετά ισχυρό μοντέλο αποτύπωσης της διαδικασίας ανάπτυξης. Με την επιθεώρηση της ροής της πληροφορίας στη διαδικασία, μπορούν να αναγνωριστούν μερικά σημαντικά χαρακτηριστικά που αφορούν τη διαδικασία, το προϊόν ή την οργάνωση της διαδικασίας. Διαφορετικοί τύποι ΠΔΣ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις 3 διαστάσεις της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων (Yassine et al. 2000, Kusiak 1999):

1. Άξονας του Προϊόντος: Αποσύνθεση και ενοποίηση των συστατικών του (Pimmler και Eppinger 1994, Dong και Whitney 2001).
2. Άξονας της Διαδικασίας: Αποτύπωση των σχέσεων και των απαιτήσεων πληροφορίας μεταξύ των δραστηριοτήτων, εντοπισμός των αλληλεπιδράσεων και των επαναλήψεων (Yassine et al. 1999, Kusiak et al. 1994).
3. Άξονας της Οργάνωσης: Δημιουργία ομάδων ανάπτυξης (McCord και Eppinger 1993) και αποτύπωση γνώσης (Whitney et al. 1999).

Συμπεράσματα για τον ΠΔΣ

Ο ΠΔΣ μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο ανάλυσης συστημάτων και διαχείρισης προγραμμάτων. Ως ένα εργαλείο ανάλυσης συστημάτων ο ΠΔΣ:

- Παρέχει μία καθαρή οπτική εικόνα των σημαντικών συσχετίσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ όλων των στοιχείων (υποσυστημάτων, υπομονάδων) σε ένα σύνθετο πρόγραμμα ανάπτυξης προϊόντων.
- Μπορεί να αναγνωρίσει και να περιγράψει μία διαδικασία.
- Μπορεί να αποκαλύψει σημεία κλειδιά στην ροή πληροφοριών.
- Μπορεί να ανακαλύψει νέα πρότυπα στην αρχιτεκτονική του προϊόντος και στην οργανωτική δομή.
- Μπορεί δείξει που μπορεί να προσαρμοστεί κάθε μέλος της ομάδας εργασίας.

Ο ΠΔΣ ως ένα εργαλείο διαχείρισης προγραμμάτων, παρέχει μία εικόνα του προγράμματος που επιτρέπει αναδράσεις και κυκλικές συσχετίσεις μεταξύ των υποέργων. Αναλυτικότερα:

- Παρέχει διαγράμματα ροής πληροφοριών σε σύνθετα προγράμματα.
- Αποτυπώνει τις επιδράσεις των αποφάσεων στο πρόγραμμα.
- Μπορεί να αποτελέσει ένα πλαίσιο ομοφωνίας για την ομάδα εργασίας.
- Βοηθάει την ομάδα εργασίας να δει την πλήρη εικόνα του προγράμματος.
- Υποστηρίζει τον υπεύθυνο έργου.

2.5.2 Ανατροφοδοτήσεις και διασταυρώσεις

Πρόκειται για δύο σειριακά μοντέλα βασισμένα στο DSM. Προσπαθούν να ελαττώσουν τον αριθμό ανατροφοδότησης πληροφοριών καθώς και τις και τις πιθανές διασταυρώσεις στην πληροφορία.

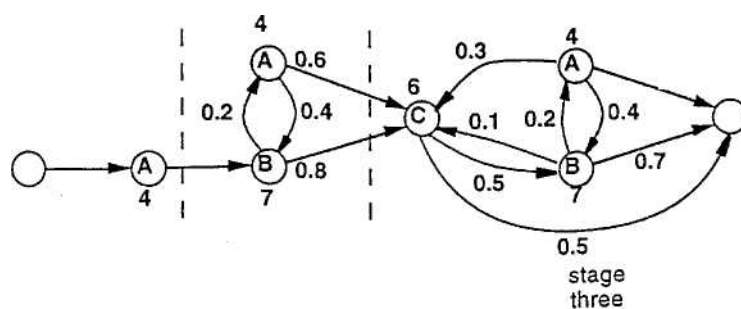
Αυτοί οι αριθμοί είναι σημαντικοί για τη διαδοχική σχεδίαση των δραστηριοτήτων. Οι ανατροφοδοτήσεις δείχνουν ανάγκη για επανάληψη, ενώ οι διασταυρώσεις πληροφοριών προκαλούν απώλεια πληροφοριών στον συντονισμό της διαδικασίας, και το μεγάλο μήκος των κύκλων ανατροφοδότησης δίνει αντίστοιχα μεγάλο ποσό απαραίτητης επανάληψης στην δραστηριότητα. Τέτοιου τύπου προβλήματα είναι διακριτά προβλήματα βελτιστοποίησης, και αποδεικνύεται ότι οι γενετικοί αλγόριθμοι είναι αρκετά αποτελεσματικοί στην εύρεση πολύ καλών (near to optimal) λύσεων για προβλήματα μεγάλου μεγέθους.

2.5.3 Μοντέλο ακολουθιακών επαναλήψεων

Ένα άλλο σειριακό και σχεδιαστικό μοντέλο που βασίζεται στο DSM είναι το μοντέλο ακολουθιακών επαναλήψεων. Σε αυτό το μοντέλο οι δραστηριότητες εκτελούνται μια κάθε φορά, ορίζοντας μια πιθανότητα για την επανάληψη των προγενέστερων δραστηριοτήτων (σχήμα 2.6). Κάθε

δραστηριότητα έχει μια σταθερή, αιτιοκρατική διάρκεια. Η αναμενόμενη διάρκεια οποιασδήποτε διαδοχής εκτέλεσης δραστηριοτήτων μπορεί να υπολογιστεί από μια αλυσίδα Markov.

Η διάταξη των δραστηριοτήτων μπορεί να τροποποιηθεί προκειμένου να μειώσουμε τον αναμενόμενο χρόνο. Πρόκειται για ένα συνδυαστικό πρόβλημα βελτιστοποίησης και υπάρχουν αρκετές ευρετικές μέθοδοι για την εύρεση σχεδόν βέλτιστων κατατάξεων.



Κατάσταση 1 κατάσταση 2 κατάσταση 3

Σχήμα 2.6 Αλυσίδα Markov για το μοντέλο ακολουθιακών επαναλήψεων

Υπάρχουν μερικά χρήσιμα αποτελέσματα αυτού του μοντέλου, όπως το ότι είναι χρήσιμο να ολοκληρωθούν οι πιο σύντομες σε χρόνο δραστηριότητες πριν από τους δραστηριότητες μεγάλης χρονικής διάρκειας καθώς επίσης και ότι είναι επιθυμητό να ελαττωθεί ο αριθμός επαναλήψεων που εμφανίζονται ως ανατροφοδοτήσεις στη βέλτιστη διάταξη.

Η δυσκολία με αυτό το μοντέλο είναι στις θεωρήσεις που γίνονται. Προκειμένου να συνεχίσει να ψάχνει να βρει την αναμενόμενη διάρκεια μιας καλής σε χρόνο διάταξης, το μοντέλο υποθέτει ότι οι δραστηριότητες έχουν σταθερές χρονικές διάρκειες, ανεξάρτητα από το πόσες φορές επαναλαμβάνονται. Επίσης, οι πιθανότητες επανάληψης για κάθε δραστηριότητα ότι είναι γνωστές, σταθερές και ανεξάρτητες από τη διάταξη των δραστηριοτήτων.

Μια επέκταση του παραπάνω μοντέλου, επιτρέπει την τυχαία διάρκεια χρόνου των δραστηριοτήτων, καθώς επίσης και την παράλληλη επεξεργασία δραστηριοτήτων. Το μειονέκτημα της επέκτασης είναι μια αντίστοιχη μείωση στην ευελιξία του μοντέλου για προβλήματα μεγάλου μεγέθους. Μεγάλα προβλήματα είναι προσεγγιστικά εύκολα στην εφαρμογή τους χρησιμοποιώντας προσομοίωση αλλά οι λύσεις τους δεν είναι αξιόπιστες.

2.5.4 Μοντέλο εκτίμησης επαναληπτικών χρόνων

Πρόκειται για ένα μοντέλο, το οποίο βασίζεται στο DSM, και περιλαμβάνει πιθανολογικό OR ή XOR (αποκλειστικά OR) σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων. Για αυτό το μοντέλο οι πιθανότητες της εκτέλεσης ενός ή περισσότερων από τα OR ή XOR είναι ανεξάρτητες από τον αριθμό των επαναλήψεων, και αυτές οι πιθανότητες καθορίζονται εκ των προτέρων. Στην παρούσα έκδοση, το χρονικό μήκος κάθε δραστηριότητας είναι σταθερό και δεν αλλάζει καθώς η διαδικασία επανάληψης προχωράει.

Το μοντέλο επιτρέπει τον υπολογισμό της κατανομής πιθανότητας του συνολικού χρόνου που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η διαδικασία σχεδίασης. Η γνώση αυτής της κατανομής είναι χρήσιμη για την παρακολούθηση της προόδου, την πρόβλεψη των περιοριστικών ημερομηνιών, και την διανομή των πόρων στις δραστηριότητες.

Οι δυσκολίες με αυτό το μοντέλο είναι οι υποθέσεις και η διαθεσιμότητα των δεδομένων. Πρέπει να υποθέσουμε ότι οι χρόνοι επίτευξης των δραστηριοτήτων και των πιθανοτήτων επανάληψης είναι καθορισμένοι και γνωστοί εκ των προτέρων, όπως είναι και η δομή επανάληψης κάθε δραστηριότητας.

Επιπλέον, δεν υπάρχει κανένα παράδειγμα που παρουσιάζεται βασισμένο στα εμπειρικά στοιχεία.

Όλα αυτά τα σειριακά και σχεδιαστικά μοντέλα προσπαθούν να εξετάσουν ένα σημαντικό πρόβλημα διαχείρισης που έχει σημαντικές επιδράσεις στη διαδικασία σχεδίασης. Εντούτοις, απαιτούν τις ισχυρές υποθέσεις προκειμένου να διατηρήσουν την αναλυτική ευπείθειά τους. Τα μοντέλα σε

αυτό το τμήμα είναι ενδιαφέροντα, αλλά η χρησιμότητά τους για τη βιομηχανική εφαρμογή τους μένει να αποδειχθεί.

2.6 Μοντέλα αποσύνθεσης μεγάλων συστημάτων

Ένας σημαντικός στόχος στη διαχείριση ανάπτυξης προϊόντων είναι η διαδικασία διαχωρισμού των μεγάλων συστημάτων σε μικρότερες δομές. Αυτή η απόφαση είναι δύσκολη, σημαντική, και υποκείμενη στην επίσημη ανάλυση, και επομένως είναι ο στόχος διάφορων μοντέλων.

Η αποσύνθεση των μεγάλων συστημάτων είναι χρήσιμη είτε για να κατανέμει την εργασία σε πολλούς σχεδιαστές ή των ομάδων σχεδίου, καθώς επίσης και για να ελαχιστοποιήσει την επικάλυψη μεταξύ των υποσυστημάτων. Οι αποσυνθέσεις επομένως έχουν τη δυνατότητα να επιταχύνουν τη διαδικασία σχεδίασης καθώς επίσης και να δημιουργούν υψηλής απόδοσης σχεδιαστικά αποτελέσματα.

Οι επίσημες μέθοδοι αποσύνθεσης έχουν ως αναφορά στο μοντέλο του Alexander. Το συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιεί τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων σχεδίασης (όπως περιγράφονται στον πίνακα ή στη γραφική παράσταση) για να καθορίσει τις κατάλληλες υποομάδες στοιχείων σχεδίου. Οι σχεδιαστές αποφασίζουν ποιες κατά την γνώμη τους είναι οι πιο ισχυρές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ζευγαριών των δραστηριοτήτων, και η μέθοδος είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει αυτές τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων σχεδίου για να προτείνει τις κατάλληλες αποσυνζεύξεις των στοιχείων.

Ένα πιο πρόσφατο άρθρο εφαρμόζει τη μέθοδο σε ένα πρόβλημα σχεδίου οικοδόμησης, και συγκρίνει τις αποσυνθέσεις που προσφέρονται από τον μοντέλο με εκείνες που προτείνονται από τους σχεδιαστές του κτηρίου. Καταδεικνύεται ότι η μέθοδος φαίνεται να λειτουργεί σωστά στην αποσύνθεση του προβλήματος και παρόμοια με τους σχεδιαστές.

2.6.1 Μέθοδος πίνακα μετασχηματισμού εργασίας

Μια μέθοδος που αναπτύσσεται για να ολοκληρώσει την αποσύνθεση είναι η μέθοδος πίνακα μετασχηματισμού εργασίας (WTM). Η μέθοδος WTM είναι μια επέκταση της μεθόδου DSM που παρουσιάζεται νωρίτερα. Σε αυτό το μοντέλο τα στοιχεία εκτός της διαγωνίου του DSM αντικαθίστανται με τους συντελεστές αναθεώρησης δραστηριοτήτων, και ο χρόνος για κάθε δραστηριότητα υπολογίζεται (σχήμα 2.7).

Οι συντελεστές αναθεώρησης προσδιορίζουν ποσοτικά την αναθεώρηση που πρέπει να γίνει στην προηγούμενη επανάληψη. Το μοντέλο υποθέτει ότι η διαδικασία σχεδίου είναι επαναληπτική, και ότι η επαναληπτική αυτή εργασία δημιουργείται γραμμικά, έτσι ώστε να είναι μία γραμμική συνάρτηση της εργασίας στην αμέσως προηγούμενη επανάληψη. Η συνολική εργασία που ολοκληρώνεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού μπορεί να υπολογιστεί ελέγχοντας το άθροισμα της εργασίας που γίνεται κατά τη διάρκεια της κάθε επανάληψης.

	A	B	C
A		.4	.1
B	.5		.4
C		.2	

(α) Συντελεστές εξαρτήσεων

	A	B	C
A	9		
B		6	
C			2

(β) Χρόνοι δραστηριοτήτων

Σχήμα 2.7 Πίνακας μετασχηματισμού εργασίας

Η έξοδος του μοντέλου είναι η συνολική εργασία που ολοκληρώνεται. Μια σημαντική παρατήρηση είναι ότι η συνολική εργασία που ολοκληρώνεται είναι μια συνάρτηση από ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα της μήτρας που περιέχει τις ποσότητες αναθεώρησης. Αναλογικά με τα δυναμικά φυσικά συστήματα, η δυναμική συμπεριφορά της διαδικασίας μπορεί να περιγραφεί από ιδιοδιανύσματα που συνδέονται με τις μεγαλύτερες ιδιοτιμές της μήτρας. Ιδιοδιανύσματα μπορούν επομένως να

χρησιμοποιηθούν για την αποσύνθεση του προβλήματος σε ομάδες εργασιών.

2.6.2 Μοντέλο αποσύνθεσης δραστηριοτήτων σε δομικές μονάδες(modules)

Ένα άλλο μοντέλο που περιγράφει το πρόβλημα αποσύνθεσης είναι βασισμένο στις ομοιότητες μεταξύ της αποσύνθεσης των διαδικασιών σχεδίασης και των κυψελοειδών κατασκευαστικών συστημάτων (σχήμα 2.8). Σε αυτό το μοντέλο οι δραστηριότητες σχεδίασης γίνεται η υπόθεση ότι είναι παρόμοιες με τις εργασίες κατασκευής που υποβάλλονται σε επεξεργασία, και οι κατασκευαστές σχεδίου (όπως οι μηχανικοί) υποτίθεται ότι είναι παρόμοιοι με την κατασκευή του εξοπλισμού επεξεργασίας. Εάν αποδεχτούμε την αναλογία, μπορούμε να εξάγουμε αποτελέσματα από την κυψελοειδή κατασκευή. Παραδείγματος χάριν, το κυψελοειδές πρόβλημα βελτιστοποίησης είναι γνωστό σαν το NP-HARD και υπάρχει διάφορες ευρετικές μέθοδοι που παρέχουν χρήσιμες αποσυνθέσεις

Δραστηριότητα

	3	7	8	2	4	6	5	10	9	1
4	1		1						1	
5	1	1	1						1	
1				1	1	1				1
Module 6				1	1					1
3				1					1	
2							1	1		1
7									1	1

Σχήμα 2.8 Πίνακας αποσύνθεσης δραστηριοτήτων

Το μοντέλο εφαρμόζεται σε ένα πρόβλημα που περιλαμβάνει το σχεδιασμό ενός ελικοειδούς ελατηρίου πίεσης. Αποδεικνύεται ότι για την περίπτωση όπου οι συναρτήσεις – εξισώσεις σχεδίου είναι διαθέσιμες είναι δυνατό να προσδιοριστούν οι αποσυνθέσεις. Εάν αυτές οι εξισώσεις είναι διαθέσιμες

σε πολλές σχεδιαστικές περιπτώσεις και εάν μπορούν να αναχθούν στην κυψελοειδή δομή είναι ανοικτά ερωτήματα.

2.6.3 Άλλα συστήματα αποσύνθεσης

Ένα άλλο μοντέλο αποσύνθεσης παρέχει μια νέα ερμηνεία της μεθόδου DSM που περιγράφεται νωρίτερα. Αυτό το μοντέλο ενσωματώνει τόσο την DSM πληροφορία σχετικά με την προτεραιότητα εκτέλεσης δραστηριοτήτων στην διαδικασία σχεδιασμού καθώς επίσης και πίνακες για την διάθεση των πόρων κάθε δραστηριότητας. Αυτά τα δύο σύνολα πληροφοριών συνδυάζονται για να υποδείξουν πώς μια διαδικασία σχεδίασης πρέπει να αποσυντεθεί, και ποιες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων και των ανθρώπων είναι επιθυμητές. Δυστυχώς, το μοντέλο δεν τυποποιείται ιδιαίτερα, και οι συστάσεις του μοντέλου δεν είναι βασισμένες στην αυστηρή ανάλυση. Υπάρχει η βασική ιδέα αλλά το μοντέλο δεν προσπαθεί να το κάνει αυτό με έναν επίσημο τρόπο.

Μια δεύτερη επέκταση στη μέθοδο DSM προσπαθεί να διαιρέσει τις δραστηριότητες της διαδικασίας σχεδιασμού σε οργανωτικές μονάδες. Αυτή η μέθοδος επεκτείνει τη δομή DSM περιλαμβάνοντας πληροφορίες χώρου, ενέργειας, καθώς και τις υλικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων σχεδίου. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν τις ομάδες των στοιχείων σχεδίου που πρέπει να εξεταστούν από τις οργανωτικές μονάδες.

2.7 Στοχαστικά μοντέλα χρονική ανοχής

Δύο παράγοντες που είναι ενδεχομένως σημαντικοί στην ανάπτυξη προϊόντων που δεν συλλαμβάνεται στα PERT/CPM μοντέλα της ανάπτυξης προϊόντων είναι η ανάγκη για επανάληψη καθώς επίσης και οι πιθανές καθυστερήσεις στην ανάπτυξη προϊόντων λόγω των καθυστερήσεων αναμονής. Τα μοντέλα σε αυτήν την υποενότητα αναγνωρίζουν ότι η ανάπτυξη προϊόντων δεν εμφανίζεται μεμονωμένα, αλλά αντ' αυτού υπάρχουν διάφορα ταυτόχρονα προγράμματα που

ανταγωνίζονται για τους ίδιους περιορισμένους πόρους. Η περιορισμένη διαθεσιμότητα των πόρων προκαλεί την καθυστέρηση στο γενικό πρόγραμμα που μπορεί να έχει επιπτώσεις στη γενική χρονική ανοχή του προγράμματος. Τα δύο μοντέλα που περιγράφονται παρακάτω αντιμετωπίζουν αυτά τα ζητήματα.

2.7.1 Μοντέλο Q-GERT

Το πρώτο μοντέλο είναι το μοντέλο Q-GERT. Είναι μια επέκταση των PERT/CPM που επιτρέπει την ανατροφοδότηση και μια γενικότερη ανάλυση. Το Q-GERT είναι μια επέκταση του GERT που επιτρέπει τις καθυστερήσεις αναμονής. Οι Taylor και Moore έχουν εφαρμόσει το Q-GERT στην ανάπτυξη προϊόντων.

Το μοντέλο περιλαμβάνει χαρακτηριστικά όπως την πιθανολογική δρομολόγηση των δραστηριοτήτων στους εξυπηρετητές, συμπεριλαμβανομένης της πιθανολογικής επανάληψης ή και διακλάδωσης. Εκεί είναι ένα γνωστό σύνολο έργων σε ανάπτυξη με τις καλά-χαρακτηρισμένες πιθανολογικές περιγραφές των διαρκειών και των εκβάσεων στόχου.

Η μεθοδολογία του Q-GERT στηρίζεται στην προσομοίωση για να υπολογίσει τους αναμενόμενους χρόνους και τη διαφορά ρυθμού - απόδοσης. Οι Taylor και Moore εφαρμόζουν τη μεθοδολογία Q-GERT σε ένα σύνολο αναπτυξιακών έργων μέσα σε μια εταιρεία ύφανσης.

Στην πράξη είναι δύσκολο να φανταστεί ότι τα υπό κατασκευή έργα – προϊόντα θα είναι επαρκώς κατανοητά και ότι ένας πιθανολογικός χαρακτηρισμός θα είναι ακριβής. Επίσης, η εμπιστοσύνη στην προσομοίωση ως τρόπο ανάλυσης σημαίνει ότι είναι δύσκολο να καθοριστεί η λειτουργική σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Κάθε περίπτωση του δικτύου απαιτεί μια νέα κωδικοποίηση προσομοίωσης, η οποία μπορεί να γίνει απαγορευτική για τις σύνθετες καταστάσεις.

2.7.2 Μοντέλο δικτύου αναμονής

Αυτό το μοντέλο εφαρμόζει τα πιο πρόσφατα αναλυτικά αποτελέσματα από τα δίκτυα αναμονής σχετικά με τις BROWN προσεγγίσεις και θεωρεί την ανάπτυξη προϊόντων ως δίκτυο αναμονής..

Για να θεωρηθεί ένα μοντέλο δικτύων αναμονής έγκυρο θα πρέπει να ισχύουν - ικανοποιούνται διάφορες υποθέσεις. Καταρχήν πρέπει να υπάρξει ένας ικανοποιητικός αριθμός παρόμοιων προγραμμάτων έτσι ώστε μια πιθανολογική περιγραφή τους να έχει νόημα και τα στοιχεία είναι διαθέσιμα. Δεύτερον, το δίκτυο πρέπει να υποθέσουμε ότι λειτουργεί για μια ικανοποιητική χρονική περίοδο. Τρίτον, πρέπει να υποτεθεί ότι δεν υπάρχει κανένας μετά-επίπεδος έλεγχος του δικτύου (όπως οι μηχανικοί που απασχολούνται υπερωριακά επειδή ξέρουν ότι η εργασία έχει μείνει πίσω). Κάθε μια από αυτές τις υποθέσεις είναι προβληματική. Σε συνδυασμό μπορούν να οδηγήσουν στην μη εφαρμογή του μοντέλου.

Οι συντάκτες αυτής της μελέτης δηλώνουν ότι "διαπιστώσαμε πως η κατασκευή του ίδιου του μοντέλου, ήταν πιθανώς το πιο άμεσα χρήσιμο μέρος της έρευνάς μας."

2.8 Χρονικά μοντέλα ανασκόπησης

Μια άλλη κατηγορία μοντέλων προσπαθεί να λύσει πρόβλημα του συγχρονισμού των δραστηριοτήτων που συσχετίζονται με τη διαδικασία σχεδίου. Αυτές οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν τις αναθεωρήσεις σχεδίου και την απελευθέρωση προϊόντων.

2.8.1 Συγχρονισμός των αναθεωρήσεων σχεδίου

Το πρώτο μοντέλο σε αυτήν την κατηγορία είναι βασισμένο στην ιδέα του καθορισμού του συγχρονισμού των αναθεωρήσεων σχεδίου. Οι αναθεωρήσεις σχεδίου είναι σημαντικές κυρίως στη διαδικασία σχεδιασμού όταν ανταλλάσσουν οι συμμετέχοντες τις μερικώς ολοκληρωμένες ιδέες τους για την τελική μορφή του προϊόντος.

Οι αναθεωρήσεις σχεδιασμού είναι χρήσιμες επειδή παρέχουν την δυνατότητα ανταλλαγής ιδεών και κριτικής, αλλά είναι μη παραγωγικές λόγω του χρόνου προετοιμασιών και άλλων γενικών εξόδων.

Στο μοντέλο τους οι Ha και Porteus υποθέτουν ότι υπάρχουν δύο τύποι δραστηριοτήτων σχεδίου: δραστηριότητες σχεδίου προϊόντων και δραστηριότητες σχεδίου διαδικασίας. Οποιαδήποτε δεδομένη δραστηριότητα σχεδίου μπορεί να δημιουργήσει κάποιο πρόβλημα στην διαδικασία που θα ανακαλυφθεί μόνο κατά τη διάρκεια της επόμενης αναθεώρησης σχεδίου. Τα προβλήματα αυτά διορθώνονται μέσω των επαναλήψεων. Επίσης, κάθε αναθεώρηση σχεδίου αποδεσμεύει ένα ποσό εργασίας από το σχέδιο προϊόντων για να επεξεργαστεί το σχέδιο. Είναι επιθυμητό να υπάρχουν αναθεωρήσεις σχεδίου χρονικά κοντά ώστε τα προβλήματα να ανακαλύπτονται γρήγορα και έτσι ώστε να μειώνεται ο χρόνος επανάληψης και αναθεώρησης δραστηριοτήτων.

Επίσης, είναι επιθυμητό να χωριστούν κατά διαστήματα οι αναθεωρήσεις σχεδίου έτσι ώστε το κόστος των αναθεωρήσεων να μην αυξάνεται. Το μοντέλο προσπαθεί να βρει μια βέλτιστη ισορροπία μεταξύ των δύο αυτών παραγόντων. .

Το μοντέλο είναι εφαρμόσιμο για απλές περιπτώσεις όπως όταν έχουμε στατικές στρατηγικές και μόνο δύο τύπους σχεδιαστικών εργασιών. Οι επεκτάσεις είναι πιθανό να μειώνουν την ευθεία.

Γενικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το μοντέλο δεν εφαρμόζεται άμεσα. Τα δεδομένα είναι δύσκολο να υπολογιστούν για οποιαδήποτε συγκεκριμένη περίπτωση, και μερικές από τις υποθέσεις (παραδείγματος χάριν, οι αναθεωρήσεις προϊόντων είναι ο μόνος μηχανισμός στον οποίο οι πληροφορίες περνούν από μια ομάδα σε άλλη, και είναι επίσης ο μόνος μηχανισμός από τον οποίο τα λάθη σχεδίου ανακαλύπτονται) δεν ανταποκρίνονται σε πραγματικές συνθήκες.

2.8.2 Σχεδιασμός ενοτήτων

Ένα παρόμοιο μοντέλο προκύπτει από το πρόβλημα ανάπτυξης λογισμικού. Αυτό το μοντέλο εξετάζει τα προβλήματα που προκύπτουν από τον συντονισμό των επιμέρους ενοτήτων στην ανάπτυξη λογισμικού.

Ο αριθμός των υπεύθυνων για την ανάπτυξη πρέπει να επιλεχτεί από τον ιθύνοντα. Κάθε υπεύθυνος για την ανάπτυξη λειτουργεί σε μια ενότητα του προγράμματος λογισμικού. Υπάρχει ένας σταθερός συνολικός αριθμός ενοτήτων, και ένα γεγονός – πρόβλημα συντονισμού εμφανίζεται αφότου ολοκληρώνεται κάποιος αριθμός ενοτήτων, ο οποίος είναι μια άλλη μεταβλητή απόφασης.

Κατά τη διάρκεια και μετά από ένα γεγονός συντονισμού οι συμμετέχοντες διασταυρώνουν τα αποτελέσματά τους, οι ολοκληρωμένες ενότητες έχουν πλέον ενσωματωθεί στο τελικό σχέδιο, οι αναθεωρήσεις ενοτήτων έχουν γίνει, και το υπόλοιπο έργο ανάπτυξης λογισμικού υπάρχει στις μη ολοκληρωμένες ενότητες. Ο συνολικός χρόνος ανάπτυξης καθορίζεται εκ των προτέρων.

2.8.3 Απελευθέρωση προϊόντων

Είναι ένα μοντέλο που εξετάζει τη σχέση μεταξύ της απόδοσης προϊόντων, της απελευθέρωσης προϊόντων, και της ανάπτυξης. Αυτό το μοντέλο εξετάζει τη λειτουργική σχέση μεταξύ της απόδοσης και του κέρδους ως λειτουργία του συγχρονισμού απελευθέρωσης προϊόντων.

Το μοντέλο λογικά υποθέτει ότι η απόδοση προϊόντων είναι συνάρτηση του χρόνου ανάπτυξης. Η απόδοση ενός προϊόντος στην αγορά είναι συνάρτηση πολλών μεταβλητών όπως για παράδειγμα ποια άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα είναι ήδη στην αγορά κατά την διάρκεια της εισαγωγής προϊόντων. Οι διευθυντές προϊόντων επομένως πρέπει να καθορίσουν πότε πρέπει να απελευθερώσουν τα προϊόντα στην αγορά έτσι ώστε η απόδοσή τους να είναι αρκετά υψηλή ώστε να ικανοποιήσει τις προσδοκίες των πελατών ενώ παράλληλα να φροντίσουν ο κύκλος ανάπτυξης να είναι αρκετά γρήγορος ώστε οι ανταγωνιστές να μην καλύψουν το κενό πρώτοι.

Το μοντέλο είναι σε θέση να υποδείξει τους βέλτιστους χρόνους απόδοσης στην αγορά καθώς επίσης και άλλα χαρακτηριστικά ενώ υποθέτει ότι η απόδοση προϊόντων έχει μιας μορφής Cobb-Douglas.

Το μοντέλο είναι τεκμηριωμένο μαθηματικά αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του. Εντούτοις, πάσχει στη διαμόρφωση διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων δεδομένου ότι το μοντέλο στηρίζεται στα στοιχεία που δεν είναι ευυπόληπτα στην πράξη, και έτσι τα αποτελέσματα του μοντέλου δεν μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα για να επιτρέψουν σε έναν διευθυντή προγράμματος να λάβει τις αποφάσεις ανάπτυξης προϊόντων

2.8.4 Σταδιακή στοχοθέτηση

Πρόκειται για ένα μοντέλο που εξετάζει πως οι εταιρίες διαθέτουν τους πόρους ανάπτυξης στα διαδοχικά στάδια. Αυτό το μοντέλο υποθέτει ότι υπάρχει ένα περιορισμένο σύνολο πόρων (επαγγελματίες εφαρμοσμένης μηχανικής) που είναι χρήσιμοι στην ανάπτυξη του προγράμματος.

Ένα σύνολο εταιριών πρέπει να ανταγωνιστεί για να χρησιμοποιήσει αυτούς τους πόρους. Η ανάπτυξη προϊόντων είναι μια διαδικασία δύο επιπέδων (έρευνα και ανάπτυξη), και οι εταιρίες αποφασίζουν πώς να διαθέσουν τους πόρους μεταξύ αυτών των σταδίων διαδοχικά. Οι εταιρίες αποφασίζουν επίσης πώς να θέσουν τους τεχνικούς στόχους κάθε σταδίου (αύξηση των τεχνικών στόχων, εισαγωγή προϊόντων με ενδεχόμενη καθυστέρηση, ή μείωση των τεχνικών στόχων προκειμένου να αυξηθούν οι πιθανότητες ότι θα είμαστε πρώτοι στην αγορά).

Τα αποτελέσματα του μοντέλου δείχνουν πλεονέκτημα στις εταιρίες που βρίσκονται μπροστά από τους ανταγωνιστές τους, και που αυτές οι εταιρίες θα φθάσουν πρώτα στην αγορά. Οι βραδυκίνητες εταιρίες, σε αντίθεση, θα αυξήσουν τις τεχνικές τους, ελπίζοντας να είναι σε θέση να παραγάγουν ένα καλύτερο προϊόν, αν και θα είναι ένα προϊόν που δεν φθάνει στην αγορά νωρίς.

Οι δημιουργοί του μοντέλου αποδεικνύουν πώς τα αποτελέσματα που περιγράφονται από το μοντέλο βρήκαν εφαρμογή στις ανταγωνιστικές κινήσεις μέσα στη βιομηχανία κεντρικών υπολογιστών προς το τέλος της δεκαετίας του '80. Αν και δεν είναι δυνατό να προσδιορίσουμε με ακρίβεια

τις τιμές των παραμέτρων, τα αποτελέσματα και οι κατευθύνσεις αυτών των σημαντικών αποτελεσμάτων στο μοντέλο επιβεβαιώνονται από τα εμπειρικά στοιχεία.

Αυτό είναι το μόνο μοντέλο που περιλαμβάνεται σε αυτήν την έρευνα που περιλαμβάνει έννοιες της θεωρίας παιγνίων. Η μοντελοποίηση με βάση τη θεωρία παιγνίων είναι μία ενδεχομένως αξιόλογα ερευνητικά περιοχή για την ανάπτυξη προϊόντων, δεδομένου ότι πολλές αποφάσεις ανάπτυξης προϊόντων επηρεάζονται έντονα από τις ανταγωνιστικές ενέργειες.

2.9. μοντέλα παραλληλισμού

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα στην διαδικασία σχεδιασμού , είναι η δυνατότητα παράλληλων δραστηριοτήτων. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι ο παραλληλισμός ή ο συναγωνισμός έχει σημαντικά πλεονεκτήματα πέρα από μια καθαρώς σειριακή διαδικασία. Τα μοντέλα που περιγράφονται παρακάτω δείχνουν ότι υπάρχουν σημαντικοί λόγοι για να διατηρηθεί στην σχεδίαση ένα ποσοστό σειριακής ή διαδοχικής εκτέλεσης δραστηριοτήτων μιας και αυτό μειώνει το συνολικό κόστος , το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του προβλήματος.

2.9.1. Παράλληλος σχεδιασμός

Σε αυτό το μοντέλο υπάρχει ένα σύνολο από δραστηριότητες που πρέπει να ολοκληρωθούν, και ταυτόχρονα υπάρχει μια καθορισμένη σειρά στην διαδικασία σχεδιασμού. Υπάρχουν επίσης αβέβαιοι περιβάλλοντες στόχοι σχεδίου ,έτσι ώστε εάν ένας από τους στόχους σχεδίου αποτύχει να ολοκληρωθεί επιτυχώς θα πρέπει να επαναληφθεί, μαζί με τους στόχους που θα ακολουθούσαν φυσικά τον αποτυχημένο στόχο. Οι βασικές υποθέσεις αυτού του μοντέλου είναι βασισμένες στις γενικές πεποιθήσεις για το πώς εμφανίζονται οι διαδικασίες σχεδίου .

Το πλεονέκτημα των παράλληλων δραστηριοτήτων – στόχων είναι ότι η διαδικασία σχεδίου μπορεί να ολοκληρωθεί γρηγορότερα. Το πλεονέκτημα του να θέτεις στόχους στη σειρά είναι ότι ο αριθμός στόχων που απαιτούν την επανάληψη ελαττώνεται, και επομένως και το κόστος ανάπτυξης

ελαττώνεται. Ο στόχος του μοντέλου είναι να καθοριστεί ποσοτικά ο παραλληλισμός που είναι επιθυμητός, και εάν η ελαχιστοποίηση του χρόνου ανάπτυξης δικαιολογεί μια αύξηση στο κόστος ανάπτυξης.

Το μοντέλο παρουσιάζεται σε μια γενική μορφή, αλλά η επίσημη ανάλυση περιορίζεται σε παρόμοιους στόχους και περιορισμένες επαναλήψεις. Λόγω της παραπάνω ιδιαιτερότητας το συγκεκριμένο μοντέλο δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε πρακτικό επίπεδο. Η εφαρμογή του γενικότερου μοντέλου θα απαιτούσε περισσότερη ανάπτυξη του μοντέλου καθώς επίσης και την εκτίμηση ενός μεγάλου αριθμού παραμέτρων σχετικά με το κόστος, το χρόνο και την πιθανότητα της επανάληψης κάθε στόχου – δραστηριότητας.

2.9.2 Παράλληλο / Σειριακό Μοντέλο WTM

Ένα άλλο μοντέλο αντιμετωπίζει το ζήτημα του ποσοτικού προσδιορισμού του παραλληλισμού είναι η παράλληλη – σειριακή έκδοση του WTM μοντέλου. Το μοντέλο WTM επεκτείνεται επιτρέποντας τη σειριακή επεξεργασία των επαναλαμβανόμενων αλληλεξαρτημένων στόχων - δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες ομαδοποιούνται σε σύνολα. Το αρχικό σύνολο εργάζεται έως ότου δεν υπάρχει πλέον αναθεώρηση.

Στην συνέχεια παίρνουμε το επόμενο σύνολο στόχων κάνοντας επαναλήψεις και αναθεωρήσεις για το ποιο πρόσφατο σύνολο καθώς επίσης και για τα προηγούμενα σύνολα στόχων. Ο συνολικός χρόνος ανάπτυξης μπορεί να υπολογιστεί βάση του WTM μοντέλου.

Ως επιπλέον υπόθεση, εκτός από τις υποθέσεις για το μοντέλο WTM, για την λειτουργία του μοντέλου είναι ότι δεν υπάρχει καμία αλλαγή στις παραμέτρους μοντελοποίησης. Και οι δύο υποθέσεις είναι αρκετά δεσμευτικές σε πρακτικό επίπεδο και ενδεχομένως προβληματικές.

Το μοντέλο έχει εφαρμοστεί σε ένα πρόβλημα σχεδιασμού τερματικών σταθμών υπολογιστών. Τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για να εφαρμοστεί το μοντέλο αποδεικνύονται εύκολα στην συλλογή τους, και τα αποτελέσματα του μοντέλου φαίνεται αξιόπιστα.

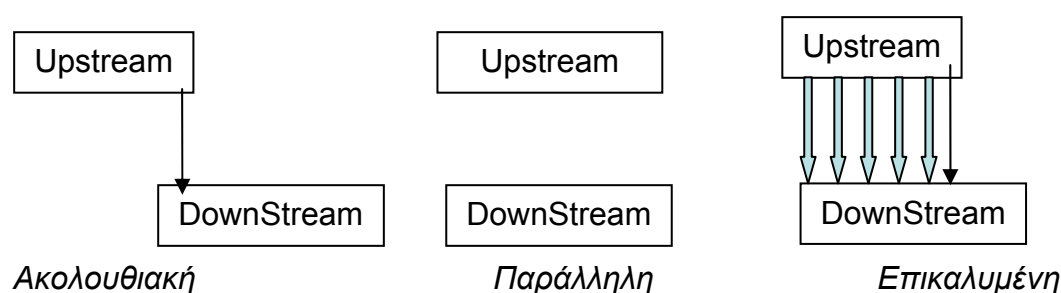
2.9.3. Μοντέλο σταδιακής επικάλυψης

Υπάρχουν δύο σχετικά μοντέλα που πραγματεύονται με την διαδικασία της επικάλυψης.

Αυξήσεις στην επικάλυψη μπορούν να προκύψουν από το πρόωρο πάγωμα των παραμέτρων σχεδίου σε ένα προς τα πάνω στάδιο. Η αύξηση του ποσού επικάλυψης έχει τη δυνατότητα να μειώσει το συνολικό χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η διαδικασία σχεδίου. Η αύξηση της επικάλυψης μπορεί επίσης να οδηγήσει στην πρόωρη επιλογή των εναλλακτικών λύσεων σχεδίου και των σχετικών ποιοτικών απωλειών, ή στη δημιουργία της πρόσθετης και ακριβής επανάληψης.

Τα μοντέλα είναι σε θέση να υπολογίσουν τις ελάχιστες σε χρόνο πολιτικές στην διαδικασία σχεδιασμού για ευπροσδίοριστα δεδομένα. Επεξηγούν επίσης πώς κάποιος πρέπει να προσπαθήσει να προσδιορίσει τις παραμέτρους που θα μπορούσαν και θα έπρεπε να παγώσουν νωρίς, προκειμένου να ελαττωθεί ο χρόνος ανάπτυξης χωρίς θυσία στην ποιότητα των προϊόντων. Τα μοντέλα είναι τεκμηριωμένα με παραδείγματα από τις αυτοκινητοβιομηχανίες και τις βιομηχανίες ηλεκτρονικών ειδών. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν αναδρομικά, αλλά προτείνεται ότι αυτά τα στοιχεία είναι διαθέσιμα σε πολλές περιπτώσεις.

Σχήμα 2.9

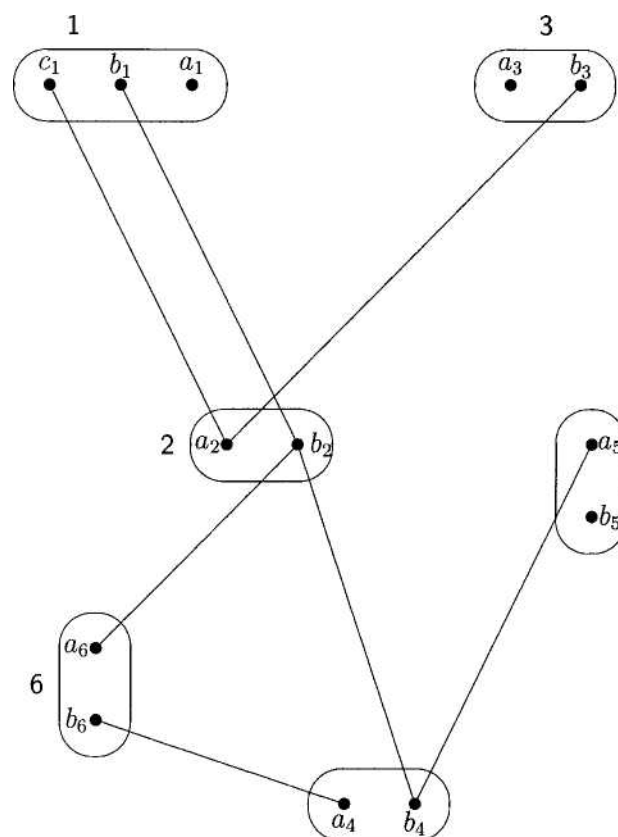


2.10 Άλλα ζητήματα

Οι τελευταίες προσπάθειες για την μοντελοποίηση της διαδικασίας σχεδιασμού, δεν εστίασαν στην χρονική διάρκεια της διαδικασίας σχεδίασης.

Αυτή η ενότητα προορίζεται να εξετάσει διάφορα μοντέλα που δεν ταιριάζουν σε καμία κατηγορία από τις παραπάνω.

Ένα τέτοιο μοντέλο είναι γνωστό ως AIDA (ανάλυση των ενδοσυνδεδεμένων περιοχών απόφασης) μοντέλο. Το AIDA υποθέτει ότι υπάρχει ένας αριθμός από υποπροβλήματα μέσα σε κάθε πρόβλημα σχεδίου, και κάθε υποπρόβλημα έχει ποικίλες πιθανές λύσεις (σχήμα 2.10). Μερικές από τις υπολύσεις είναι ασυμβίβαστες με τις λύσεις από άλλα υποπροβλήματα. Εάν ξέρουμε ποια είναι ασυμβίβαστα , είναι δυνατό να βρούμε εφικτά σύνολα λύσεων χωρίς που να μην εμπεριέχουν τις ήδη γνωστές ασυμβατότητες.



Σχήμα 2.10: Μοντέλο AIDA

Αυτό που ουσιαστικά περιγράφει ο AIDA είναι ότι πολλές αποφάσεις σχεδίου μικρών εξαρτημάτων σε ένα γενικότερο σχεδιασμό είναι αλληλένδετες.

Άλλοι φορμαλισμοί εξετάζουν πώς οι ακολουθίες αποφάσεων αλλάζουν το χώρο σχεδίασης. Αυτά τα μοντέλα αναγνωρίζουν ότι το σχέδιο αποτελείται από ένα αριθμό αποφάσεων, και κάθε απόφαση αλλάζει το διάστημα απόφασης που είναι διαθέσιμο για τις μελλοντικές αποφάσεις. Αυτά τα μοντέλα φαίνονται ως ένας καλός τρόπος για να περιγραφούν οι διαδικασίες

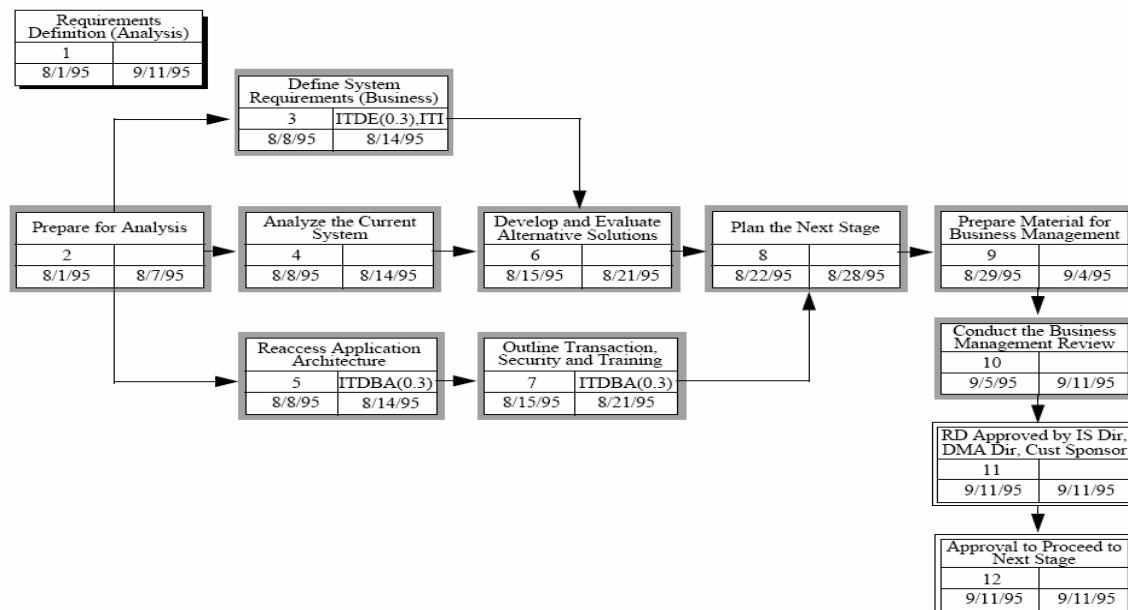
σχεδίου αφότου έχουν εμφανιστεί, αλλά κανείς από τους συγγραφείς ή κανένας άλλος δεν έχει προσπαθήσει να χρησιμοποιήσει αυτά τα μοντέλα σαν εργαλεία πρόβλεψης

Υπάρχει μια πιο πρόσφατη μελέτη που εφαρμόζει την προσέγγιση Marples σε ένα βιομηχανικό πρόβλημα σχεδίασης αλλά και πάλι αυτό χρησιμοποιείται κύρια για την αναδρομική περιγραφή παρά ως εργαλείο πρόβλεψης.

Ένα πιο πρόσφατο μοντέλο διαδικασίας του σχεδίου που δεν εξετάζει το χρόνο είναι ένα μοντέλο βασιζόμενο σε δίκτυα Petri. Αυτό το μοντέλο περιγράφει τις ροές πληροφοριών στο σχέδιο εφαρμοσμένης μηχανικής χρησιμοποιώντας δίκτυα Petri. Τα πλεονεκτήματά τους είναι η δυνατότητα χειρισμού του συναγωνισμού και των επαναληπτικών ροών. Στα μειονεκτήματά τους περιλαμβάνονται η έλλειψη χρήσιμων μέτρων του χρόνου. Επιπλέον, δεν υπάρχει καμία στάθμιση στις συνδέσεις.. Τέλος, η πλήρης δομή του προγράμματος πρέπει να γίνει εκ των προτέρων εάν το μοντέλο πρόκειται να έχει πρόβλεψης. Να σημειωθεί επίσης ότι οι εισηγητές δεν έχουν εφαρμόσει τη συγκεκριμένη τεχνική διαμόρφωσης σε κάποιο βιομηχανικό πρόβλημα.

Μοντέλο PERT

Η τεχνική Pert (Project Evaluation and Review Technique) χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας του χρόνου των δραστηριοτήτων ενός έργου (Moder et al. 1983). Εφαρμόζεται σε έργα τα οποία παρουσιάζουν ευαισθησία σε πιθανές χρονικές μεταβολές των δραστηριοτήτων τους. Οι δραστηριότητες του έργου έχουν χρονικές διάρκειες που θεωρούνται σαν στοχαστικές μεταβλητές, δηλαδή οι τιμές τους κυμαίνονται με κάποια πιθανότητα μεταξύ δύο τιμών. Για αυτό το λόγο τα δίκτυα ή διαγράμματα PERT ονομάζονται επίσης στοχαστικά δίκτυα PERT και σπανιότερα στοχαστικά δίκτυα δραστηριοτήτων. Με τη μέθοδο PERT το έργο αναπαριστάνεται με ένα προσανατολισμένο, συνεκτικό, άκυκλο δίκτυο (σχήμα 2.11), στο οποίο οι δραστηριότητες αντιστοιχούν στους κλάδους ή, εναλλακτικά, στους κόμβους του (Modell 1996).



Σχήμα 2..11: Ένα τυπικό διάγραμμα PERT

Οι δυνατότητες της τεχνικής PERT είναι:

- Ο υπολογισμός της πιθανότητας να εκτελεστεί ένα έργο σε προκαθορισμένο χρόνο.
- Ο υπολογισμός του χρόνου εκτέλεσης ενός έργου με συγκεκριμένη πιθανότητα.
- Ο υπολογισμός της υπόλοιπης διάρκειας ενός έργου του οποίου ο αρχικός χρονικός προγραμματισμός έχει ανατραπεί κατά την υλοποίηση ενός μέρους του.

Μέθοδος Κρισίμου Διαδρομής (CPM – Critical Path Method)

Η μέθοδος της κρισίμου διαδρομής (CPM) είναι παρόμοια με την τεχνική PERT, για αυτό και συχνά αναφέρεται και ως (PERT/CPM) (Wiest και Levy 1977). Σε ένα διάγραμμα PERT εντοπίζεται η κρίσιμη διαδρομή, δηλαδή το σύνολο των αλληλοεξαρτημένων δραστηριοτήτων που χρειάζονται τον περισσότερο χρόνο για την εκπλήρωσή τους. Οι δραστηριότητες που ανήκουν

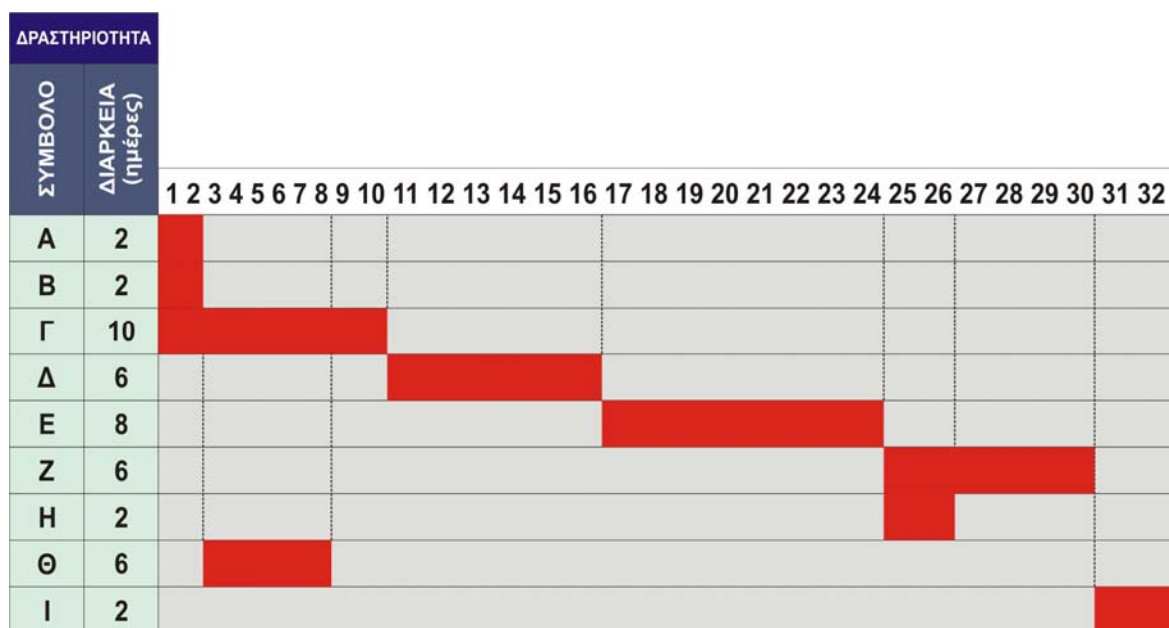
στην κρίσιμη διαδρομή εξετάζονται ιδιαίτερα, ως προς την πιθανότητα συμπίεσής τους ή, τη δυνατότητα εναλλακτικών λύσεων (Kerzner 2002).

Η τεχνική CPM επιτρέπει:

- Τον υπολογισμό των σημείων της καμπύλης του συνολικού κόστους σε συνάρτηση με τη χρονική του διάρκεια.
- Τον άμεσο προσδιορισμό του ελάχιστου συνολικού κόστους και της ελάχιστης διάρκειας του έργου.

Διάγραμμα Gantt

Αποτελεί μία μορφή γραφικής αναπαράστασης ενός χρονοδιαγράμματος. Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος σχεδιάζεται η χρονική κλίμακα του έργου (σε μέρες, εβδομάδες ή μήνες) και στον κάθετο άξονα τοποθετούνται ιεραρχημένες οι επιμέρους εργασίες του έργου, από κάτω προς τα κάτω και από την πρώτη ως την τελευταία. Για κάθε φάση σχεδιάζεται οριζόντια μία ράβδος συμπαγής με μήκος ίσο με την προβλεπόμενη χρονική διάρκεια της φάσης και από κάτω μια ράβδος κενή η οποία θα συμπληρώνεται κατά την εξέλιξη του έργου (σχήμα 2.12).



Σχήμα 2.12: Ένα τυπικό διάγραμμα Gantt

Κεφάλαιο 3

Ένα μοντέλο εκτίμησης του χρόνου και του κόστους της διαδικασίας ανάπτυξης ενός προϊόντος με Πίνακα Δομής Σχεδίασης Δραστηριοτήτων

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται ένα μοντέλο ανάπτυξης προϊόντος το οποίο βασίζεται σε δραστηριότητες οι οποίες συνεργάζονται ανταλλάσσοντας πληροφορίες μεταξύ τους.

Το μοντέλο χρησιμοποιεί ένα Πίνακα Δομής Σχεδίασης και δίνει πληροφορίες για την στοχαστική διάρκεια των δραστηριοτήτων του κόστους και των πιθανών αναθεωρήσεων.

Οι πιθανότητες για την επανάληψη δραστηριοτήτων βασίζονται στην ευαισθησία των αλλαγών σε καθορισμένα τμήματα της διαδικασίας ανάπτυξης. Το μοντέλο υπολογίζει επίσης το κόστος και τον χρόνο από πιθανές αναθεωρήσεις δραστηριοτήτων, την επίδραση της εκμάθησης μιας δραστηριότητας (Learning Curve). Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης το μοντέλο παράγει μια κοινή κατανομή του κόστους και της χρονικής σειράς των δραστηριοτήτων για την διαδικασία ανάπτυξης. Συγκρίνοντας τις κατανομές αυτές με τους στόχους μπορούμε να προσδιορίσουμε της πιθανότητες μη αποδεκτών αποτελεσμάτων καθώς και να κάνουμε ανάλυση κινδύνου.

Το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται σε μια προκαταρκτική φάση σχεδιασμού για ένα εγκαταλειμμένο εναέριο μεταφορικό μέσο (UAN) μιας αεροπορικής εταιρίας.

Ένας Πίνακας Δομής Σχεδίασης (Π.Δ.Σ) αναπαριστά τις δραστηριότητες που σχετίζονται με την διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης καθώς και συσχετίσεις – αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους (Eppinger 1994, Smith 1997a, Steward 1981a, Steward 1981b).

Η συγκεκριμένη μέθοδος κάνει χρήση ενός μοντέλου προσομοίωσης το οποίο δέχεται ως είσοδο χαρακτηριστικά δραστηριοτήτων. Στα χαρακτηριστικά αυτά συμπεριλαμβάνονται το κόστος κάθε δραστηριότητας, η διάρκεια τους, (μοντελοποιημένα ως τυχαίες μεταβλητές) διασυνδέσεις με άλλες δραστηριότητες, καθώς επίσης και οι πιθανότητες αλλαγών στις αλληλεξαρτήσεις οι οποίες πιθανόν να οδηγούν σε αναθεωρήσεις για κάθε δραστηριότητα.

Δειγματοληπτικά αποτελέσματα από την προσομοίωση παρέχουν μια συνδυασμένη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (PDF) ή μια κατανομή του κόστους και του χρόνου για την μοντελοποιημένη διαδικασία. Αυτή η συνάρτηση μπορεί στην συνέχεια να αξιολογηθεί με τα πραγματικά δεδομένα και επομένως να προσδιορίσουμε την πιθανότητα μη αποδεκτών αποτελεσμάτων και, κατανοώντας τις πιθανές επιπτώσεις, το επίπεδο κινδύνου που παρουσιάζεται σε αυτή την διαδικασία.

Αυτή η πληροφορία είναι πολύτιμη σε διαδικασίες όπως σχεδιασμό έργων καθώς και στην σύγκριση εναλλακτικών διαδικασιών.

Η ανάπτυξη πολύπλοκων συστημάτων παραγωγής έχει να αντιμετωπίσει προβλήματα όπως, η αβεβαιότητα όσο αφορά την ροή εργασίας, η διάρκεια και το κόστος των δραστηριοτήτων, η ταυτόχρονη εκτέλεση δραστηριοτήτων, η αναθεώρηση και επανασχεδιασμός δραστηριοτήτων, καθώς επίσης και η διαθεσιμότητα και η ποιότητα της πληροφορίας που έχουμε σε κάθε φάση. Για αυτούς ακριβώς τους λόγους είναι αδύνατον να προκαθορίσουμε την βέλτιστη σύνθεση – διάταξη σε μια διαδικασία παραγωγής ή ανάπτυξης. Παρόλα αυτά, συστήματα μοντελοποίησης διαδικασιών και ανάλυσης για τα συγκεκριμένα προβλήματα έχουν προταθεί με στόχο την κατασκευή αποτελεσματικών και σταθερών διαδικασιών.

Στην συνέχεια ακολουθεί η παρουσίαση του μοντέλου, η συλλογή δεδομένων που έγινε από την UAN και τα αποτελέσματα. Τέλος, γίνεται η επίδειξη δύο εφαρμογών καθώς και μια αναφορά σε πιθανές προεκτάσεις και περιορισμούς του μοντέλου για μελλοντική εργασία.

3.2 Μοντέλα εκτίμησης κόστους

Κάποια από τα παραπάνω μοντέλα που διαχειρίζονται χρονικά προβλήματα διαδικασιών παρέχουν την δυνατότητα πρόβλεψης κόστους διαδικασίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις το κόστος αντιμετωπίζεται ως μια αιτιοκρατική τιμή ή καλύτερα ως μια συνάρτηση της διάρκειας της διαδικασίας.

Παρόλα αυτά, αν και το κόστος σχετίζεται σε ένα βαθμό με την διάρκεια της διαδικασίας, δεν αποτελεί στην πραγματικότητα συνάρτηση της.

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι οι οποίες κάνουν εκτίμηση στο κόστος κάνοντας χρήση παραμετρικών τεχνικών. Τέτοιου τύπου τεχνικές όπως η Cocomo (Boehm 1981) προβλέπουν το κόστος σε μια διαδικασία κάνοντας χρήση μιας συνάρτησης πολλών παραγόντων, όπως διάρκεια, πολυπλοκότητα, βαθμός καινοτομίας κλπ. με συντελεστές που προσδιορίζονται από ανάλυση παλινδρόμησης ιστορικών δεδομένων.

Οι παραμετρικές αυτές τεχνικές που είναι γνωστές ως roll-up τεχνικές, χρησιμοποιούν μια δομή αποσύνθεσης κόστος (Cost Breakdown Structure – CBS) η οποία σχετίζεται με μια Δομή Αποσύνθεσης Εργασιών (Work Breakdown Structure –WBS) η οποία ουσιαστικά ιεραρχεί τις δραστηριότητες μιας διαδικασίας (Brimson 1991, Moder 1983). Η εκτίμηση ενός κόστους υπολογίζεται από τις μικρότερες δραστηριότητες της αποσύνθεσης, και στην συνέχεια αυτές οι εκτιμήσεις συναθροίζονται για να πάρουμε μια συνολική εικόνα για την διαδικασία.

Το κόστος σε ιεραρχικά χαμηλού επιπέδου δραστηριότητες βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα και μπορεί να είναι τυχαίες μεταβλητές (Grey 1995).

Αν και τέτοιου τύπου τεχνικές δίνουν μια αξιόλογη προοπτική για την δυναμική εκτίμηση κόστους στην πραγματικότητα δεν μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν σε μοντέλα ανάπτυξης διαδικασιών σε διάφορα επίπεδα μέσα σε μια διαδικασία. Δεν μπορούν να αξιολογήσουν διαδικασίες για τις οποίες τα ιστορικά στοιχεία είναι ανεπαρκή και δεν μπορούν να συγκρίνουν εναλλακτικά σενάρια σύνθεσης διαδικασιών.

3.3. Ανάπτυξη Μοντέλου

Ο σκοπός αυτής της ανάλυσης διαδικασίας είναι να εξάγουμε εκτιμήσεις για τον χρόνο και το κόστος βασιζόμενοι στις συνιστώσες δραστηριότητες καθώς και στις σχέσεις μεταξύ τους. Για να κατανοηθεί το ποσό της αβεβαιότητας καθώς και κίνδυνος που παρουσιάζεται σε τέτοιες εκτιμήσεις μπορούμε να εξετάσουμε τις κατανομές χρόνου και κόστους.

Το μοντέλο με τυχαίο τρόπο δειγματοληπτεί από τα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων από τις κατανομές τους και αφού τα συνδυάσει παράγει με προσομοίωση αποτελέσματα για μια διαδικασία. Επαναλαμβάνοντας την παραπάνω διαδικασία πολλές φορές οδηγεί στις κατανομές των αποτελεσμάτων και κάνει δυνατή την ανάλυση των κατανομών καθώς και του κινδύνου που συνεπάγονται.

Στο παρακάτω τμήμα περιγράφονται οι υποθέσεις και οι προσεγγίσεις που παίρνονται για την υλοποίηση του μοντέλου.

3.3.1 Είσοδος και Γενικά Χαρακτηριστικά

Για να κατανοήσουμε καλύτερα μια διαδικασία είναι ευκολότερο να μελετήσουμε πρώτα τα δομικά στοιχεία της καθώς και οι σχέσεις μεταξύ τους. Επομένως οι δραστηριότητες καθώς και τα χαρακτηριστικά διασύνδεσης τους αποτελούν το βασικό ενδιαφέρον στην μελέτη αυτή. Στον παρακάτω πίνακα (3.1) συνοψίζονται λοιπόν τα βασικά χαρακτηριστικά για το μοντέλο

Δεδομένα Εισόδου	Μονάδα Μέτρησης
<ul style="list-style-type: none"> Λίστα δραστηριοτήτων που αποτελούν την διαδικασία 	Αριθμός Δραστηριοτήτων
<ul style="list-style-type: none"> Εκτίμηση χρόνου εκτέλεσης(BCV,MLV,WCV) 	Χρόνος(πχ. Εβδομάδες)
<ul style="list-style-type: none"> Εκτίμηση Κόστους(BCV,MLV,WCV) 	Χρήματα (πχ. Ευρώ)
<ul style="list-style-type: none"> Επίδραση της εκμάθησης μιας δραστηριότητας όταν επαναλαμβάνεται 	% του πραγματικού χρόνου
<ul style="list-style-type: none"> Είσοδοι που απαιτούνται από άλλες 	Όνομα Αλληλεπίδρασης

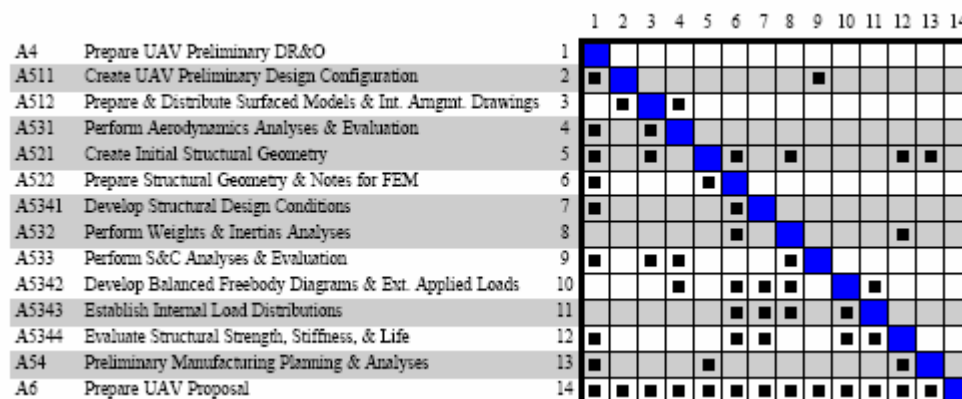
δραστηριότητες (Αλληλεπιδράσεις – ενδεχόμενες εισοδοι στο μοντέλο)	
• Πιθανότητα μιας αλλαγής στην είσοδο καθώς και η προκληθείσα αναθεώρηση	Πιθανότητα [0,1]
• Αντίκτυπος ως ποσότητα από μια αναθεώρηση	% της δραστηριότητας που πρέπει να ξαναγίνει [0,1]
• C&S δειγματοληψία για κάθε δραστηριότητα	Συσχέτιση [-1,1]
• Κριτήρια κατανομής σταθερότητας εξόδων	% Σταθερότητα
• Μέγεθος εκτέλεσης	Αριθμός εκτελέσεων
• Μέγεθος χρόνου προσομοίωσης	Χρόνος

Πίνακας 3.1: Είσοδοι Μοντέλου

Το μοντέλο απαιτεί πλήρη περιγραφή ακόμα και σε ποσότητα των δραστηριοτήτων που αποτελούν μια διαδικασία. Για αυτό ακριβώς τον λόγο , πρέπει να καθορίζονται σαφέστατα τα όρια της διαδικασίας έτσι ώστε οι δραστηριότητες να μπορούν να οριστούν με ακρίβεια. Αυτό βέβαια δεν είναι δυνατόν να γίνεται σε όλες τις περιπτώσεις , μια και κάποιες διαδικασίες αποτελούν μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος διαδικασιών ή τα όρια είναι δυναμικά μεταξύ διαδικασιών

Για την περιγραφή των δραστηριοτήτων χρησιμοποιείται ένας Πίνακας Δομής Σχεδίασης ο οποίος αναπαριστά το δίκτυο των δραστηριοτήτων , δηλαδή ποιες δραστηριότητες πρέπει να εκτελεστούν και πότε , καθώς και ποια πληροφορία χρειάζονται από άλλες δραστηριότητες. Ο ΠΔΣ επιτρέπει τις επαναλήψεις καθώς και τις παράλληλες δραστηριότητες. Ένας τέτοιος ΠΔΣ φαίνεται στο Σχήμα 3.1 ,ως ένα τετραγωνικός πίνακας με τις αντίστοιχες δραστηριότητες στις γραμμές και στις στήλες του. Διαβάζοντας τον πίνακα από μια γραμμή μας πληροφορεί ποιες δραστηριότητες παρέχουν είσοδο σε αυτή την δραστηριότητα στην γραμμή, ενώ διαβάζοντας τον πίνακα από μια

στήλη μας πληροφορεί ποιες δραστηριότητες εξαρτώνται από τα αποτελέσματα της δραστηριότητας της στήλης.



Σχήμα 3.1 Πίνακας Δομής Σχεδίασης που δείχνει τις παράλληλες δραστηριότητες

Μιας και οι δραστηριότητες εμφανίζονται με την ονομαστική χρονική σειρά, τα σημεία κάτω από την διαγώνιο δηλώνουν τροφοδότηση της πληροφορίας σε στοιχεία που έπονται χρονικά, ενώ τα σημεία πάνω από την κεντρική διαγώνιο δηλώνουν ανατροφοδότηση πληροφορίας σε στοιχεία που έχουν προηγηθεί.

Για κάθε δραστηριότητα που συνθέτει την διαδικασία ανάπτυξης, ορίζονται τρεις διαφορετικές χρονικές διάρκειες και τρεις διαφορετικές εκτιμήσεις κόστους:

- *Η καλύτερη κατά περίπτωση τιμή (Best Case Value –BCV) η οποία εκφράζει τις πιο αισιόδοξες προβλέψεις, δηλαδή την μικρότερη προσδοκώμενη διάρκεια της δραστηριότητας*
- *Η πιο πιθανή τιμή (Most likely Value – MLV) η οποία εκφράζει τις στατιστικές προβλέψεις και βρίσκεται ανάμεσα στις άλλες δύο τιμές*
- *Η χειρότερη κατά περίπτωση τιμή (Worst Case Value –WCV) η οποία εκφράζει τις πιο απαισιόδοξες προβλέψεις, δηλαδή την μεγαλύτερη προσδοκώμενη διάρκεια της δραστηριότητας.*

Αντίστοιχα ορίζονται οι τιμές των BCV,MLV,WCV για την εκτίμηση του κόστους κάθε δραστηριότητας.

Το μοντέλο ανάπτυξης υλοποιείται σε ένα φύλλο Excel προσαυξημένο με επιπλέον κώδικα καθώς και ένα πακέτο προσομοίωσης Monte Carlo. Το λογιστικό φύλλο περιέχει τις εισόδους διευθετημένες σε ένα ΠΔΣ και επιπλέον εξυπηρετεί ως χώρος αποτελεσμάτων και εξόδου. Ο επιπλέον κώδικας υλοποιεί το μοντέλο ενώ το λογισμικό προσομοίωσης Monte Carlo επιλέγει τυχαία δειγματοληψία διάρκειας και κόστους για την κάθε δραστηριότητα.

Η έξοδος του μοντέλου αποτελείται από ένα αριθμό προσομοιωμένων τιμών κόστους και διάρκειας για μια διαδικασία. Κάθε δείγμα εξόδου παράγεται από μια εκτέλεση του προγράμματος. Οι εκτελέσεις του προγράμματος συνεχίζονται μέχρι οι κατανομές του μέσου όρου και της διακύμανσης και της διάρκειας και του κόστους σταθεροποιηθούν. Κάθε εκτέλεση αποτελείται από μια σειρά από ίσου χρόνου βήματα Δt , το μέγεθος του οποίου επιλέγεται να είναι μικρότερο από την διάρκεια της μικρότερης σε χρόνο δραστηριότητας. (πχ. Αν οι δραστηριότητες έχουν διάρκεια από πέντε έως 50 εβδομάδες, ένα λογικό Δt , θα ήταν 0.5 εβδομάδες. Μικρότερη τιμή θα οδηγούσε σε μεγαλύτερη ακρίβεια του μοντέλου σε βάρος όμως του χρόνου εκτέλεσης)

Οι εισοδοί του μοντέλου όπως κόστος και διάρκεια μιας δραστηριότητας είναι τυχαίες μεταβλητές, και αναπαρίστανται από μια κατανομή από πιθανές τιμές.

Οι BCV,MLV,και WCV χρησιμοποιούνται για να σχηματίσουν ένα τριγωνικό PDF, το οποίο δηλώνεται ως TriPDF(BCV,MLV, WCV) με κριτήριο το “Smaller is Better” (SIB) προσπαθώντας να ελαχιστοποιήσουμε διάρκεια και κόστος

Σε κάθε εκτέλεση ,το μοντέλο παίρνει τυχαίο δείγμα κόστους και διάρκειας για κάθε δραστηριότητα από την αντίστοιχη TriPDF.

Σε κάθε χρονικό βήμα της εκτέλεσης, το μοντέλο ελέγχει ποιες είναι οι ποιο ενεργές δραστηριότητες και ποιες μπορούν να εκτελεστούν παράλληλα, ενώ το συνολικό κόστος αυξάνεται σύμφωνα με το κόστος αυτών των δραστηριοτήτων. Όταν ολοκληρώνεται μια δραστηριότητα ελέγχεται η πιθανότητα και η επίδραση μιας πιθανής επανάληψης. Αν συμβεί μια επανάληψη, η επιπλέον εργασία όσον αφορά τον χρόνο και το κόστος που απαιτείται προστίθεται στον συνολικό χρόνο και κόστος, ανάλογα με την επίδραση της εκμάθησης (Learning Curve) και επίδραση της επανάληψης της δραστηριότητας.

Στην συνέχεια γίνεται μια πιο λεπτομερής περιγραφή του μοντέλου, ξεκινώντας με δύο ζητήματα τα οποία περιπλέκουν τους υπολογισμούς τη αναμενόμενη διάρκεια μιας διαδικασίας: Οι παράλληλες δραστηριότητες και οι επαναλήψεις δραστηριοτήτων.

3.3.2 Επανάληψη Δραστηριότητας

Όταν μία δραστηριότητα επαναλαμβάνεται η αποκτηθείσα πείρα του προσωπικού μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του χρόνου της δραστηριότητας σε σχέση με τον αρχικό χρόνο. Έτσι ορίζεται η επίδραση της εκμάθησης μίας δραστηριότητας (Learning Curve) ως το ποσοστό του αρχικού χρόνου μίας δραστηριότητας που είναι αναγκαίο για την ολοκλήρωσή της σε μία επανάληψη. Στη μελέτη εφαρμογής με τις δραστηριότητες της γενικευμένης διαδικασίας ανάπτυξης, οι παράμετροι αυτοί φαίνονται στον πίνακα 3.2.

Product Development Activities		Durations (days)			Costs (Κ€)			Learning Curve
Phase	Activity Name	Optimistic	Most Likely	Pessimistic	Optimistic	Most Likely	Pessimistic	
Planning	A(1). Market Research	10	15	22	2	3	5	0,5
	A(2). Portfolio Management	1	2	3	3	4	6	0,3
	A(3). Resources Selection and Management	3	7	12	3	5	7	0,3
	A(4). Technology Selection	1	2	3	1	2	3	0,2
	A(5). Project Planning	1	2	3	1	2	3	0,3
Concept Development	A(6). Identify Customer Needs	14	21	40	3	4	6	0,6
	A(7). Specify Target Specifications	2	5	10	2	4	8	0,5
	A(8). Concept Generation	2	7	14	1	2	3	0,5
	A(9). Concept Selection & Testing	7	14	25	3	6	10	0,3
	A(10). Selection of Product Variations	1	2	3	1	2	3	0,2
	A(11). Definition of Product Architecture	7	14	24	3	6	10	0,2
	A(12). Definition of Product Physical Form	7	14	21	3	6	9	0,6
Design	A(13). Definition of Design Parameters	4	7	14	2	5	8	0,4
	A(14). Definition of Parts and Assembly Plan	1	2	3	1	2	3	0,2
	A(15). Parts Selection & Design	1	5	14	0	2	8	0,5
	A(16). Assembly	4	10	18	3	7	11	0,7
	A(17). Design of Supply Chain	2	4	10	2	4	8	0,5
Testing	A(18). Prototyping	4	8	15	6	10	18	0,6
	A(19). Quality, Cost and Functional Needs Control	3	9	14	4	8	15	0,6
Production Ramp - up	A(20). Production Ramp - up	14	21	35	10	20	35	0,7
	A(21). Market Entrance	28	56	100	20	30	60	0,6
Management	A(22). Feasibility Study	7	14	21	3	6	8	0,7
	A(23). Human Resources Management	1	2	3	1	2	3	0,7
	A(24). Performance Evaluation	7	14	28	3	6	9	0,6
	A(25). Personnel Training	14	21	28	4	7	10	0,1
	A(26). IPR Establishment	7	10	18	3	4	6	0,7

Πίνακας 3.2: Παραμετροποίηση του χρόνου, κόστους και της επίδρασης της εκμάθησης

3.3.3 Η πιθανότητα μίας επανάληψης ή αναθεώρησης μίας δραστηριότητας

Πολλά από τα χαρακτηριστικά που επιβραδύνουν τη διαδικασία της ανάπτυξης προϊόντων (παράγραφος 2.2) σχετίζονται με επαναλήψεις στη φάση της σχεδίασης, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα αναθεωρήσεις, και επιστροφή σε δραστηριότητες που έχουν ήδη εκτελεστεί. Οι αναθεωρήσεις μπορεί να προκύψουν είτε από μία νέα πληροφορία, ή από μια ενδεχόμενη αποτυχία επίτευξης των στόχων σχεδίασης (Smith και Eppinger 1997). Μια νέα πληροφορία για μια δραστηριότητα ανάπτυξης προϊόντων, μπορεί να προκύψει από:

- Δραστηριότητες που προηγούνται και έχουν ως αποτέλεσμα να αλλάξει την πληροφορία εισόδου.
- Παράλληλες / Συζευγμένες δραστηριότητες.
- Δραστηριότητες που ακολουθούν στις οποίες ανακαλύπτονται σφάλματα ή ασυμβατότητες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέας πληροφορίας εισόδου (Eppinger 1995). Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα σε δραστηριότητες επικύρωσης και ελέγχου και προκαλούν αναθεωρήσεις σε φαινομενικά περατωμένες δραστηριότητες (Cooper 1993).

Σε περιπτώσεις που οι στόχοι και οι απαιτήσεις σχεδίασης δεν είναι σταθερά ορισμένες, αυξάνονται οι πιθανότητες μίας επανάληψης. Η προσέγγιση της διαδικασίας ανάπτυξης από την πλευρά των επαναλήψεων, μπορεί να αποτυπώσει και να αποτιμήσει το κόστος, τον προγραμματισμό και την αποτελεσματικότητα της φάσης της σχεδίασης. Στόχος της προσέγγισης αυτής είναι να εξασφαλίσει όσο αυτό είναι εφικτό, ότι οι επαναλήψεις σχεδίασης είναι στρατηγικά προγραμματισμένες και όχι τυχαίο αποτέλεσμα. Έτσι οι επαναλήψεις μπορούν να ταξινομηθούν ως (Clausen 1994):

- Σκόπιμες επαναλήψεις που γίνονται σε συζευγμένες δραστηριότητες.
- Μη λειτουργικές (μη σκόπιμες) επαναλήψεις.

Έτσι δημιουργείται ένας αριθμητικός ΠΔΣ Δραστηριοτήτων στον οποίο στα σημεία που υπάρχει ροή πληροφορίας μεταξύ των δραστηριοτήτων αποτυπώνονται οι πιθανότητες να επαναληφθούν οι δραστηριότητες στις οποίες αναδράται η πληροφορία (πίνακας 3.3). Αναλυτικότερα το στοιχείο (i,j) του ΠΔΣ εκφράζει την πιθανότητα η δραστηριότητα A(j) να προκαλέσει επανάληψη ή αναθεώρηση της δραστηριότητας A(i).

3.3.4 Η επίδραση μίας επανάληψης

Στις περιπτώσεις στις οποίες επαναλαμβάνεται ή αναθεωρείται μία δραστηριότητα, η εργασία που απαιτείται συνήθως είναι λιγότερη από αυτήν που χρειάστηκε την πρώτη φορά. Έτσι ορίζεται ένας δεύτερος αριθμητικός ΠΔΣ Δραστηριοτήτων στον οποίο στα σημεία που υπάρχει ροή πληροφορίας μεταξύ των δραστηριοτήτων αποτυπώνονται οι επιδράσεις των επαναλήψεων, ως ένα ποσοστό της εργασίας που απαιτείται σε σχέση με την αρχική, σε κάθε επανάληψη (πίνακας 3.4). Αναλυτικότερα το στοιχείο (i,j) του ΠΔΣ εκφράζει το ποσοστό της εργασίας της δραστηριότητας A(i) που πρέπει να ξαναγίνει, εξαιτίας κάποιας αλλαγής της δραστηριότητας A(j).

Γρηγορότερες επαναλήψεις μπορούν να επιτευχθούν για παράδειγμα με συστήματα CAD με εργαλεία προσομοίωσης και ανάλυσης, με βελτιωμένη συνεργασία μεταξύ των ομάδων εργασίας, με παράλληλη μηχανική και αφαίρεση των πλεοναζόντων διαδικασιών. Για την αντιμετώπιση του κινδύνου της απώλειας σε ποιότητα, η επιτάχυνση των επαναλήψεων πρέπει να εξασφαλίζει ότι οι επαναλήψεις που μένουν πρέπει να έχουν ένα αποδεκτό αποτέλεσμα (Oosterman et al. 1998, Smith και Eppinger 1997).

Rework Probabilities																																
Phase		Activity Name				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Planning	A(1). Market Research																															
	A(2). Portfolio Management			0,8																							0,8	0,5				
	A(3). Resources Selection and Management		0,6																			0,4						0,5				
	A(4). Technology Selection			0,5																												
	A(5). Project Planning		0,9																			0,8					0,4					
Concept Development	A(6). Identify Customer Needs	0,9				0,3																	0,3									
	A(7). Specify Target Specifications				0,7		0,9																0,3									
	A(8). Concept Generation						0,9	0,8															0,4									
	A(9). Concept Selection & Testing							0,7	0,8					0,5									0,5									
	A(10). Selection of Product Variations		0,8				0,8				0,8			0,2																		
	A(11). Definition of Product Architecture													0,5																		
Design	A(12). Definition of Product Physical Form													0,8	0,8																	
	A(13). Definition of Design Parameters														0,8																	
	A(14). Definition of Parts and Assembly Plan													0,7	0,6		0,9															
	A(15). Parts Selection & Design													0,6		0,9	0,9			0,6												
	A(16). Assembly					0,5												0,8	0,9	0,9									0,3			
	A(17). Design of Supply Chain					0,7			0,5		0,4								0,9													
	Testing	A(18). Prototyping			0,2				0,9		0,5	0,6	0,9						0,8													
A(19). Quality, Cost and Functional Needs Control								0,5	0,6											0,2		0,6						0,8				
Production Ramp - up	A(20). Production Ramp - up					0,9														0,1		0,6							0,1			
	A(21). Market Entrance					0,9																		0,9							0,1	
Management	A(22). Feasibility Study			0,3		0,2	0,5	0,7	0,8	0,8	0,4																					
	A(23). Human Resources Management		0,8	0,8																												
	A(24). Performance Evaluation					0,3																	0,8	0,2								
	A(25). Personnel Training					0,5																			0,2							
	A(26). IPR Establishment					0,5																										

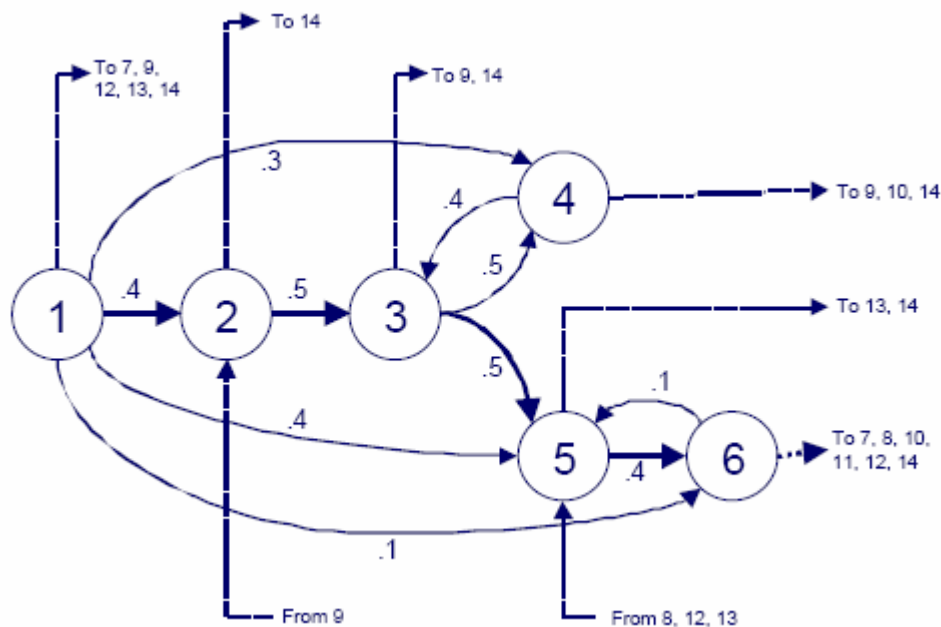
Πίνακας 3.3: Αριθμητικός ΠΔΣ δραστηριοτήτων με τις πιθανότητες επαναλήψεων

Rework Impacts																											
Phase	Activity Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Planning	A(1). Market Research																										
	A(2). Portfolio Management		0,5																				0,2	0,2			
	A(3). Resources Selection and Management		0,5															0,1					0,1				
	A(4). Technology Selection			0,2																							
	A(5). Project Planning		0,3															0,4					0,3				
Concept Development	A(6). Identify Customer Needs	0,5				0,1													0,2								
	A(7). Specify Target Specifications				0,7		0,8												0,4								
	A(8). Concept Generation						0,8	0,9												0,3							
	A(9). Concept Selection & Testing							0,8	0,9			0,1							0,4								
	A(10). Selection of Product Variations		0,8				0,8			0,3		0,1															
	A(11). Definition of Product Architecture										0,1																
	A(12). Definition of Product Physical Form										0,1	0,9															
Design	A(13). Definition of Design Parameters											0,8															
	A(14). Definition of Parts and Assembly Plan											0,5	0,4	0,8													
	A(15). Parts Selection & Design											0,7		0,5	0,6			0,2									
	A(16). Assembly					0,1								0,5	0,9	0,7										0,1	
	A(17). Design of Supply Chain					0,1			0,2		0,2						0,4										
Testing	A(18). Prototyping			0,6				0,9		0,2	0,9	0,9					0,9										
	A(19). Quality, Cost and Functional Needs Control							0,8	0,2									0,1	0,5						0,8		
Production Ramp - up	A(20). Production Ramp - up					0,4											0,1		0,2						0,1		
	A(21). Market Entrance					0,5														0,3						0,1	
Management	A(22). Feasibility Study			0,3		0,2	0,8	0,8	0,7	0,2	0,2																
	A(23). Human Resources Management		0,5	0,4																							
	A(24). Performance Evaluation					0,3													0,8	0,1							
	A(25). Personnel Training					0,1														0,1							
	A(26). IPR Establishment					0,1																					

Πίνακας 3.4: Αριθμητικός ΠΔΣ δραστηριοτήτων με τις επιδράσεις των επαναλήψεων

Οι δραστηριότητες και οι πιθανότητες επανάληψης μπορούν επίσης να αποτυπωθούν σε ένα διάγραμμα μετάβασης καταστάσεων όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Αν και στην πραγματικότητα η οπτικοποίηση

πολύπλοκων διαδικασιών γίνεται ακόμα δυσκολότερη. (Σημειώστε ότι στο παρακάτω διάγραμμα μετάβασης καταστάσεων μόνο οι έξι πρώτες δραστηριότητες εμφανίζονται). Με τα βέλη δηλώνονται οι πιθανότητες επανάληψης μιας δραστηριότητας. Τα λεπτότερα βέλη δηλώνουν ένα προσδοκόμενο μονοπάτι υποθέτοντας ότι δεν θα έχουμε επαναλήψεις, ενώ τα βέλη με διακοπτόμενη γραμμή δηλώνουν ροή από και προς τις υπόλοιπες δραστηριότητες της διαδικασίας.



Σχήμα 3.2 : Διάγραμμα μετάβασης καταστάσεων που αναπαριστά μια διαδικασία

3.3.5 Κόστος και Διάρκεια Δραστηριοτήτων

Όπως έχει ήδη το μοντέλο αναπαριστά τις τυχαίες μεταβλητές διάρκειας και κόστους μιας δραστηριότητας με ένα τριγωνικό TriPDF. Οι περισσότερες δραστηριότητες τείνουν να έχουν ένα PDF το οποίο μοιάζει σαν ένα καμπύλο PDF στην εικόνα 4, το οποίο συχνά αναπαρίσταται χρησιμοποιώντας μια Β-κατανομή (Keefee 1993). Το βασικό χαρακτηριστικό αυτής της καμπύλης είναι ότι η περιοχή δεξιά της πιο πιθανής χρονικής ολοκλήρωσης (MLV) είναι αρκετά μεγαλύτερη από την περιοχή στα αριστερά. Αυτή η μορφή έρχεται σε αντίθεση με την τάση της εργασίας να εκτείνεται (διαστέλλεται) για να γεμίσει τον διαθέσιμο χρόνο καθώς και με την ανθρώπινη φύση η οποία χαλαρώνει

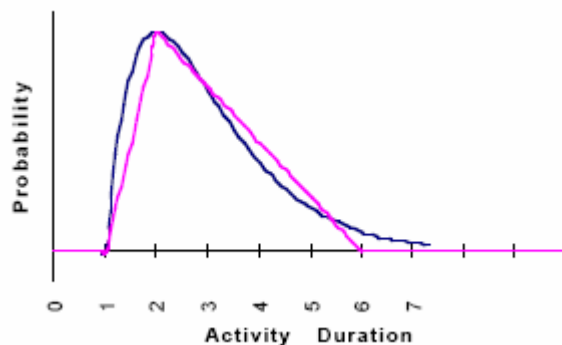
όταν υπάρχει ποσότητα χρόνο μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για την εκτέλεση μιας εργασίας.

Παρόλα αυτά, τα βασικά χαρακτηριστικά μιας τέτοιας καμπύλης όπως φαίνεται στο σχήμα, καλύτερη, πιθανότερη και χειρότερη διάρκεια (BCV,MLV,WCV) μπορεί να αναπαρασταθεί πλήρως με την απλούστερη τριγωνική κατανομή. Οι τριγωνικές κατανομές είναι πολύ πιο εύκολο να κατασκευαστούν, απαιτούν μόνο τρία σημεία ενώ ταυτόχρονα απεικονίζουν την κατάσταση κάθε δραστηριότητας μέσω PDF. Το ύψος της τριγωνικής κατανομής κανονικοποιείται έτσι ώστε το εμβαδόν να είναι μονάδα, αν και μπορεί να κανονικοποιηθεί ως πούμε στο 0.8 έτσι ώστε να υπάρχει ένα περιθώριο 10% για τις τιμές BCV και WCV. Για απλότητα, οι είσοδοι στο TriPDF κανονικοποιούνται στην μονάδα.

$$\text{TriPDF Area} = b \cdot h / 2 = (WCV - BCV) \cdot P(MLV) / 2 = 1$$

Λύνοντας ως προς $P(MLV)$ έχουμε

$$P(MLV) = 2 / (WCV - BCV)$$



Σχήμα 3.3 : PDFs για την διάρκεια μιας δραστηριότητας

Επειδή το κόστος κάθε δραστηριότητας εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από την διάρκεια της δραστηριότητας, το κόστος PDF για μια δραστηριότητα έχει πολύ συχνά μια διαμόρφωση παρόμοια με την χρονική διάρκεια PDF (αν και είναι σε άλλη κλίμακα). Δεδομένης μιας PDF για το κόστος και μιας PDF για την διάρκεια μιας δραστηριότητας, κάποιος θα μπορούσε να περιμένει ισχυρή συσχέτιση για ένα τέτοιο ζεύγος δειγμάτων διάρκειας και κόστους. Επομένως κάθε φορά που το μοντέλο επιλέγει μια τυχαία τιμή για την διάρκεια μιας δραστηριότητας από το PDF, είναι δεσμευτικό ότι θα διαλέξει και ένα τυχαίο κόστος από ένα συγκεκριμένο εύρος τιμών από το αντίστοιχο PDF. Τελικά

λοιπόν ,αν και η διάρκεια καθώς και το κόστος κάθε δραστηριότητας επιλέγονται τυχαία, υπάρχει υψηλός βαθμός συσχέτισης στις δύο τιμές σε κάθε εκτέλεση του προγράμματος. Ο βαθμός συσχέτισης για τα δεδομένα από τα δείγματα καθορίζεται στο 0.9 αν και μπορεί να αλλάξει από τον χρήστη.

Για κάθε δραστηριότητα , το κόστος και η διάρκεια επιλέγονται τυχαία. Στην συνέχεια , κάθε δείγμα διάρκειας μετατρέπεται σε χρονικά βήματα αφού στρογγυλοποιηθεί, και ένα κλάσμα του κόστους κάθε δραστηριότητας κατανέμεται σε καθένα χρονικό βήμα. Έτσι ένα ίσο ποσοστό διάρκειας και κόστους καταναλώνεται σε κάθε χρονικό βήμα στο οποίο η δραστηριότητα εργάζεται , συμπεριλαμβάνοντας και την αναθεώρηση της.

Ενώ το μοντέλο δεν καθορίζει με σαφήνεια κάποια trade-offs μεταξύ κόστους και διάρκειας ανάμεσα σε κάθε δραστηριότητα, εκτιμά ότι αυτό συμβαίνει ανάμεσα σε δραστηριότητες μέσα σε μια διαδικασία. Αποτελέσματα δειγματοληπτικών διαδικασιών με ίδια τιμή κόστους θα διαφέρουν στην διάρκεια, βασιζόμενη στον αριθμό των παράλληλων δραστηριοτήτων.

3.4 Μοντέλου Αλγορίθμου

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζουν τις πιο σημαντικές μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο (Πίνακας 3.5), και μια γενική εικόνα του αλγορίθμου. Αφού προσδιοριστούν οι παράλληλες δραστηριότητες σε κάθε χρονικό βήμα (χρησιμοποιώντας το άνωσμο WN) γίνεται εργασία σε όλη την ομάδα των δραστηριοτήτων. Αυτή η εργασία (ένα κλάσμα ίσο με το μέγεθος του χρονικού βήματος διά την διάρκεια της δραστηριότητας) αφαιρείται από την εργασία που μένει για κάθε δραστηριότητα στο άνωσμο W και το αντίστοιχο κόστος προστίθεται στο αθροιστικό C. Όταν μια δραστηριότητα ολοκληρώνεται , γίνεται ένας έλεγχος για να προσδιοριστεί και να αποφασιστεί αν αυτή η δραστηριότητα θα προκαλέσει αναθεώρηση για τις υπόλοιπες ενεργές δραστηριότητες. Η στήλη πάνω από κάθε διαγώνια θέση για κάθε δραστηριότητα στον ΠΔΣ (1) περιέχει τις πιθανότητες για πιθανές αναθεωρήσεις. Κάθε μια από αυτές τις πιθανότητες ελέγχεται σε αντιπαραβολή με κάποιον τυχαίο αριθμό στην περιοχή [0,1). Αν ο τυχαίος αριθμός είναι μικρότερος από την υπό εξέταση πιθανότητα, τότε η αντίστοιχη ενεργή δραστηριότητα έχει ένα επιπλέον ποσό εργασίας που προστίθεται

στην αντίστοιχη θέση του ανύσματος W. Το ποσό που προστίθεται είναι το αντίκτυπο για την δραστηριότητα το οποίο δίδεται εν μέρει στην διάσταση 2 του ΠΔΣ στο κελί που αντιστοιχεί στην υπό εξέταση πιθανότητα. Πριν προστεθεί ο αντίκτυπος, αφαιρείται το ποσό από την επίδραση εκμάθησης. Για να πάρουμε το πραγματικό αντίκτυπο στο άνυσμα W στην αντίστοιχη θέση, το ποσοστό της δραστηριότητας που πρέπει να αναθεωρηθεί (από τον ΠΔΣ) πολλαπλασιάζεται με το ποσοστό του αρχικού χρόνου που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η δραστηριότητα (από την αντίστοιχη θέση του ανύσματος LC). Αν μια ενεργή δραστηριότητα πρέπει να κάνει επιπρόσθετη εργασία, τότε τα αποτελέσματα από αυτή την αναθεώρηση μπορεί να επηρεάσουν διαδοχικά άλλες ενεργές δραστηριότητες καθώς και την ίδια την δραστηριότητα που προκαλεί την επανάληψη. Ο έλεγχος για δεύτερη φορά αναθεώρηση, γίνεται την στιγμή την επανάληψης, πριν γίνει οποιαδήποτε εργασία στις ενεργές δραστηριότητες.

Όταν όλες οι δραστηριότητες ολοκληρωθούν, όλες οι θέσεις του ανύσματος W θα είναι ίσος με μηδέν. Το μοντέλο στην συνέχεια μετατρέπει τους αριθμούς των χρονικών βημάτων που απαιτήθηκαν στις αντίστοιχες μονάδες και τα βγάζει ως εξόδους για την διάρκεια της διαδικασίας στην S για κάθε εκτέλεση. Το αθροιστικό κόστος βγαίνει ως έξοδος στο C. Καθώς το μοντέλο εκτελείται αρκετές φορές στο τέλος παίρνουμε ένα σύνολο ζευγαριών S και C ως δείγμα. Τα αποτελέσματα του C σχηματίζουν μια κατανομή κόστους, ενώ τα S σχηματίζουν μια κατανομή χρόνου. Μαζί τα S και C σχηματίζουν μια από κοινού κατανομή C/S.

Το μοντέλο εκτελείται για 25 φορές μέχρι η μέση τιμή και η διακύμανση των C και S κατανομών σταθεροποιηθούν μέσα στο 1%. Δηλαδή για το C έχουμε :

$$\frac{|\bar{C}_T - \bar{C}_{T-25}|}{\bar{C}_{T-25}} < 0.01$$

$$\frac{|\sigma_{C,T}^2 - \sigma_{C,T-25}^2|}{\sigma_{C,T-25}^2} < 0.01$$

Παρόμοιες ανισότητες εφαρμόζονται και στο S. Ο χρήστης μπορεί παρόλα αυτά να προσαρμόσει αυτά τα κατώφλια και στην συνέχεια να εκτελέσει το μοντέλο μέχρι να σταθεροποιηθούν η μέση τιμή και η διακύμανση.

R	Αριθμός Εκτελέσεων του προγράμματος για την προσομοίωση
N	Αριθμός δραστηριοτήτων για την διαδικασία
C	Αθροιστικό κόστος διαδικασίας για μια δεδομένη εκτέλεση
S	Αθροιστική διάρκεια διαδικασίας για μια δεδομένη εκτέλεση
Δt	Μέγεθος χρονικού βήματος για την προσομοίωση
tx	Το τρέχων χρονικό βήμα
ActSn	Άνυσμα διάρκειας δραστηριότητας: Είναι ένα άνυσμα μήκους n το οποίο περιέχει μια τιμή διάρκειας χρόνου για κάθε δραστηριότητα, παίρνοντας δείγμα από τον PDF για κάθε πιθανή διάρκεια εκτέλεσης της δραστηριότητας
ActCn	Άνυσμα κόστους δραστηριότητας: Είναι ένα άνυσμα μήκους n το οποίο περιέχει μια τιμή κόστος για κάθε δραστηριότητα και παίρνει δείγματα τιμών από τον PDF για κάθε πιθανή τελική τιμή κόστους της δραστηριότητας. 90% συσχετίζεται με την
Wn	Άνυσμα Εργασίας: Ένα άνυσμα μήκους n με τιμές [0,1] για κάθε δραστηριότητα, δείχνοντας το ποσοστό εργασίας που έχει γίνει για κάθε μία. Αρχικά για όλες τις δραστηριότητες η τιμή ορίζεται στο 1, δείχνοντας ότι το 100% της κάθε δραστηριότητας είναι ατελείωτο
Winitn	Αρχικές τιμές για το W άνυσμα, Αρχικοποιείται σε κάθε εκτέλεση
WNn	Άνυσμα τρέχουσας κατάστασης εργασιών: Ένα άνυσμα μήκους n με τιμές Boolean για κάθε δραστηριότητα. Δείχνει την ανάγκη για εργασία σε κάθε δραστηριότητα στο τρέχων χρονικό βήμα
LCn	Άνυσμα εκμάθησης της δραστηριότητας: Είναι ένα άνυσμα μήκους n το οποίο περιέχει ποσοστά για κάθε δραστηριότητα. Εμφανίζει το ποσοστό της διάρκειας από την αρχική δραστηριότητα που απαιτείται για δεύτερη και επιτυχημένη εκτέλεση της κάθε δραστηριότητας.
DSMnnk	ΠΔΣ (μη διαγώνιος n x n πίνακας με τρίτη διάσταση k) Διάσταση k=1 : πιθανότητα επανάληψης [0,1] Για τις θέσεις του πίνακα πάνω από την διαγώνιο όπου $i < j$, η πιθανότητα της δραστηριότητας j προκαλεί επανάληψη για τα την δραστηριότητα i. Για τις θέσεις κάτω από την κύρια διαγώνιο, όπου $i > j$, η πιθανότητα της δραστηριότητας j προκαλεί δεύτερης τάξης αναθεώρηση για την δραστηριότητα i μετά την επανάληψη της j Διάσταση k=2: Αντίκτυπος Επανάληψης [0,1] Η προστιθέμενη εργασία, όσον αφορά τον αντίκτυπο στο άνυσμα εργασίας W, θα πρέπει να επαναληφθεί η να αναθεωρηθεί για δεύτερη φορά

Πίνακας 3.5. Μεταβλητές Μοντέλου

3.4.1 Αλγόριθμος για κάθε εκτέλεση του μοντέλου

1. Βάλε στο άνυσμα W τις αρχικές τιμές W_{init}
2. Πάρε δείγμα για το κόστος και την διάρκεια κάθε δραστηριότητας από τις αντίστοιχες κατανομές τους
3. Μετέτρεψε τις διάρκειες των δραστηριοτήτων σε χρονικά βήματα , και κάνε στρογγυλοποιήσεις στους χρόνους (η ελάχιστη διάρκεια ορίζεται ως ένα χρονικό βήμα)
4. Για κάθε χρονικό βήμα
Βάλε όλα τα $WN = False$

Βρες την πρώτη δραστηριότητα i , η οποία δεν έχει τελειώσει (πχ. Όπου $W(i) > 0$. Βάλε $WN(i) = True$

- Επαναληπτικά , για όλες τις διαδοχικές δραστηριότητες,
 - Βρες τις παράλληλες δραστηριότητες για το τρέχων χρονικό βήμα. Αν η επόμενη δραστηριότητα (i) είναι ατελής και δεν εξαρτάται από κάποια ατελής δραστηριότητα (j) ,ενεργή στο τρέχων βήμα, τότε βάλε στο αντίστοιχο $WN(i) = True$
 - Αλλιώς μια ομάδα δραστηριοτήτων που έχουν ολοκληρωθεί έχει βρεθεί. (Σταμάτα να ελέγχεις για δραστηριότητες.
- Επαναληπτικά , για όλες τις δραστηριότητες,
 - Αν η δραστηριότητα κάνει εργασία σε αυτό το χρονικό βήμα $WN(i) = true$ Τότε
 - Αφαίρεσε το αντίστοιχο κλάσμα εργασίας από το $W(i)$ για κάθε εργαζόμενη δραστηριότητα
 - Αν $W(i) < 0.01$ τότε βάλε $W(i) = 0$, για να προλάβεις λάθη στρογγυλοποίησης από την επέκταση της διάρκειας της δραστηριότητας.
 - Πρόσθεσε το αντίστοιχο κλάσμα κόστους για κάθε εργαζόμενη δραστηριότητα στο αθροιστικό C .

- Αν η δραστηριότητα κάνει εργασία σε αυτό το χρονικό βήμα και μόλις έχει τελειώσει (πχ. Αν $WN(i)=True$, και $W(i)=0$) Τότε
 - ο Επαναληπτικά, για όλη την στήλη του ΠΔΣ ακριβώς πάνω από την πρόσφατη τελειωμένη δραστηριότητα έλεγξε για πιθανές επαναλήψεις
 - Αξιολόγησε κάθε πιθανότητα με κάποιον τυχαίο αριθμό. Αν απαιτείται τότε:
 - Πρόσθεσε το αντίστοιχο τμήμα αναθεώρησης (Δίνεται στον ΠΔΣ διάσταση 2, και προσάρμοσε τον συντελεστή εκμάθησης δραστηριότητας) στο άνωσμο W στην αντίστοιχη θέση για την ενεργή δραστηριότητα. Αν όμως η θέση στο W είναι μεγαλύτερη του 1, (διότι η δραστηριότητα δεν έχει τελειώσει) μείωσε το στο 0.9 για να μην επεκταθεί η εμβέλεια της εργασίας πέρα από τον αρχικό της στόχο καθώς επίσης και για να φαίνεται κάποια πληροφορία εκμάθησης της δραστηριότητας
 - Επαναληπτικά, για όλη την στήλη, κάτω από την ενεργή δραστηριότητα, έλεγξε για ενδεχόμενες αναθεωρήσεις δεύτερης σειράς. Αξιολόγησε κάθε πιθανότητα σε αντιδιαστολή με κάποιον τυχαίο αριθμό. Αν Απαιτείται Τότε:
 - ο Πρόσθεσε το αντίστοιχο τμήμα αναθεώρησης εργασίας (Βρίσκεται στον ΠΔΣ, διάσταση 2, και προσάρμοσε την επίδραση εκμάθησης δραστηριότητας) στο

άνυσμα W για την συγκεκριμένη δραστηριότητα. Αν W είναι μεγαλύτερο από 1, για την συγκεκριμένη δραστηριότητα, (Διότι η δραστηριότητα δεν έχει τελειώσει) μείωσε το στο 0.0

- Αν υπάρχει δραστηριότητα, που δεν έχει τελειώσει, αύξησε το χρονικό βήμα, και επανέλαβε, Αλλιώς τερμάτισε την εκτέλεση.

5. Μετέτρεψε τους αριθμούς του χρονικού βήματος σε μονάδες χρόνου για να προσδιορίσεις το S

6. Αποθήκευσε το C και το S με τον αριθμό εκτέλεσης.

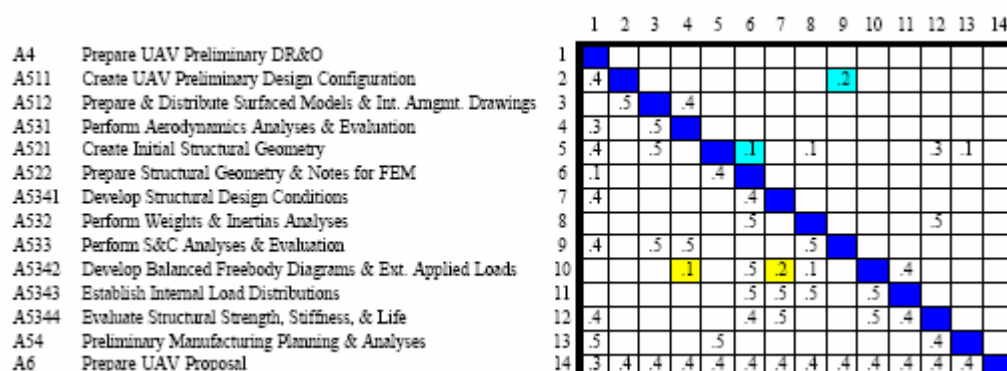
3.5. Εφαρμογή του μοντέλου

Το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται σε μια προκαταρκτική φάση σχεδιασμού για ένα εγκαταλειμμένο εναέριο μεταφορικό μέσο (UAN) μιας αεροπορικής εταιρίας.

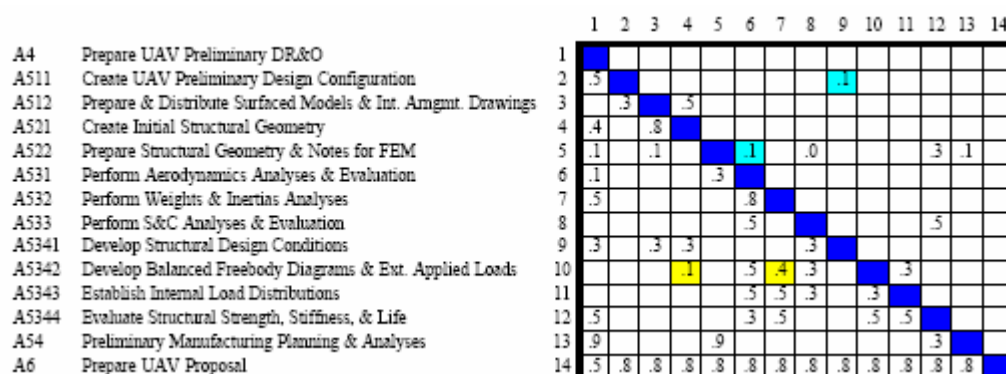
Ένας Πίνακας Δομής Σχεδίασης (Π.Δ.Σ) αναπαριστά τις δραστηριότητες που σχετίζονται με την διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης καθώς και συσχετίσεις – αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την διάρκεια κάθε δραστηριότητας, το κόστος και την επίδραση από την εκμάθηση της δραστηριότητας (Με το πράσινο χρώμα τα σκιασμένα κελιά δηλώνουν δραστηριότητες με μη ολοκληρωμένα δεδομένα). Ο πίνακας 3.6α δείχνει στην πρώτη του διάσταση τις πιθανότητες αναθεώρησης και στην δεύτερη διάσταση ο πίνακας 3.6β την επίδραση από την αναθεώρηση (αντίκτυπος). Στους δύο παρακάτω πίνακες τα κίτρινα κελιά δηλώνουν τιμές που “ικανοποιούν” το μοντέλο ενώ με τουρκουάζ χρώμα, δηλώνονται τα κελιά για τα οποία οι αντίστοιχες δραστηριότητες πρέπει να ελεγχθούν. Όπου είναι απαραίτητο στους παρακάτω πίνακες γίνεται στρογγυλοποίηση των τιμών.

Activities		Durations (days)			Costs (\$k)			LC
ID#	Name	BCV	MLV	WCV	BCV	MLV	WCV	
A4	Prepare UAV Preliminary DR&O	1.9	2	3	8.6	9	13.5	35%
A511	Create UAV Preliminary Design Configuration	4.75	5	8.75	5.3	5.63	9.84	20%
A512	Prepare & Distribute Surfaced Models & Int. Arrgmt. Drawings	2.66	2.8	4.2	3	3.15	4.73	60%
A531	Perform Aerodynamics Analyses & Evaluation	9	10	12.5	6.8	7.5	9.38	33%
A521	Create Initial Structural Geometry	14.3	15	26.3	128	135	256	40%
A522	Prepare Structural Geometry & Notes for FEM	9	10	11	10	11.3	12.4	100%
A5341	Develop Structural Design Conditions	7.2	8	10	11	12	15	35%
A532	Perform Weights & Inertias Analyses	4.75	5	8.75	8.9	9.38	16.4	100%
A533	Perform S&C Analyses & Evaluation	18	20	22	20	22.5	24.8	25%
A5342	Develop Balanced Freebody Diagrams & External Applied Loads	9.5	10	17.5	21	22.5	39.4	50%
A5343	Establish Internal Load Distributions	14.3	15	26.3	21	22.5	39.4	75%
A5344	Evaluate Structural Strength, Stiffness, & Life	13.5	15	18.8	41	45	56.3	30%
A54	Preliminary Manufacturing Planning & Analyses	30	32.5	36	214	232	257	28%
A6	Prepare UAV Proposal	4.5	5	6.25	20	22.5	28.1	70%

Πίνακας 3.6α : Πίνακας Δραστηριοτήτων για Είσοδο στο μοντέλο



Πίνακας 3.6β : Πίνακας Δομής Σχεδίασης – Διάσταση 1, Πιθανότητες Αναθεώρησης



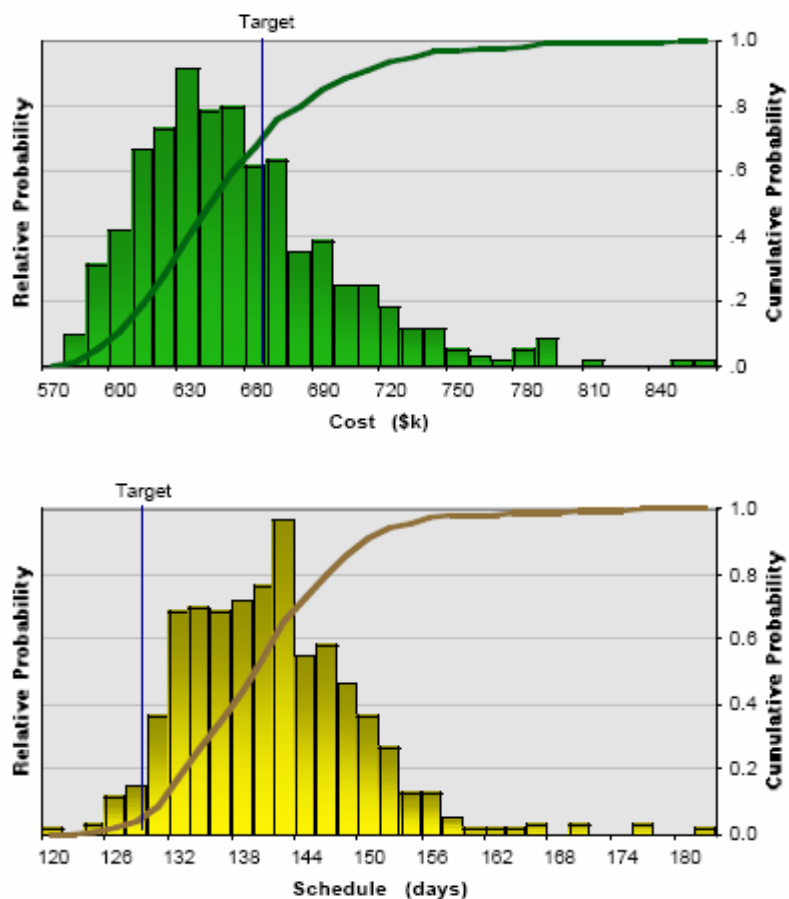
Πίνακας 3.7 : Πίνακας Δομής Σχεδίασης – Διάσταση 2, Επίδραση από αναθεώρηση (Impacts)

3.6 Αποτελέσματα προσομοίωσης

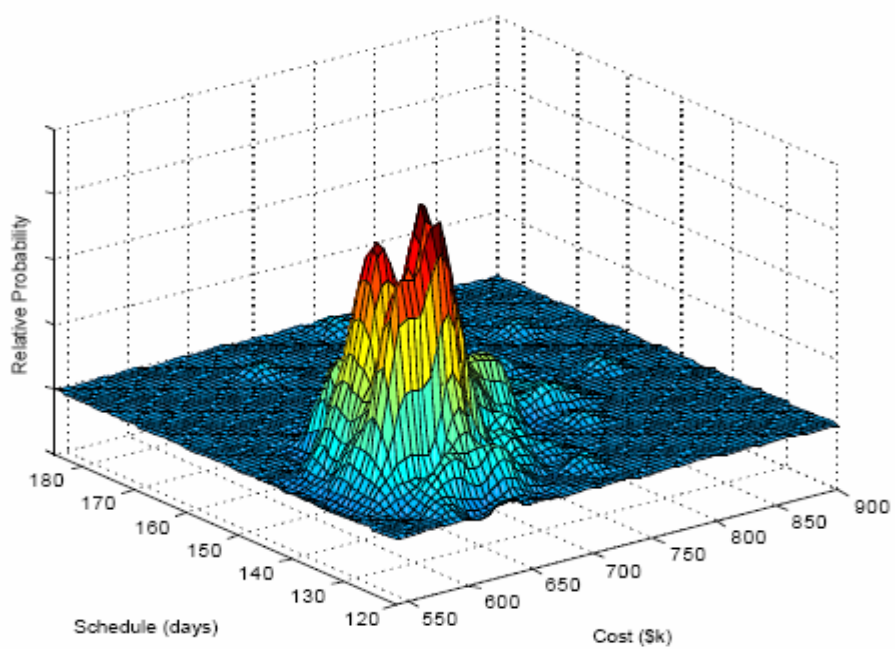
3.6.1 Έξοδοι προσομοίωσης

Το σχήμα 3.4 δείχνει την συνάρτηση πιθανότητας μάζας (PMFs) και τις συναρτήσεις αθροιστικής κατανομής (CDFs) για δείγματα αποτελεσμάτων κόστους και διάρκειας της διαδικασίας αντίστοιχα ($n=475$, $\Delta t=2$, Αριθμός εκτελέσεων =25). Η μέση τιμή κόστους είναι $E[C] = \$647k$, με μια σταθερή απόκλιση $\sigma_c = \$45k$. Το μέσο κόστος είναι $\$640k$. Όπως ήταν αναμενόμενο, αυτή η κατανομή είναι ασύμμετρη δεξιά (ασυμμετρία κατανομής =1.15). Η μέση διάρκεια είναι $E[S]=141$ μέρες με μια σταθερή $\sigma_s = 8$ ημέρες. Η κατά μέσο όρο διάρκεια είναι 140 ημέρες, αν και η κατανομή διάρκειας είναι ασύμμετρη δεξιά (ασυμμετρία κατανομής =0.95). Οι δύο κατανομές έχουν συντελεστή συσχέτισης 0.52, το οποίο είναι ουσιαστικά μικρότερο από τον συντελεστή συσχέτισης (0.9) κόστους και διάρκειας για ατομικές δραστηριότητες. Αυτό το κέρδος επιτυγχάνεται αυξάνοντας τον αριθμό των παράλληλων δραστηριοτήτων σε πολλά αποτελέσματα δειγμάτων. Αυξάνοντας την παραλληλία στις δραστηριότητες μειώνουμε τον συνολική διάρκεια για την διαδικασία χωρίς αλλαγή στο κόστος. Η εικόνα επίσης δείχνει τους στόχους που είναι $\$670k$ για το κόστος και 130 ημέρες για την διάρκεια.

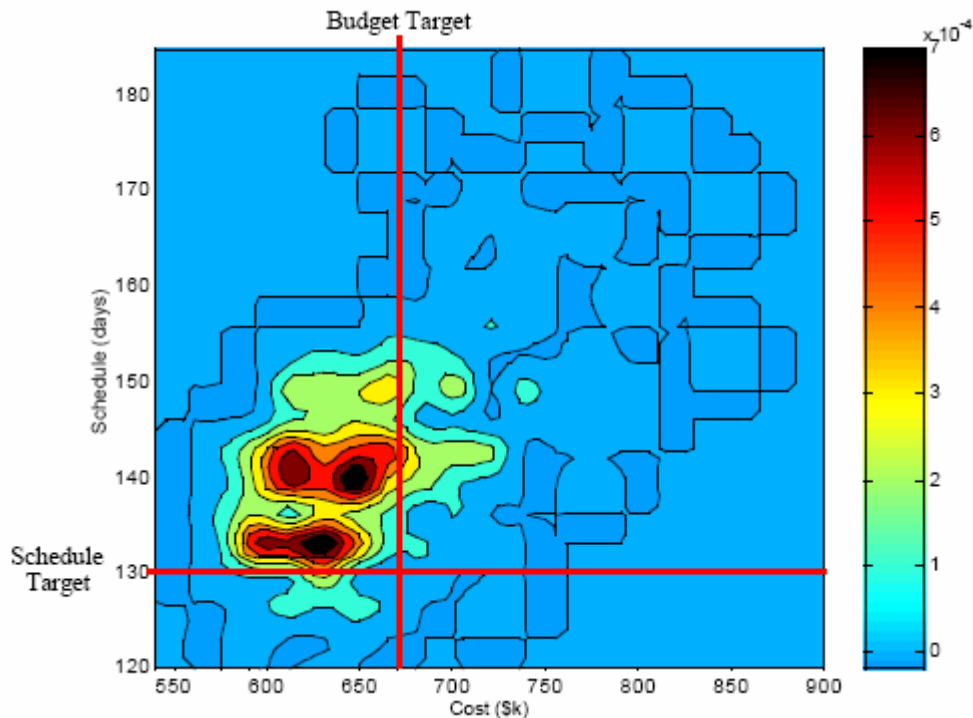
Το σχήμα 3.5 δείχνει μια από κοινού κατανομή PDF για το ζευγάρι αποτελεσμάτων κόστους και διάρκειας. Η παρουσία δύο κορυφών δείχνει ότι πρόκειται για δύο γενικές κατηγορίες από αποτελέσματα του έργου, μια από τις οποίες απαιτεί περισσότερες επαναλήψεις. Η εικόνα 7, δείχνει τα δεδομένα σε χάρτη με ισοϋψείς στον οποίο είναι ευκολότερο να οπτικοποιήσουμε τους στόχους.



Σχήμα 3.4: Έξοδοι για το κόστος (PMFs) και την διάρκεια(CDFs) από το μοντέλο



Σχήμα 3.5: Συνδυασμός κατανομών κόστους και διάρκειας PDF



Σχήμα 3.6: Συνδυασμός κατανομών κόστους και διάρκειας PDF σε ισοϋψείς

3.6.2 Σύγκριση με το πραγματικό project

Όταν συγκρίνουμε με τα αποτελέσματα του UAN έργου, τις προσομοιωμένες τιμές αποτελεσμάτων κόστους και διάρκειας γίνεται υπερεκτίμηση του πραγματικού χρόνου και των χρημάτων που απαιτούνται για το έργο. Παρόλα αυτά, πέντε παράγοντες αξιολογούνται και μοιράζονται την ευθύνη για αυτή την ασυμφωνία.

1. Τα δεδομένα εισόδου είναι ανεπαρκή όσο αφορά τις σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων. Πολλοί από τους ειδικούς παρέχουν δεδομένα τα οποία μετέχουν σε έναν αριθμό από έργα διαφορετικής πολυπλοκότητας και κλίμακας. Φαίνεται δύσκολο για αυτούς να προσδιορίσουν κόστος και διάρκεια
2. Η πραγματική διαδικασία του έργου εκτελείται κάτω από άτυπες συνθήκες. Αν σχεδιαστές παρείχαν τυπικές τιμές κόστους και διάρκειας τότε αυτοί οι αριθμοί θα ήταν με μεγάλη πιθανότητα υψηλότερες από το πραγματικό μέγεθος.

3. Το μοντέλο δεν επιτρέπει υπεβολικά μεγάλο αριθμό παράλληλων δραστηριοτήτων. Αν κοιτάξουμε το διάγραμμα Gantt θα δούμε ότι το μοντέλο περιορίζει πολλές δραστηριότητες να περιμένουν μέχρι κάποιες άλλες να ολοκληρωθούν. Αυτό στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει, μιας και κάποιες δραστηριότητες ξεκινάνε με προκαταρκτικές πληροφορίες.
4. Η μετατροπή των διαθέσιμων δεδομένων για να εισαχθούν στο μοντέλο απαιτεί πολλές προσεγγίσεις στις πραγματικές τιμές που βέβαια δεν είναι σε πλήρη συμφωνία
5. Στα αποτελέσματα από το μοντέλο γίνεται χρήση ενός χρονικού βήματος ίσο με δύο μέρες το οποίο υπερτιμά μικρές αυξήσεις αναθεωρήσεων δημιουργώντας έτσι τελικά αποτελέσματα με υψηλότερο κόστος και διάρκεια διαδικασίας.

3.7. Ανάλυση κινδύνου

Αντιπαραβάλλοντας τα αποτελέσματα από πολλαπλές προσομοιώσεις απαιτείται μια κοινή βάση για την σύγκριση τους. Τα τελικά PDFs μπορεί να διαφέρουν στην μέση τιμή, στην διακύμανση στην ασυμμετρία, ενώ μια καλύτερη μέση τιμή δεν συνεπάγεται πάντα μικρότερη διακύμανση και αντίστροφα. Χρειάζεται λοιπόν μια σύνθετη αντικειμενική συνάρτηση πάνω στην οποία θα γίνονται οι συγκρίσεις όλων των PDFs μεταξύ τους σε αντιδιαστολή ενός αντικειμενικού στόχου. Μια δυνατότητα είναι να χρησιμοποιήσουμε την πιθανότητα μη αποδεκτών αποτελεσμάτων $P(\text{unacceptable})$ η οποία υπολογίζεται χρησιμοποιώντας μια PDF και ένα αντικειμενικό στόχο. Η πιθανότητα των μη αποδεκτών αποτελεσμάτων αναπαριστά το ποσοστό των αποτελεσμάτων για τα οποία η ποσότητες κόστος και διάρκεια υπερβαίνουν τον στόχο.

Παρόλα αυτά κάποια αποτελέσματα είναι πολύ χειρότερα από κάποια άλλα. Για παράδειγμα, με ένα στόχο διάρκειας 130 ημερών η συνέπεια του να πάρει το έργο 170 ημέρες είναι πολύ χειρότερο ως αποτέλεσμα από το να πάρει 131 ημέρες. Έτσι χρησιμοποιείται μια συνάρτηση επίδρασης (Impact function) για να αξιολογήσει τις συνέπειες του οδηγώντας στην έννοια του παράγοντα κινδύνου R

Ο παράγοντας κινδύνου αξιολογείται για την μέση τιμή, την διακύμανση και την ασυμμετρία των PDFs αποτελεσμάτων σε αντιδιαστολή με έναν αντικειμενικό στόχο. Υπό αυτή την έννοια λοιπόν παρέχει μια εκτίμηση για την σύγκριση ομοειδών χαρακτηριστικών (πχ κόστος με κόστος). Για παράδειγμα χρησιμοποιώντας μια τετραγωνική συνάρτηση επίδρασης – κινδύνου για την διάρκεια του έργου έχουμε :

$$\mathcal{R}_s = k_s \int_{T_s}^{\infty} f_s(x_0) [x_0 - T_s]^2 dx_0$$

Όπου k_s είναι σταθερά, $f_s(x_0)$ είναι η διάρκεια του PDF, T_s είναι η διάρκεια του στόχου, και $k_s[x_0 - T_s]^2$ είναι η συνάρτηση επίδρασης. Ένας αντίστοιχος τύπος εφαρμόζεται και για την ανάλυση κινδύνου όσον αφορά το κόστος του έργου.

3.8 Εφαρμογές

Σε αυτή την ενότητα , χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του έργου UAN , παρουσιάζονται τρεις εφαρμογές του μοντέλου που αφορούν την διαχείριση και τον προγραμματισμό έργων.

3.8.1 Προγραμματισμός Έργων: Σχηματισμός-σύνθεση διαδικασιών

Κάνοντας χρήση ενός ΠΔΣ , μπορούμε να κατασκευάσουμε μια βελτιωμένη σύνθεση για την υλοποίηση μιας διαδικασίας η οποία αποτελείται από τις αντίστοιχες δραστηριότητες. Μια απλή μέθοδος είναι να ανταλλάσουμε γραμμές και στήλες στον ΠΔΣ και να συγκρίνουμε την δομή πριν και μετά. Αν η αλλαγή αυτή επιφέρει βελτίωση στο σύστημα τότε κρατάμε τον νέο ΠΔΣ αλλιώς επιστρέφουμε τον πίνακα στην πρώτη του διάταξη και δοκιμάζουμε άλλη αλλαγή γραμμών και στηλών. Ο μόνος πραγματικός τρόπος για να βελτιστοποιήσουμε τον ΠΔΣ είναι να δοκιμάσουμε όλες τις πιθανές ακολουθίες που μπορούν να προκύψουν. Αυτή η μέθοδος όμως έχει πολυπλοκότητα τάξης $n!$, $O(n!)$. Για αυτό τον λόγο , πολλοί συγγραφείς προτείνουν ευρετικούς αλγόριθμους με μικρότερο υπολογιστικό κόστος που πλησιάζουν το βέλτιστο (Rogers 1996, Smith 1997b, Steward 1981b). Οι

περισσότερες από αυτές τις μεθόδους εστιάζουν στην μείωση των επαναλήψεων των δραστηριοτήτων μιας και αυτές είναι το κλειδί για την διακύμανση (Adler 1995, Osborne 1993). Το βασικό σημείο για την καλή αναπαράσταση μιας διαδικασίας σε έναν ΠΔΣ είναι πως θα επιτευχθεί να εντοπίσουμε τις επαναλήψεις. Είναι αναμενόμενο ότι, η βέλτιστη διάταξη θα έχει τις ελάχιστες επαναλήψεις.

Η βασική πρόσκληση για το παραπάνω πρόβλημα είναι να προσδιορίσουμε μια αντικειμενική συνάρτηση η οποία θα μπορεί να εντοπίζει όλες τις πηγές αβεβαιότητας μιας διαδικασίας. Ο παραδοσιακός τρόπος είναι να μια συνάρτηση η οποία θα ελαχιστοποιεί την διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Παράλληλα, η ελαχιστοποίηση της διακύμανσης και του κινδύνου είναι δύο επίσης επιθυμητοί στόχοι για το κόστος και την διάρκεια της διαδικασίας. Η επιλεγόμενη αντικειμενική συνάρτηση πρέπει να ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ως προς ένα στόχο και όχι να κάνει μερικώς συγκρίσεις αναμενόμενων τιμών κόστους και διάρκειας.

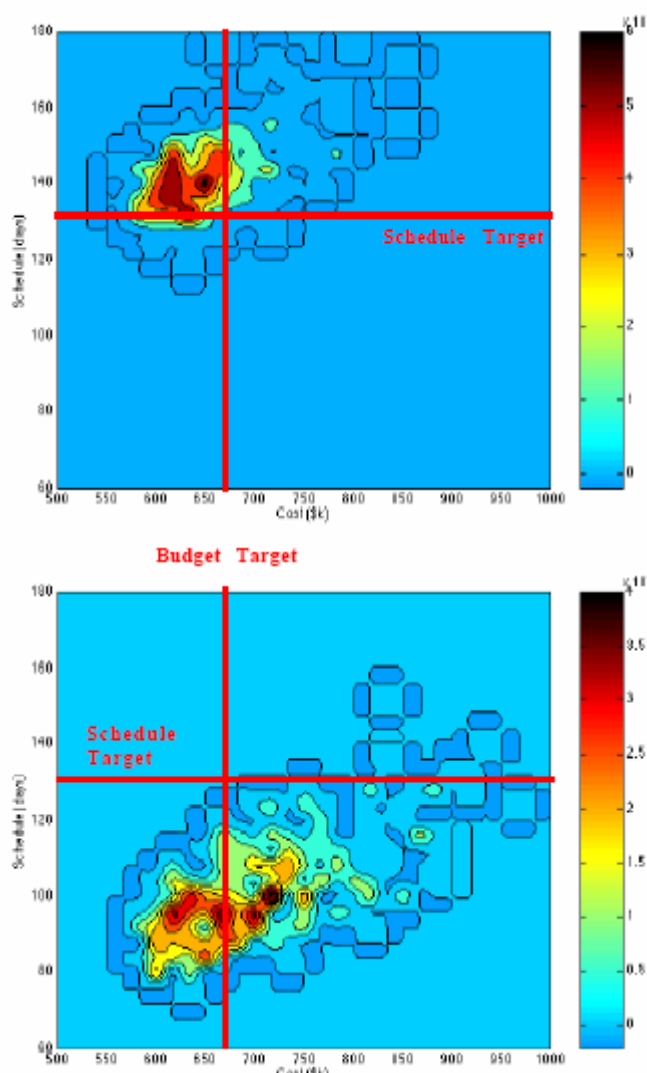
Σε αυτή την ενότητα, η εφαρμογή που παρουσιάζεται, δίνει αποτελέσματα για πέντε διαφορετικές διαδικασίες σχεδιασμού του έργου UAN με όμοιο κόστος και προγραμματισμένους στόχους, κάνοντας χρήση μιας τετραγωνικής συνάρτησης επίδρασης (Impact Function). Η διατάξεις του ΠΔΣ για τις δύο πρώτες περιπτώσεις φαίνονται στους παρακάτω πίνακες. Η διάταξη τρία έχει το πλεονέκτημα ότι η ανάλυση κατασκευής ξεκινά νωρίτερα, επιτρέποντας σε άλλες δραστηριότητες να εκτελεστούν παράλληλα. Να σημειωθεί βέβαια ότι, μετακινώντας την δραστηριότητα ανάλυσης κατασκευής στις ενεργές δραστηριότητες προκαλείται αύξηση των επαναλήψεων μέσα στην διαδικασία. Παρόλα αυτά η μικρή επίδραση από τις επιπλέον επαναλήψεις και το όφελος από την επίδραση της εκμάθησης για την δραστηριότητα της κατασκευής μειώνουν τις επιδράσεις στις μεταβολές του κόστους και της διάρκειας για οποιαδήποτε αναθεώρηση χρειαστεί. Οι διατάξεις τέσσερα και πέντε είναι παραλλαγές της τρία. Ο πίνακας 3.8 δείχνει την σειρά των δραστηριοτήτων για κάθε διάταξη, καθώς επίσης τους παράγοντες R_C και R_S καθώς και άλλα δεδομένα. Αν και οι παράγοντες R_C και R_S είναι σε διαφορετική κλίμακα και επομένως δεν μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους, αυτό μπορεί να γίνει μεταξύ ομοειδών παραγόντων. Παρατηρούμε ότι οι

διατάξεις 3,4 και 5 έχουν περισσότερες παράλληλες δραστηριότητες, περισσότερες επαναλήψεις, υψηλότερο κίνδυνο για το κόστος , αλλά αμελητέο κίνδυνο για την διάρκεια.

Config. #	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	5	4	4	4	5
5	6	5	5	5	8
6	4	13	13	13	6
7	8	6	6	6	4
8	9	7	9	9	9
9	7	8	7	7	7
10	10	9	8	13	13
11	11	10	10	10	10
12	12	11	12	12	12
13	13	12	11	11	11
14	14	14	14	14	14
n	475	325	275	375	350
$E[C]$	647	643	670	695	692
σ_C	45	42	59	72	68
$E[S]$	141	146	111	99	100
σ_S	8	8	9	12	12
T_C	670				
T_S	130				
$P_C(un.)$	24.4%	21.2%	40.7%	57.6%	58.6%
$P_S(un.)$	91.4%	100%	3.3%	0.8%	1.7%
\mathcal{R}_C	688	575	2235	4997	4213
\mathcal{R}_S	184	316	3	2	2

Πίνακας 3.8 :Σύγκριση πέντε διαφορετικών διατάξεων για τον ΠΔΣ

Η παρακάτω εικόνα (σχήμα 3.7), συγκρίνει τις από κοινού κατανομές C,S για τις διατάξεις ένα και τρία. Είναι εύκολο να διαπιστωθεί από τα διαγράμματα ότι , η διάταξη τρία μειώνει τον κίνδυνο χρόνου αυξάνοντας λίγο τον κίνδυνο κόστους.

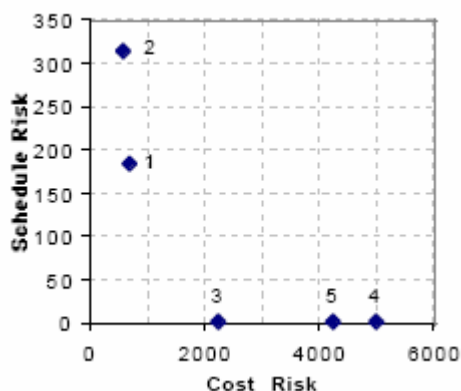


Σχήμα 3.7: Σύγκριση των διατάξεων ένα και τρία

Στο Σχήμα 3.8 σχεδιάζονται τα R_C και R_S για τις πέντε διατάξεις, δίνοντας ενδεχόμενα σημεία trade-off. Αν συνδέσουμε τα σημεία από την γραφική παράσταση τότε προκύπτει μια καμπύλη αρκετά απότομη στην οποία αρκετές διατάξεις δεν μπορούν να βρεθούν πάνω της. Πιθανόν, κάποια άγνωστη ακόμα διάταξη θα μπορούσε να απλώσει την καμπύλη χαμηλότερα και πιο αριστερά δηλαδή λιγότερο απότομη. Ο τύπος της συνάρτησης επίδρασης που επιλέγεται επηρεάζει την μορφή της καμπύλης. (Η τετραγωνική συνάρτηση επίδρασης προκαλεί βελτιώσεις σε διατάξεις χαμηλού κινδύνου λιγότερο από ότι σε υψηλού κινδύνου).

Χρησιμοποιώντας την προσέγγιση της κατασκευής και σύγκρισης εναλλακτικών διατάξεων, το μοντέλο σε αυτή την ενότητα μπορεί να επεκταθεί με μία επαναληπτική δομή ελέγχου η οποία θα μπορεί να ελέγχει

νέες διατάξεις (πχ με χρήση γενετικού αλγόριθμου), συγκρίνοντας αποτελέσματα, και συνεχίζοντας μέχρι να βρεθεί βέλτιστη διάταξη (ή μέχρι να φτάσουμε στα επιθυμητά υπολογιστικά όρια –κατώφλι που ο χρήστης επιλέγει) .

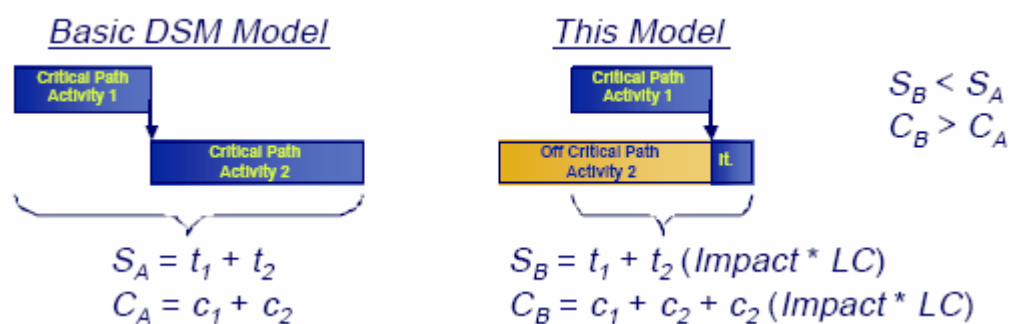


Σχήμα 3.8:: Παράγοντες κινδύνου κόστους και χρόνου για τις πέντε διατάξεις διαδικασιών.

Το μοντέλο λοιπόν , μας δίνει την πληροφορία που και διαισθητικά έχουμε: περισσότερες επαναλήψεις οδηγούν σε μικρότερες διάρκειες διαδικασιών. Η διατάξεις 3,4, και πέντε έχουν το πλεονέκτημα των προαναγγεληθέντων επαναλήψεων. Κάποιες δραστηριότητες (πχ δραστηριότητα 13) ξεκινάνε την εκτέλεση τους νωρίτερα και επιτρέπεται να εργάζονται παράλληλα με άλλες, μειώνοντας έτσι τον χρόνο εκτέλεσης της διαδικασίας. Τελικά , αν και οι αναδιατάξεις στον ΠΔΣ αυξάνουν τα σημεία στον πίνακα πάνω από την διαγώνιο, και την απόσταση τους από την διαγώνιο η αύξηση των επαναλήψεων και το αντίστοιχο κόστος αξίζει τον κόπο μιας και έχουμε μικρές επιδράσεις από αναθεωρήσεις και κόστος από την επίδραση εκμάθησης της δραστηριότητας. Ουσιαστικά , ξεκινώντας κάποιες δραστηριότητες νωρίτερα , οι σχεδιαστές αρχίζουν νωρίτερα να μαθαίνουν , κάνοντας αρκετή εργασία σε σημεία που χρειάζονται αποφάσεις και όχι κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της δραστηριότητας. Έτσι αν και το κόστος μπορεί να είναι υψηλότερο ο σχεδιασμός και η διάρκεια μπορούν να συμπιεστούν κάνοντας παράλληλες εργασίες.

Στο σχήμα 3.9 φαίνονται αυτές ακριβώς τις παραχωρήσεις. Στην περίπτωση Α , δύο δραστηριότητες γίνονται ακολουθιακά. Το συνολικό κόστος και η συνολική διάρκεια της διαδικασίας είναι το άθροισμα των επιμέρους τιμών

κόστους και χρόνου αντίστοιχα των δραστηριοτήτων. Στην δεύτερη περίπτωση B, η δεύτερη δραστηριότητα ξεκινά νωρίτερα. Όταν φτάνουν τα αποτελέσματα από την δραστηριότητα(1) ,η δραστηριότητα (2) πρέπει να κάνει αναθεώρηση, αλλά ο χρόνος που χρειάζεται για την αναθεώρηση είναι μικρότερος από τον χρόνο που χρειάζεται για την ίδια την δραστηριότητα να εκτελεστεί. Συνεπώς, ο συνολικός χρόνος μειώνεται, αν και το συνολικό κόστος αυξάνεται λόγω της αναθεώρησης. Το μοντέλο διευκολύνει σε αυτόν τον τομέα κάνοντας έξυπνες επιλογές για της δραστηριότητες που θα ξεκινήσουν νωρίτερα από το κανονικό

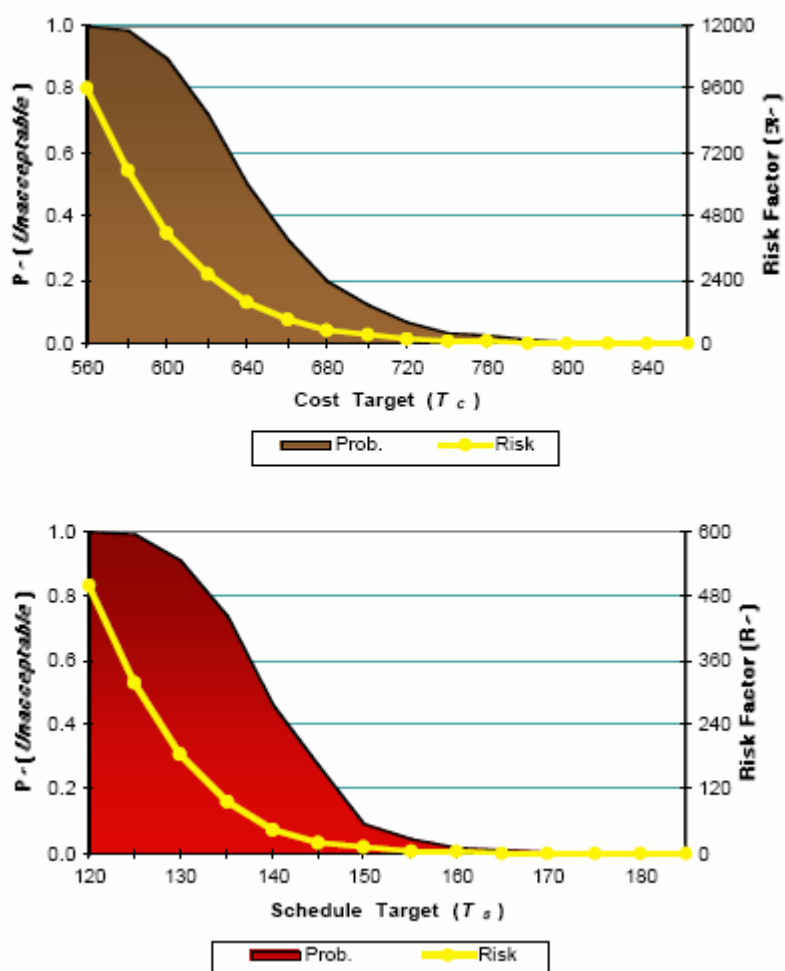


Σχήμα 3.9: Συνέπειες στο κόστος και στην διάρκεια από την preemptive επανάληψη

3.8.2. Προγραμματισμός Έργου: Καθορίζοντας το κόστος και τον χρόνο

Μια άλλη εφαρμογή του μοντέλου συνδέεται με την επιλογή στόχων κόστος και διάρκειας. Ένα μεγάλο ποσοστό του κινδύνου στις συγκεκριμένες κατανομές αποτελεσμάτων ,συνδέεται άμεσα από την επιλογή στόχων και την συνάρτηση επίδρασης(Impact function). Όταν επιλέγουμε ή διαπραγματευόμαστε τιμές στόχων θα ήταν επιθυμητό ένα αποδεκτό επίπεδο κινδύνου. Στο σχήμα 3.10 P(unacceptable) και R σχεδιάζονται σε αντιδιαστολή διάφορων στόχων. Για παράδειγμα επιλέγοντας ένα στόχο κόστους \$620k , συνεπάγεται ένα 74% κίνδυνο να πάρουμε μη αποδεκτά αποτελέσματα και έναν παράγοντα κινδύνου κόστους γύρω στα 2500. Συγκρίνοντας ,αν πάρουμε $T_c = \$700k$, $P(\text{unacceptable}) = 0.09$, και $R_c = 250$. Αυτές οι αποτιμήσεις είναι χρήσιμες όταν διαπραγματευόμαστε με στόχους κόστους και διάρκειας, επιλέγοντας ένα αποδεκτό επίπεδο κινδύνου όταν

σχεδιάζουμε έργα ή όταν αναλύουμε περιπτώσεις του τύπου τι πριν θα πληρώσει ο πελάτης για γρηγορότερη παράδοση του έργου κλπ. Η συγκεκριμένη ανάλυση επίσης βοηθά στην πρόβλεψη του κινδύνου ασταθών αλλαγών του στόχου.



Σχήμα 3.10: Κόστος και Διάρκεια, $P(unacceptable)$ και R για διάφορους στόχους

3.8.3 Προγραμματισμός έργου: Ανάλυση “What if”

Από την στιγμή που το έργο είναι καθ' οδόν, είναι χρήσιμο να αντικαταστήσουμε τις τυχαίες μεταβλητές κόστους και διάρκειας με πραγματικές τιμές και επομένως να πάρουμε νέες εκτιμήσεις για τις υπόλοιπες δραστηριότητες. Αν τα δεδομένα είναι επαρκώς ενημερωμένα κατά την διάρκεια της προόδου της εκτέλεσης της διαδικασίας, το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διερευνήσει ερωτήσεις τύπου “What if”. Για παράδειγμα, εάν μια επανάληψη υψηλής επίδρασης και χαμηλής

πιθανότητας συμβεί οι επηρεαζόμενες δραστηριότητες μπορούν να ταυτοποιηθούν γρήγορα, και μπορούμε να διαπιστώσουμε τον κίνδυνο στην επίδραση του κόστος και της διάρκειας. Επίσης μπορούμε να διερευνήσουμε τι συμβαίνει με τον κίνδυνο στο κόστος και στην διάρκεια την διαδικασίας αν προσθέσουμε μια νέα δραστηριότητα. Επιπλέον μπορούμε να μελετήσουμε την ευαισθησία στους παράγοντες R_c , και R_s στις αλλαγές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις επαναλήψεων και επίδρασης εκμάθησης.

3.9. Προτεινόμενες Επεκτάσεις

Το μοντέλο επεκτείνεται πάνω σε διαθέσιμες προσεγγίσεις, αλλά μελλοντικές επεκτάσεις θα μπορούσαν να δώσουν καλύτερες μεθόδους για τέτοιου τύπου προβλήματα. Στη ενότητα αυτή προτείνονται διάφορες πιθανότητες για παραπέρα έρευνα. Πολλές από αυτές τις ιδέες βασίζονται από την μελέτη των επαναλήψεων και την ανάλυση κινδύνου για το κόστος και την διάρκεια.

Μια σημαντική φάση για την κατασκευή του μοντέλου είναι το επίπεδο των λεπτομερειών ή η αφαιρετικότητα με την οποία το μοντέλο αναπαριστά μια διαδικασία. Η προσπάθεια μας να συλλέξουμε περισσότερα δεδομένα για να έχουμε ποιο υψηλή ανάλυση μπορεί να επιφέρει συνέπειες στην μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης μιας διαδικασίας.

3.9.1 Δυναμική Διάρκεια Δραστηριοτήτων και Επαναλήψεις

Το μοντέλο μπορεί να επεκταθεί εισάγοντας την έννοια της δυναμικής διάρκειας δραστηριοτήτων.

Τα κελιά του W ανύσματος, τα οποία δείχνουν το ποσοστό της εργασίας που απομένει για κάθε δραστηριότητα μέσα στην διαδικασία, δεν χρειάζεται να αρχικοποιηθούν στην μονάδα, έτσι μπορούμε να εξετάσουμε τμηματικά διαδικασίες.

Επιπλέον, μπορούμε στα στοιχεία του ΠΔΣ εκτός της διαγώνιου, τα οποία περιέχουν πληροφορία πιθανοτήτων και επίδρασης από την αναθεώρηση

δραστηριοτήτων , να προσθέσουμε για παράδειγμα έναν μετρητή ο οποίος θα δείχνει τον αριθμό των επαναλήψεων για συγκεκριμένες δραστηριότητες ή ακόμα και μια ποσότητα που θα αντιπροσωπεύει την πιθανότητα επανάληψης ως συνάρτηση των C, S, R_C, R_S (Κάθε φορά που συμβαίνει μια επανάληψη , ο μετρητής επανάληψης αυξάνεται και η πιθανότητα της επανάληψης προσαρμόζεται αντίστοιχα). Τέτοιου τύπου μετασχηματισμοί στο αρχικό μοντέλο, δίδουν την δυνατότητα να αναπαραστήσουμε δυναμικές διασυνδέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων. Κάποιες διασυνδέσεις μπορούν να εξαφανιστούν αργότερα μέσα στην διαδικασία θέτοντας την αντίστοιχη ποσότητα στον πίνακα $DSM_{ijk} = 0$ αυξάνοντας τον μετρητή του C ή του S . Με παρόμοιο τρόπο, νέες διασυνδέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων μπορούν να εμφανιστούν. Η εμφάνιση μιας επανάληψης μπορεί επομένως να πιθανότητα άλλων όπως παρατηρείται από τον Adler et al.(1995).

3.9.2 Αυξάνοντας την παραλληλία των δραστηριοτήτων

Το μοντέλο που έχει περιγραφεί σε αυτή την εργασία, επιτρέπει ανταλλαγή πληροφοριών μόνο μεταξύ δραστηριοτήτων που τελειώνουν και αυτών που αρχίζουν. Στην πραγματικότητα όμως ,πολλές έξοδοι από δραστηριότητες μπορεί να είναι διαθέσιμες ή και απαραίτητες πριν την ολοκλήρωσή τους, και αντίστροφα πολλές πληροφορίες εισόδου μπορεί να μην είναι απαραίτητες για την έναρξη μιας δραστηριότητας. Επομένως όπως φαίνεται από την παραπάνω παραδοχή , μπορούμε να εκκινήσουμε ένα σύνολο από δραστηριότητες με ένα υποσύνολο από τα δεδομένα εισόδου τους. Ως επέκταση , τα δεδομένα των διασυνδέσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων μπορούν να βρεθούν με κάποιο σχετικό κίνδυνο για την εγκυρότητα τους. Επιπλέον , οι επαναλήψεις μπορούν να ελεγχθούν κατά την διάρκεια της δραστηριότητας.

Η επέκταση του μοντέλου προς την κατεύθυνση της υπέρθεσης των δραστηριοτήτων χρήζει παραπέρα έρευνας, ως προς την ευαισθησία των δραστηριοτήτων στις αλλαγές δεδομένων (Carrascosa 1998,Krishnan 1997,Loch 1998,Terwiesch 1997)

3.9.3 Απαιτήσεις Πόρων και Περιορισμοί

Ο τρόπος με τον οποίο επεξεργάζεται ένας ΠΔΣ τις δραστηριότητες σε αυτό το μοντέλο αλλά και γενικά σε όποια μοντέλα κάνουν χρήση ΠΔΣ, χρειάζονται και αποτιμούν μόνο τις πληροφορίες για απαιτούνται για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων. Άλλες είσοδοι, όπως πληροφορίες προσωπικού, λογισμικού, υλικού, διευκολύνσεις κλπ, δεν αξιολογούνται. Στην πραγματικότητα μια έλλειψη διαθεσιμότητας πόρων μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της διάρκειας μιας διαδικασίας. (Adler 1995, Reinertsen 1997). Επεκτάσεις του μοντέλου προς αυτή την κατεύθυνση, θα πρέπει να ελέγχουν και την διαθεσιμότητα πόρων μέσα από τις αντικειμενικές συναρτήσεις, ή τους περιορισμούς για τις παράλληλες δραστηριότητες.

3.9.4 Διασυνδέσεις υψηλότερης ανάλυσης

Στο παρόν μοντέλο, μπορούμε να χειριστούμε μια διασύνδεση μεταξύ δύο δραστηριοτήτων (αν και η διασύνδεση αυτή μπορεί να διαθέτει διαφορετικά χαρακτηριστικά για την ροή της πληροφορίας σε κάθε κατεύθυνση). Ακόμα, σε κάποιες περιπτώσεις μια δραστηριότητα μπορεί να παρέχει περισσότερες από μια εξόδους σε μια άλλη δραστηριότητα, και ο ρυθμός αλλαγής καθώς και η ευαισθησία σε αυτά τα δεδομένα μπορεί να αλλάζει. Το μοντέλο μπορεί να επεκταθεί έτσι ώστε να χρησιμοποιεί ξεχωριστές πιθανότητες αναθεώρησης και επίδρασης εκμάθησης για κάθε διαφορετική έξοδο, αν και αυτό έρχεται σε αντίθεση με την τρέχουσα προσέγγιση της άθροισης των πιθανοτήτων αυτών σε κάθε δραστηριότητα.

3.9.5 Ξεχωριστά block από υψηλής σύνδεσης δραστηριότητες

Στη μοντέλο, όπως έχει παρουσιαστεί, ο αλγόριθμος δεν μπορεί να χειριστεί ανεξάρτητα μπλοκ από δραστηριότητες που συνδέονται σε υψηλό βαθμό. (όπου τα μπλοκ από μόνα του μπορούν να εκτελεστούν παράλληλα) Αυτού του τύπου τα προβλήματα είναι εύκολο να επιλυθούν με ένα πολυεπίπεδο ΠΔΣ, όπου τα μπλοκ αυτά αντιμετωπίζονται το καθένα ως μια δραστηριότητα.

Παρόλα αυτά, χρειάζεται προσοχή να μην χαθούν σημαντικές επαναλήψεις που πιθανόν να συμβαίνουν, μέσα σε κάποιο μπλοκ.

3.9.6 Κόστος Μοντέλου

Αν και στο μοντέλο, το κόστος και η διάρκεια των δραστηριοτήτων αντιμετωπίζονται ως τυχαίες μεταβλητές μεταξύ των οποίων υπάρχει ισχυρή συσχέτιση, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μια πιο οξυδερκής μοντελοποίηση για την προσέγγιση του κόστους. Μια τεχνική είναι να προσδιορίσουμε την ελαστικότητα του κόστους σε σχέση με την διάρκεια για κάθε δραστηριότητα. Σε κάποιες δραστηριότητες μπορούμε να ανταλλάξουμε /δώσουμε χρόνο για το κόστος ενώ σε άλλες όχι. Επίσης είναι αποδεδειγμένο, κοστίζει περισσότερο η επιτάχυνση ή η επιβράδυνση ενός προγραμματισμού από το να διατηρήσουμε σταθερή ταχύτητα.

Κεφάλαιο 4

Το λογισμικό I-DSM

4.1 Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το ολοκληρωμένο πακέτο I-DSM Tool (Innovation-Dependency Structure Matrix Tool). Το λογισμικό αυτό δημιουργεί το καινοτομικό προφίλ μιας εταιρίας σύμφωνα με την μέθοδο που έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 2 , και στην συνέχεια προχωρά στην συγκριτική αξιολόγηση του αποτελέσματος με τις αντίστοιχες εταιρίες του ίδιου τομέα που βρίσκονται στην βάση δεδομένων. Υπολογίζει τον βαθμό επίδρασης της βελτίωσης κάθε χαρακτηριστικού καινοτομίας, σύμφωνα με τους οποίους προτείνει την βέλτιστη στρατηγική βελτίωσης καινοτομίας.

Το λογισμικό I-DSM αναπτύχθηκε σε πλατφόρμα αρχιτεκτονικής Microsoft Visual Studio 6.0 – Microsoft Visual Basic 6.0, Microsoft Access 2003.

4.2 Η δομή του λογισμικού

Η δομή του λογισμικού συνίσταται σε τρία μέρη όπως παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα 4.1:

- Την εισαγωγή / χειρισμό των δεδομένων εισόδου στην βάση δεδομένων
- Την επεξεργασία των δεδομένων εισόδου
- Τα αποτελέσματα του λογισμικού

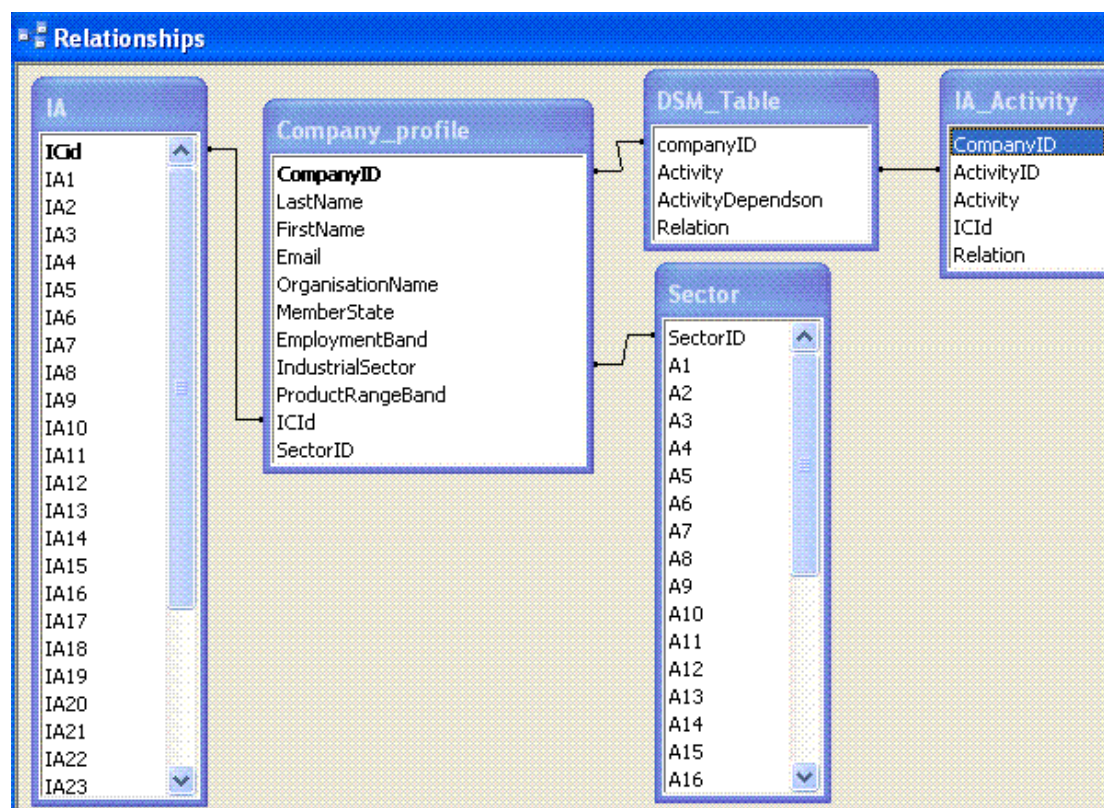
Δεδομένα Εισόδου	Επεξεργασία	Αποτελέσματα
Στοιχεία Εταιρίας	Βάση Δεδομένων Καινοτομικού Προφίλ	Καινοτομικό Προφίλ
Βαθμοί Χαρακτηριστικών Καινοτομίας	Στρατηγική Βελτίωσης Καινοτομικού Προφίλ	Συγκριτική Αξιολόγηση
Δραστηριότητες (Α) Διαδικασίας Ανάπτυξης	ΠΔΣ Χαρακτηριστικών Καινοτομίας	Βαθμός Επίδρασης της Βελτίωσης (II) στο καινοτομικό προφίλ
Επίπεδο συσχέτισης των ΙΑ με τις Δραστηριότητες	Πίνακας Σύνδεσης των ΙΑ με εργαλεία (Tools)	Επίδραση της Στρατηγικής Βελτίωσης στο καινοτομικό προφίλ
Ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ των Δραστηριοτήτων	ΠΔΣ Δραστηριοτήτων	Εμφάνιση του ΠΔΣ δραστηριοτήτων μετά από αναδιάρθρωση
	Αναδιάρθρωση και εντοπισμός βρόγχων με μέθοδο πίνακα προσέγγισης	Εμφάνιση των βρόγχων του ΠΔΣ Δραστηριοτήτων
		Έξοδος του ΠΔΣ Δραστηριοτήτων σε αρχείο Excel

Σχήμα 4.1 Δομή του Λογισμικού

4.3 Η βάση δεδομένων του λογισμικού

Η βάση δεδομένων είναι σχεσιακής αρχιτεκτονικής μιας και αποτυπώνει καλύτερα τις εξαρτήσεις – σχέσεις μεταξύ των δομικών στοιχείων του

λογισμικού. Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 4.2) φαίνεται οι πίνακες της βάσης δεδομένων καθώς και οι σχέσεις μεταξύ τους.



Σχήμα 4.2: Σχέσεις μεταξύ των πινάκων

Υπάρχει ο πίνακας *Company_profile* ο οποίος περιέχει τα στοιχεία της κάθε εταιρίας. Ο πίνακας *IA* είναι ένας πίνακας 31 πεδίων ο οποίος περιέχει τα Innovation Attributes για κάθε εταιρία καθώς και ένα πεδίο (*ICid*) το οποίο ουσιαστικά είναι το κλειδί του πίνακα και δημιουργεί την σχέση ένα προς ένα με τον πίνακα *Company_Profile*. Κάθε πεδίο μέσα στον *IA* κρατά την τιμή του αντίστοιχου Innovation Attribute (από 0 έως 4) ή την τιμή -1 αν δεν έχει επιλεγεί. Δηλαδή, υπάρχει η δυνατότητα να επιλέξουμε κάποια από τα Attributes και όχι υποχρεωτικά όλα.

Ο πίνακας *Sector* είναι μια καταγραφή των αλληλεξαρτήσεων σε Πίνακα Δομής Σχεδίασης από ειδικούς ανά τομέα. Έχει 31 πεδία από τα οποία: Το πρώτο είναι το κλειδί του πίνακα το οποίο δημιουργεί μια σχέση ένα προς ένα με τον πίνακα *Company_Profile*, ενώ στα υπόλοιπα πεδία καταγράφονται οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των Innovation Attributes ανά τομέα. Στην τρέχουσα υλοποίηση ο πίνακας φιλοξενεί τις αλληλεξαρτήσεις από οκτώ βιομηχανικούς τομείς (Creative Industries, Electrical & Electronics, Environmental, Fire &

safely, Footwear, Other, Plastics & Ceramics, Textiles) αλλά υπάρχει η δυνατότητα από το αντίστοιχο παράθυρο διασύνδεσης του λογισμικού να ενημερωθεί με νέους τομείς.

Ο πίνακας IA_Activity περιέχει τα στοιχεία κάθε δραστηριότητας. Δηλαδή, σε ποια εταιρία ανήκει η δραστηριότητα, ποια είναι η δραστηριότητα, με ποιο Innovation Attribute σχετίζεται (αν σχετίζεται) και ποιος ο βαθμός σχέσης (Ισχυρή συσχέτιση -3, Μεσαία Συσχέτιση -2, Χαμηλή συσχέτιση -1).

Τέλος υπάρχει ο πίνακας DSM_Table οποίος έχει την πληροφορία για κάθε δραστηριότητα με ποιες άλλες υπάρχει εξάρτηση, ο βαθμός εξάρτησης και βέβαια σε ποια εταιρία αναφερόμαστε. Ο συγκεκριμένος πίνακας είναι ενδιάμεσος μεταξύ των πινάκων Company_Profile και IA_Activity υλοποιώντας έτσι την πολλά προς πολλά μεταξύ τους σχέση (Μιας και μια δραστηριότητα μπορεί να ανήκει σε πολλά IA_Attributes και αντίστροφα πολλά IA attributes μπορεί να σχετίζονται με πολλές δραστηριότητες).

4.4 Δεδομένα Εισόδου

Τα δεδομένα εισόδου που δέχεται το λογισμικό είναι

1. Τα στοιχεία της εταιρία σύμφωνα με την ταξινόμηση της εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ
2. Οι βαθμοί των 30 χαρακτηριστικών της καινοτομίας (από μηδέν έως τέσσερα)
3. Οι δραστηριότητες της διαδικασίας ανάπτυξης
4. Η σχέσεις κάθε χαρακτηριστικού καινοτομίας με της δραστηριότητες της διαδικασίας ανάπτυξης
5. Η εξαρτήσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων

Το λογισμικό διαθέτει δύο τρόπους λειτουργίας. Με τον πρώτο τρόπο (Edit mode) ο χρήστης μπορεί να δει τα δεδομένα εισόδου κάθε εταιρίας και να αλλάξει, τροποποιήσει, διαγράψει όποια εγγραφή επιθυμεί. Με τον δεύτερο τρόπο (Process Mode) ο χρήστης μπορεί μόνο να δει τα δεδομένα εισόδου για κάθε εταιρία και στην συνέχεια να ζητήσει από το λογισμικό να βγάλει αποτελέσματα για τα συγκεκριμένα δεδομένα εισόδου.

Με την έναρξη του λογισμικού , εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο .



Σχήμα 4.3 : Παράθυρο εκκίνησης για το λογισμικό i-DSM

Στην συνέχεια επιλέγουμε από το μενού επιλογής την δυνατότητα Load/Process Company data και πάμε στο επόμενο παράθυρο.

The screenshot shows the I-DSM software interface. At the top is a blue header bar with the text 'i DSM' and a menu bar with 'i-DSM', 'Export', and 'Help'. Below the header is a yellow background area. On the left, there is a lightbulb icon with a red star above it. To its right, the text 'I-DSM' is displayed in large, bold, blue letters. Below this, there is a form with several input fields. The 'CompanyID' field contains the value '1'. The 'Last Name' field contains 'Dermitzakis' and the 'First Name' field contains 'Lefteris'. The 'E-Mail' field contains 'dermitz@chania.teicrete.gr' and the 'Organization Name' field contains 'AB S.A'. The 'Member State' field contains 'Greece' and the 'Employment Band' field contains '6-10'. The 'Industrial Sector' field contains 'Electrical & Electronic' and the 'Product Range Band' field contains 'small range (less than 5)'. Below the form, there are two rows of buttons. The first row contains 'Add New', 'Delete Record', 'Save Record', and 'Select Company'. The second row contains 'Move First', 'Move Previous', 'Move Next', and 'Move Last'. To the right of these buttons, there is a vertical stack of buttons: 'Select IA', 'Find Innovation Impact', 'Sector ExpertTable', and 'Show Acts for Check'. At the bottom of the interface, there is a grey bar with four buttons: 'Basic Database Operations', 'Search Facility', 'AutoGenerate Record', and 'Dynamic Report Generation'.

Σχήμα 4.4 : Παράθυρο δεδομένων της εταιρίας

Εδώ μπορούμε να δούμε τα δεδομένα εισόδου κάθε εταιρίας και βέβαια να αλλάξουμε όποια δεδομένα χρειάζεται. Το λογισμικό σε αυτή την φάση είναι σε edit mode και για αυτό να αλλάξουμε ή να δούμε τα Innovation Attributes που έχουμε επιλέξει καθώς και τις τιμές τους. Πατώντας το κουμπί Select IA εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο (Σχήμα 4.5) από την οποία επιλέγουμε – διαχειριζόμαστε τα Attributes που επιθυμεί ο χρήστης.

i-Dsm Export Help

Product

- ☒ 1. Has a clear market need
- ☒ 2. Will appeal to local, regional and national (and possibly international) target groups
- ☒ 3. Makes the best use of all relevant available technology(ies)
- ☒ 4. Is competitively priced (ie. 'gives value for money')
- ☒ 5. Meets all recognised standards eg. Health ,safety, environmental, etc.
- ☒ 6. Is an original/novel solution (includes new concept and/or approach)
- ☒ 7. Offers an improvement in terms of technology, material, function and/or usage
- ☒ 8. Delivers specific functional needs
- ☒ 9. Has excellent aesthetic definition
- ☒ 10. Complies with any intellectual property requirements

Process

- ☒ 1. Undertakes research on all aspects of the market
- ☒ 2. Liaises and communicates with local, regional and national (and possibly international) target groups
- ☒ 3. Maintains a watch on all relevant available technology(ies) for new developments and those in 'blue sky'
- ☒ 4. Utilises accurate and precise costing methodologies at all stages of the development cycle
- ☒ 5. Incorporates all relevant recognised standards (eg. Health ,safety, environmental, etc.)
- ☒ 6. Uses pro-active development approaches to producing original/novel solutions (including new concept and/or approach)
- ☒ 7. Actively attempts to develop products that incorporates an improvement in terms of technology, material, function and/or usage
- ☒ 8. Development process focuses on delivering specific functional needs
- ☒ 9. Design emphasis on good aesthetic definition
- ☒ 10. All developments researched to ensure no breach of intellectual property in terms of copyright, trademarks, etc.

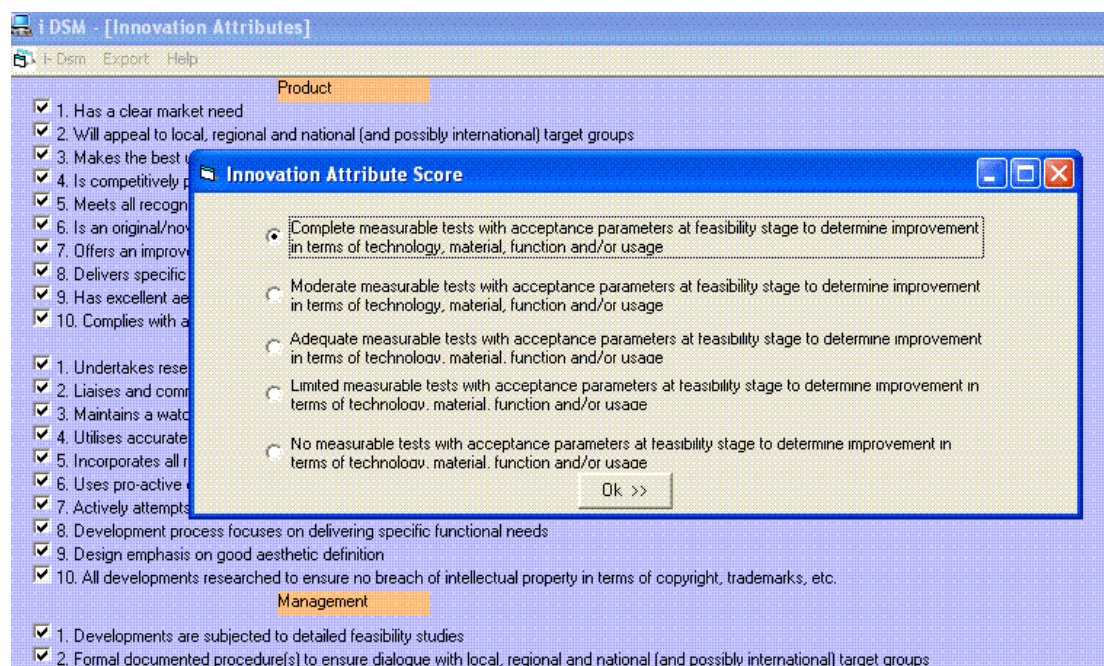
Management

- ☒ 1. Developments are subjected to detailed feasibility studies
- ☒ 2. Formal documented procedure(s) to ensure dialogue with local, regional and national (and possibly international) target groups
- ☒ 3. Formal procedures for evaluating and implementing the best of available technology(ies)
- ☒ 4. Costing controls to ensure viability and competitive pricing whilst considering 'giving value for money' element
- ☒ 5. Quality control procedures to ensure compliant with recognised standards eg. Health ,safety, environmental, etc.
- ☒ 6. Maintenance of culture to ensure development of original/novel solutions (includes new concept and/or approach)
- ☒ 7. Measurable tests with acceptance parameters at feasibility stage to determine improvement in terms of technology, material, function and/or usage
- ☒ 8. Measurable tests with acceptance parameters at development phases to ensure product(s) delivers specific functional needs
- ☒ 9. Marketing and quality control procedures to determine good aesthetic definition
- ☒ 10. Documented procedures complies with intellectual property requirements

Select

Σχήμα 4.5: Εμφάνιση, Διαχείριση των επιλεγμένων Innovation Attributes

Για κάθε Attribute μπορούμε πατώντας πάνω στο αντίστοιχο check box να το ενεργοποιήσουμε / απενεργοποιήσουμε και να του αναθέσουμε τιμή (Σχήμα 4.6)



Σχήμα 4.6 Ανάθεση τιμής ή απενεργοποίηση για κάθε Innovation Attribute

Αφού τελειώσουμε με την επιλογή των Innovation Attributes πατάμε στην επιλογή Select η οποία αποθηκεύει στον πίνακα ΙΑ της βάσης δεδομένων τα στοιχεία και στην συνέχεια μας οδηγεί στο επόμενο παράθυρο (Σχήμα 4.7) στην οποία περνάμε της δραστηριότητες της διαδικασίας ανάπτυξης καθώς επίσης και την σχέση τους με κάθε Innovation Attribute. Να υπενθυμίσουμε σε αυτό το σημείο ότι η σχέση ορίζεται με τρεις βαθμούς: Ισχυρή, Μεσαία, Χαμηλή και βαθμολογείται αντίστοιχα με τις τιμές 3,2 και 1. Εάν μια δραστηριότητα δεν σχετίζεται με κανένα Innovation Attribute δεν ορίζεται τιμή στο αντίστοιχο κελί. Επίσης, αν οι δραστηριότητες έχουν ήδη καταχωρηθεί τότε στο επόμενο παράθυρο μπορεί να δει τις δραστηριότητες και βέβαια να τις αλλάξει.

I-DSM		Product Axis										Process Axis										Manag
Activity		IA 1	IA 2	IA 3	IA 4	IA 5	IA 6	IA 7	IA 8	IA 9	IA 10	IA 11	IA 12	IA 13	IA 14	IA 15	IA 16	IA 17				
A 1	Prepare UCAV conceptual DR&D	1			1			3				3			2							
A 2	Create Configuration Concepts																					
A 3	Prepare 3-view drawing & geometry data			2		2	2	2		1	1	1	2									
A 4	Perform propulsion Analyses & Evaluation																					
A 5	Perform S&C Characteristics Analyses & Evaluation			2	2					2	2											
A 6	Perform Mechanical & Electrical Analyses & Evaluation		1						2	2							3	2				
A 7	Perform Weights Analyses & Evaluation	1							2												2	
A 8	Perform Performance Analyses & Evaluation	1						2							1	2	2					
A 9	Perform Multidisciplinary Analyses & Evaluation	1				3	3	3				1	1	1								
A 10	Make Concept Assessment and Variant Decisions			2	2							1	1									
A 11	Prepare & Distribute Choice Configuration Data Set				1		1	1	1	1	1						1	1	1			
A 12																						
A 13																						
A 14																						
A 15																						
A 16																						
A 17																						
A 18																						
A 19																						
A 20																						

Σχήμα 4.7 : Εισαγωγή δραστηριοτήτων για την διαδικασία ανάπτυξης και απόδοση τιμών στα Innovation Attributes

Στην συνέχεια, πατώντας στη αντίστοιχη επιλογή , πάμε στη επόμενη Σχήμα (Σχήμα 4.8) στην οποία επιλέγουμε το είδος της εξάρτησης που πιθανόν υπάρχει μεταξύ των δραστηριοτήτων . Πρόκειται ουσιαστικά για έναν αριθμητικό πίνακα δομής σχεδίασης ο οποίος αποτυπώνει τις δραστηριότητες της διαδικασίας ανάπτυξης καθώς και την ποιοτική και ποσοτική εξάρτηση τους.

i DSM - [Activities DSM Matrix]												
I-DSM		Activities DMS Matrix										
Activity		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Prepare UCAV conceptual DR&D	1	X	1	1				2	1			
Create Configuration Concepts	2	1	X				2	2	1			
Prepare 3-view drawing & geometry data	3	2		X			2		1			
Perform propulsion Analyses & Evaluation	4				X	2			1			
Perform S&C Characteristics Analyses & Evaluation	5		2			X				1		
Perform Mechanical & Electrical Analyses & Evaluation	6		1	3			X			1	1	1
Perform Weights Analyses & Evaluation	7	3	3	3				X		1		
Perform Performance Analyses & Evaluation	8	3	3						X			
Perform Multidisciplinary Analyses & Evaluation	9					1	1			X		
Make Concept Assessment and Variant Decision	10										X	
Prepare & Distribute Choice Configuration Data S	11	1	1	1								X

Σχήμα 4.8: Δραστηριότητες και εξαρτήσεις μεταξύ τους.

Σε αυτό το παράθυρο , υπάρχει μια επιλογή από την οποία μπορούμε να εξάγουμε τον Πίνακα Δομής Σχεδίασης στο λογιστικό φύλλο MS Excel DSM-program το οποίο περιέχει κώδικα για την αναδιάρθρωση του πίνακα.

4.5 Αποτελέσματα – Δεδομένα Εξόδου

Τα αποτελέσματα που παρέχει το λογισμικό i-DSM είναι τα ακόλουθα:

1. Το καινοτομικό προφίλ της εταιρίας και συγκριτική αξιολόγηση με τον τομέα στον οποίο ανήκει η εταιρία.
2. Ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσης κάθε χαρακτηριστικού καινοτομίας
3. Η επίδραση της στρατηγικής βελτίωσης στο καινοτομικό προφίλ της εταιρίας
4. Έξοδο του Πίνακα Δομής Σχεδίασης στο Excel στο φύλλο εργασίας που έχει κατασκευαστεί από την ομάδα του Tyson Browning με σκοπό την αναδιάρθρωση του ΠΔΣ και τον εντοπισμό βρόχων .
5. Εύρεση των δραστηριοτήτων οι οποίες θα πρέπει να εκλεχθούν ξανά ως προς την εξάρτησή τους με άλλες δραστηριότητες.

4.5.1 Αποτελέσματα – Η επίδραση της στρατηγικής στα χαρακτηριστικά καινοτομίας

Αφού έχει γίνει η εισαγωγή των δεδομένων μπορούμε να προχωρήσουμε στην επεξεργασία τους , αλλάζοντας το λογισμικό από edit mode σε process mode.

Αυτό γίνεται επιλέγοντας από το αρχικό παράθυρο την επιλογή Select Company. Σε αυτή την περίπτωση ενεργοποιούνται επιλογές για την εφαρμογή της στρατηγικής στην ομάδα των δεδομένων εισόδου που επιλέξαμε.

Επιλέγοντας το κουμπί Find Innovation Impact , το λογισμικό υπολογίζει και εμφανίζει το Innovation Impact για κάθε επιλεγμένο Innovation Attribute (Σχήμα 3.8). Εδώ εμφανίζονται τα Innovation Scores, καθώς και η πιθανή

βελτίωση του καθενός βασιζόμενοι στην σχέση που έχει διατυπωθεί στο Κεφάλαιο 2

Να σημειωθεί, ότι σε αυτόν τον πίνακα, δεν υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής δεδομένων μιας και αυτά παράγονται δυναμικά όπως και επόμενος πίνακας που εμφανίζεται από την επιλογή του κουμπιού **II vs Sector** στον οποίο εμφανίζονται τα αποτελέσματα σε σχέση με τον τομέα της εταιρίας.

Τέλος με βάση τις τιμές που υπολογίζονται στον πίνακα της Σχήμα 4.9 υπολογίζεται ποιες δραστηριότητες πρέπει να εξεταστούν ξανά για τις εξαρτήσεις τους με άλλες δραστηριότητες.

I-DSM Η επίδραση της βελτίωσης των χαρακτηριστικών καινοτομίας						
Innovation Attributes IA(i)		Innovation Scores IS(i)	Improvement Impact II(i) for IS'(i) = IS(i)+1	Improvement Impact II(i) for IS'(i) = IS(i)+2	Improvement Impact II(i) for IS'(i) = IS(i)+3	Improvement Impact II(i) for IS'(i) = IS(i)+4
Product Axis	IA(1)	0	0,095	0,190	0,286	0,381
	IA(2)	0	0,095	0,190	0,286	0,381
	IA(3)	0	0,000	0,000	0,000	0,000
	IA(4)	4	-	-	-	-
	IA(5)	0	0,012	0,024	0,036	0,048
	IA(6)	0	0,048	0,095	0,143	0,190
	IA(7)	1	0,181	0,271	0,379	-
	IA(8)	2	0,359	0,583	-	-
	IA(9)	3	0,084	-	-	-
	IA(10)	1	0,126	0,242	0,360	-
Process Axis	IA(11)	2	0,221	0,366	-	-
	IA(12)	2	0,239	0,418	-	-
	IA(13)	3	0,021	-	-	-
	IA(14)	1	0,031	0,051	0,074	-
	IA(15)	4	-	-	-	-
	IA(16)	2	0,198	0,336	-	-
	IA(17)	2	0,188	0,330	-	-
	IA(18)	2	0,220	0,396	-	-
	IA(19)	3	0,046	-	-	-
	IA(20)	1	0,121	0,222	0,326	-
	IA(21)	4	-	-	-	-
	IA(22)	2	0,111	0,192	-	-
	IA(23)	2	0,104	0,164	-	-

Index
Improvement Impact II(i)

II(i) > 0.25 Strong Impact

0.1 < II(i) < 0.25 Medium Impact

II(i) < 0.1 Low Impact

Close Window

II vs Sector

Σχήμα 4.9 : Η επίδραση της βελτίωσης των χαρακτηριστικών της καινοτομίας

4.5.2 Αποτελέσματα – Η επίδραση της στρατηγικής βελτίωσης στο καινοτομικό προφίλ της εταιρίας

Επιλέγοντας το κουμπί **II vs Sector** από την παραπάνω εικόνα (Σχήμα 4.9) εμφανίζεται το καινοτομικό προφίλ της εταιρίας (Σχήμα 4.10) όπως αυτό υπολογίζεται δυναμικά από τις τιμές δεδομένων εισόδου. Στο παράθυρο αυτό φαίνονται επιπλέον ο μέσος όρος της εταιρίας καθώς και ο μέσος όρος του τομέα. Αν το λογισμικό χρησιμοποιηθεί για μεγάλο αριθμό εταιριών ανά τομέα, υπάρχει η δυνατότητα να επαναπροσδιορίζεται ο μέσος όρος ανά τομέα με βάση τους μέσους όρους των αντίστοιχων εταιριών που ανήκουν στον τομέα αυτόν. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να έχουμε μια ρεαλιστική

αποτύπωση της κατάστασης ανά τομέα και τα αποτελέσματα να έχουν πραγματικό νόημα και όχι δειγματοληπτικό χαρακτήρα.

i DSM - [Η επίδραση της στρατηγικής βελτίωσης στο καινοτομικό προφίλ της εταιρίας]							
Innovation Attributes IA(i)		Innovation Scores IS(i)	Improvement Impact II(i) for IS'(i) = IS(i)+1	Improvement Impact II(i) for IS'(i) = IS(i)+2	Improvement Impact II(i) for IS'(i) = IS(i)+3	Improvement Impact II(i) for IS'(i) = IS(i)+4	Total Score
Product Axis	IA(1)	0	1,738	1,833	1,929	2,024	1.64
	IA(2)	0	1,738	1,833	1,929	2,024	
	IA(3)	0	1,643	1,643	1,643	1,643	
	IA(4)	4	-	-	-	-	
	IA(5)	0	1,655	1,667	1,679	1,690	
	IA(6)	0	1,690	1,738	1,786	1,833	
	IA(7)	1	1,824	1,914	2,022	-	
	IA(8)	2	2,002	2,226	-	-	
	IA(9)	3	1,727	-	-	-	
	IA(10)	1	1,769	1,885	2,002	-	
Process Axis	IA(11)	2	1,863	2,009	-	-	
	IA(12)	2	1,882	2,060	-	-	
	IA(13)	3	1,663	-	-	-	
	IA(14)	1	1,674	1,694	1,717	-	
	IA(15)	4	-	-	-	-	
	IA(16)	2	1,841	1,979	-	-	
	IA(17)	2	1,831	1,973	-	-	
	IA(18)	2	1,863	2,039	-	-	
	IA(19)	3	1,689	-	-	-	
	IA(20)	1	1,764	1,864	1,969	-	
Management Axis	IA(21)	4	-	-	-	-	
	IA(22)	2	1,754	1,835	-	-	
	IA(23)	2	1,747	1,807	-	-	
	IA(24)	2	1,704	1,766	-	-	
	IA(25)	1	1,759	1,844	1,936	-	
							2.39

Σχήμα 4.10: Η επίδραση της στρατηγικής βελτίωσης στο καινοτομικό προφίλ της εταιρίας

4.5.3 Αποτελέσματα – Δραστηριότητες υπό εξέταση

Αφού δούμε την επίδραση της στρατηγικής βελτίωσης στο καινοτομικό προφίλ της εταιρία που μας ενδιαφέρει καθώς και την επίδραση της βελτίωσης των χαρακτηριστικών καινοτομίας, μπορούμε να αναζητήσουμε τις δραστηριότητες για τις οποίες τα χαρακτηριστικά καινοτομίας παρουσιάζουν υψηλές τιμές στο Improvement Impact. Το i-DSM από την επιλογή Show Activities for Checking εμφανίζει την παρακάτω εικόνα(Σχήμα 4.11) στην οποία με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται οι δραστηριότητες , για τις οποίες τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά καινοτομίας εμφανίζουν υψηλό improvement impact.

i DSM - [Activities for Checking]

i- Dsm Export Help

I-DSM

Activities DMS Matrix

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Prepare UCAV conceptual DR&O	1		1	1							1
Create Configuration Concepts		1			1	1	1	1			
Prepare 3-view drawing & geometry data			1								
Perform propulsion Analyses & Evaluation							1	1			
Perform S&C Characteristics Analyses & Evaluation		1						1			
Perform Mechanical & Electrical Analyses & Evaluation			1						1	1	1
Perform Weights Analyses & Evaluation				1						1	1
Perform Performance Analyses & Evaluation					1						
Perform Multidisciplinary Analyses & Evaluation						1	1				
Make Concept Assessment and Variant Decision		1		1							
Prepare & Distribute Choice Configuration Data			1	1							

Σχήμα 4.11 : Πίνακας Δομής Σχεδίασης με τις υπό εξέταση δραστηριότητες

4.5.4 Αποτελέσματα – Έξοδος του Πίνακα Δομής Σχεδίασης στο υπολογιστικό φύλλο του Tyson Browning

Ως τελευταία δυνατότητα του λογισμικού i-DSM στην τρέχουσα έκδοση του , είναι η δυνατότητα εξαγωγής του πίνακα δομής σχεδίασης (Σχήμα 4.12) που κατασκευάστηκε δυναμικά από το λογισμικό στο φύλλο εργασίας που κατασκευάστηκε από την ερευνητική ομάδα του Tyson Rodgers Browning. Στην συνέχεια αναλαμβάνει το λογισμικό του Browning για την αναδιάρθρωση του ΠΔΣ ακολουθώντας το μοντέλο που αναλύσαμε στο Κεφάλαιο 1.

Microsoft Excel - DSM-Program

File Edit View Insert Format Tools Data Window DSM Help

English to French

Translate Prepare Configuration Concepts

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Name		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Prepare UCAV conceptual DR&O	1	1	1	1								1
3	Create Configuration Concepts	2	1	2			1	1	1	1			
4	Prepare Configuration Concepts	3	1		3								
5	Prepare 3-View Drawing & Geometry Data	4				4			1	1			
6	Perform Aerodynamics Analyses & Evaluation	5	1				5		1				
7	Perform Propulsion Analyses & Evaluation	6	1	1				6		1	1	1	
8	Perform S&C Characteristics Analyses & Evaluation	7		1	1				7		1	1	
9	Perform Mechanical Analyses & Electrical Analyses	8				1	1			8			
10	Perform Weight Analyses & Evaluation	9									9		
11	Perform Performance Analyses & Evaluation	10	1		1							10	
12	Perform Multidisciplinary Analyses & Evaluation	11		1	1								11

Σχήμα 4.12 : Πίνακας Δομής Σχεδίασης στο Excel – Tyson Browning.

Στην συνέχεια από την αντίστοιχη επιλογή μπορούμε να κάνουμε αναδιάρθρωση στον ΠΔΣ και να πάρουμε την παρακάτω μορφή (Σχήμα 4.13)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Prepare UCAV conceptual DR&O	1	1	1								1
2		Create Configuration Concepts	2	2			1	1	1	1			
3		Prepare Configuration Concepts	3	1	3								
4		Prepare 3-View Drawing & Geometry Data	4			4			1	1			
5		Perform Aerodynamics Analyses & Evaluation	5	1			5		1				
6		Perform Propulsion Analyses & Evaluation	6	1	1			6		1	1	1	
7		Perform S&C Characteristics Analyses & Evaluation	7		1	1			7		1	1	
8		Perform Mechanical Analyses & Evaluation	8			1	1			8			
9		Perform Weight Analyses & Evaluation	9				1	1			9		
10		Perform Performance Analyses & Evaluation	10	1		1						10	
11		Perform Multidisciplinary Analyses & Evaluation	11		1	1							11

Σχήμα 4.13: ΠΔΣ σε αναδιάρθρωση

4.6 Συμπεράσματα – Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Το εργαλείο που παρουσιάζεται στην παρούσα διατριβή αποτελείται από δύο κύρια μέρη. Το πρώτο μέρος είναι η προσέγγιση εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ και το δεύτερο είναι η δημιουργία μίας βέλτιστης στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας.

Η μέθοδος εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ μίας εταιρίας, είναι μία προσέγγιση αποτίμησης της καινοτομίας της εταιρίας, στη διαδικασία ανάπτυξης ενός νέου προϊόντος. Παρέχει ένα βαθμό καινοτομίας στον οποίο μπορεί να βασιστεί μία μελέτη ανταγωνιστικότητας με εταιρίες που προέρχονται από τον ίδιο τομέα. Εντοπίζει τα χαρακτηριστικά της καινοτομίας που μειονεκτούν και δίνει μία σαφή εκτίμηση του βαθμού αλλαγής της

καινοτομικότητας στην επαναληπτική διαδικασία της καινοτομίας. Είναι μία μέθοδος εκτίμησης της καινοτομίας που για πρώτη φορά χρησιμοποιεί ταυτόχρονα τρεις άξονες: το προϊόν, τη διαδικασία και τη διαχείριση της διαδικασίας. Ορίζονται δέκα χαρακτηριστικά καινοτομίας ανά άξονα. Επιπλέον δίνεται έμφαση στη βαθμολόγηση του επιπέδου της καινοτομίας, όσον αφορά τους τρεις άξονες. Ως εναλλακτική πρόταση παρουσιάζεται η επέκταση της μεθόδου με κανόνες ασαφής λογικής που σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να ερμηνεύσει καλύτερα ποιοτικές, υποκειμενικής φύσης τιμές που εκφράζονται με γλωσσολογικούς όρους.

Μετά την εφαρμογή της μεθόδου εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ σε πολλές εταιρίες από διάφορους τομείς προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Η μέθοδος παράγει ένα καινοτομικό προφίλ που μπορεί να αναλυθεί σε τρεις άξονες και 30 χαρακτηριστικά καινοτομίας.
- Είναι δυνατή μια συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των καινοτομικών προφίλ εταιριών από το ίδιο τομέα και η αναγνώριση των χαρακτηριστικών καινοτομίας που μειονεκτούν.
- Επαναληπτική χρήση της μεθόδου, μπορεί να δώσει μία ποσοτική εκτίμηση της βελτίωσης της καινοτομίας.
- Είναι δυνατή η αναγνώριση των συσχετίσεων της καινοτομικότητας ανάλογα με τις διάφορες κατηγορίες κατάταξης των εταιριών, όπως ο τομέας, το μέγεθος της εταιρίας και ο αριθμός των παραγόμενων προϊόντων.

Το δεύτερο μέρος του εργαλείου είναι η δημιουργία μίας βέλτιστης στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας, η οποία θα εκμεταλλεύεται με τον καλύτερο τρόπο τους διαθέσιμους πόρους της εταιρίας και θα έχει τη μέγιστη επίδραση στην καινοτομία της εταιρίας. Η ποιότητα των αποφάσεων που λαμβάνονται στη διαχείριση της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων και στη λήψη των αποφάσεων στις διάφορες πύλες που περνάει το προϊόν,

επηρεάζεται και από την καινοτομία της επιχείρησης, όπως αυτή εκτιμάται από το πρώτο μέρος του εργαλείου. Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της επισκόπησης της καινοτομίας με τη μέθοδο της εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ, έδειξε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των διαφορετικών χαρακτηριστικών καινοτομίας και από τους τρεις άξονες. Η συσχέτιση αυτή υποστηρίζει την δημιουργία, για πρώτη φορά, ενός ΠΔΣ καινοτομίας από ειδικούς που περιέχει της αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας και τους βαθμούς των χαρακτηριστικών καινοτομίας. Με τη σύνθεση πολλών παραγόντων που προκύπτουν από τον ΠΔΣ καινοτομίας, ορίζεται ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσης κάθε χαρακτηριστικού καινοτομίας ως κριτήριο για τη δημιουργία της στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του εργαλείου έδειξαν:

- Ο Πίνακας Δομής Σχεδίασης Καινοτομίας αποτελεί ένα αποτελεσματικό τρόπο αποτύπωσης των εξαρτήσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας.
- Η ανάλυση του ΠΔΣ αποκαλύπτει βρόγχους μεταξύ των καινοτομικών χαρακτηριστικών με αποκλειστική αλληλεξάρτηση.
- Οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών καινοτομίας έχουν ως αποτέλεσμα ένα βαθμό επίδρασης της βελτίωσης κάθε χαρακτηριστικού στο συνολικό καινοτομικό προφίλ κάθε εταιρίας.
- Ο βαθμός επίδρασης της βελτίωσης κάθε χαρακτηριστικού αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την καθοδήγηση των διαθέσιμων πόρων της εταιρίας, που αποσκοπούν τη βελτίωση του καινοτομικού προφίλ.
- Η μέθοδος εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ εμφανίζει τα χαρακτηριστικά καινοτομίας με μικρό βαθμό καινοτομικότητας. Ωστόσο μία στρατηγική βελτίωσης του καινοτομικού προφίλ, ξεκινώντας από τα χαρακτηριστικά με το μικρότερο βαθμό δεν έχει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Εν γένει τα χαρακτηριστικά με το μικρότερο βαθμό καινοτομικότητας δεν έχουν το μέγιστο βαθμό επίδρασης.

Επιπλέον υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που χαρακτηριστικά με σχετικά μικρό περιθώριο βελτίωσης, έχουν μεγάλο βαθμό επίδρασης.

Η επίδραση της στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας μπορεί να εκτιμηθεί ως προς την αλλαγή στο καινοτομικό προφίλ της εταιρίας που μπορεί να επιφέρει. Η αξιολόγηση της στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας ολοκληρώνεται με την εκτίμηση της επίδρασης της στρατηγικής στον κύκλο ανάπτυξης του προϊόντος. Η βελτίωση της καινοτομίας, εκτός από το κόστος και τη διάρκεια κάθε δραστηριότητας που συνθέτει τη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων, επιδρά και σε άλλες αρκετά σημαντικές παραμέτρους της διαδικασίας όπως:

- Η πιθανότητα μίας επανάληψης ή αναθεώρησης μίας δραστηριότητας.
- Η επίδραση μίας επανάληψης, ως ένα ποσοστό της δραστηριότητας που θα πρέπει να επαναληφθεί ή να αναθεωρηθεί.
- Η επίδραση της εκμάθησης μίας δραστηριότητας σε μία επανάληψη, ως ένα ποσοστό της αρχικής χρονικής διάρκειας μίας δραστηριότητας που επαναλαμβάνεται.

Επιλέγεται ένα μοντέλο ΠΔΣ Δραστηριοτήτων που λαμβάνει υπόψη τις παραμέτρους αυτές και υπολογίζει την επίδραση της στρατηγικής βελτίωσης της καινοτομίας στο συνολικό κόστος και χρόνο της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων.

Το εργαλείο ενσωματώνεται στο ολοκληρωμένο λογισμικό I-DSM Tool (Innovation – Design Structure Matrix Tool) που αναπτύχθηκε. Το λογισμικό αυτό δημιουργεί το καινοτομικό προφίλ μίας εταιρίας και προχωρά σε συγκριτική αξιολόγηση του αποτελέσματος με τις αντίστοιχες εταιρίες του ίδιου τομέα που βρίσκονται στη βάση δεδομένων. Υπολογίζει τον βαθμό επίδρασης της βελτίωσης κάθε χαρακτηριστικού καινοτομίας, σύμφωνα με τον οποίο προτείνει τη βέλτιστη στρατηγική βελτίωσης καινοτομίας. Δημιουργεί τον ΠΔΣ

των δραστηριοτήτων της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων και εμφανίζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη μέθοδο της αναδιάρθρωσης τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της επίδρασης του εργαλείου στον κύκλο ανάπτυξης προϊόντος.

Οι μελλοντικές κατευθύνσεις της παρούσας διατριβής περιλαμβάνουν:

- Διαμόρφωση των χαρακτηριστικών καινοτομίας με ποσοτικά κριτήρια, και περαιτέρω ανάλυση τους ή αποσύνθεση τους σε υπό-κριτήρια, με στόχο μία αντικειμενικότερη προσέγγιση της καινοτομικής διάστασης.
- Δημιουργία ΠΔΣ ομάδων χαρακτηριστικών καινοτομίας, με επέκταση την δημιουργία ομάδων ανάπτυξης καινοτομικού προφίλ.
- Αξιολόγηση της στρατηγικής βελτίωσης του καινοτομικού προφίλ με άλλα μοντέλα ανάπτυξης νέων προϊόντων που εξετάζουν την επίδρασή της στη προμηθευτική αλυσίδα.
- Δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού με στόχο την παροχή υπηρεσιών ειδικευμένης εκπαίδευσης για κάθε εταιρία, ανάλογα με τα αποτελέσματα της εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ.
- Εξαγωγή περαιτέρω συμπερασμάτων από την βάση δεδομένων της μεθόδου εκτίμησης του καινοτομικού προφίλ με στατιστική ανάλυση.
- Ανάλυση της βάσης δεδομένων με κανόνες ασαφούς λογικής.
- Διαχείριση της υπάρχουσας βάσης δεδομένων με δυνατότητα συνεχής ενημέρωσης και ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

Βιβλιογραφία

- Ε. Μαραβελάκης (2004), “Εργαλείο Αξιολόγησης της καινοτομίας και βελτίωσης των αποφάσεων στα προκαταρκτικά στάδια της σχεδίασης του προϊόντος”, Χανιά, Πολυτεχνείο Κρήτης
- Tyson R. Browning, (1998), “The Product Development Enterprise and Process”, MIT
- Tyson R. Browning, (1998), “DSM-Based Systems Engineering, Organization Planning, and Schedule Management”, MIT
- Tyson R. Browning, (1998), “A Model for Development Project Cost and Schedule planning”, MIT
- Tyson R. Browning,(1998), “Activity-Based Performance Evaluation in Complex System Product Development”, MIT
- Tyson R. Browning,(1998), “An Activity-Based Model of Cost, Schedule, and
- Performance Risks”, MIT
- Tyson R Browning , “Use of Dependency Structure Matrices for Product Development Cycle Time Reduction”, Cambridge, MIT
- Patrick H. Madden, “Partition my Iterative Deletion”, Binghamton, State University of N.Y
- Robert P.Smith, Jeffrey A Norrow, “Product development process modeling”, University of Washington , Seattle