

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων
Ευρωπαϊκό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στη Διοίκησης Επιχειρήσεων-Ολική
Ποιότητα (ΕΜΠΣ.ΔΕ-ΔΟΠ)**

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΕΞΙ ΣΙΓΜΑ (DESIGN FOR SIX SIGMA, DFSS)

**ΙΩΑΝΝΗΣ Κ. ΣΤΑΓΩΝΗΣ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΜΕΤΣΟΒΙΟΥ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ (Ε.Μ.Π.)**

2008

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΕΞΙ ΣΙΓΜΑ (DESIGN FOR SIX SIGMA, DFSS)

ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΟΙ ΟΡΟΙ

- DFSS Έργο (Project)
- Διαδικασία IDDOV (Αναγνώριση (Identify), Καθορισμός (Define), Ανάπτυξη (Develop), Βελτιστοποίηση (Optimise) και Επιβεβαίωση (Verify))
- Στιβαρός Σχεδιασμός (Robust Design)
- Διαδικασία Analytical Hierarchy Process AHP

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διπλωματική αυτή, ασχολείται με μία, νέα σχετικά, αναπτυσσόμενη φιλοσοφία που υπάρχει στους αμερικάνικους και ευρωπαϊκούς βιομηχανικούς χώρους και ονομάζεται Σχεδιασμός για Έξι Σίγμα (Design For Six Sigma, DFSS)

Σκοπός της διπλωματικής είναι να παρουσιάσει αναλυτικά την νέα αυτή φιλοσοφία και να τη συγκρίνει με την πασίγνωστη φιλοσοφία του Έξι Σίγμα. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η πορεία ενός Έργου (Project) που εκπονείται μέσα από τη διαδικασία IDDOV του DFSS. Ένα Έργο, λοιπόν, αναγνωρίζεται (Identify), καθορίζεται (Define), αναπτύσσεται (Develop), βελτιστοποιείται (Optimise) και επιβεβαιώνεται (Verify) από ένα οργανωμένο σύνολο ανθρώπινου δυναμικού με συγκεκριμένους ρόλους και ευθύνες.

Ταυτόχρονα, επισημαίνεται ότι η επιτυχημένη εγκαθίδρυση και ανάπτυξη του πνεύματος του DFSS μέσα σε μία επιχείρηση καθορίζεται από κάποιους σημαντικούς παράγοντες. Η αφοσίωση των ηγετών στην επιτυχία του DFSS, η σωστή επιμόρφωση, καθοδήγηση και εκπαίδευση του προσωπικού, η απρόσκοπτη επικοινωνία μέσα στην επιχείρηση, η ουσιαστική χάραξη στρατηγικής ολοκλήρωσης του DFSS στις υπάρχουσες επιχειρησιακές δραστηριότητες και τα τελικά οικονομικά αποτελέσματα ορίζουν την επιτυχία ή μη του εγχειρήματος του DFSS.

Τέλος, επισημαίνεται ότι κάθε επιχείρηση που εφαρμόζει τη μεθοδολογία του Έξι Σίγμα ανακαλύπτει πρακτικά ότι δε μπορεί να φτάσει το επίπεδο ποιότητας έξι σίγμα και αυτό διότι ότι ο αρχικός σχεδιασμός των προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών είναι ποιοτικά ελλειμματικός. Σ' αυτό το σημείο ανταποκρίνεται το DFSS, όπου προτείνει ανασχεδιασμό όλων των παραπάνω με στόχο την επίτευξης επιπέδου ποιότητας έξι ποιότητας. Όμως, η απόφαση μιας επιχείρησης να κάνει αυτή τη μετάβαση δεν είναι εύκολη, στηρίζεται σε σειρά τεχνικοοικονομικών κριτηρίων και όχι μόνο.

Μέσα από αυτή τη διπλωματική, εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα αφενός για τη χρηστικότητα, τη δυναμική και την αποτελεσματικότητα του DFSS και αφετέρου για το πότε πρέπει μία επιχείρηση που εφαρμόζει τη μεθοδολογία Έξι Σίγμα πρέπει να το ακολουθήσει.

Περιεχόμενα Κεφαλαίων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	1
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	I
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	II
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ	III
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	4
1.2. ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	5
1.3. ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ	5
1.4. ΣΧΕΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ (ΔΟΠ)	6
1.5. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ	7
Κ	9
ΕΦΑΛΛΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	9
2.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ & ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΠΟΦΕΩΝ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΈΞΙ ΣΙΓΜΑ (DESIGN FOR SIX SIGMA, DFSS); ..11	
3.1. «ΈΞΙ ΣΙΓΜΑ» (SIX SIGMA, SS) Ο ΠΡΟΓΟΝΟΣ ΤΟΥ DFSS	12
3.2. Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ DFSS	14
3.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ DFSS	16
3.3.1. Επιχειρησιακές Συναλλαγές.....	17
3.3.2. Βιομηχανικές Διαδικασίες.....	18
3.3.3. Προϊόντα και Υπηρεσίες.....	18
3.4. DFSS ΈΡΓΟ.....	20
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 3 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ DFSS ΣΤΗΡΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΙΔΔΟΥ	23
4.1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ (IDENTIFY) ΚΑΙ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ (DEFINE) ΤΟΥ DFSS ΈΡΓΟΥ	25
4.1.1. Σχεδιασμός DFSS Καταστατικά (Project Charters)	25
4.1.1.1. Σκοποί και Στόχοι.....	26
4.1.1.2 Πεδίο Εφαρμογής	28
4.1.1.3. Ορόσημα (Milestones)	28
4.1.1.4. Προϋπολογισμός του DFSS Έργου	30
4.1.2. Ανάλυση Χρηματοοικονομικών Κριτηρίων.....	32
4.1.3. Το Εγχειρίδιο του DFSS Έργο	33
4.1.4. Αναγνώριση και Κατανόηση των Αναγκών του Πελάτη.....	35
4.1.4.1. DFSS και Σπίτι της Ποιότητας (Quality Function Deployment).....	39
4.2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΈΡΓΟΥ (DEVELOP)	45
4.2.1. Συλλήψεις Νέων Ιδεών	45
4.2.1.1. Brainstorming	46
4.2.1.2. TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving).....	49
4.2.2. Αξιολόγηση των Νέων Ιδεών.....	51
4.2.3. Εύρεση και Απαλοιφή Πιθανών Αστοχιών σε Προϊόντα και Υπηρεσίες.....	56
4.2.3.1. FMEA (Failure Modes & Effect Analysis)	57
4.3. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΈΡΓΟΥ (OPTIMIZE).....	61
4.3.1. Στιβαρός Σχεδιασμός (Robust Design)	61
4.3.2. Συνάρτηση Απώλειας Ποιότητας (Quality Loss Function)	64

4.3.3. Μη Ελεγχόμενοι Παράγοντες/Παράγοντες Θορύβου (Noise Factors)	67
4.3.4. Parameter Design (Παραμετρικός Σχεδιασμός)	68
4.3.5. Σχεδιασμός Ανοχών (Tolerance Design)	70
4.4. ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΟΤΙ ΤΟ ΈΡΓΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΡΧΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ (VERIFY)	72
4.4.1. Τρία Σημαντικά Βήματα για την Επιβεβαίωση της Σωστής Λειτουργίας του Έργου	74
4.4.2. Διαδικασία Ελέγχου (Process Control)	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 4 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙ ΡΟΛΟΙ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕΣΑ ΣΕ ΜΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΘΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ DFSS	82
5.1. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΡΟΛΩΝ ΣΤΟΥΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΓΙΑ ΕΝΑ ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΟ DFSS	82
5.1.1. Executive Leader	83
5.1.1.1 Executive Champions (EChs) και Champions (Chs)	85
5.1.2. Master Black Belt	87
5.1.3. Black Belts	89
5.1.4. Green Belts	91
5.1.5. Team Member	92
5.2. ΠΕΝΤΕ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ DFSS ΜΕΣΑ ΣΕ ΜΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ	92
5.2.1. Αφοσίωση των Ηγετών στο DFSS	94
5.2.2. Η επιμόρφωση, εξάσκηση και καθοδήγηση	96
5.2.3. Αποτελεσματική Επικοινωνία	97
5.2.4. Ολοκληρωτική Στρατηγική	98
5.2.4.1 Ολοκλήρωση των Δραστηριοτήτων του DFSS	98
5.2.4.2 Ολοκλήρωση των Νέων Διαδικασιών DFSS στις υπάρχουσες διαδικασίες	100
5.2.5 Κρίσιμα Επιχειρηματικά Αποτελέσματα (Bottom-Line)	101
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 5 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΩΝ DFSS ΚΑΙ ΈΞΙ ΣΙΓΜΑ.....	104
6.1. ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ Η ΣΥΝΕΧΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗ;	104
6.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ IDDOV (DFSS) ΚΑΙ DMAIC (SS)	107
6.3. ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ: Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS)	109
6.3.1. Παράδειγμα Επιλογής Βέλτιστης Μεθοδολογίας με Βάση τη Διαδικασία AHP	111
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 6 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	122
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	125
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	127

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω την μέγιστη ευγνωμοσύνη μου στον Καθηγητή κ Μποχώρη Γεώργιο για την καθοδήγηση, τη βοήθεια και την υποστήριξη που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Πάνω απ'όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω και να αφιερώσω αυτή την διπλωματική εργασία στην οικογένειά μου και στην αδερφή μου, Κατερίνα, για την εξαιρετική τους υποστήριξη κατά την όλη διάρκεια των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό. Όπως επίσης και τους φίλους μου, με αλφαβητική σειρά, Αθηνά, Αλκιβιάδη, Άντρη, Γιώργο, Δημήτρη, Μάρκο και Πέννυ για την αμέριστη συμπαράσταση αλλά και την πραγματική φιλία, η οποία διέπει τις σχέσεις μας.

ΣΤΑΓΩΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Κατάσταση Σχημάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Σχήμα 3. 1: Κανονική κατανομή όπου ο μέσος μετακινείται κατά 1,5 σ από το στόχο	13
Σχήμα 3. 2: Η Διαδικασία DMAIC της Μεθοδολογίας Έξι Σίγμα	13
Σχήμα 3. 3: Η Διαδικασία IDDOV της Μεθοδολογίας DFSS	15
Σχήμα 3. 4: Εφαρμογές του DFSS	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Σχήμα 4. 1: Σχηματική απεικόνιση της μεθοδολογίας του DFSS	23
Σχήμα 4. 2: DFSS Καταστατικό	26
Σχήμα 4. 3: Work Breakdown Structure (WBS)	34
Σχήμα 4. 4: Το Μοντέλο του KANO	37
Σχήμα 4. 5: «Σπίτι της Ποιότητας»-DFSS-QFD	43
Σχήμα 4. 6: Assumption Busting	48
Σχήμα 4. 7: Απεικόνιση της μεθόδου TRIZ	50
Σχήμα 4. 8: Ενδεικτική Φόρμα Συμπλήρωσης FMEA	61
Σχήμα 4. 9: Στιβαρός Σχεδιασμός (Robust Design)	62
Σχήμα 4. 10: Απεικόνιση Σύγχρονης Επιχειρησιακής Αντίληψης	62
Σχήμα 4. 11: Παραδοσιακή νοοτροπία για την απεικόνιση της Συνάρτησης Απώλειας Ποιότητας	65
Σχήμα 4. 12: Σύγχρονη άποψη για την απεικόνιση της Συνάρτησης Απώλειας Ποιότητας	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Σχήμα 5. 1: Οργανωτική δομή DFSS	83
Σχήμα 5. 2: Δομή της Executive Leadership, μέσα σε μία επιχείρηση	86
Σχήμα 5. 3: Πέντε Σημαντικά Στοιχεία για την Επιτυχημένη Εφαρμογή του DFSS	93

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Σχήμα 6. 1: IDDOV vs DMAIC	108
Σχήμα 6. 2: Διαδικασία AHP	110
Σχήμα 6. 3: Ανάλυση του Γενικού Στόχου	113
Σχήμα 6. 4: Διάγραμμα των στόχων ανά επίπεδο με Βαρύτητα Προτεραιοτήτων	120
Σχήμα 6. 5: Τάση Επιπέδου Ποιότητας (DFSS vs SS)	121

Κατάσταση Πινάκων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Πίνακας 4. 1: Ορόσημα της δημιουργίας ενός DFSS Έργου	30
Πίνακας 4. 2: Παράδειγμα Βαθμολόγηση Ιδεών (Nominal Group Technique, Σταθμική Πολυψηφοφορία (Weighted Multivoting) & Ψηφοφορία N/3)	52
Πίνακας 4. 3: Παράδειγμα Βαθμολόγηση Ιδεών (Criteria-Based Matrix)	54
Πίνακας 4. 4: Παράδειγμα Βαθμολόγηση Ιδεών (Pugh Concept Selection Technique)	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Πίνακας 6. 1: Κλίμακα Τιμών Saaty 1988	115
Πίνακας 6. 2: Τιμές Σημαντικότητας Επιπέδου 2 (Πίνακας A)	115
Πίνακας 6. 3: Κανονικοποίηση Πίνακα A σε Πίνακα Aw	116
Πίνακας 6. 4: Πίνακας Βαρύτητας Προτεραιοτήτων (πίνακας C)	116
Πίνακας 6. 5: Πίνακας Βαρύτητας Προτεραιοτήτων (πίνακας C)	117
Πίνακας 6. 6: Πίνακας ικανοποίησης υποστόχων από τις μεθοδολογίες «Έξι Σήμα» και DFSS (Πίνακας A ₁)	118
Πίνακας 6. 7: Κανονικοποίηση Πίνακα A ₁ σε πίνακα A _{w1}	118
Πίνακας 6. 8: Πίνακας Βαρύτητας Προτεραιοτήτων των υποστόχους του στόχου «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών» (Πίνακας C ₁)	119
Πίνακας 6. 9: Τελικός Πίνακας Βαρύτητας Προτεραιοτήτων για τις Μεθοδολογίες «Έξι Σήμα» και DFSS	119

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Αντικείμενο της Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική προσεγγίζει μία σχετικά νέα φιλοσοφία που εισέρχεται στον επιχειρησιακό χώρο και ονομάζεται «Σχεδιασμός για Έξι Σίγμα» (Design for Six Sigma) ή DFSS, όπως θα αναφέρεται εφεξής για χάρη συντομίας. Η ανάγκη για υψηλότερα επίπεδα ποιότητας σε προϊόντα, υπηρεσίες και διαδικασίες έχουν αναγκάσει πολλές επιχειρήσεις να σκέφτονται την εγκατάλειψη της παραδοσιακής μεθοδολογίας του «Έξι Σίγμα» και να αναζητούν νέες μεθόδους. Μία εναλλακτική λύση φαίνεται ότι είναι το DFSS που στηρίζεται στην καινοτομία, είτε με τον ανασχεδιασμό νέων προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών, είτε με την εισαγωγή νέων.

Τονίζεται λοιπόν, μέσα από αυτή τη διπλωματική η σημαντικότητα του DFSS όχι μόνο στην παραγωγική διαδικασία, αλλά και σε κάθε επιχειρησιακή δραστηριότητα μιας επιχείρησης. Ακόμη, παρουσιάζεται και ορίζεται ένα DFSS Έργο που αποτελεί το μέσο υλοποίησης της φιλοσοφίας του DFSS. Επίσης, αναλύεται λεπτομερειακά η διαδικασία 5-βημάτων (IDDOV) που υφίσταται ένα DFSS Έργο για να ολοκληρώσει επιτυχημένα το σκοπό της ύπαρξής του. Επιπλέον, προβάλλεται και ο καταμερισμός των αρμοδιοτήτων κάθε εργαζομένου που εμπλέκεται σε ένα DFSS Έργο. Ενώ γίνεται ειδική μνεία στα σημαντικότερα στοιχεία που συντελούν στην αέναη και επιτυχή εφαρμογή του DFSS μέσα σε μία επιχείρηση, όπως η αφοσίωση των ηγετών στο DFSS, η ολοκληρωμένη εκπαίδευση των εργαζομένων, η αποτελεσματική επικοινωνία, η συγκεκριμένη στρατηγική ολοκλήρωσης και τα οικονομικά οφέλη.

Τέλος, η παρούσα διπλωματική ολοκληρώνεται με μια προσπάθεια σύγκρισης των μεθοδολογιών Έξι Σίγμα και DFSS. Από την οποία εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα που οδηγούν σε απαντήσεις για το πότε και γιατί η μία είναι καταλληλότερη της άλλης.

1.2.Στόχος της Εργασίας

Η φιλοσοφία του DFSS δεν είναι τόσο διαδεδομένη στην ελληνική πραγματικότητα. Στόχος της διπλωματικής αυτής είναι να δείξει με το καλύτερο τρόπο ότι το DFSS είναι η φυσική εξέλιξη του «Εξι Σίγμα», να αναλύσει επαρκώς τη μεθοδολογία του, να παρουσιάσει τους ρόλους των εργαζομένων στην εφαρμογή του και να περιγράψει τις σημαντικότερες παραμέτρους μιας επιτυχημένης εφαρμογής του μέσα σε μία επιχείρηση.

Επίσης, η παρούσα διπλωματική έχει ως στόχο τη σύγκριση των φιλοσοφιών του «Εξι Σίγμα» και του DFSS. Προβάλλονται τα προτερήματα και τα ελαττώματα τους, οι ομοιότητες και διαφορές τους με σκοπό ο αναγνώστης να αντιληφθεί πότε μία επιχείρηση πρέπει να κάνει χρήση της κάθε φιλοσοφίας. Για την τεκμηρίωση της εκάστοτε επιλογής χρησιμοποιείται η Διαδικασία AHP (Analytical Hierarchy Process), η οποία είναι μια «πολυκριτηριακή» τεχνική. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την προαναφερθείσα τεχνική, η χρήση ενός νέου ή ανασχεδιασμένου προϊόντος, υπηρεσίας ή διαδικασίας εξαρτάται από κρίσιμους παράγοντες, όπως ο βαθμός ρίσκου της επένδυσης, η πολυπλοκότητα του εγχειρήματος, η χρήση της νέας τεχνολογίας, η σπατάλη του χρόνου, το μέγεθος του κόστους και η δυνατότητα πραγματοποίησης των απαιτήσεων των πελατών.

1.3.Σημασία του Αντικειμένου

Στο χώρο της αεροναυπηγικής και επίγειων μεταφορών έχουν συμβεί πολυάριθμα ατυχήματα που οφείλονται σε αστοχία απλών εξαρτημάτων χαμηλής ποιότητας. Η κατάσταση αυτή οδήγησε τις συγκεκριμένες επιχειρήσεις σε αναζητήσεις ποιοτικών φιλοσοφιών –μεθοδολογιών, ώστε να αυξήσουν το επίπεδο ποιότητας των προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών τους. Η πιο επαναστατική μεθοδολογία ήταν η «Εξι Σίγμα»,

όπου στόχος ήταν το ποιοτικό επίπεδο των 6σ, δηλαδή στα 1 εκατ. προϊόντα να παράγονται ελαττωματικά τα 3,4. Η φιλοσοφία όμως του «Έξι Σίγμα» στηρίζεται στη συνεχή βελτίωση των ήδη υπάρχοντων προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών με στόχο της μείωση της μεταβλητότητας των κρίσιμων παραμέτρων τους. Όμως, λόγω του αναποτελεσματικού αρχικού σχεδιασμού τους, η μέγιστη βελτίωσή τους οδηγούσε σε επίπεδα ποιότητας μικρότερου του 6σ. Έτσι, έγινε αντιληπτό από τις μεγάλες επιχειρήσεις η ανάγκη είτε για τον ανασχεδιασμό προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών είτε για την εισαγωγή νέων. Με βάση τη λογική αυτή, γεννήθηκε η φιλοσοφία του DFSS.

Το DFSS, δηλαδή, έχει σκοπό την εισαγωγή ή τον ανασχεδιασμό νέων (ποιότητας επιπέδου 6σ) προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών, ώστε η επιχείρηση να απολαμβάνει σημαντικά οφέλη. Έτσι, μειώνεται ο χρόνος εισαγωγής των νέων ή ανασχεδιασμένων προϊόντων στην αγορά, το κόστος ζωής των προϊόντων, ο αριθμός των σχεδιαστικών αλλαγών και το κόστος εγγυήσεων και επισκευών. Επιπλέον, αυξάνεται η κατανόηση των αναγκών των πελατών, η ποιότητα και η αξιοπιστία των προϊόντων ή υπηρεσιών, η ικανότητα της διαχείρισης κινδύνου στο στάδιο σχεδιασμού κ.α. Εν κατακλείδι, τα προτερήματα της εφαρμογής του DFSS είναι πολύ σημαντικά και πολύ δύσκολα μπορούν οι επιχειρήσεις να τα προσπεράσουν.

1.4.Σχέση του Αντικειμένου με τη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ)

Στις μέρες μας, ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις υιοθετούν και αποδέχονται φιλοσοφίες και μεθοδολογίες ποιότητας στη διαμόρφωση της στρατηγικής τους. Η πρώτη ευρεία προσέγγιση ποιότητας που εμφανίστηκε ήταν η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ) (Total Quality Management-TQM) η οποία συμβάλλει σημαντικά στη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών μιας επιχείρησης. Σε επιχειρήσεις υψηλής τεχνολογίας, όμως, δημιουργήθηκε η ανάγκη παραγωγής προϊόντων υψηλής ποιότητας, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια νέα δομημένη μεθοδολογία βελτίωσης, η «Έξι Σίγμα» (Six Sigma). Αυτή έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται δραματικά ο αριθμός των

ελαττωματικών προϊόντων. Ωστόσο, η μεθοδολογία «Έξι Σίγμα» κρίνεται από πολλούς πεπερασμένη με αποτέλεσμα να αναζητηθεί μία νέα προσέγγιση με υψηλότερα επίπεδα ποιότητας. Η προσέγγιση αυτή είναι η εξέλιξη της «Έξι Σίγμα» και είναι το DFSS.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται πόσο άρρηκτα συνδεδεμένα είναι το DFSS με τη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ). Η φιλοσοφία του DFSS διέπεται από τις βασικές αρχές του ΔΟΠ. Η εστίαση στους πελάτες, η συνολική συμμετοχή και συνεργασία μέσα στην επιχείρηση και η συνεχής βελτίωση είναι τρεις θεμελιώδεις αρχές και στη φιλοσοφία του DFSS. Από πολλούς το τελευταίο θεωρείται ως το πιο σύγχρονο επιστέγασμα των προσπαθειών της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (TQM).

1.5.Συνοπτική Περιγραφή Προσέγγισης για τη Διερεύνηση Του Θέματος

Η διπλωματική αυτή είναι δομημένη με τέτοιο τρόπο ώστε να περιγράψει πλήρως τη φιλοσοφία του DFSS καθώς και τον τρόπο με τον οποίο εκπληρώνει τους στόχους του ένα DFSS Έργο. Ταυτόχρονα, παρατίθενται η ουσιαστική εμπλοκή των εργαζομένων και οι παράγοντες ομαλής εφαρμογής του DFSS. Τέλος, γίνεται και μία σύγκριση του «Έξι Σίγμα» με το DFSS και προκύπτουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα, ενώ τίθενται τα ερωτήματα του ποια μεθοδολογία και πότε πρέπει να χρησιμοποιείται σε μία επιχείρηση.

Η διπλωματική αποτελείται από έξι κεφάλαια, ενώ η συγγραφή τους βασίστηκε σε βιβλιογραφική έρευνα. Επιλέχθηκαν κυρίως επιστημονικά ξενόγλωσσα βιβλία, άρθρα και περιοδικά από άτομα που είναι γνώστες του αντικειμένου του DFSS και εξειδικευμένα επί των αρχών της ποιότητας.

Αν εξαιρέσουμε το πρώτο και το δεύτερο κεφάλαιο που είναι η εισαγωγή και η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αντίστοιχα, τα υπόλοιπα κεφάλαια περιγράφουν τη φιλοσοφία και τη μεθοδολογία του DFSS και τη σύγκρισή του με την προσέγγιση του κλασικού «Έξι Σίγμα».

Συνοπτικά, στο 3^ο κεφάλαιο, αρχικά, γίνεται επανάληψη στις αρχές και στη μεθοδολογία του προγόνου του DFSS, του «Έξι Σίγμα», ενώ στη συνέχεια παρατίθενται ο ορισμός και η φιλοσοφία του DFSS, η εφαρμογή του και τέλος παρουσιάζονται τα DFSS Έργα, που είναι τα έργα που διεκπεραιώνονται με βάση τη μεθοδολογία DFSS.

Στο 4^ο κεφάλαιο, περιλαμβάνονται τα βήματα της μεθοδολογίας του DFSS καθώς και τα εργαλεία και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται.

Στο 5^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους ρόλους των εργαζομένων στην εφαρμογή του DFSS και στους πιο κρίσιμους παράγοντες διασφάλισης και μακροημέρευσης του DFSS μέσα σε μία επιχείρηση.

Στο 6^ο κεφάλαιο συγκρίνονται οι φιλοσοφίες του DFSS και του «Έξι Σίγμα», παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, οι ομοιότητες και διαφορές τους και γίνεται μία προσέγγιση για το ποια φιλοσοφία και πότε πρέπει να χρησιμοποιήσει μια επιχείρηση. Αυτή η επιλογή γίνεται με βάση της χρήσης μιας «πολυκριτηριακής» τεχνικής την AHP (Analytical Hierarchy Process).

Τέλος, στο 7^ο κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία αυτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανασκόπηση Σχετικής Βιβλιογραφίας

2.1 Βιβλιογραφικές Πηγές & Τεκμηρίωση Απόψεων

Η βιβλιογραφία περί «Σχεδιασμού για Έξι Σίγμα» είναι σχετικά νέα, αφού τα περισσότερα βιβλία με το θέμα αυτό γράφτηκαν κυρίως την τελευταία εξαετία. Επίσης, υπάρχει πληθώρα αναφορών σχετικά με την ανάγκη, την εφαρμογή και τα προτερήματα του DFSS σε άρθρα γνωστών περιοδικών και σε βάσεις δεδομένων μεγάλων οργανισμών και δικτυοτόπων.

Τόσο για την συνοπτική περιγραφή του «Έξι Σίγμα» όσο και για την εκτενέστερη περιγραφή του DFSS χρησιμοποιήθηκαν συγγράμματα από καταξιωμένους και εξειδικευμένους στο θέμα συγγραφείς.

Τα στατιστικά εργαλεία και οι μέθοδοι που συντελούν στην εύρυθμη εφαρμογή της διαδικασίας IDDOV καθώς και η σύγκριση μεταξύ των μεθοδολογιών «Έξι Σίγμα» και DFSS με τα συμπεράσματα που εξήχθησαν βασίστηκαν κυρίως σε άρθρα δημοσιευμένα σε περιοδικά, όπως τα εξής: TQM Magazine, Journal of Management Studies, Quality Progress, Journal of Operations Management, European Journal of Operational Research, Administrative Science Quarterly, International Journal of Operations & Production Management, Quality Management Journal, Production and Inventory Management Journal, TRIZ-Journal, Manufacturing Engineering, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, International Journal of Quality & Reliability International Journal of Engineering, Business Process Management Journal Management Decision, European Journal of Innovation Management, iSixSigma Magazine, Spectra, Management System Journal και MBA τα μυστικά της διοίκησης επιχειρήσεων.

Τέλος, σημαντική βοήθεια προσέφεραν και συγκεκριμένοι ιστιότοποι από όπου και αντλήθηκαν σημαντικές πληροφορίες από βάσεις δεδομένων όπως Emerald, ProQuest, ScienceDirect και Scopus και οργανισμοί όπως ASQ, European Organization For

Quality, Institute for Quality Assurance, Info Trac College Edition και Association for Quality and Participation.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΠΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Τι είναι ο Σχεδιασμός για Έξι σίγμα (Design For Six Sigma, DFSS);

Στην σύγχρονη εποχή υπάρχει άκρατος ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων. Κάθε μία από αυτές, προσπαθεί να κερδίσει ολοένα και μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς και να γίνει κυρίαρχη στον τομέα της. Έχει γίνει πια αντιληπτό, ότι για να ευοδωθούν οι προσπάθειες μιας επιχείρησης, πρέπει η ίδια να ανταποκρίνεται ολοκληρωτικά στις ανάγκες του πελάτη. Ο σύγχρονος καταναλωτής πλέον αναζητά προϊόντα και υπηρεσίες υψηλής ποιότητας, οπότε οι επιχειρήσεις έχουν ως στόχο την αύξηση του επιπέδου ποιότητάς των δραστηριοτήτων τους. Για να προκύψουν, όμως, προϊόντα και υπηρεσίες υψηλής ποιότητας πρέπει και η ίδια η επιχείρηση να λειτουργεί σε αντίστοιχα επίπεδα.

Η φιλοσοφία που έχει κατακτήσει τον επιχειρησιακό κόσμο είναι αυτή του «Έξι Σίγμα» (Six Sigma). Στόχος της είναι η επίτευξη επιπέδου ποιότητας 6σ, μέσω της συνεχούς βελτίωσης. Όμως κατά τη χρήση της διαπιστώνεται πόσο δύσκολη είναι η επίτευξη αυτή. Οπότε, είναι φυσικό επακόλουθο οι επιχειρήσεις και η επιστημονική κοινότητα να αναζητούν νέες μεθοδολογίες. Η επικρατέστερη κατά πολλούς, την παρούσα χρονική στιγμή, είναι ο «Σχεδιασμός για Έξι Σίγμα» (Design For Six Sigma) ή DFSS, όπως θα αναφέρεται εφεξής για χάρη συντομίας.

Η φιλοσοφία του DFSS βασίζεται στον ανασχεδιασμό των διαδικασιών και προϊόντων, ώστε να μη δέχονται επιδιορθώσεις για να φτάσουν σε επίπεδο 6σ, αλλά να είναι ήδη σε αυτό. Ο όρος Design, που σημαίνει σχεδιασμός, συχνά συγχέεται και οι περισσότεροι έχουν την εντύπωση ότι το DFSS εφαρμόζεται μόνο για το σχεδιασμό διαδικασιών παραγωγής. Στην πραγματικότητα, όμως, το τελευταίο καλύπτει όλων των ειδών τις διαδικασίες σε μία επιχείρηση, όπως επιχειρησιακές συναλλαγές, ενδοεργοστασιακές διαδικασίες και φυσικά διαδικασίες που συσχετίζονται με προϊόντα και υπηρεσίες. Τέλος, ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία του DFSS είναι ο ορισμός και η πραγματοποίηση ενός DFSS Έργου.

3.1. «Έξι Σίγμα» (Six Sigma, SS) ο Πρόγονος του DFSS

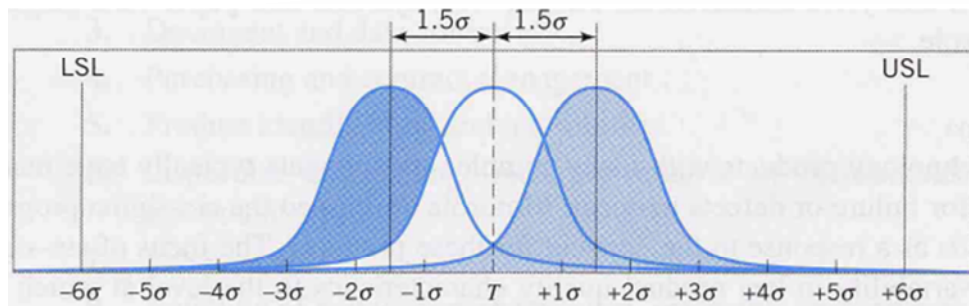
Η «Έξι Σίγμα» θεωρείται μία επιχειρησιακή στρατηγική η οποία χρησιμοποιεί μία καλά δομημένη μεθοδολογία συνεχούς βελτίωσης. Στόχος της είναι η μείωση της μεταβλητότητας των διαδικασιών και η εκβολή των λαθών τους, με χρήση εφαρμογών στατιστικών εργαλείων και τεχνικών¹, έτσι ώστε να επιτευχθεί επίπεδο ποιότητας 6σ.

Συγκεκριμένα, ο βασικός στόχος είναι η μείωση της μεταβλητότητας ενός ποιοτικού χαρακτηριστικού μίας διαδικασίας ή ενός προϊόντος μέσα σε συγκεκριμένα όρια ανοχών ή προδιαγραφών. Για να βελτιωθεί ένα χαρακτηριστικό πρέπει να μετρηθεί η μεταβλητότητα του και στη συνέχεια να χαραχθούν οι πιθανές στρατηγικές μείωσής του. Οι προδιαγραφές έχουν μία ελάχιστη τιμή (Lower Specification Limit, LSL) και μία μέγιστη (Upper Specification Limit, USL). Για να επιτευχθεί ποιότητα επιπέδου 6σ πρέπει η μέση τιμή της μεταβλητότητας του ποιοτικού χαρακτηριστικού να ισαπέχει από τα όρια των προδιαγραφών κατά 6σ (Σχ.3.1).

Η μεθοδολογία «Έξι Σίγμα» έγινε γνωστή κυρίως για την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων. Η αποτελεσματικότητά της οφείλεται στο ότι το εύρος των $\pm 6\sigma$ μηδενίζει την πιθανότητα παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων, αφού ακόμα και αν μετακινηθεί κατά $\pm 1,5\sigma$ ο μέσος των αποδεκτών προϊόντων από το στόχο (T), λόγω ανεξέλεγκτων εξωτερικών παραγόντων, οδηγεί σε πολύ μικρό αριθμό σκάρτων προϊόντων (3,4 Ελαττωματικά προϊόντα ανά εκατομμύριο (Defects per Million Opportunities (DPMO)). (Σχ.3.1)².

¹ **Breyfogle, Forrest W., III.** "Implementing Design for Six Sigma." New York: John Wiley & Sons, 1999.

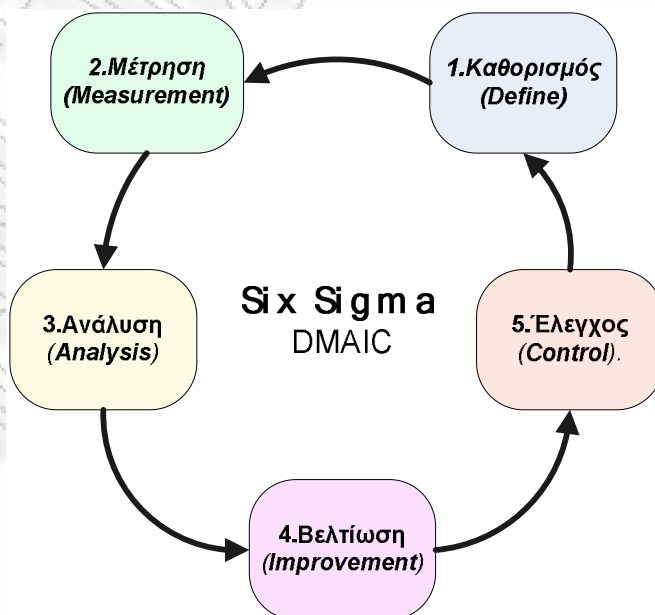
² **Evans J. R. & Lindsay W. M.**, "The Management and the Control Quality", 6th Edition, Thomson South-Western, 2005.



Οριο προδιαγραφών	Αποδεκτά Προϊόντα (%)	Ελαττωματικά προϊόντα ανά εκατομμύριο (dpo)
$\pm 1\sigma$	30,23	697700
$\pm 2\sigma$	69,13	608700
$\pm 3\sigma$	93,32	66810
$\pm 4\sigma$	99,3790	6210
$\pm 5\sigma$	99,97670	233
$\pm 6\sigma$	99,99960	3,4

Σχήμα 3. 1: Κανονική κατανομή όπου ο μέσος μετακινείται κατά $1,5\sigma$ από το στόχο

Η «Έξι Σίγμα», λοιπόν, θεωρείται μία επιχειρησιακή στρατηγική η οποία χρησιμοποιεί μία καλά δομημένη μεθοδολογία συνεχούς βελτίωσης. Η μεθοδολογία αυτή, βασίζεται σε μία διαδικασία πέντε βημάτων που είναι γνωστή με το ακρωνύμιο DMAIC και προκύπτει από τις λέξεις Define (Καθορισμός), Measure (Μέτρηση), Analyze (Ανάλυση), Improve (Βελτίωση) και Control (Έλεγχος) (Σχ.3.2). Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της έχουν φέρει σε πολλές επιχειρήσεις (IBM, Fords, GM κ.α.) σημαντικά οικονομικά κέρδη στα μεικτά έσοδα τους.



Σχήμα 3. 2: Η Διαδικασία DMAIC της Μεθοδολογίας Έξι Σίγμα

Ωστόσο, στην πράξη, διαπιστώθηκε ότι πολλές επιχειρήσεις, με τον υπάρχοντα σχεδιασμό των διαδικασιών, προϊόντων και υπηρεσιών δε μπορούσαν να φτάσουν στο επίπεδο των 6σ και έμεναν εγκλωβισμένες στο επίπεδο των 5σ. Σταδιακά, αυτές ανακάλυψαν την ανάγκη της αντικατάστασης των διαδικασιών, προϊόντων και υπηρεσιών με ποιοτικά «τέλειες», μια ανάγκη που ικανοποιείται με την εμφάνιση μιας νέας φιλοσοφίας, αυτής του DFSS.

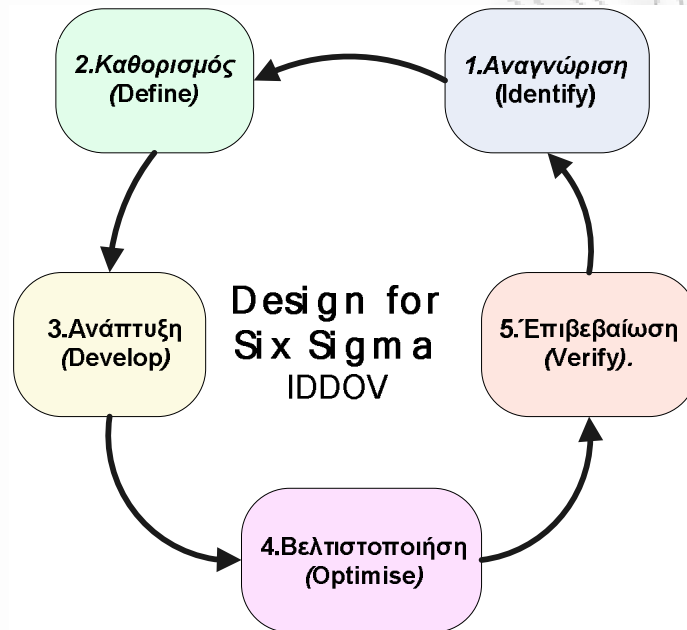
3.2. Η φιλοσοφία DFSS

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, οι προσπάθειες για επίτευξη υψηλού επιπέδου ποιότητας της μεθοδολογίας «Έξι Σίγμα» εστιάζονται στη βελτίωση των διαδικασιών, προϊόντων και υπηρεσιών, σε αντίθεση με το DFSS, το οποίο επικεντρώνεται στη εισαγωγή νέων ή στον ανασχεδιασμό των υπάρχοντων. Πιο επιστημονικά, το DFSS είναι μια συστηματική μεθοδολογία που στηρίζεται στη χρήση μαθηματικών, φυσικών και στατιστικών εργαλείων από κατάλληλα εκπαιδευόμενο προσωπικό. Τα οποία συντελούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων και μετρήσεων ώστε να δύναται ικανός ο σχεδιασμός (επιπέδου 6σ) των διαδικασιών, υπηρεσιών και προϊόντων πληρώντας τις απαιτήσεις των πελατών. Στην ουσία, το DFSS είναι η βελτιστοποίηση της διαδικασίας του σχεδιασμού, ώστε να συμπεριληφθούν τα κρίσιμα χαρακτηριστικά της ποιότητας (Critical to Quality, CTQ), με επίπεδο ποιότητας 6σ³.

Η επιλογή του DFSS δεν εξαρτάται μόνο από τον παράγοντα του επιπέδου της ποιότητας των διαδικασιών, προϊόντων και υπηρεσιών αλλά και από άλλες μεταβλητές που ελλοχεύουν στις προσπάθειες για καινοτόμο αποτέλεσμα. Σημαντικότερες μεταβλητές είναι ο βαθμός επικινδυνότητας και πολυπλοκότητας της εισαγωγής ενός νέου εγχειρήματος, η εφαρμοσιμότητα της νέας τεχνολογίας που απαιτείται, ο χρόνος εκπλήρωσης του, το κόστος του και το “ύψος” των απαιτήσεων των πελατών που καλείται η επιχείρηση να πραγματοποιήσει. Έτσι, λοιπόν, καλείται η επιχείρηση να

³ **Kai Yang and Basem S. El-Haik**, “Design for Six Sigma : A Roadmap for Product Development”, The Mc Grow-Hill Companies, 2003.

επιλέξει είτε τη μεθοδολογία DFSS, είτε αυτή του «Έξι Σίγμα», με γνώμονα τις παραπάνω μεταβλητές, που κρίνονται καθοριστικές για το αποτέλεσμα. Τέλος, όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό, στην περίπτωση επιχειρήσεων υψηλής τεχνολογίας, όπως για παράδειγμα στις κατασκευάστριες αεροσκαφών, κρίνεται προτιμότερη η υιοθέτηση της μεθοδολογίας DFSS που ικανοποιεί περισσότερο τις ανάγκες για δημιουργία πιο καινοτομικών και υψηλότερων ποιότητας σχέδια.



Σχήμα 3. 3: Η Διαδικασία IDDOV της Μεθοδολογίας DFSS

Η διαδικασία της μεθοδολογίας του DFSS έχει και αυτή, όπως και του «Έξι Σίγμα», πέντε βήματα, ενώ είναι γνωστή κυρίως με το ακρωνύμιο IDDOV (σχ.3.3), που προκύπτει από τις λέξεις Identify, Define, Develop, Optimise και Verify. Επειδή το DFSS είναι μία νέα σχετικά φιλοσοφία, κάθε επιχείρηση ορίζει τη διαδικασία της μεθοδολογίας με διαφορετικό τρόπο, με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολλά και διαφορετικά ακρωνύμια (π.χ. PIDOV, DMADV, DMEDI κ.α.). Όμως, η ουσία είναι ότι πρόκειται για μία διαδικασία 5 βημάτων, η οποία οδηγεί στα ίδια αποτελέσματα, ανεξάρτητα ακρωνυμίου⁴.

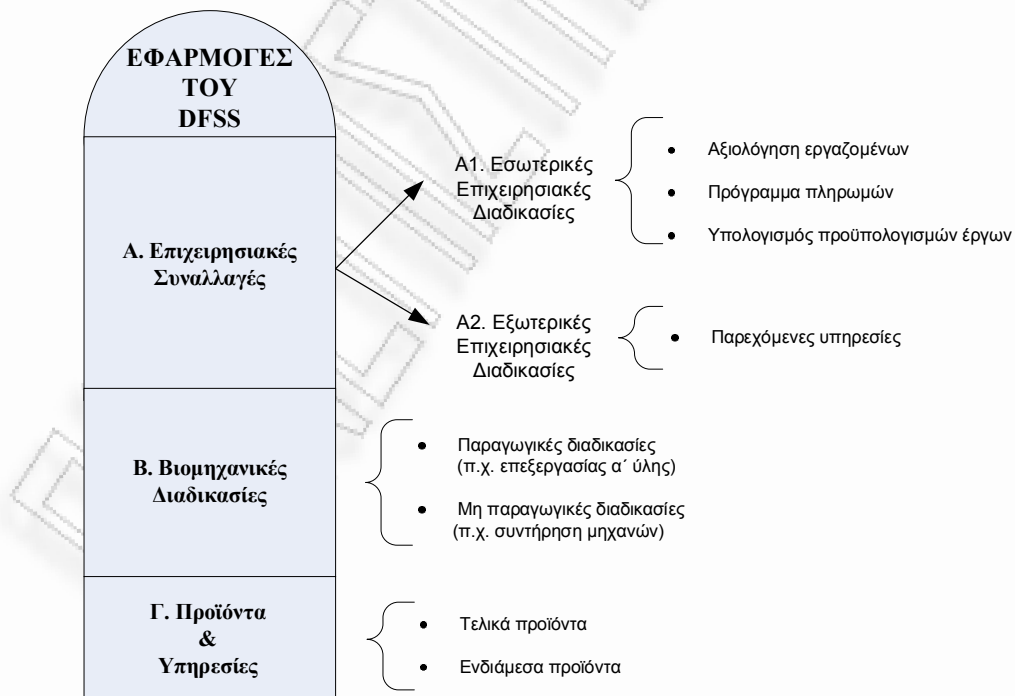
⁴ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003.

Αν και ο πρόγονος του DFSS, «Έξι Σίγμα», δημιουργήθηκε στο βιομηχανικό κόσμο για τη βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής, το DFSS εφαρμόζεται σε όλα τα πεδία μιας επιχείρησης.

3.3. Εφαρμογές του DFSS

Το DFSS, επειδή περιέχει τη λέξη Design, δηλαδή Σχεδιασμό, παραπέμπει στην πεποίθηση ότι εφαρμόζεται σε παραγωγικές διαδικασίες εργοστασίων. Αυτό όμως είναι λάθος, αφού το DFSS είναι μια φιλοσοφία με κατάλληλη μεθοδολογία που μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις δραστηριότητες της επιχείρησης και συγκεκριμένα στα εξής⁵:

1. Επιχειρησιακές συναλλαγές
2. Παραγωγικές διαδικασίες
3. Προϊόντα και Υπηρεσίες



Σχήμα 3. 4: Εφαρμογές του DFSS

⁵ Subir Chowdhury "Power of Design for Six Sigma", Dearborn Trade Publishing, 2003

3.3.1. Επιχειρησιακές Συναλλαγές⁶

Στον όρο Επιχειρησιακές Συναλλαγές περιλαμβάνονται οι Εσωτερικές Επιχειρησιακές Διαδικασίες καθώς και οι Εξωτερικές Επιχειρησιακές Διαδικασίες που έρχονται σε επαφή με τους πελάτες, προμηθευτές και συνεργάτες.

Εσωτερικές Επιχειρησιακές Διαδικασίες θεωρούνται όλες εκείνες οι σειρές ενεργειών ή βημάτων που μπορούν να αντιπροσωπευτούν από διαγράμματα, όπως το πρόγραμμα πληρωμών, η αξιολόγηση των εργαζομένων και ο υπολογισμός προϋπολογισμών των έργων. Για τη βελτίωση αυτών των διαδικασιών, το DFSS χρησιμοποιεί την διαδικασία IDDOV, τα αρχικά της οποίας προκύπτουν από το ακρωνύμιο των λέξεων Identify (Αναγνώριση της ευκαιρίας), Define (Καθορισμός των απαιτήσεων), Develop (Ανάπτυξη της ιδέας), Optimise (Βελτιστοποίηση του σχεδιασμού) και Verify (Επιβεβαίωση της σχεδιασμένης λειτουργίας του). Η μεθοδολογία αυτή αναλύεται ενδελεχώς στο επόμενο κεφάλαιο. Συγκεκριμένα στην περίπτωση αυτή ακολουθούνται τα εξής στάδια:

1. Αναγνώριση του Έργου που θα επιτελεσθεί.
2. Καθορισμός των απαιτήσεων των εσωτερικών πελατών (π.χ. εργαζομένων) και μετατροπή των απαιτήσεων σε τεχνικά, ποσοτικά ή ποιοτικά χαρακτηριστικά.
3. Ανάπτυξη της ιδέας σε μία διαδικασία
4. Βελτιστοποίηση της διαδικασίας, ώστε να μην αποκλίνει από το στόχο της σε ρεαλιστικές συνθήκες
5. Επαλήθευση της βελτιστοποιημένης διαδικασίας, με δοκιμαστικά και πιλοτικά προγράμματα, πριν την εφαρμογή της μέσα στην επιχείρηση.

Οι παρεχόμενες υπηρεσίες μιας επιχείρησης θεωρούνται ως Εξωτερικές Επιχειρησιακές Διαδικασίες. Ο ρόλος του DFSS σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι παρόμοιος με των επιχειρησιακών διαδικασιών εσωτερικά της επιχείρησης.

⁶ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003.

3.3.2. Βιομηχανικές Διαδικασίες

Το DFSS επιτρέπει να γίνεται ταυτόχρονα ο σχεδιασμός των προϊόντων και διαδικασιών στις επιχειρήσεις. Με τη χρήση του «Σπιτιού της Ποιότητας» (Quality Function Deployment, QFD) (δες § 4.1.4.1) γίνεται σύνδεση μεταξύ του σχεδιασμού του προϊόντος και του σχεδιασμού των βιομηχανικών διαδικασιών του. Σκοπός είναι να βελτιστοποιηθεί η σχέση μεταξύ τους, δηλαδή, μέσω του QFD, γίνεται μια προσπάθεια βελτιστοποίησης της δυνατότητας καλύτερης απόδοσης (capability) της παραγωγικής διαδικασίας, με την υψηλότερη δυνατή ποιότητα, αξιοπιστία και ικανοποίηση των πελατών, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να επιτυγχάνεται το χαμηλότερο δυνατό κόστος⁷.

Ακόμη, το DFSS παρέχει την ικανή μεθοδολογία για την βελτίωση υπαρχουσών παραγωγικών διαδικασιών, ενώ προσφέρει ένα πακέτο χρήσιμων εργαλείων (Στιβαρός Σχεδιασμός -Robust Design & Βελτιστοποίηση Ανοχών - Tolerance Optimization κ.α.) που οδηγεί στη δημιουργία απρόσβλητων βιομηχανικών διαδικασιών και άριστων διαδικασιών ελέγχου που διασφαλίζουν μια εύρυθμη ποιοτική παραγωγή.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να διακρίνουμε ότι η φιλοσοφία DFSS εφαρμόζεται τόσο στον αρχικό σχεδιασμό, όσο και στον ανασχεδιασμό της αλυσίδας παραγωγής που βρίσκεται σε λειτουργία.

3.3.3. Προϊόντα και Υπηρεσίες

Η πιο διάσημη εφαρμογή του DFSS είναι ο σχεδιασμός προϊόντων και υπηρεσιών επιπέδου ποιότητας 6σ, ειδικά στα τεχνολογικά προϊόντα. Στα προαναφερθέντα, στόχος δεν είναι μόνο η μείωση της μεταβλητότητας των κρίσιμων χαρακτηριστικών ποιότητας,

⁷ Breyfogle, Forrest W., III. "Implementing Design for Six Sigma". New York: John Wiley & Sons, 1999

αλλά η βελτιστοποίηση της απόδοσης των βασικών λειτουργιών τους. Αυτό είναι λογικό, εφόσον προϊόντα και υπηρεσίες υψηλής απόδοσης συνεπάγονται και μικρή μεταβλητότητα, ενώ το αντίθετο δεν ισχύει.

Με τη φράση βελτιστοποίηση της απόδοσης ενός τεχνολογικού προϊόντος εννοούμε τη μετατροπή, χωρίς απώλειες, της απαιτούμενης ενέργειας ενός προϊόντος από την αρχική της μορφή. Ένα παράδειγμα αποτελεί η λειτουργία ενός κινητήρα (τεχνολογικό προϊόν) όπου μετατρέπεται η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια (αρχική ενέργεια) σε μηχανική, την οποία και αντιλαμβάνεται ο πελάτης. Το DFSS στόχο έχει την μέγιστη δυνατή απόδοση της μετατροπής αυτής, με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του ποσού της σπαταλούμενης ενέργειας, λόγω των τριβών, θερμικών απωλειών, θορύβων και δονήσεων, τα οποία προκαλούν την υποβάθμιση της απόδοσης, της αξιοπιστίας και του χρόνου ζωής του κινητήρα. Άλλωστε, μικρότερες απώλειες ενέργειας συνεπάγονται καλύτερα προϊόντα.

Αντίστοιχα, η βελτιστοποίηση της απόδοσης μιας υπηρεσίας είναι η μεταφορά χωρίς παρέκκλιση της πληροφορίας από την αρχική της μορφής στην τελική προς τον πελάτη. Φυσικά η μεθοδολογία του DFSS επικεντρώνεται στη μείωση των παρεκκλίσεων για την παροχή υψηλών ποιότητας υπηρεσιών⁸.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται στο DFSS και η οποία βελτιστοποιεί τη μετασχηματιζόμενη ενέργεια από μία μορφή σε μία άλλη, με αποτέλεσμα να κάνει τα τελικά προϊόντα απρόσιτα στη μεταβλητότητα των υψηλών ποιοτικών χαρακτηριστικών τους, είναι ο Στιβαρός Σχεδιασμός (Robust Design). Αν και η μεθοδολογία του αναλύεται σε επόμενες παραγράφους, αξίζει να αναφερθεί το πρώτο βήμα. Στο πρώτο βήμα, λοιπόν, προσδιορίζεται η Ιδανική Λειτουργία (Ideal Function), σύμφωνα με την οποία η ενέργεια μετατρέπεται χωρίς απώλειες στη πραγματοποιούμενη σκόπιμη λειτουργία του προϊόντος. Φυσικά, η Ιδανική Λειτουργία δεν είναι εφικτή σε κανονικές συνθήκες παρά μόνο σε ιδανικές, αλλά αποτελεί σημείο αναφοράς για συγκριθεί πόσο απέχει η λειτουργία του προϊόντος που κατασκευάστηκε από το τέλειο.

⁸ Chowdhury S. "Design for Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003.

Συνεπώς, ο σχεδιασμός των προϊόντων δεν είναι μία στατιστική διαδικασία, αλλά μία διαδικασία που στηρίζεται στους νόμους της φυσικής και ο Στιβαρός Σχεδιασμός είναι μία μεθοδολογία στηριζόμενη στη φυσική.

3.4. DFSS Έργο⁹

Για τη καλύτερη ανάλυση των βημάτων διαδικασίας (IDDOV) της μεθοδολογίας του DFSS παρουσιάζεται η διεκπεραίωση ενός DFSS Έργο μέσα από αυτή. Με την έννοια DFSS Έργο υποδηλώνεται η σημασία της οργανωμένης προσπάθειας που απαιτεί η φιλοσοφία DFSS. Δεν παρατίθεται απλά μία λίστα ενεργειών που πρέπει να επιτελεστούν, ανίκανη να εμπνεύσει τους εμπλεκόμενους εργαζομένους, αλλά μία άρτια οργανωμένη προσπάθεια αποτυπωμένη στο DFSS Έργο με συγκεκριμένους πόρους, στόχους και σχέδια, ώστε να γίνεται από όλους αντιληπτή η σοβαρότητα και η αξιοπιστία του εγχειρήματος.

Συνοπτικά, η επιλογή ενός DFSS Έργο γίνεται από τεκμηριωμένα προσχέδια (DFSS Project Charters), τα οποία πρέπει να έχουν ομοιόμορφη δομή ώστε να γίνεται εύκολη η κατανόηση και η αναμεταξύ τους σύγκριση. Τα επιλεγμένα DFSS Έργα στη συνέχεια αποστέλλονται στα κέντρα εκπαίδευσης όπου αρχίζει και η υλοποίησή τους. Η διεκπεραίωσή τους διαρκεί συνήθως 6 με 18 μήνες, ενώ τα πρώτα κέρδη που προσδίδονται στην επιχείρηση από τα DFSS Έργα φαίνονται περίπου μετά από δύο χρόνια από την πρώτη μέρα υλοποίησής τους. Τέλος, μετά την επιτυχημένη εφαρμογή του DFSS Έργο τίθενται κατάλληλοι μηχανισμοί ελέγχου και παρακολούθησης, ώστε να επαληθεύονται οι πραγματικοί στόχοι με τους αντίστοιχους προβλεπόμενους.

⁹ Chowdhury S. “*Design for Six Sigma*”. Financial Times Prentice Hall, 2003.

Βιβλιογραφία 3^ο Κεφαλαίου

Chowdhury S. *“Design For Six Sigma”*. Financial Times Prentice Hall, 2003.

Harry, Mickel J. and Lawson, J. Ronald, *“Six Sigma Productivity Analysis and Process Characterization”*. Motorola University Press, 1992

Sung H. P. *“SIX SIGMA for Quality and Productivity Promotion”* Published by the Asian Productivity Organization, 2005

George Eckes. *“The Six Sigma Revolution: How General Electric and Others Turned Process Into Profits”*. (John Wiley, 2001)

Barney M. & McCarty T., *“The New Six Sigma”*. (Motorola University, Prentice Hall, 2003

Peter S. Pande, Robert P. Neuman, and Roland R. Cavanagh. *“The Six Sigma Way: Team Fieldbook: An Implementation Guild for Project Improvement Teams”*, McGraw-Hill, 2002

Bertels, Thomas *“Rath & Strong’s Six Sigma Leadership Handbook”*. New York: Wiley & Sons, 2003

Breyfogle, Forrest W., III. *“Implementing Design for Six Sigma”*. New York: John Wiley & Sons, 1999

Professor Arthur V. Hill, *“The Encyclopedia of Operations Management Terms”*
Curtis L. Carlson School of Management, 2005

Chowdhury S. *“Design For Six Sigma”*. Financial Times Prentice Hall, 2003.

Harry, Mickel J. and Lawson, J. Ronald, *“Six Sigma Productivity Analysis and Process Characterization”*. Motorola University Press, 1992

Sung H. P. *“SIX SIGMA for Quality and Productivity Promotion”* Published by the Asian Productivity Organization, 2005

Banuelas R., Antony J. and Brace M., “An Application of Six Sigma to Reduce Waste” QUALITY AND RELIABILITY ENGINEERING INTERNATIONAL *Qual. Reliab. Engng. Int.* 2005;

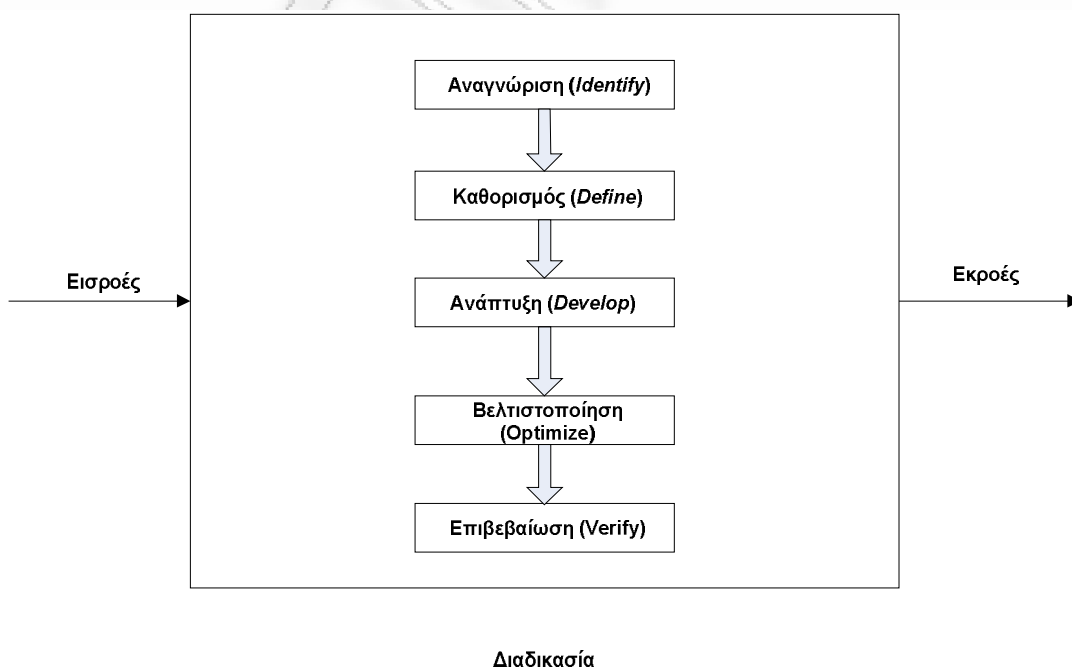
Eckes G., “Six Sigma for Everyone”, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.

Breyfogle, Forrest W., III., *“Implementing Design for Six Sigma”*, New York: John Wiley & Sons, 1999.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μεθοδολογία του DFSS στηριζόμενη στη Διαδικασία IDDOV

Η πρακτική εφαρμογή του DFSS συνήθως γίνεται μέσα από μία διαδικασία 5 βημάτων, η οποία εμφανίζεται με διαφορετικά ακρωνύμια όπως DMADV (define, measure, analyze, design, verify), DMEDI (define, measure, explore, develop, implement), IDDOV (identify, design, develop, optimize, verify) κ.α. Στη συγκεκριμένη εργασία θα εξεταστεί η τελευταία διαδικασία.

Στην μεθοδολογία του DFSS (σχήμα 4.1), οι εισροές μπορεί να είναι οι ανάγκες και τα “θέλω” των πελατών, οι ανάγκες της επιχείρησης, οι πρώτες ύλες και άλλα συναφή, ενώ οι εκροές είναι η ποιότητα των προϊόντων, διαδικασιών ή υπηρεσιών.



Σχήμα 4. 1: Σχηματική απεικόνιση της μεθοδολογίας του DFSS

Η διαδικασία IDDOV μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις φάσεις.

Η πρώτη φάση του DFSS είναι η αναγνώριση (identify) της Διαδικασίας και ο καθορισμός (define) της ευκαιρίας. Σκοπός της φάσης αυτής, είναι να δοθούν ξεκάθαρες οδηγίες για τις προσπάθειες που πρέπει να γίνουν, ώστε όλες οι μελλοντικές δραστηριότητες να φέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ένα μικρό λάθος σε αυτή την φάση μπορεί να οδηγήσει σε ένα ολέθριο αποτέλεσμα.

Το πιο σημαντικό στοιχείο της Φάσης 1, είναι να δοθεί προτεραιότητα στις σημαντικότερες απαιτήσεις των πελατών και στους ουσιαστικότερους στόχους. Οι παραπάνω απαιτήσεις και στόχοι θα καθοδηγήσουν τις προσπάθειες των ατόμων που εφαρμόζουν DFSS καθώς προχωράει η Φάση 2. Στην φάση αυτή χρησιμοποιούνται δημιουργικές τεχνικές για την εύρεση εναλλακτικών λύσεων για τον πλήρη/μερικό ανασχεδιασμό του σχεδίου. Μερικές από τις πιο σημαντικές, που αναλύονται παρακάτω, είναι το Brainstorming και το TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving), όπου αναδύονται καινοτόμες ιδέες. Στην συνέχεια, αξιολογούνται με διάφορες τεχνικές και επιλέγεται η αρτιότερη. Κατόπιν, η επιλεγόμενη οδηγείται με τις μεθόδους FMEA (Failure Modes & Effect Analysis) και Design of Experiments στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας μελλοντικής της αποτυχίας.

Αφού έχει αναπτυχθεί (Develop) η ιδέα με την μεγαλύτερη πιθανότητα να πληρεί τις απαιτήσεις των πελατών και των στόχων της επιχείρησης αρχίζει η Φάση 3, στην οποία γίνεται η βελτιστοποίηση (Optimize) του σχεδιασμού της καλύτερης ιδέας. Εδώ γίνεται η χρήση μεθοδολογιών στηριζόμενες στη χρήση μαθηματικών με κυριότερες τις Robust Optimization, Quality Loss Function, Parameter Design και Tolerance Design.

Η Φάση 4 είναι η τελευταία της διαδικασίας του IDDOV και εδώ γίνεται η επιβεβαίωση (verify) ότι η νέα ιδέα λειτουργεί σύμφωνα με τον αρχικό της σχεδιασμό. Συγκεκριμένα γίνεται επαλήθευση του σχεδιασμού, συνεχής έγκριση της νέας διαδικασίας, εγκαθίδρυση ελέγχου παραγωγής, συμπλήρωση επισήμων αναλύσεων κόστους – ωφέλειας και αέναη εκμάθηση μέσω των λαθών που γίνονται.

4.1. Αναγνώριση (Identify) και Καθορισμός (Define) του DFSS Έργου

Το πρώτο βήμα της διαδικασίας IDDOV είναι η αναγνώριση ενός DFSS Έργου που σκοπό έχει να βελτιώσει μια διαδικασία, προϊόν ή υπηρεσία. Αφού βρεθούν τα πιθανά Έργα δημιουργούνται τα DFSS Καταστατικά των Έργων (Project Charters), λόγω συντομίας εφεξής θα αναφέρονται ως DFSS Καταστατικά, στα οποία πρέπει να αναφέρονται ξεκάθαρα ο σκοπός, το πεδίο εφαρμογής τους, οι οικονομικές επιπτώσεις τους στην επιχείρηση και μία λεπτομερειακή περιγραφή τους. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται εύκολη η μεταξύ τους σύγκριση, ενώ η άρτια δομή των DFSS Καταστατικών συντελεί στην ευκολότερη κατανόηση τους.

4.1.1. Σχεδιασμός DFSS Καταστατικά (Project Charters) ¹⁰

Ένα πλήρες DFSS Καταστατικό πρέπει να περιέχει:

- Σκοπούς και Στόχους
- Περιοχή Εφαρμογών
- Ορόσημα
- Προϋπολογισμό

Το παραπάνω έγγραφο είναι πολύ σημαντικό, αλλά και πολύ απλό σε δομή (Σχ.4.2).

¹⁰ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

DFSS Καταστατικό
Σκοποί και Στόχοι:
Περιοχή Εφαρμογών:
Ορόσημα:
Προϋπολογισμός:

Σχήμα 4. 2: DFSS Καταστατικό

4.1.1.1. Σκοποί και Στόχοι

Οι Σκοποί πρέπει να αποτυπώνουν προγραμματισμένες δραστηριότητες ή προϊόντα απαιτούμενου ποιοτικού επιπέδου Έξι Σίγμα μέσα σ' ένα καθορισμένο προϋπολογισμό. Κατά τον καθορισμό των Σκοπών υπάρχει ένα βασικό ερώτημα που πρέπει να προβληματίσει του σχεδιαστές: να αναβαθμίσουν την υπάρχουσα δραστηριότητα ή προϊόν σε επίπεδο Έξι Σίγμα ή να τροποποιήσουν την υπάρχουσα δραστηριότητα ή προϊόν σε μία νέα αγορά.

Ένα από τα βασικότερα αξιώματα που αφορά το σχεδιασμό μιας δραστηριότητας ή προϊόντος με βάση το DFSS και μία ειδοποιός διαφορά από την νοοτροπία του Έξι Σίγμα, είναι ότι οι Στόχοι αφορούν μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, μία ομάδα εφαρμόζει τη μέθοδο του DFSS σ' ένα προϊόν για να αυξήσει σημαντικά την ικανοποίηση των πελατών. Η αύξηση αυτή θα οδηγήσει σε μελλοντική αύξηση του μεριδίου αγοράς. Το DFSS, λοιπόν, διασφαλίζει το πλαίσιο για να επιτευχθούν οι

Στόχοι, οι οποίοι διασφαλίζουν με τη σειρά τους αυξανόμενα κέρδη για τα μελλοντικά χρόνια στην επιχείρηση.

Συγκεκριμένα υπάρχουν πέντε κλειδιά για τον καθορισμό των στόχων και των σκοπών του DFSS Καταστατικού, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

- 1 Βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών (ή/και του μεριδίου αγοράς).
- 2 Βελτίωση των κερδών (ή/και του περιθωρίου κέρδους).
- 3 Μείωση του αριθμού καταγγελιών των πελατών (ή/και τις δαπάνες υπηρεσιών).
- 4 Μείωση των αστοχιών (ή/και βελτίωση της αποδοτικότητας).
- 5 Ανάπτυξη «εύρωστης τεχνολογίας» (robust technology), εφαρμόσιμης για την οικογένεια και τα μελλοντικά προϊόντα.

Εννοείται ότι η καθιέρωση των στόχων και των σκοπών προσφέρει πολλά οφέλη για οποιαδήποτε ομάδα που εργάζεται μαζί, όπως ανάθεση στην ομάδα μιας συγκεκριμένης αποστολής, εστίαση και αίσθηση ολοκλήρωσης όταν επιτυγχάνονται οι στόχοι. Χωρίς στόχους, οποιοδήποτε Έργο θα καταρρεύσει, δεδομένου ότι δεν υπάρχει τίποτα που να ωθεί προς τα εμπρός. Οι στόχοι πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο συγκεκριμένοι προκειμένου να βελτιωθούν οι πιθανότητες επίτευξής τους.

Οι στρατηγικοί στόχοι και οι σκοποί που συνδέονται με ένα DFSS Έργο εξαρτώνται φυσικά ακριβώς από το είδος του προϊόντος ή της διαδικασίας που προσπαθούμε να δημιουργήσουμε. Χαρακτηριστικά, οι στόχοι πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Το χρονικό πρόγραμμα του Έργου, συμπεριλαμβανομένης της ημερομηνίας έναρξης του προϊόντος.
- Το απαραίτητο επίπεδο ποιότητας, το οποίο μπορεί να καθοριστεί για το προϊόν από τη διάρκεια, την αξιοπιστία και την εμφάνιση του και για τη διαδικασία από την ταχύτητα, την ακρίβεια και τη συνέπεια της.
- Οι δαπάνες που εξαρτώνται από τις ενέργειες και τις δραστηριότητες που απαιτούνται, αν και μια πιο λεπτομερής οικονομική ανάλυση θα απαριθμηθεί στον προϋπολογισμό του Έργου.

4.1.1.2 Πεδίο Εφαρμογής

Το Πεδίο Εφαρμογής ενός DFSS Καταστατικού ορίζει το μέγεθος ενός Έργου και την περιοχή επιρροής του και ταυτόχρονα συμβάλλει στην οριοθέτηση των περιοχών που θα κινείται. Προφανώς, ο πρωταρχικός σχεδιασμός του πεδίου δεν είναι δεσμευτικός και απόλυτος και μπορεί να αναπροσαρμοστεί σε επόμενες φάσεις, αφού θα έχουν συγκεντρωθεί περισσότερα στοιχεία. Επομένως, ο ρόλος του Πεδίου Εφαρμογής ενός DFSS Καταστατικού είναι να αποτελέσει εναρκτήριο σημείο για τον σχεδιασμό ενός Έργου με βάση το DFSS. Γενικά ένα πλήρες Πεδίο Εφαρμογής πρέπει να απαντά στα παρακάτω ερωτήματα:

- σε ποιους πελάτες στοχεύουμε;
- ποιες ανάγκες, εσωτερικές ή εξωτερικές, πρέπει να τους παρέχουμε;
- ποια είναι τα αναμενόμενα περιθώρια (κέρδους, λάθους, κλπ);
- ποιες είναι οι προσδοκώμενες πωλήσεις;
- πότε το προϊόν ή η διαδικασία πρέπει να είναι στην αγορά;
- το πεδίο περιλαμβάνει ολόκληρο το σύστημα ή ένα υποσύστημα μέσα σε ένα μεγάλο σύστημα;
- είναι το πεδίο πάρα πολύ μεγάλο για ένα DFSS Έργο;
- είναι το πεδίο πάρα πολύ μικρό;
- ποια είναι η τεχνική δυσκολία για να επιτευχθεί ο στόχος;

4.1.1.3. Ορόσημα (Milestones)

Η παράθεση ορόσημων είναι πολύ σημαντική για την επιτυχία ενός DFSS Έργου και πρέπει να γίνει στο αρχικό στάδιο. Ως ορόσημα μπορούν να επιλεγθούν οι «υποστόχοι» των μεγαλύτερων κύριων στόχων, αφού είναι ευκολότερο να προβλεφθούν, όντας μικρότεροι στόχοι.

Γνωρίζοντας πόσο απαραίτητη είναι η καθιέρωση ορόσημων σε ένα Έργο Έξι Σίγμα γίνεται εύκολα αντιληπτό πόσο σημαντικό είναι για ένα DFSS Έργο. Αυτό οφείλεται στο ότι σε ένα DFSS Έργο γίνεται επανασχεδιασμός διαδικασίας/προϊόντος και όχι απλή βελτίωση της υπάρχουσας διαδικασίας/προϊόντος (Έργο Έξι Σίγμα). Γι' αυτό, η δημιουργία βραχυπρόθεσμων ορόσημων είναι επιβεβλημένη για να γίνεται σωστότερος έλεγχος στο κατά πόσο βρίσκεται το DFSS Έργο στο σωστό δρόμο.

Μία ενδεδειγμένη διαδικασία για την επίτευξη ορόσημων μπορεί να θεωρηθεί η παρακάτω:

- σχεδιάγραμμα των σημαντικότερων στόχων/υποστόχων,
- προσδιορισμός των ημερομηνιών ολοκλήρωσης τους,
- επίδειξη σε χρονοδιάγραμμα και
- επικοινωνία με όλους εκείνους που συσχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τη κάθε δραστηριότητα λήψη έγκρισης των ενεργειών από τους ανώτερους.

Επίσης εξίσου σημαντικά είναι και τα ορόσημα ενός DFSS Έργο, τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν στα ορόσημα της διαδικασίας δημιουργίας ενός προϊόντος ή να αντιμετωπισθούν σαν ανεξάρτητα αποτελέσματα. Αν επιλεγθεί η τελευταία αντιμετώπιση, τότε είναι απαραίτητη η συγκομιδή όλων εκείνων των κρίσιμων πληροφοριών, από τα σημαντικότερα τμήματα μιας επιχείρησης, που συντελούν στην επίτευξή τους. Πρέπει να σημειωθεί, ότι όσο πιο μεγάλος είναι ο βαθμός συμμετοχής των εμπλεκόμενων τμημάτων στον αρχικό σχεδιασμό, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα αγωγής συνεργασίας μεταξύ της ομάδας του DFSS Έργο και αυτών, κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του σχεδίου.

Τα ορόσημα πρέπει να έχουν κατανοητό περιεχόμενο και συγκεκριμένη χρονική σειρά, ώστε να συντονίζεται και να ελέγχεται η πορεία του Έργο. Για αυτό τον σκοπό δημιουργήθηκε ο Χάρτης Οροσήμων (Milestone Chart), στο οποίο κάθε ορόσημο εξετάζει μόνο μια βασική πτυχή του γενικού DFSS Καταστατικού (Πιν.4.1). Ο σκοπός του Χάρτη Οροσήμων είναι να υποδιαιρέσει τους μεγάλους και αόριστους στόχους σε μικρότερους ρεαλιστικότερους, έτσι ώστε να γίνονται αντιληπτοί από όλους τους ενδιαφερόμενους.

Πίνακας 4. 1: Ορόσημα της δημιουργίας ενός DFSS Έργου

MILESTONE CHART						
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	1	2	3	4	5
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟΧΩΝ		X				
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΔΙΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ		X				
ΚΑΘΙΕΡΩΣΗ BUSINESS CASE		X				
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ			X			
ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΟΣΗΜΩΝ					X	
ΞΕΚΙΝΗΜΑ QFD						X

4.1.1.4. Προϋπολογισμός του DFSS Έργου

Ο προϋπολογισμός είναι πολύ σημαντικός για την εκτίμηση κάθε καινούργιου Έργου, αφού αποτελεί αφενός ποσοτικοποιημένη έκφραση κάθε νέας πρότασης και αφετέρου αρωγό των προσπαθειών για την επιτυχημένη υλοποίησή της. Για να υπολογισθεί άρτια ο προϋπολογισμός ενός DFSS Έργου, πρέπει πρώτα να υπολογισθούν τα κόστη ενός τέτοιου έργου.

Τα συνολικά κόστη για την εισαγωγή ενός νέου προϊόντος ή διαδικασίας στην αγορά μπορούν να διαχωριστούν σε κατηγορίες (π.χ. σε άμεσα και έμμεσα) και στην συνέχεια σε ακόμα περισσότερες (άμεσο κόστος εργασίας και υλικών, βιομηχανικά και διοικητικά έξοδα κλπ). Γενικά ισχύει ότι όσο εκτενέστερη τμηματοποίηση των κοστών γίνεται, τόσο καλύτερη οικονομική ανάλυση επιτυγχάνεται.

Ενώ φαίνεται ότι η γνώση του συνολικού κόστους ενός DFSS Έργου είναι πολύ σημαντική για την ομάδα που θέλει να το εφαρμόσει, στην πραγματικότητα πιο ουσιώδης είναι η γνώση των επιμέρους κοστών που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση των εργαλείων και των μεθόδων του DFSS. Το πλεονέκτημα είναι ότι σ' ένα DFSS

Έργο γίνεται εύκολα ο διαχωρισμός των επιμέρους κοστών που δημιουργούνται σε κάθε στάδιο του DFSS, με αποτέλεσμα να υπάρχει συνεχής εποπτεία για τα οικονομικά αποτελέσματα του Έργου.

Γνωρίζοντας τα κόστη που μπορούν να προκύψουν σ' ένα DFSS Έργο μπορεί εύκολα να καταρτιστεί ο προϋπολογισμός του. Από τον προϋπολογισμό του DFSS Έργου μπορούν να προκύψουν πολλά συμπεράσματα. Κυρίως, κατόπιν απλής σύγκρισης με τον προηγούμενο προϋπολογισμό προϊόντος/διαδικασίας, όπου δεν εφαρμοζόταν η μεθοδολογία του DFSS. Τα στοιχεία που προκύπτουν από την σύγκριση αυτή είναι πολύ ενδιαφέροντα. Συνήθως, τα αναμενόμενα κόστη για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων των πελατών σ' ένα DFSS Έργο είναι μεγαλύτερα, διότι απαιτείται προσεκτικότερη συλλογή και ανάλυση των πληροφοριών, ενώ τα αναμενόμενα κόστη για βελτίωση της ποιότητας θα είναι πολύ μικρότερα, αφού ένα καλά οργανωμένο DFSS Έργο αφήνει ελάχιστα περιθώρια για μελλοντική εύρεση σφαλμάτων.

Το DFSS είναι μια έγκριτη μεθοδολογία, αλλά απαιτεί εξασφαλισμένους πόρους, έτσι ώστε οι ομάδες που τρέχουν τα DFSS Έργα να μπορούν πλήρως να τα εκτελέσουν και να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη για την επιχείρηση. Προφανώς, οι πόροι αυτοί πρέπει να διαφαίνονται στον προϋπολογισμό. Ο προϋπολογισμός βέβαια σκοπό έχει να περιγράψει όλα τα κόστη που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν για να επιτευχθούν τα μελλοντικά προσδοκώμενα αποτελέσματα, τα οποία είναι η επίτευξη μεγαλύτερων πωλήσεων και κερδών.

Μέσα από έναν άρτια καταρτισμένο προϋπολογισμό και από μία αξιόπιστη εκτίμηση των προσδοκώμενων πωλήσεων, μπορούν να υπολογισθούν εύκολα τα κέρδη από ένα DFSS Έργο από τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Κέρδος} = [\text{Όγκος Πωλήσεων} \times (\text{Τιμή} - \text{Μοναδιαίο Κόστος})] - (\text{Γενικά Έξοδα} + \text{Έξοδα Έρευνας \& Ανάπτυξης} + \text{Κόστος Ποιότητας})$$

Με την εφαρμογή των DFSS Έργα τα κέρδη μπορεί να αυξηθούν και αυτό γιατί:

- αυξάνεται ο όγκος πωλήσεων λόγω καλύτερης προσέγγισης των απαιτήσεων των πελατών,

- αυξάνεται η τιμή λόγω της υπερκάλυψης των αναγκών των πελατών,
- μειώνεται το μοναδιαίο κόστος μέσω ανάπτυξης οικονομικότερων ιδεών,
- μειώνονται τα Γενικά Έξοδα, αν το DFSS Έργο αναφέρεται σε ενδο-εργοστασιακή διαδικασία,
- μειώνονται τα Έξοδα Έρευνας και Ανάπτυξης, κυρίως εκείνα για νέες επενδύσεις και τέλος
- μειώνεται το Κόστος Ποιότητας, αφού αναβαθμισμένα προϊόντα/διαδικασίες σημαίνει μικρότερος αριθμός των πληρωτέων εγγυήσεων, επιθεωρήσεων και ελέγχων.

4.1.2. Ανάλυση Χρηματοοικονομικών Κριτηρίων

Κάθε ομάδα DFSS Έργου πρέπει να ελέγχει για το αν το Έργο αποτελεί συμφέρουσα επένδυση. Το κυριότερο κριτήριο ελέγχου αποτελεί ο δείκτης αποδοτικότητας της επένδυσης (ROI). Όπως είναι γνωστό ο δείκτης ROI είναι ένα απλό οικονομικό εργαλείο που μετρά την οικονομική αποδοτικότητα ενός προγράμματος ή μιας επένδυσης¹¹.

Σε αυτή την περίπτωση θα ισχύει:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Καθαρά Κέρδη DFSS Project}}{\text{Κόστος DFSS Project}}$$

Προφανώς θα ισχύει:

¹¹ Horngren C.T., Datar S. M. and Foster G. "Cost Accounting", 12th Edition, Pearson Prentice Hall 2006

- $ROI > 0$ όταν το DFSS Έργο θα είναι κερδοφόρο.
- $ROI < 0$ όταν το DFSS Έργο θα είναι ζημιογόνο.

Άλλα σημαντικά χρηματοοικονομικά κριτήρια που συνδράμουν στη λήψη της απόφασης για την εφαρμογή του DFSS Έργο είναι:

- η Μέθοδος Επανείσπραξης Κόστους Επένδυσης (Payback Period),
- η Μέθοδος Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value) και
- η Συνολική Αποδοτικότητα (Overall Rate of Return) κα.

Τέλος, άλλα στοιχεία που πρέπει να προσέξει η ομάδα ενός DFSS Έργο είναι για το ποιες θα είναι οι επιπτώσεις του έργου στην ανταγωνιστική θέση της επιχείρησης και το κατά πόσο θα συμπλέει με τη μακροπρόθεσμη στρατηγική της.

4.1.3. Το Εγχειρίδιο του DFSS Έργο¹²

Ένα DFSS Έργο δε πρέπει να αιωρείται σε συζητήσεις, αλλά να καταγράφεται υπό μορφή Εγχειριδίου του οποίου το μέγεθος και η πολυπλοκότητα θα εξαρτάται από το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του ίδιου του έργου. Το σχέδιο Έργου θα μπορούσε να περιληφθεί είτε σε έντυπη είτε σε ηλεκτρονική μορφή. Είναι πολύ σημαντικό για τα άτομα που θα το υλοποιήσουν να ανατρέχουν σ' ένα άρτιο και καλογραμμένο εγχειρίδιο, αφού ισχύει ότι τα βιβλία μένουν, ενώ τα λόγια όχι.

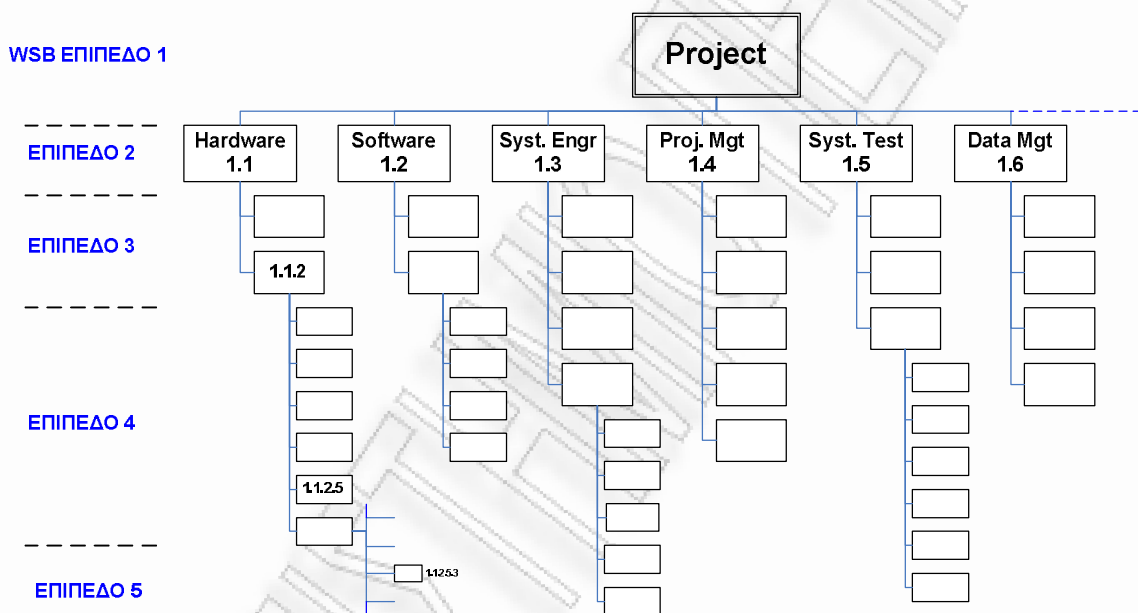
Για τη δημιουργία ενός άρτιου εγχειριδίου πρέπει η συντακτική ομάδα να έχει υπόψη τις ακόλουθες βασικές ενότητες:

- DFSS Καταστατικό Έργο
- Πεδίο Εφαρμογής το οποίο βρίσκεται με τη τεχνική Work Breakdown Structure (WBS),

¹² Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

- Αναλυτικό Πρόγραμμα,
- Αναλυτικός Προϋπολογισμός,
- Ανάλυση απαιτήσεων Στελέχωσης και Πόρων και
- Αναφορές Προόδου και Έλεγχος Αλλαγής

Η τεχνική Work Breakdown Structure (WBS)¹³ αποδίδει με έναν γραφικό και οργανωμένο τρόπο ποιες περιοχές της επιχείρησης εμπεριέχει το DFSS Έργο χρησιμοποιώντας μια ιεραρχική δομή δέντρου (Σχ.4.3).



Σχήμα 4. 3: Work Breakdown Structure (WBS)

Η τελευταία ενότητα (Αναφορές Προόδου και Έλεγχος Αλλαγής) συμπληρώνεται μελλοντικά από αυτούς που εφαρμόζουν το DFSS Έργο και ανάλογα με την εξέλιξη του κάνουν τις απαραίτητες διορθώσεις στο Έργο. Διότι είναι φυσικό οι αρχικοί υπολογισμοί (π.χ. για τον προϋπολογισμό) να είναι εκτιμήσεις που μπορούν να αποκλίνουν από την πραγματικότητα. Φυσικά, όλα αυτά καταγράφονται στο εγχειρίδιο, το οποίο αρχειοθετείται και χρησιμεύει ως οδηγός στην περίπτωση που χρειαστεί να συνταχθεί καινούριο, για άλλο DFSS Έργο.

¹³ James J. Clark, Philip D. Littrell, “Breaking down the Work Breakdown Structure: the WBS is the beginning of everything else in the acquisition process”, Program-Project Management Program Manager, March, 2002

4.1.4. Αναγνώριση και Κατανόηση των Αναγκών του Πελάτη

Κάθε επιχείρηση οφείλει να γνωρίζει ποιοι είναι οι πελάτες της, ώστε να γίνει κατανοητό ποιες είναι οι ανάγκες τους που πρέπει να ικανοποιηθούν και ποια θα είναι εκείνα τα χαρακτηριστικά του προϊόντος που θα τις καλύψουν αποτελεσματικά. Πελάτης θεωρείται ο παραλήπτης του προϊόντος ή της υπηρεσίας και συγκεκριμένα υπάρχουν δύο τύποι πελατών¹⁴:

1. Εξωτερικοί πελάτες:
 - a. Τελικοί πελάτες
 - b. Ενδιάμεσοι Πελάτες
2. Εσωτερικοί Πελάτες

Στην κατηγορία των Εξωτερικών Πελατών περιλαμβάνονται δύο είδη πελατών, οι τελικοί πελάτες των προϊόντων ή υπηρεσιών που προσφέρει η επιχείρηση και οι ενδιάμεσοι πελάτες. Οι τελικοί πελάτες είναι τα μεμονωμένα άτομα ή άλλες επιχειρήσεις που θα χρησιμοποιήσουν το προϊόν/την υπηρεσία. Αυτοί αποτελούν και τον τελικό στόχο της επιχείρησης, που ενδιαφέρεται να παράσχει τη μεγαλύτερη δυνατή ικανοποίηση με τα προϊόντα της και τον τρόπο εξυπηρέτησης των πελατών. Οι Ενδιάμεσοι Πελάτες είναι όσοι έχουν την ευθύνη για τη διάθεση και τη διανομή του προϊόντος, δηλαδή οι γενικοί αντιπρόσωποι, οι εισαγωγείς και τα καταστήματα λιανικής πώλησης. Σε ορισμένους κλάδους οι Ενδιάμεσοι Πελάτες είναι εξίσου σημαντικοί με τους Τελικούς.

Από την άλλη μεριά, οι Εσωτερικοί Πελάτες είναι κάθε εργαζόμενος που συμμετέχει είτε άμεσα στην παραγωγική διαδικασία, είτε έμμεσα στις δραστηριότητες υποστήριξης, ενώ είναι ταυτόχρονα πελάτης του προηγούμενου και προμηθευτής του επομένου σταδίου στην αλυσίδα αξίας.

¹⁴ James R. Evans and William M. Lindsay , “The Management and Control of Quality” , 2005

Σε ένα DFSS Έργο κύριος στόχος είναι η ικανοποίηση των Εξωτερικών Πελατών. Παρόλα αυτά, δεν πρέπει να υποτιμηθεί και ο ζωτικός ρόλος που έχουν στην τελική ικανοποίηση των Εξωτερικών, οι Εσωτερικοί Πελάτες. Διότι αν είναι ικανοποιημένοι όλοι οι εσωτερικοί πελάτες σε μία αλυσίδα αξίας, τότε ως φυσική συνέπεια το προϊόν που θα παραδοθεί στον πελάτη θα αποκλίνει ελάχιστα από τον αρχικό σχεδιασμό του.

Το πνεύμα του DFSS βασίζεται στην κατανόηση των αναγκών των πελατών στοχεύοντας κυρίως στη διατήρησή τους μέσω στρατηγικών που αποσκοπούν στη βελτίωση των προϊόντων και υπηρεσιών. Η γνώμη των πελατών αποτελεί κατευθυντήρια δύναμη για τον ανασχεδιασμό των προϊόντων και διαδικασιών. Έρευνες αποδεικνύουν ότι η διατήρηση των υπάρχοντων πελατών είναι πολύ σημαντική για την επιβίωση και άνθηση μιας επιχείρησης.

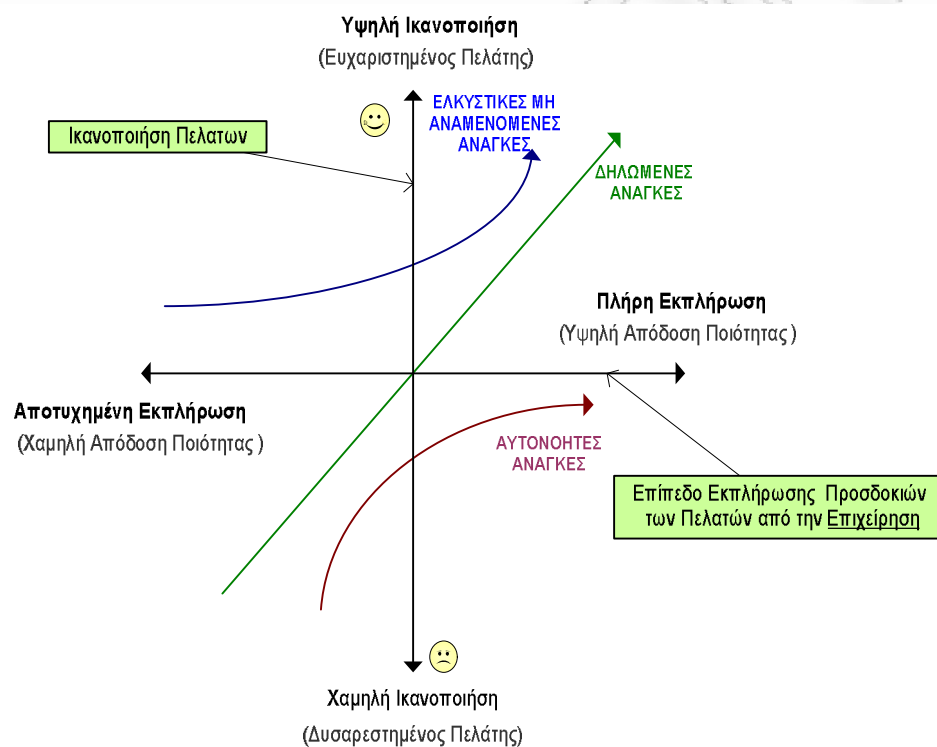
Η ανακάλυψη και αποκωδικοποίηση των αναγκών των πελατών δεν είναι μία εύκολη διαδικασία, χρειάζεται μια πληθώρα καλά οργανωμένων συνεντεύξεων και ερευνών σε συγκεκριμένες ομάδες (focus groups). Μία ενδεδειγμένη μεθοδολογία που επιδιώκει την εύρεση των αναγκών των πελατών στα προϊόντα και της υπηρεσίες μιας επιχείρησης είναι η «Φωνή του Πελάτη» (Voice of the Customer, VOC). Η μεθοδολογία αυτή, απευθύνεται ευθέως στους πελάτες με στόχο την πληρέστερη περιγραφή των αναγκών και των προσδοκιών τους.

Επόμενο βήμα είναι η ταξινόμηση των αναγκών/απαιτήσεων του πελάτη, ενώ κάθε ομάδα DFSS πρέπει να έχει στο μυαλό της, το μοντέλο του Kano¹⁵.(Εικ.4.3). Το μοντέλο αυτό, ταξινομεί τις ανάγκες σε τρία είδη:

1. Αυτονόητες Ανάγκες
2. Δηλωμένες Ανάγκες και
3. Ελκυστικές μη Αναμενόμενες Ανάγκες

¹⁵ Elmar Sauerwein , Franz Bailom, Kurt Matzler, Hans H. Hinterhuber, "THE KANO MODEL: HOW TO DELIGHT YOUR CUSTOMERS", Preprints Volume I of the IX. International Working Seminar on Production Economics, Innsbruck/Igls/Austria, February 19-23 1996, pp. 313 -327

Οι Αυτονόητες Ανάγκες περιγράφονται από βασικά χαρακτηριστικά ποιότητας του προϊόντος / υπηρεσίας. Αν το προϊόν δεν πληροί αυτές τις απαιτήσεις, ο πελάτης είναι ιδιαίτερα δυσαρεστημένος. Από την άλλη πλευρά, επειδή ο πελάτης θεωρεί ότι αυτές οι απαιτήσεις του είναι αυτονόητα δεδομένες, η εκπλήρωσή τους δεν συνεπάγεται την αυξημένη ικανοποίηση του από το προϊόν / υπηρεσία. Δηλαδή, η εκπλήρωση από ένα προϊόν των αυτονόητων απαιτήσεων του πελάτη οδηγεί μόνο σε κατάσταση μη δυσαρέσκειας.



Σχήμα 4. 4: Το Μοντέλο του KANO

Οι Αυτονόητες Ανάγκες θεωρούνται ως προαπαιτούμενες από τον πελάτη, ο οποίος τις παίρνει ως δεδομένες κι έτσι δεν τις επιζητεί ιδιαίτερα. Ωστόσο, οι απαιτήσεις αυτές, σε κάθε περίπτωση, αποτελούν ένα αποφασιστικό ανταγωνιστικό παράγοντα και στη περίπτωση που δεν πληρούνται, ο πελάτης δεν ενδιαφέρεται καθόλου για το δεδομένο προϊόν.

Οι Δηλωμένες Ανάγκες είναι εκείνες οι απαιτήσεις μιας διάστασης που ζητούνται από τον πελάτη ρητά και συγκεκριμένα. Η ικανοποίηση του πελάτη είναι ανάλογη της εκπλήρωσης των αναγκών αυτών. Δηλαδή όσο υψηλότερο το επίπεδο εκπλήρωσης τόσο μεγαλύτερη / υψηλότερη είναι η ικανοποίηση του πελάτη και αντίστροφα.

Οι Ελκυστικές μη Αναμενόμενες Ανάγκες, περιγράφονται από εκείνα τα χαρακτηριστικά ποιότητας του προϊόντος/υπηρεσίας, τα οποία έχουν την μέγιστη επιρροή στην ικανοποίηση του πελάτη από το συγκεκριμένο προϊόν. Οι ελκυστικές απαιτήσεις ούτε εκφράζονται ρητά και συγκεκριμένα ούτε αναμένονται από τον πελάτη. Η εκπλήρωση τους έχει ως συνέπεια όχι απλά την αναλογική ικανοποίηση του πελάτη αλλά κάτι πολύ περισσότερο, την ενθουσιώδη ικανοποίηση του. Ωστόσο αν ένα προϊόν/υπηρεσία δεν πληροί ελκυστικές απαιτήσεις, αυτό δεν συνεπάγεται αίσθηση δυσαρέσκειας. Χαρακτηριστικά στοιχεία ποιότητας του προϊόντος/υπηρεσίας, τα οποία ξεπερνούν τις προσδοκίες του πελάτη και ταξινομούνται ως «ελκυστικές απαιτήσεις του πελάτη» δημιουργούν πρόσθετη αξία για τον πελάτη και εξυψώνουν την ικανοποίηση του.

Το σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει από το μοντέλο του Kano είναι ότι οι Αυτονόητες Ανάγκες και οι Ελκυστικές μη Αναμενόμενες Ανάγκες είναι συνήθως μη δηλωμένες από τους πελάτες και μία επιχείρηση αν επικεντρωθεί μόνο στις Δηλωμένες Ανάγκες τους είναι σαν να στοχεύει στο 1/3 των αναγκών τους.

Οι τρεις τύποι των αναγκών των πελατών στο μοντέλο του Kano έχουν διαφορετική επίδραση στην επιχείρηση όσον αφορά στην αγορά που κινούνται. Η κάλυψη των Αυτονόητων Αναγκών βοηθά την επιχείρηση στην εισαγωγή της στην ενδιαφερόμενη αγορά. Η επαρκής κάλυψη των Δηλωμένων Αναγκών συνδράμει στη διατήρηση της θέσης της επιχείρησης μέσα στην αγορά. Όμως μόνο η κάλυψη των Ελκυστικών μη Αναμενόμενων Αναγκών μπορεί να οδηγήσει μια επιχείρηση στην κατάληψη της ηγετικής θέσης στην αγορά¹⁶.

Στη μεθοδολογία DFSS υπάρχουν εξειδικευμένες στρατηγικές που βοηθούν τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις στο να καθορίσουν τις δηλωμένες και μη ανάγκες των πελατών, ειδικά στις Ελκυστικές μη Αναμενόμενες Ανάγκες που αποτελούν στην ουσία τις μελλοντικές και άγνωστες ανάγκες. Οι πιο συνηθισμένες στρατηγικές είναι:

¹⁶ Ullman, David G., "The Mechanical Design Process", McGraw-Hill, Inc., U.S.A., 1997

- Customer Modifications¹⁷: Εάν ο πελάτης τροποποιεί τα προϊόντα/υπηρεσίες υπάρχει προφανής ανάγκη η οποία δε καλύπτεται. Η ανάγκη αυτή πρέπει να αποκαλυφτεί, να αναπτυχθεί και να συμπεριληφθεί στην επόμενη γενιά προϊόντων/υπηρεσιών, ώστε να προκληθεί ενθουσιασμός στον πελάτη.
- Lateral Benchmarking¹⁸: Οι επιχειρήσεις μπορούν να κάνουν benchmarking σε όμοιες μα όχι ανταγωνιστικές επιχειρήσεις για να δανειστούν ιδέες. Για παράδειγμα, μία αυτοκινητοβιομηχανία μπορεί να κάνει benchmarking για το πως φτιάχνονται τα καθίσματα από μία βιομηχανία αεροπλάνων, ώστε να βελτιώσει την επόμενη γενιά καινοτόμων καθισμάτων αυτοκινήτου.

4.1.4.1. DFSS και Σπίτι της Ποιότητας (Quality Function Deployment)

Μετά την αναγνώριση και την κατανόηση των υποκειμενικών αναγκών των πελατών, πρέπει να γίνει η μετατροπή τους σε αντικειμενικές και ποσοτικές σχεδιαστικές προδιαγραφές. Η μετατροπή αυτή γίνεται με τη μέθοδο QFD (Quality Function Deployment). Το QFD είναι ένα μοντέρνο σύστημα ποιότητας το οποίο βοηθάει στην αύξηση του μεριδίου της αγοράς της επιχείρησης ικανοποιώντας τον πελάτη.

Η μέθοδος QFD μέσα από το πρίσμα του DFSS (DFSS-QFD) επικεντρώνεται στην ακριβή και σωστή μετατροπή των «θέλω» των πελατών, είτε σε παραμέτρους διαδικασιών προσφερόμενης υπηρεσίας, είτε σε κατασκευαστικούς όρους παραγόμενου προϊόντος¹⁹.

¹⁷ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

¹⁸ Murdoch, A., "Lateral benchmarking or what formula one taught an airline", *Management Today*, Vol. 75 No.10, pp.64-7, 1997

¹⁹ Akao, Y. "An Introduction to Quality Function Deployment", Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1-24, 1990

Το παραδοσιακό QFD ακολουθεί μία εξελικτική διαδικασία, η οποία μπορεί και να αναλυθεί μέσα από τα επτά ακόλουθα βήματα²⁰:

1. Κατανόηση των αναγκών των πελατών.
2. Διενέργεια και ανάλυση του Voice of the Customer (VOC).
3. Μετατροπή του Voice of the Customer (VOC) σε απαιτήσεις απόδοσης της επιχείρησης.
4. Επιλογή της καλύτερης σχεδιαστικής σύλληψης για την επίτευξη των απαιτήσεων απόδοσης.
5. Μετάφραση των απαιτήσεων απόδοσης σε σχεδιαστικές παραμέτρους των προϊόντων/υπηρεσιών.
6. Μετάφραση των σχεδιαστικών παραμέτρων σε τεχνικά χαρακτηριστικά (μόνο για τα προϊόντα).
7. Καθορισμός απαιτούμενων ενεργειών για τη διατήρηση των κατασκευαστικών όρων του παραγόμενου προϊόντος ή των παραμέτρων των διαδικασιών σε προσφερόμενη υπηρεσία.

Σ' ένα DFSS-QFD για την εφαρμογή των βημάτων 4,5,6 και 7 γίνεται χρήση διάφορων εργαλείων όπως TRIZ, Pugh Concept Section Technique, Robust Design και μεθόδους Process Control. (όλα αυτά τα εργαλεία θα αναπτυχθούν σε επόμενους παραγράφους).

Η διαδικασία DFSS-QFD παρέχει μεγαλύτερη αντικειμενικότητα, εστίαση και ταχύτητα σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο QFD στην κατανόηση των αναγκών και επιθυμιών του πελάτη. Επίσης παράγει έναν κατάλογο προτεραιοτήτων των αναγκών του πελάτη, συνδυάζοντας τις προερχόμενες από τους πελάτες πληροφορίες και το ανταγωνιστικό περιβάλλον, για τη σχηματοποίηση των σχεδιαστικών απαιτήσεων των προϊόντων/υπηρεσιών²¹.

Η μεγάλη αυτή, λεπτομερειακή ανάλυση των αναγκών και επιθυμιών των πελατών αποτελεί το θεμέλιο λίθο της φιλοσοφίας του DFSS. Σήμερα, παρατηρείται στις

²⁰ **Mallon, J. C., and Mulligan, D. E.**, "Quality Function Deployment – A System for Meeting Customers' Needs". *J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, 1993.

²¹ **Chowdhury S.** "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

επιχειρήσεις που εφαρμόζουν την μέθοδο του Έξι Σίγμα, μία έλλειψη αντιλήψεων των Σχεδιαστών των προϊόντων/υπηρεσιών τους. Πιστεύουν ότι με το να απεικονίσουν όσο το δυνατό καλύτερα τις προδιαγραφές στα σχεδιαζόμενα προϊόντα/υπηρεσίες ικανοποιούν τις ανάγκες των πελατών, μα στην πραγματικότητα δε γνωρίζουν και δε καταλαβαίνουν ποια είναι τα ακριβή «θέλω» τους. Είναι σαν ένας μεγάλος σεφ να φτιάχνει ένα από τα καλύτερα πιάτα με κρέας και να το στέλνει σε τραπέζι με χορτοφάγους. Αντίθετα, με τη μέθοδο DFSS-QFD, η διαδικασία της αναγνώρισης των επιθυμιών των πελατών διαφοροποιείται. Δεν περιμένουν πλέον οι επιχειρήσεις απλά να ακούσουν τις γνώμες των πελατών, αλλά τους προσεγγίζουν οι ίδιες κάνοντας τους ενδελεχείς ερωτήσεις για να αποτυπώσουν με πολύ μεγάλη ακρίβεια τις ανάγκες και στη συνέχεια να τις μετατρέψουν σε προδιαγραφές των προϊόντων/υπηρεσιών τους.

Η ανάλυση των προδιαγραφών που θέτουν οι πελάτες, σύμφωνα με τη DFSS-QFD, δίνει το έναυσμα για την αρχική επιλογή του σχεδίου. Αυτό απαιτεί μία ομάδα σχεδιασμού με μία εμπειριστατωμένη άποψη για το ποιοι είναι οι πελάτες της επιχείρησης και ποιες είναι οι ανάγκες και οι προσδοκίες τους, πριν αποφασίσουν για το σχεδιασμό του προϊόντος/υπηρεσίας. Με άλλα λόγια από τη μεθοδολογία DFSS-QFD εκρέουν προϊόντα και υπηρεσίες “customer-driven”.

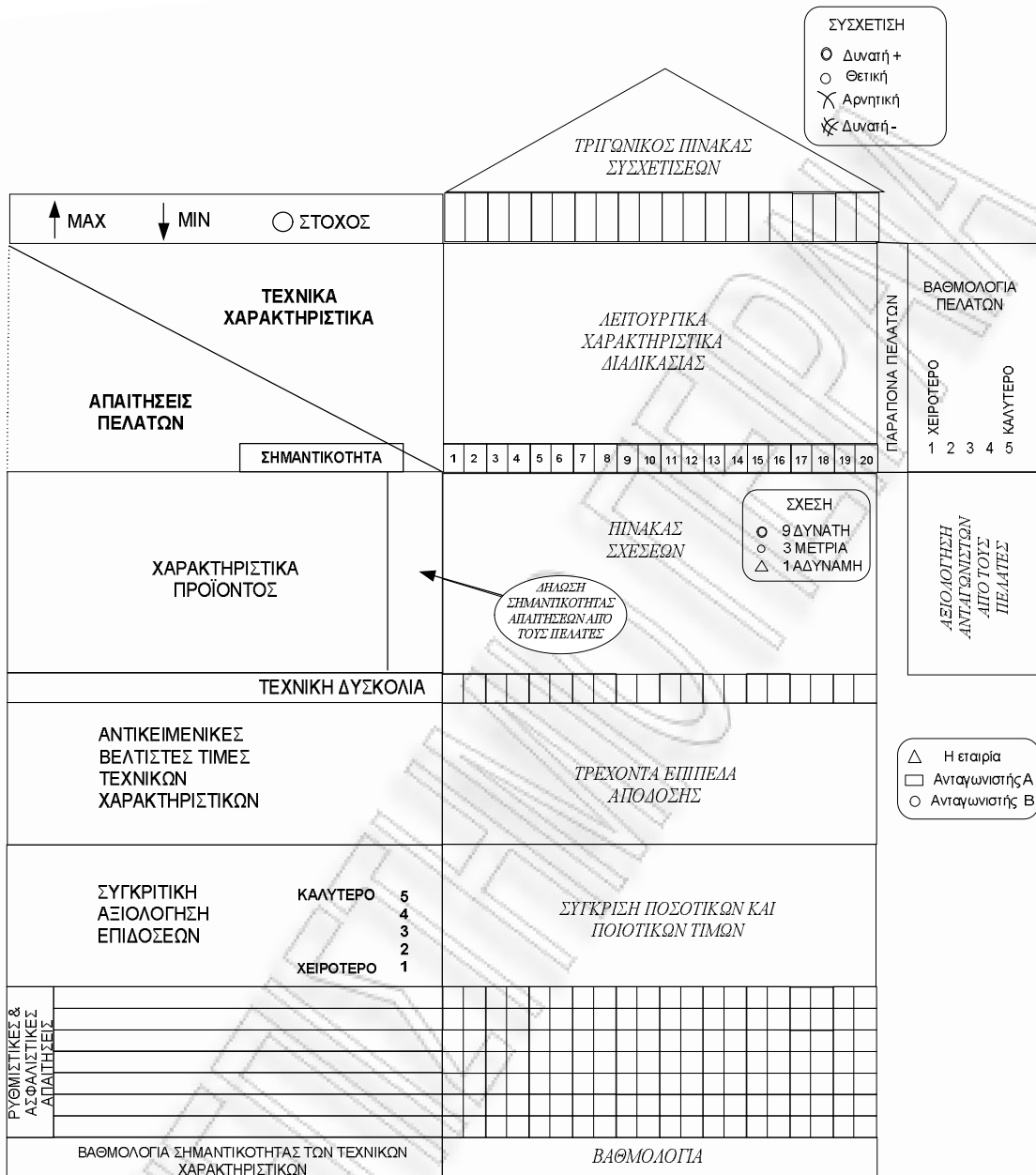
Ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για να βοηθήσει την ολοκλήρωση του DFSS-QFD είναι το «Σπίτι της Ποιότητας»-DFSS-QFD (σχήμα 4.5). Όπως φαίνεται, η διαδικασία DFSS-QFD συμπεριλαμβάνει συνδεδεμένες πληροφορίες μέσω του οριζόντιου άξονα (customer-focused) και κάθετου άξονα (internally technical focused) στο σημείο τομής τους. Σε αυτή την περίπτωση, ο οριζόντιος άξονας απευθύνεται μόνο στους εξωτερικούς πελάτες. Τα στοιχεία του άξονα αυτού βοηθούν στην αναγνώριση, στην ποσοτικοποίηση και στην απόδοση προτεραιότητας των αναγκών και επιθυμιών των πελατών. Ο κάθετος άξονας συμπεριλαμβάνει προδιαγραφές απόδοσης του προϊόντος/υπηρεσίας καθώς και άλλα σημαντικά στοιχεία τα οποία βοηθούν την ομάδα DFSS να επιτύχει τα «θέλω» και τις ανάγκες των πελατών. Ένα από τα στοιχεία αυτά είναι η τομή των δύο αξόνων, που ονομάζεται πίνακας σχέσεων (Relationship Matrix) και αναγνωρίζει πόσο καλά οι προδιαγραφές απόδοσης του προϊόντος/υπηρεσίας ικανοποιούν τις ανάγκες και επιθυμίες των πελατών.

Ο οριζόντιος άξονας των στο «Σπίτι της Ποιότητας»-DFSS-QFD²² περιλαμβάνει:

- τις ανάγκες και τα «θέλω» των πελατών (WHAT),
- τη βαθμολόγηση σημαντικότητας των χαρακτηριστικών των προϊόντων/ υπηρεσιών από τους πελάτες (Importance),
- την αξιολόγηση των ανταγωνιστριών επιχειρήσεων από τους πελάτες (Customer Competitive Assessment) και
- τα παράπονα των πελατών

Στην ουσία, ο οριζόντιος άξονας δίνει απαντήσεις για το τι θέλουν οι υπάρχοντες και οι εν δυνάμει πελάτες και ποιες είναι οι σημαντικότερες επιθυμίες τους. Επίσης απεικονίζεται η ικανότητα που έχει η επιχείρηση να ικανοποιεί τους πελάτες και η αντίληψη των πελατών για το πόσο καλά ικανοποιούνται οι επιθυμίες τους σε σχέση με τις ανταγωνίστριες επιχειρήσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η επιχείρηση να αντιλαμβάνεται καλύτερα τη θέση της στον ανταγωνισμό και να θέτει προτεραιότητες στο σχεδιασμό των προϊόντων/υπηρεσιών βασισμένες στις σημαντικότερες ανάγκες των πελατών και στις αξιολογήσεις τους στις ανταγωνίστριες επιχειρήσεις. Τέλος, μέσα από το «Σπίτι της Ποιότητας»-DFSS-QFD η επιχείρηση μπορεί να ανακαλύψει τις ευκαιρίες που της προσφέρονται για μεγαλύτερη ικανοποίηση των πελατών, έτσι ώστε να αποκτήσει και ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που θα της προσδώσει και μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς.

²² Ομοίως με προηγούμενη.



Σχήμα 4. 5: «Σπίτι της Ποιότητας»-DFSS-QFD

Ο κάθετος άξονας στο «Σπίτι της Ποιότητας»-DFSS-QFD περιλαμβάνει:

- τριγωνικό πίνακα συσχετίσεων των τεχνικών χαρακτηριστικών (Correlation Matrix),
- μέτρα απόδοσης (Performance Measures),

- πίνακα σχέσεων των απαιτήσεων των πελατών με τα τεχνικά χαρακτηριστικά (Relationship Matrix),
- βαθμό δυσκολίας στην επίτευξη των στόχων (Organizational Difficulty),
- συγκριτική αξιολόγηση επιδόσεων των τεχνικών χαρακτηριστικών (Technical Competitive Benchmarking),
- αντικειμενικές βέλτιστες τιμές των τεχνικών χαρακτηριστικών (Technical Competitive Benchmarking),
- ασφαλιστικές και ρυθμιστικές απαιτήσεις (Company/Government Requirements) και
- βαθμονόμηση σημαντικών τεχνικών προδιαγραφών (Technical Importance).

Στον κάθετο άξονα απαντώνται ερωτήματα όπως για το ποια είναι τα πιο ικανά και σημαντικά τεχνικά χαρακτηριστικά προϊόντων/υπηρεσιών που έχουν αντίκτυπο σε περισσότερο από ένα κριτήρια ικανοποίησης των πελατών. Επίσης μπορούν να εντοπιστούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά που οπωσδήποτε πρέπει να διορθωθούν ή να βελτιωθούν ή ακόμα να παύσουν, διότι δεν καλύπτουν εξ ολοκλήρου ή ακόμα καθόλου τα «θέλω». Τέλος, μπορεί να γίνει σύγκριση των τρεχόντων προϊόντων/υπηρεσιών της επιχείρησης με τα αντίστοιχα των ανταγωνιστριών της, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να απαιτούνται τόσο οι ασφαλιστικές όσο και οι ρυθμιστικές απαιτήσεις.

Στην οικονομία ενός DFSS Έργου τα στοιχεία που προκύπτουν από το «Σπίτι της Ποιότητας»-DFSS-QFD είναι καταλυτικά. Συγκεκριμένα, οι πληροφορίες αυτές συνεπικουρούν με τη μεθοδολογία TRIZ στην επιλογή του σωστότερου σχεδίου. Επίσης, οι πλέον σημαντικές απαιτήσεις των πελατών είναι αυτές που καθοδηγούν την επιλογή με τη συνδρομή της Pugh Concept Section Technique. Τα επιλεγμένα σχέδια στη συνέχεια βελτιστοποιούνται με τεχνικές Robust Design. Τέλος, κάθε σχέδιο θα αξιολογηθεί για τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να έχει, με το εργαλείο FMEA (Failure Modes & Effect Analysis). Το DFSS-QFD παρέχει πολλές κρίσιμες πληροφορίες στη διαδικασία FMEA.

4.2. Ανάπτυξη του Έργου (Develop)

Τα βασικά συμπεράσματα που απορρέουν από τη φάση της αναγνώρισης (Identify) είναι οι πλέον σημαντικότερες απαιτήσεις των πελατών και οι στόχοι της επιχείρησης. Στα παραπάνω εστιάζονται οι ομάδες DFSS κατά τη φάση της ανάπτυξης του DFSS Έργου, οι οποίες πρέπει να βρουν ιδέες με προϊόντα/υπηρεσίες, ώστε να αντικαταστήσουν τις παλιές. Μετά την εύρεση των εναλλακτικών ιδεών πρέπει να γίνει η αξιολόγηση της καλύτερης και στη συνέχεια πρέπει να εξετασθεί για το αν μπορεί να προκαλέσει ελάχιστο ρίσκο όταν εφαρμοστεί.

Στη φάση αυτή χρησιμοποιούνται αποδεδειγμένα εργαλεία και μέθοδοι, για την εύρεση ιδεών (TRIZ, the theory for inventive problem solving), την αξιολόγησή τους (Pugh Concept Selection Technique) και τη διαχείριση των κινδύνων με μετρίαση των αποτυχιών της επιλεγόμενης ιδέας (FMEA, the Failure Mode and Effect Analysis).

Επιγραμματικά στη δεύτερη φάση γίνεται:

- προσδιορισμός βιώσιμων ιδεών μέσω δημιουργικών μεθόδων,
- χρήση λογικών και αντικειμενικών μεθόδων για την αξιολόγηση των εναλλακτικών ιδεών και
- προσδιορισμός και εξάλειψη των πιθανών αποτυχιών προϊόντος/υπηρεσίας

4.2.1. Συλλήψεις Νέων Ιδεών

Το πρώτο σκέλος της φάσης ανάπτυξης ενός DFSS Έργου είναι η σύλληψη νέων ιδεών. Υπάρχουν διάφορα αποτελεσματικά μέσα για τη γέννηση ιδεών όπως το brainstorming, το brainwriting, assumption busting TRIZ κ.α. Στη διπλωματική αυτή, αναλύονται μαζί

τα τρία πρώτα σε μία παράγραφο και ξεχωριστά η μέθοδος TRIZ που είναι πολύ σημαντική για το DFSS.

4.2.1.1. Brainstorming

Η μέθοδος Brainstorming είναι μία γνωστή μα πολύ δύσκολα εφαρμόσιμη για τη γρήγορη παραγωγή πολλών ιδεών. Η βασική ιδέα της μεθόδου Brainstorming, είναι η συνάντηση των μελών μιας ομάδας όπου τίθεται μία ερώτηση και στη συνέχεια η δημιουργία ιδεών για να απαντηθεί το ερώτημα.

Στη μέθοδο Brainstorming δεν υπάρχουν κακές ιδέες. Το πιο σημαντικό στοιχείο του Brainstorming είναι η ποσότητα και όχι η ποιότητα και πολλές φορές έχει αποδειχθεί ότι μία «χαζή» ιδέα παράγει με τη σειρά της τρεις ή τέσσερις καλές. Τα μέλη μιας ομάδας που εφαρμόζει Brainstorming δεν πρέπει να κριτικάρουν τις «τρελές» ιδέες, αλλά να τις βελτιώνουν²³.

Μερικά ακόμα χαρακτηριστικά για την εφαρμογή ενός επιτυχημένου Brainstorming είναι η στόχευση συγκεκριμένου αριθμού ιδεών μέσα σ' ένα οριοθετημένο χρονικό ορίζοντα, καθώς επίσης, και η καταγραφή των ιδεών ώστε να αποτελέσουν ένα στιβαρό υπόβαθρο για την παραγωγή νέων. Όλα τα παραπάνω συντελούν σε ένα μεστό αποτέλεσμα της εφαρμογής του Brainstorming, που οδηγεί στη δημιουργία ενός επιτυχημένου DFSS Έργο.

Εκτός από το κλασικό Brainstorming υπάρχει και μία ευρύτερη οικογένεια Brainstorming η οποία αποτελείται από το Channel Brainstorming, Analogy Brainstorming, Anti-solution Brainstorming, Brainwriting και Assumption Busting²⁴.

²³ Wilson C., "Brainstorming Pitfalls and Best Practices" Interactions Magazine, September 2006

²⁴ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

- Channel Brainstorming: η μέθοδος αυτή απαιτεί τα μέλη μιας ομάδας να επικεντρωθούν σε μία υποκατηγορία του τιθέμενου ζητήματος για να κάνουν τη πολλή δουλειά πολύ πιο εύχρηστη
- Analogy Brainstorming: η συγκεκριμένη μέθοδος εξετάζει ένα ανάλογο ζήτημα με αυτό που απασχολεί την ομάδα, ώστε να αποφευχθούν οι τυχόν εντάσεις που θα υπήρχαν εάν αντιμετώπιζανε το αληθινό.
- Anti-solution Brainstorming: η περίεργη αυτή μέθοδος υποδεικνύει στα μέλη της ομάδας να βρουν ιδέες σε προϊόντα/διαδικασίες για να γίνουν χειρότερα, στοχεύοντας στο γεγονός ότι με αυτό τον τρόπο μπορεί να ανακαλυφθούν νέοι τρόποι αποφυγής σφαλμάτων.
- Brainwriting: η μέθοδος αυτή στην ουσία είναι ένα Brainstorming σε γραπτή μορφή. Συγκεκριμένα, κάθε μέλος της ομάδας καταγράφει μία ιδέα σ' ένα χαρτί για την επίλυση του προβλήματος και στη συνέχεια το παραδίδει στον επόμενο, ο οποίος με τη σειρά του προσθέτει στην ιδέα, ή την τροποποιεί ή και ακόμα υποβάλλει και τη δικιά του. Όμως για να κρατήσει την αρχική διάσταση Brainstorming, που είναι η καταγιστική παραγωγή ιδεών, η γραπτή καταγραφή πρέπει να έχει ανεπίσημο χαρακτήρα. Τέλος, αφού συγκεντρωθούν όλες οι καταγραμμένες ιδέες και γίνει το απαραίτητο ξεσκαρτάρισμα, θα αναδειχθεί μια ιδέα ως συνισταμένη όλων των καταγραμμένων εφικτών ιδεών. Με αποτέλεσμα όλα τα μέλη να νιώθουν ότι έχουν συνεισφέρει στη λύση του προβλήματος²⁵.
- Assumption Busting²⁶: Είναι μία μέθοδος που βασίζεται στη αμφισβήτηση του status quo των υπάρχουσών διαδικασιών/προϊόντων/υπηρεσιών. Είναι πολύ σημαντική κυρίως για τρεις λόγους:
 1. Η αποκλειστική προσκόλληση σ' ένα και μόνο σχέδιο το οποίο όμως δεν μπορεί να εφαρμοστεί.

²⁵ Lally R., Michalko M., "How to produce more creative ideas", Getting Results, Nov 1996 v41 n11 p6(2)

²⁶ Turner M., "Breakthrough performance improvement through 'assumption busting'", Spectra the journal of the MCA • winter 2004

2. Η πίστη μόνο στο δικό μας σχέδιο.

3. Το τοπίο αλλάζει, αλλά η επιχείρηση επιμένει σε ξεπερασμένα σχέδια

Η μεθοδολογία της τεχνικής Assumption Busting χωρίζεται σε οκτώ διαδοχικά βήματα (Σχ.4.6), τα οποία είναι:



Σχήμα 4. 6: Assumption Busting²⁷

1. Επιλογή στόχων για ριζοσπαστικές αλλαγές.
2. Κατανόηση των στόχων.
3. Επιλογή συγκεκριμένου προβλήματος.
4. Αποκάλυψη των κανόνων σχετικά με το επιλεγμένο πρόβλημα.
5. Προσδιορισμός των βασικών υποθέσεων.
6. Τροποποίηση των υποθέσεων και δημιουργία νέων κανόνων.
7. Αξιολόγηση του αντίκτυπου των νέων κανόνων.
8. Ανάπτυξη διαδικασιών των νέων σχεδίων.

Η μέθοδος Assumption Busting δεν είναι μόνο η απάντηση στις συγκεκριμένες απαιτήσεις πελατών, νέας τεχνολογίας, ή στην αναζήτηση του ανταγωνιστικού

²⁷ Turner M., "Breakthrough performance improvement through 'assumption busting'", Spectra the journal of the MCA • winter 2004

πλεονεκτήματος, αλλά ένας εναλλακτικός τρόπος προσθήκης αξίας και μείωσης του κόστους. Η απόδοση σε παγκόσμιο επίπεδο, μιας επιχείρησης θα επιτευχθεί μόνο από την μεγάλη προσπάθεια. Η δημιουργικότητα και η καινοτομία είναι ακρογωνιαίοι λίθοι της μελλοντικής της επιτυχίας, ενώ οι καινοτόμοι τρόποι της προσθήκης επιπλέον αξίας ανταμείβονται. Πρόκειται για μια ισχυρή μέθοδο για την παραγωγή νέων ιδεών, κοιτάζοντας το σήμερα και το αύριο με έναν διαφορετικό τρόπο.

4.2.1.2. TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving)

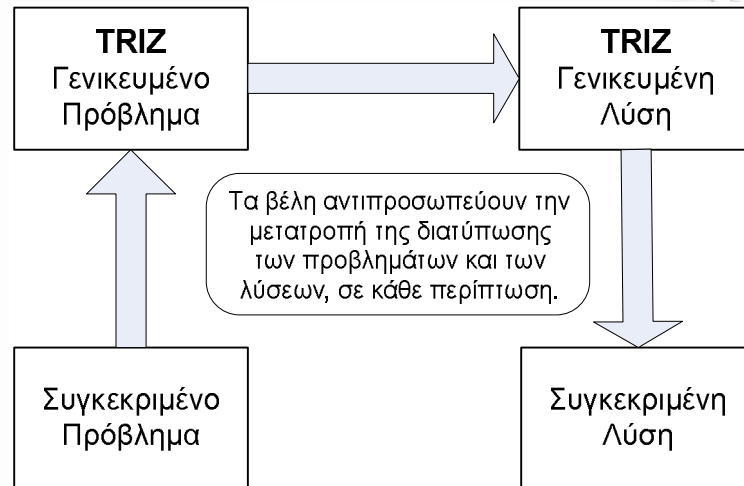
Με τόσο έντονη την ανάγκη για διαρκή καινοτομία, οι μεγάλες εταιρείες αναζητούν τη μαγική συνταγή για την αξιοποίηση της όποιας τεχνογνωσίας στην παραγωγή νέων προϊόντων και υπηρεσιών. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή της μεθόδου TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) - ένα δομημένο περιβάλλον υποβοήθησης μιας καινοτόμου προσέγγισης σε υπάρχοντα προβλήματα. Η TRIZ, αν και θεωρείται από πολλούς αμφιλεγόμενη, αποτελεί αντικείμενο συστηματικής μελέτης από επιστημονικούς και επιχειρηματικούς κύκλους. Η βασική ιδέα πίσω από την TRIZ στηρίζεται στη συνάφεια 39 βασικών προβλημάτων και 40 πιθανών λύσεων που αποτυπωμένα σε έναν πίνακα διπλής εισόδου υποβοηθούν -μέσω συστηματικής προσέγγισης - στην περιγραφή της πλέον πρόσφορης λύσης²⁸. Η διαδικασία υλοποίησης αυτής της λύσης με τον βέλτιστο τρόπο σχετίζεται τόσο με τις εγγενείς δυνατότητες του οργανισμού όσο και με διάφορους εξωγενείς παράγοντες. Στον επιχειρηματικό χώρο έχουν καταγραφεί περιπτώσεις που δικαιώνεται η επιτυχής εφαρμογή της μεθόδου. Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία TRIZ χαρακτηρίζεται από τέσσερα βήματα (Σχ.4.7)²⁹:

1. Προσδιορισμός του συγκεκριμένου προβλήματος.
2. Αναγωγή του συγκεκριμένου προβλήματος σε ένα γενικευμένο.

²⁸ Γιοβάνωφ Γ., Κοσμίδης Δ., «Ο ρόλος της τεχνολογικής υπεροχής στην παραγωγή της τεχνολογίας», Ανοικτό MBA ΤΑ ΜΥΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ, 32^ο Τεύχος 25/09/2006.

²⁹ Barry K, Domb E. and Slocum M.S. "TRIZ A powerful methodology for creative problem-solving", Mind Tools Newsletter 63, 12th December 2006. Also available at: http://www.mindtools.com/pages/article/newCT_92.htm

3. Αντιστοίχιση του γενικευμένου προβλήματος με τη γενικευμένη λύση .
4. Αναγωγή της γενικευμένης λύσης σε συγκεκριμένη.



Σχήμα 4. 7: Απεικόνιση της μεθόδου TRIZ

Η μεθοδολογία TRIZ ταιριάζει απόλυτα με την νοοτροπία του DFSS και λειτουργούν μαζί αποτελεσματικά και αυτό γιατί τα γενικά προβλήματα προϊόντων και διαδικασιών που αντιμετωπίζουν σήμερα οι επιχειρήσεις έχουν ήδη λυθεί σε άλλες επιχειρήσεις, σε τελείως διαφορετικές βιομηχανίες με πλήρως διαφορετική τεχνολογία ή προσέγγιση³⁰.

Συγκριμένα, η διαδικασία TRIZ-DFSS ξεκινά με ένα ερωτηματολόγιο το οποίο αποκαλείται Innovative Situation Questionnaire (ISQ), το οποίο είναι σχεδιασμένο να συλλέγει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες για την ανάλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Μόλις το αληθινό πρόβλημα προσδιοριστεί πλήρως, μετατρέπεται από ένα συγκεκριμένο πρόβλημα σ' ένα γενικό πρόβλημα αποβάλλοντας την υποκειμενική του φύση. Μέσω της μεθοδολογίας TRIZ γίνεται αντιστοίχιση του γενικευμένου προβλήματος με την γενικευμένη λύση. Τότε η ομάδα DFSS θα χρησιμοποιήσει τη γενική λύση ως αρωγός για τη δημιουργία της συγκεκριμένης λύσης³¹.

Η μέθοδος TRIZ δεν δίνει μία λεπτομερή λύση, αλλά δείχνει που πρέπει να επικεντρωθεί η ομάδα για να καινοτομήσει. Παραδοσιακές μέθοδοι καινοτομίας μπορούν να επιτύχουν μόνο σε

³⁰ **Smith H.** "What Innovation Is", CSC White Paper, September 2004. Also available at: <http://www.imeche.org/industries/manufacturing/triz/mumbo-jumbo.htm>.

³¹ **Chowdhury S.** "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

πεπειραμένα και με μεγάλες γνώσεις άτομα. Όμως το TRIZ, τυποποιεί τον τρόπο ανακάλυψης καινοτομιών με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται σε μικρό χρονικό διάστημα και με άτομα μη δημιουργικά.

4.2.2. Αξιολόγηση των Νέων Ιδεών

Μόλις οι πιθανές λύσεις προσδιοριστούν, το επόμενο βήμα, σύμφωνα με τη μεθοδολογία του DFSS, είναι η επιλογή της καλύτερης λύσης. Για να γίνει αυτή η επιλογή, πρέπει πρώτα να γίνει ένα αρχικό ξεσκαρτάρισμα των μη πρακτικών ιδεών. Ο πρώτος αυτός διαχωρισμός βασίζεται σε μη-διαπραγματεύσιμα κριτήρια, όπως νομικές απαιτήσεις, θέματα ασφάλειας, πολιτικές της επιχείρησης ή απαιτούμενες προδιαγραφές του πελάτη. Στις εναπομείνουσες πιθανές λύσεις γίνεται εκτίμηση των πιθανών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους. Μια εφαρμόσιμη λύση δε σημαίνει ότι αξίζει, διότι π.χ. εάν απαιτεί πολύ χρόνο για την υλοποίηση της μπορεί να αποβεί μη συμφέρουσα για την επιχείρηση.

Μετά το αρχικό ξεσκαρτάρισμα, υπάρχουν γνωστές μέθοδοι για την επιλογή της καλύτερης λύσης, οι κυριότερες από τις οποίες είναι:

1. Nominal Group Technique, Σταθμική Πολυψηφοφορία (Weighted Multivoting), Ψηφοφορία N/3
2. Criteria-Based Matrix.
3. Pugh Concept Selection Technique

Μια λύση για την επιλογή των σημαντικών ιδεών από την ομάδα ονομάζεται “Nominal Group Technique (NGT)” και επιτρέπει σε όλα τα μέλη της ομάδας να προτεραιοποιήσουν τις ιδέες σύμφωνα με το βαθμό σημαντικότητας της κάθε μιας, ανάλογα με την αντίληψη του καθενός από την ομάδα. Έτσι, για παράδειγμα, αν έχουμε έξι ιδέες και τρία μέλη σε κάποια ομάδα, μια πιθανή κατάταξη, χρησιμοποιώντας αυτό το εργαλείο, φαίνεται στον Πίνακα 4.2, στη στήλη NGT. Η πιο σημαντική ιδέα παίρνει

6, ενώ η λιγότερο σημαντική παίρνει 1. Η ιδέα με τη μεγαλύτερη βαθμολογία θεωρείται συνεπώς η σημαντικότερη. Στο παράδειγμα του πίνακα οι πιο σημαντικές ιδέες είναι οι 3 και 6 και αυτές είναι οι πρώτες με τις οποίες θα ασχοληθεί η ομάδα³².

Παρόμοια εργαλεία είναι η Σταθμική Πολυψηφοφορία και η “Ψηφοφορία N/3”. Με το πρώτο εργαλείο τα μέλη της ομάδας “μοιράζουν” 100 μονάδες σε όσες από τις ιδέες

Πίνακας 4. 2: Παράδειγμα Βαθμολόγηση Ιδεών (Nominal Group Technique, Σταθμική Πολυψηφοφορία (Weighted Multivoting) & Ψηφοφορία N/3

	Α' Σύμβολος			Β' Σύμβολος			Γ' Σύμβολος			ΣΥΝΟΛΟ		
	NGT	WM	N/3	NGT	WM	N/3	NGT	WM	N/3	NGT	WM	N/3
1η ΙΔΕΑ	3	5		1			2			6	5	
2η ΙΔΕΑ	1			2			3	5		6	0	
3η ΙΔΕΑ	6	60	✓	5	15	✓	6	70	✓	17	145	3
4η ΙΔΕΑ	5	25	✓	4	5		4	5		13	35	1
5η ΙΔΕΑ	2			3			1			6	0	
6η ΙΔΕΑ	4	10		6	80	✓	5	20	✓	15	110	2

κρίνουν σημαντικές. Έτσι, μπορεί να δώσουν είτε 100 μονάδες που δικαιούνται σε μια μόνο ιδέα, είτε να τις μοιράσουν εξίσου σε μερικές ή όλες τις ιδέες κ.τ.λ. Στον Πίνακα 4.2, στη στήλη WM, φαίνεται μια πιθανή ψηφοφορία από τα μέλη της ομάδας, σύμφωνα με αυτό το εργαλείο³³.

Η “Ψηφοφορία N/3” είναι το απλούστερο και γρηγορότερο εργαλείο ψηφοφορίας για τον καθορισμό των σημαντικότερων ιδεών. Για την εφαρμογή του εργαλείου μετρούμε πρώτα το συνολικό αριθμό των ιδεών που έχουμε στη λίστα μας και το διαιρούμε με το τρία. Κάθε μέλος της ομάδας επιλέγει τόσες ιδέες όσες καθορίζονται από την πιο πάνω διαίρεση, ανάλογα με το ποιες θεωρεί αυτό ως σημαντικές. Όλα τα μέλη της ομάδας χρησιμοποιούν όλες τις ψήφους που δικαιούνται, ενώ η κάθε ιδέα μπορεί να πάρει το πολύ μια ψήφο από τον καθένα. Στο παράδειγμα του πίνακα (βλ. στήλη N/3) κάθε μέλος

³² Καττιρτζή Ε., "Τηλεπικοινωνιακή Υποδομή ΑΤΗΚ" Περιοδικό: ΟΔΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, τεύχος 32, Ιούνιος 2001

³³ Ομοίως.

της ομάδας επιλέγει τρεις ιδέες ($6/3 = 2$). Σημαντικότερες ιδέες θεωρούνται εκείνες που παίρνουν τις περισσότερες ψήφους και στο παράδειγμά μας αυτές είναι οι 3 και 6.

Αυτές οι ψηφοφορίες βασίζονται στην αντίληψη των συμμετεχόντων στην ομάδα και όχι σε δεδομένα. Για αυτό λοιπόν, τέτοια εργαλεία δεν χρησιμοποιούνται ούτε στην απόφαση για το αν η δραστηριότητα πληροί τις απαιτήσεις των πελατών, ούτε στην εξεύρεση της πραγματικής αιτίας των προβλημάτων και βέβαια ούτε στην απόφαση για το αν οι μέθοδοι που εφαρμόζουμε επιφέρουν βελτιώσεις ή όχι³⁴.

Η μέθοδος Criteria-Based Matrix είναι πιο λεπτομερειακή και αυστηρή από τις προηγούμενες μεθόδους το πρώτο βήμα της προσέγγισης αυτής είναι η βαρύτητα των επιλεγμένων κριτηρίων, όχι ρωτώντας τις γνώμες των μελών της ομάδας DFSS αλλά με κριτήριο των εκροών του Voice of the Customer σύμφωνα με το QFD. Η ομάδα DFSS πρέπει να καθορίσει πώς θα κριθεί κάθε κριτήριο, πράγμα το οποίο μπορεί να γίνει είτε μέσω έρευνας, είτε με focus groups. Κάθε ιδέα μπορεί να βαθμονομηθεί από μία κλίμακα 1-5, με το 5 να είναι η πιο σημαντική για τον πελάτη.

Τα μέλη της ομάδας DFSS θα πρέπει να εφαρμόσουν το επόμενο βήμα, στο οποίο θα πρέπει να προσδιορίσουν το κατά πόσο κάθε ιδέα μπορεί να ικανοποιήσει τα επιλεγμένα κριτήρια των πελατών. Σ' αυτή την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάλι η κλίμακα 1-5, με το μεγαλύτερο νούμερο να δηλώνει και τη καλύτερη ιδέα πάνω σε κάθε κριτήριο. Τα μέλη της ομάδας δίνουν σε κάθε ιδέα βαθμό για κάθε κριτήριο, στη συνέχεια πολλαπλασιάζονται με την αντίστοιχη βαρύτητα κάθε κριτηρίου. Τέλος, προστίθενται τα γινόμενα, ώστε να βγει το άθροισμα κάθε ιδέας συναρτήσει των κριτηρίων. Στον Πίνακα 4.3, φαίνεται ότι η 3^η ιδέα είναι εκείνη με το υψηλότερο άθροισμα, ενώ δεύτερη είναι η 6^η.

Αυτή η μέθοδος έχει αρκετά πλεονέκτημα, όπως λεπτομερειακή ανάλυση, εστίαση στους πελάτες και μία πιο επιστημονική προσέγγιση στα αποτελέσματα. Τέλος δίνει την αίσθηση μιας πιο έμπιστης επιλεγμένης λύσης και κάνει τα μέλη της ομάδας να αισθάνονται ότι αυτή η λύση βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε αντικειμενικά κριτήρια³⁵.

³⁴ Καττιρτζή Ε, "Τηλεπικοινωνιακή Υποδομή ΑΤΗΚ" Περιοδικό: ΟΔΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, τεύχος 32, Ιούνιος 2001

³⁵ Ankur J., "Applying Criteria-Based Matrix to Prioritize IT Projects", Feb. 2008. Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c060731a.asp>.

Η μέθοδος Pugh Concept Selection Technique, είναι μία προτιμώμενη μέθοδος για σχεδιασμό προϊόντων με ικανότητες Έξι Σίγμα, η οποία ελαχιστοποιεί ή εξαλείφει μειονεκτήματα της μεθόδου Criteria-Based Matrix και αυτό γιατί είναι ευκολότερη και γρηγορότερη. Ο σημαντικότερος λόγος είναι ότι προσεγγίζει μόνο τα πιο σημαντικά κριτήρια που ενδιαφέρουν τους πελάτες.

Πίνακας 4. 3: Παράδειγμα Βαθμολόγηση Ιδεών (Criteria-Based Matrix)

CRITERIA-BASED MATRIX							
ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΣΚΟΠ	1η ΙΔΕΑ	2η ΙΔΕΑ	3η ΙΔΕΑ	4η ΙΔΕΑ	5η ΙΔΕΑ	6η ΙΔΕΑ
A	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	3	1	5	3	2	4
	ΒΑΡΥΤΗΤΑ	5	5	5	5	5	5
	<i>ΓΙΝΟΜΕΝΟ</i>	15	5	25	15	10	20
B	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	2	3	4	3	1	3
	ΒΑΡΥΤΗΤΑ	5	5	5	5	5	5
	<i>ΓΙΝΟΜΕΝΟ</i>	10	15	20	15	5	15
Γ	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	4	2	4	4	3	4
	ΒΑΡΥΤΗΤΑ	3	3	3	3	3	3
	<i>ΓΙΝΟΜΕΝΟ</i>	12	6	12	12	9	12
Δ	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	2	4	3	2	3	5
	ΒΑΡΥΤΗΤΑ	3	3	3	3	3	3
	<i>ΓΙΝΟΜΕΝΟ</i>	6	12	9	6	9	15
E	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	2	3	5	4	2	4
	ΒΑΡΥΤΗΤΑ	4	4	4	4	4	4
	<i>ΓΙΝΟΜΕΝΟ</i>	8	12	20	16	8	16
ΣΥΝΟΛΟ		51	50	86	64	41	78

Στην μέθοδο αυτή αντικαθίστανται οι κλίμακες βαθμολόγησης κάθε ιδέας για κάθε κριτήριο με ένα απλό σύστημα σύγκρισης (καλύτερο(+1), χειρότερο(-1), παρόμοιο(0)) των νέων ιδεών με την υπάρχουσα εφαρμόσιμη ιδέα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ιδέες να μη συγκρίνονται μεταξύ τους.

Η μέθοδος αρχίζει με τη βαθμολόγηση κάθε ιδέας από τα μέλη της ομάδας για το αν ικανοποιούν περισσότερο, λιγότερο ή το ίδιο τα κριτήρια των πελατών σε σχέση με την υπάρχουσα. Τα μέλη βάζουν ένα +,- ή S, ανάλογα με την περίπτωση και ο αρχηγός της ομάδας αθροίζει τα +,- και S και επιλέγει τις ιδέες που έχουν ταυτόχρονα τα περισσότερα + και τα λιγότερα -. Στο σημείο αυτό εμφανίζεται και το σημαντικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου Pugh, το οποίο είναι ο διαχωρισμός των δυνατοτήτων και αδυναμιών κάθε ιδέας με αποτέλεσμα να υπάρχει η δυνατότητα της σύνθεσης και να προκύψει μία νέα ενισχυμένη ιδέα.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί (Πίνακας 6.4) επιλέγονται δύο ιδέες (η 3 και η 6), που έχουν τα περισσότερα + και ταυτόχρονα τα λιγότερα -, οι οποίες όμως δεν μπορούν να ικανοποιήσουν ένα κριτήριο (το 3^ο). Αυτό το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί αρκεί αν δανειστεί στοιχεία από άλλες ιδέες (2, 4 και 5) που ικανοποιούν το κριτήριο αυτό. Δηλαδή γίνεται περαιτέρω βελτιστοποίηση της καλύτερης επιλεγμένης καινοτόμου ιδέας³⁶.

Πίνακας 4. 4: Παράδειγμα Βαθμολόγηση Ιδεών (Pugh Concept Selection Technique)

Pugh Concept Selection Process Summary							
PROJECT							
	ΙΔΕΕΣ						
	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΙΔΕΑ	1 ΙΔΕΑ	2 ΙΔΕΑ	3 ΙΔΕΑ	4 ΙΔΕΑ	5 ΙΔΕΑ	6 ΙΔΕΑ
Κριτήριο 1	0	-1	0	1	1	-1	0
Κριτήριο 2	0	0	-1	1	0	-1	1
Κριτήριο 3	0	-1	1	-1	1	1	0
Κριτήριο 4	0	0	-1	1	-1	0	-1
Κριτήριο 5	0	1	0	0	-1	0	1
Σ+	0	+1	+1	+3	+2	+1	+2
Σ-	0	-2	-2	-1	-2	-2	-1
Σs	5	2	2	1	1	2	2

³⁶ Frey D., "Pugh Concept Selection" presentation for Systems Engineering, 2002

Συνοψίζοντας, κάθε μία μέθοδος έχει τα προτερήματα και τα μειονεκτήματά της και ανάλογα με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες δουλεύει η ομάδα του DFSS, εφαρμόζει αυτή που κρίνει βολικότερη.

4.2.3. Εύρεση και Απαλοιφή Πιθανών Αστοχιών σε Προϊόντα και Υπηρεσίες

Μετά την επιλογή της εφαρμόσιμης ιδέας από την ομάδα του DFSS έπεται το τελευταίο βήμα πριν από την αρχή της υλοποίησής της. Πρέπει η ομάδα να ανακαλύψει και να εξαλείψει τους ενδεχόμενους κινδύνους που μπορεί να ελλοχεύουν κατά το στάδιο της υλοποίησης. Η φάση αυτή έχει συστηματοποιηθεί σε μία διαδικασία τεσσάρων διαδοχικών βημάτων³⁷, τα οποία είναι:

1. Η αναγνώριση των πιθανών και μη μελετημένων αρνητικών συνεπειών της επιλεγμένης ιδέας.
2. Η θέση προτεραιότητας των συνεπειών με βάση την πιθανότητα εμφάνισής τους και το μέγεθος της ζημιάς που μπορούν να προκαλέσουν.
3. Ο καθορισμός τρόπων με τους οποίους ο σχεδιασμός της επιλεγμένης ιδέας μπορεί να αλλαχθεί, ώστε να αποφευχθούν τα πρόβλημα υψηλού κινδύνου.
4. Η εφαρμογή των διορθωτικών σχεδίων.

Όσο καλός και αν είναι ο αρχικός σχεδιασμός μιας ιδέας, αν υποτιμηθούν οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι τότε είναι πολύ πιθανόν το σχέδιο να καταλήξει σε αποτυχία. Αναμφισβήτητα, η πιο γνωστή και επιτυχημένη μέθοδος που ικανοποιεί την παραπάνω διαδικασία των τεσσάρων βημάτων είναι η Failure Modes and Effects Analysis (FMEA).

³⁷ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

4.2.3.1. FMEA (Failure Modes & Effect Analysis)

Η τεχνική FMEA είναι ένα εργαλείο προγραμματισμού για να συνδράμει στην οικοδόμηση της ποιότητας του προϊόντος ή της υπηρεσίας ή των διαδικασιών. Αναπτύχθηκε αρχικά στην αεροναυπηγική και στις βιομηχανίες άμυνας ως μέθοδος ανάλυσης αξιοπιστίας, ενώ στη συνέχεια υιοθετήθηκε και από βιομηχανίες καταναλωτικών προϊόντων για την ελάττωση του αριθμού των παραπόνων των πελατών τους³⁸.

Το 1994 η FMEA έγινε επίσημη απαίτηση μέσω του προτύπου τυποποίησης QS-9000. Έτσι, περιγράφεται ως μια συστηματοποιημένη ομάδα δραστηριοτήτων προορισμένη να:

- αναγνωρίζει και να αξιολογεί πιθανή αποτυχία ενός προϊόντος/διαδικασίας και των αποτελεσμάτων της,
- προσδιορίζει ενέργειες που θα μπορούσαν να αποβάλουν ή να μειώσουν την πιθανότητα αποτυχίας και
- να καταγράφει τη διαδικασία.

Η τεχνική αυτή είναι ένα συστηματικό και αναλυτικό εργαλείο ποιοτικού προγραμματισμού για αναγνώριση, στο προϊόν, των υπηρεσιών και των σταδίων σχεδιασμού της διαδικασίας. Έτσι, αναζητείται τι θα μπορούσε ενδεχομένως να πάει στραβά είτε με ένα προϊόν κατά τη διάρκεια της παραγωγής του, είτε κατά τη χρήση από τον πελάτη, είτε με την παροχή υπηρεσίας, βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο τη διάγνωση ελαττωμάτων.³⁹

Όπως διαπιστώνεται, μια επιχείρηση με τη σωστή χρήση του FMEA μπορεί να προσδιορίσει και να παραλείψει τα ενδιαφέροντά της νωρίς στην ανάπτυξη μιας

³⁸ **Leung P., Ishii K., Abell J. & Benson J.** "Global Failure Modes and Effects Analysis: a Planning Tool For Global Product Development". International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, Long Beach, California USA September 24-28, 2005.

³⁹ **Dale H. Besterfield**, "Quality control", Pearson Education, 2001.

διαδικασίας ή του σχεδιασμού της. Σε μεγαλύτερο βαθμό αυτό είναι επιθυμητό όταν η επιχείρηση εφαρμόζει DFSS στα προϊόντα/διαδικασίες της. Η σωστή πραγματοποίηση της τεχνικής μπορεί να επιφέρει σημαντικά οφέλη, όπως:

- βελτιωμένη λειτουργία και ευρωστία προϊόντων,
- χαμηλότερες δαπάνες εγγυήσεων,
- μικρότερο αριθμό προβλημάτων στην παραγωγή,
- βελτιωμένη ασφάλεια των προϊόντων και των διαδικασιών εφαρμογής και
- μεγαλύτερη ικανοποίηση των πελατών.

Για τη σωστή εφαρμογή της τεχνικής FMEA, είναι σημαντική η σωστή προσέγγιση όλων των πιθανών αποτυχιών του προϊόντος/διαδικασίας καθώς και των αθέμιτων συνεπειών τους. Στον Πίνακα 4.5 είναι μία ενδεικτική φόρμα συμπλήρωσης πιθανών αποτυχιών. Στη συνέχεια η ομάδα πρέπει να αξιολογήσει την πιθανότητα των αποτυχημένων συμβάντων και την ικανότητα να ανιχνεύσει και να αποτρέψει τις αποτυχίες πριν το προϊόν φτάσει στους πελάτες. Φυσικά, ο συνδυασμός της σοβαρότητας των συνεπειών, της συχνότητας των αποτυχημένων συμβάντων και της ικανότητας ανίχνευσης τους καθορίζουν το πόσο επικίνδυνη είναι η πιθανή αποτυχία για την ποιότητα.

Συγκεκριμένα, η διαδικασία FMEA⁴⁰ αποτελείται από επτά βήματα:

1. Τεκμηρίωση των λειτουργιών των προϊόντων/διαδικασιών.
2. Καθορισμός του γεγονότος ότι οι λειτουργίες μπορούν να αποτύχουν (Πιθανός Τρόπος Αποτυχίας).
3. Καθορισμός της σοβαρότητας των συνεπειών της αποτυχίας (Πιθανά Αποτελέσματα Αποτυχίας, ΣΟΒ).
4. Προσδιορισμός των αιτιών για την αποτυχία (Πιθανές Αιτίες) και της πιθανότητας επανεμφάνισής τους (ΣΥΧ).
5. Απαρίθμηση των τρεχουσών μεθόδων ανίχνευσης και αποσόβησης αποτυχιών (Τρέχοντες Έλεγχοι) και βαθμολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους (ΑΝΧ).
6. Αξιολόγηση του κινδύνου κάθε αποτυχίας (Συντελεστής Προτεραιότητας Κινδύνου (ΣΚΠ)).

⁴⁰ Chowdhury S., "Power of Design for Six Sigma", Dearborn Trade Publishing, 2003

7. Καθορισμός κατάλληλων ενεργειών διευθέτησης των αποτυχιών υψηλότερου κινδύνου (Ενέργειες που συστήνονται).

Μέσα στην παρένθεση αναφέρονται οι αντίστοιχες στήλες των παραπάνω βημάτων σε μια ενδεικτική φόρμα συμπλήρωσης πιθανών αποτυχιών (Πίνακα 4.5).

Για την επιτυχημένη εφαρμογή της τεχνικής FMEA, είναι σημαντικό να υπάρχουν εισροές πληροφοριών από πολλές διαφορετικές πηγές και τομείς της επιχείρησης. Γι' αυτό μία ομάδα DFSS, πρέπει να απαρτίζεται από άτομα που δραστηριοποιούνται σε διαφορετικά τμήματα μέσα στην επιχείρηση, ώστε να αντιμετωπίζονται τα θέματα πολυδιάστατα. Έτσι και στο σχεδιασμό ενός προϊόντος/διαδικασίας/υπηρεσίας από μία πολυδιάστατη ομάδα DFSS αυξάνεται και η πιθανότητα εύρεσης πιθανών αποτυχιών με αποτέλεσμα την ενδυνάμωσή τους. Επιπλέον, με τη συμμετοχή όλων δυναμώνει η συνοχή, αυξάνεται η ομαδικότητα και προωθείται η συνεργασία μέσα σε μια επιχείρηση.

Η τεχνική FMEA είναι ένα πολύ ισχυρό συστατικό ενός προγράμματος DFSS, που ουσιαστικά δικαιολογεί το χρόνο, τον κόπο και τη χρηματοδότηση ενός DFSS Έργου. Η μέθοδος DFSS βασίζεται στο σχεδιασμό επιπέδου ποιότητας Έξι Σίγμα και είναι σαφές ότι για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός πρέπει να εξαλειφθούν όλοι οι σοβαροί πιθανοί κίνδυνοι. Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ότι η διαδικασία DFSS είναι επαναληπτική, κάτι που σημαίνει ότι εάν εφαρμοστεί μία ιδέα και προκύψουν μη προβλεπόμενες σημαντικές αστοχίες τότε η ομάδα DFSS κάνει ξανά το βήμα της ανάπτυξης της ιδέας από την αρχή. Δηλαδή, π.χ. αρχικά εφαρμογή TRIZ, στη συνέχεια Pugh Concept Selection Technique και τέλος εφαρμογή FMEA.

4.3. Βελτιστοποίηση του Έργου (Optimize)

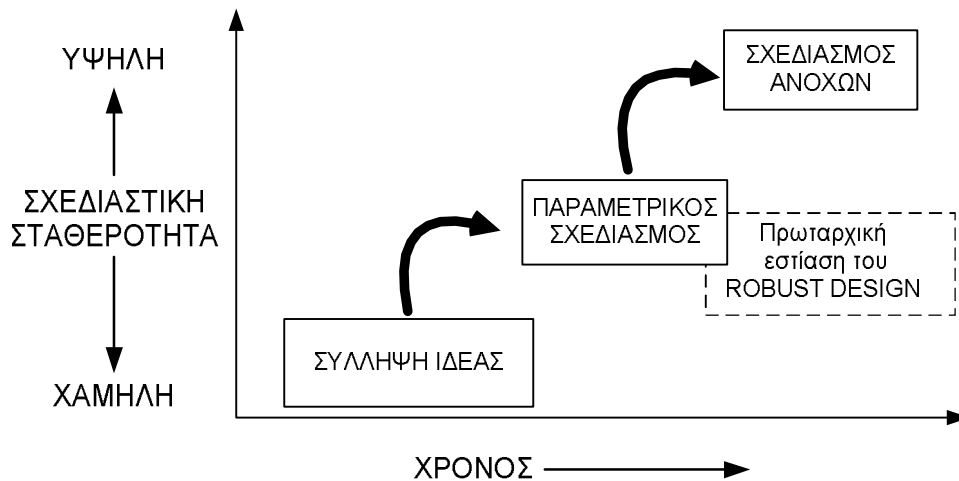
Μέχρι τώρα παρουσιάστηκε η 1^η Φάση στην οποία αναγνωρίστηκαν και καθορίστηκαν οι απαιτήσεις με τις επιδιωκόμενες προδιαγραφές, βασισμένες στο Voice of the Customer και benchmarking. Μετά στη 2^η Φάση, επιλέγεται η ιδέα που έχει τη μεγαλύτερη πιθανότητα να επιτύχει την κάλυψη των απαιτήσεων.

Σε αυτή την παράγραφο αναπτύσσεται η 3^η Φάση στην οποία γίνεται η βελτιστοποίηση της ιδέας. Αρχικά, μέσω της μεθόδου Robust Optimization, ελαχιστοποιούνται οι αποκλίσεις των προϊόντων και διαδικασιών και στη συνέχεια εφαρμόζεται η μέθοδος Tolerance Design, όπου γίνεται η ρύθμιση των προϊόντων και διαδικασιών για την επίτευξη των επιθυμητών στόχων.

4.3.1. Στιβαρός Σχεδιασμός (Robust Design)

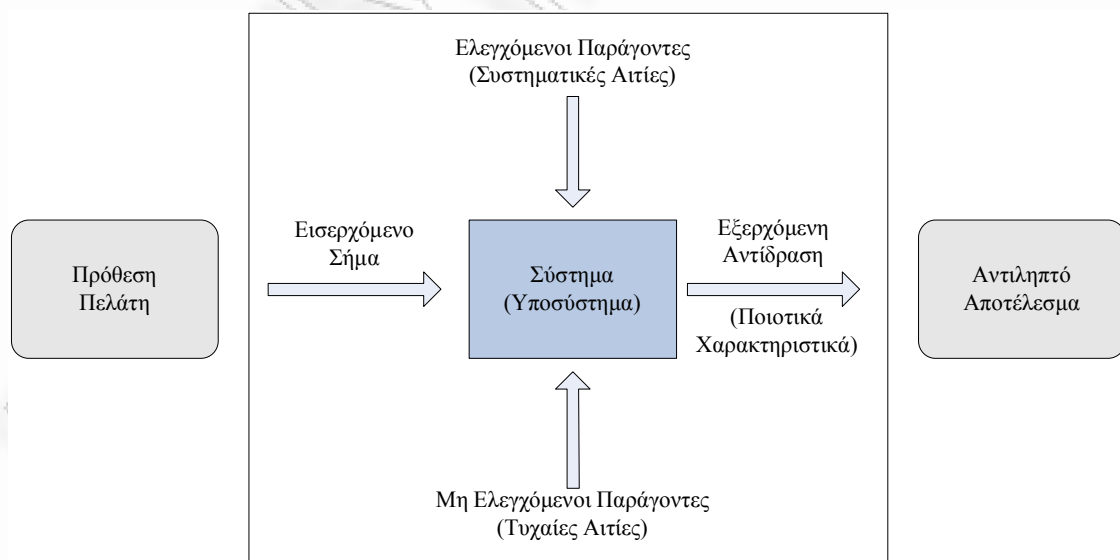
Η μέθοδος Robust Design (Σχ. 4.8), η οποία αποκαλείται και μέθοδος Taguchi, επινοήθηκε από τον Dr. Genichi Taguchi και βελτίωσε αλματωδώς την αποτελεσματικότητα της παραγωγής στη βιομηχανία. Στόχος της, είναι η διασφάλιση της ικανοποίησης των πελατών μέσω της μείωσης των Μη Ελεγχόμενων Παραγόντων (Noise Factors) που επηρεάζουν το επίπεδο της ποιότητας των προϊόντων και διαδικασιών. Οι Μη Ελεγχόμενοι Παράγοντες επηρεάζοντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος αλλοιώνουν και το αντιληπτό αποτέλεσμα (για τον πελάτη) του εξερχόμενου σήματος. Γενικά, η σύγχρονη αντίληψη περί Ελεγχόμενων και Μη Παραγόντων απεικονίζεται στο σχήμα 4.9⁴¹.

⁴¹ Toksoy J., *ROBUST DESIGN PRINCIPLES*’ Presentation for Cummins Inc, 2001.



Σχήμα 4. 9:Στιβαρός Σχεδιασμός (Robust Design)

Η παραδοσιακή λογική στον τομέα της ποιότητας στη βιομηχανία, κατέτασσε τα προϊόντα ή τις διαδικασίες σε αποδεκτά ή αποδεκτές όταν ικανοποιούσαν τα πρότυπα που έθετε η επιχείρηση. Όμως, υπάρχει μεγάλο χάσμα μεταξύ ενός δείγματος που απλά ικανοποιεί τα πρότυπα με ένα δείγμα που είναι τέλειο. Αυτό οφείλεται στη διαφορετική αντίληψη του προμηθευτή και του πελάτη για το τι είναι ποιοτικό προϊόν ή υπηρεσία. Ο προμηθευτής δεν κάνει διάκριση μεταξύ των αποδεχόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών που προσφέρει, όμως ο πελάτης την κάνει σχεδόν πάντα⁴².



Σχήμα 4. 10: Απεικόνιση Σύγχρονης Επιχειρησιακής Αντίληψης

⁴² Ben-Tal A., Nemirovski A., "Robust optimization - methodology and applications", Springer-Verlag 2002

Το πνεύμα του DFSS όμως διαφέρει πλήρως με τη παλαιά νοοτροπία, αφού δεν αρκείται απλά σε τήρηση των προδιαγραφών, ούτε καν στην επίτευξη μιας καλής προδιαγραφής, αλλά πάντα ψάχνει το καλύτερο. Για την επίτευξη ενός στιβαρού έργου το DFSS δεν επιβάλλει κάποιο ανώτατο όριο, αλλά επιζητά την πλήρη μεγιστοποίηση των ανθρωπίνων προσπαθειών για ένα δημιουργικό και καινοτόμο έργο. Όμως για την επίτευξη ενός στιβαρού σχεδιασμού πρέπει να γίνει βελτιστοποίησή του βάσει της μεθόδου Robust Design⁴³.

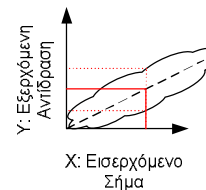
Το πρώτο βήμα για την εφαρμογή του Robust Design είναι ο προσδιορισμός της Ιδανικής Λειτουργίας (Ideal Function), η οποία καθορίζεται από τα βασικά φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος⁴⁴. Στην περίπτωση της αξιολόγησης ενός προϊόντος ή βιομηχανικής διαδικασίας, η Ιδανική Λειτουργία καθορίζεται με βάση τον ενεργειακό μετασχηματισμό από την εισροή στην εκροή. Στο σχεδιασμό της διαδικασίας σε μία υπηρεσία, η Ιδανική Λειτουργία δεν είναι ο πλήρης μετασχηματισμός της ενέργειας, αλλά της πληροφορίας.

ΙΔΑΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (IDEAL FUNCTION)

ΙΔΑΝΙΚΗ
Γραμμική Σχέση
μεταξύ
Εισερχομένων & Εξερχομένων



ΠΡΑΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
Απόκλιση Εξερχόμενης Αντίδρασης
για ένα δεδομένο
Εισερχόμενο Σήμα



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:

- ΣΥΣΤΗΜΑ**
- Σύστημα Πέδησης
 - Μηχανή
 - Επικάλυψη Μετάλλων

- ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟ ΣΗΜΑ**
- Δύναμη
 - Ισχύς (Watt)
 - Χρόνος

- ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ**
- Ροπή
 - Μέγιστη Ροπή *(rpm)
 - Πάχος

⁴³ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

⁴⁴ Phadke Madhav S., "Robust Design (Known as Taguchi Method)". Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c020311a.asp>. Jan 2008

Σε κάθε περίπτωση, πρώτα καθορίζεται η Ιδανική Λειτουργία για το συγκεκριμένο προϊόν ή διαδικασία και στη συνέχεια επιδιώκεται να βρεθεί ένα σχέδιο που θα ελαχιστοποιεί τη μεταβλητότητα του μετασχηματισμού της ενέργειας ή της πληροφορίας. Η προσοχή επικεντρώνεται στο μετασχηματισμό της ενέργειας ή της πληροφορίας γιατί όλα τα προβλήματα, περιλαμβανομένων των ελαττωματικών, των αποτυχιών και της χαμηλής αξιοπιστίας, είναι συμπτώματα της μεταβλητότητας των μετασχηματισμών αυτών. Με την βελτιστοποίηση του μετασχηματισμού γίνεται άμεση προσπάθεια για ικανοποίηση όλων των απαιτήσεων.

4.3.2. Συνάρτηση Απώλειας Ποιότητας (*Quality Loss Function*)

Φυσικά, ποτέ δεν πρόκειται να σχεδιαστεί ένα προϊόν ή διαδικασία που να εκφράζει την ιδανική λειτουργία και αυτό γιατί οι παράμετροι του περιβάλλοντος είναι πάρα πολλές για να ελεγχθούν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παράγονται προϊόντα ή να προσφέρονται υπηρεσίες που να αποκλίνουν από τους ποθητούς στόχους των επιχειρήσεων και να χάνονται χρήματα. Ο Dr. Genichi Taguchi έφτιαξε ένα μοντέλο που να συνδυάζει την απόκλιση των στόχων με τη ζημία. Συγκεκριμένα, παρατήρησε ότι, όσο η λειτουργία του προϊόντος ή της υπηρεσίας αποκλίνει από το στόχο της, τόσο αποκλίνει και η ποιότητα της λειτουργίας τους, με συνέπεια να υπάρχουν μεγαλύτερα κόστη. Έτσι, για τον υπολογισμό της συνολικής ζημίας που είναι αποτέλεσμα της απόκλισης της λειτουργίας από το στόχο ο Taguchi δημιούργησε ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο που ονομάζεται Συνάρτηση Απώλειας Ποιότητας (*Quality Loss Function*)⁴⁵.

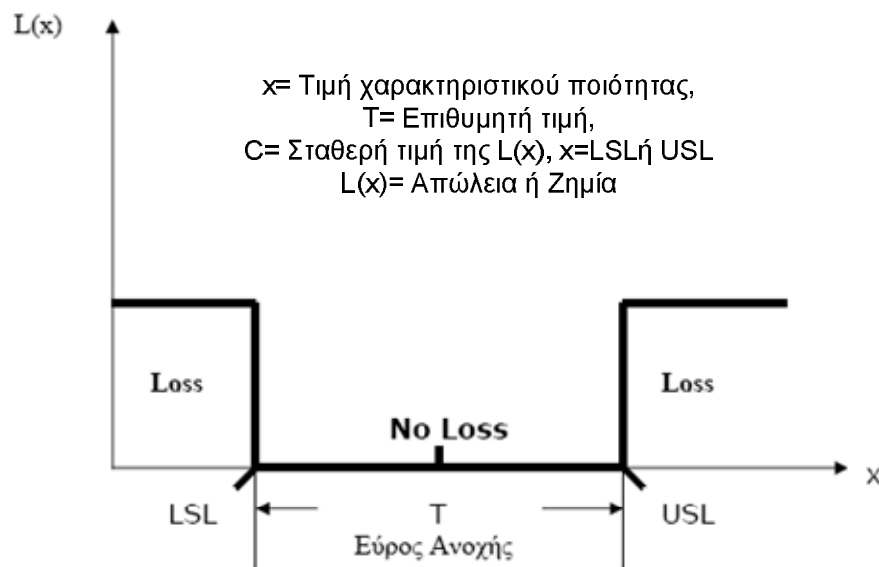
Πριν την εποχή του Taguchi, η παραδοσιακή νοοτροπία περί κόστους ποιότητας στη βιομηχανία στηριζόταν στις προδιαγραφές των προϊόντων ή διαδικασιών. Αν τα προϊόντα ή διαδικασίες ήταν εκτός προδιαγραφών, τότε και μόνο τότε υπήρχε κόστος ποιότητας.

⁴⁵ Ross P. J., "Taguchi Techniques for Quality Engineering", McGraw-Hill, 1996

Η Συνάρτηση Απώλειας Ποιότητας ($L(x)$) (Quality Loss Function), εκφραζόταν με μαθηματικό τρόπο ως:

$$L(x) = \begin{cases} 0, & \text{όταν } LSL < x < USL \\ c = \text{σταθερά,} & \text{όταν } x \geq USL \text{ και } x \leq LSL \\ & \text{με την παραδοχή} \\ & L(LSL) = L(USL) = c \end{cases}$$

Η γραφική απεικόνιση της $L(x)$ είναι:



Σχήμα 4. 11: Παραδοσιακή νοοτροπία για την απεικόνιση της Συνάρτησης Απώλειας Ποιότητας

Ο Taguchi όμως έδωσε άλλη διάσταση στη συνάρτηση απώλειας, μετρώντας την προκύπτουσα ζημιά σε νομισματικές μονάδες και συσχετίζοντας αυτήν με τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά ποιότητας του προϊόντος⁴⁶. Είναι ένας χρηματοοικονομικός δείκτης, που μεταφράζει τη γλώσσα του μηχανικού σε γλώσσα του manager και μετράει τη

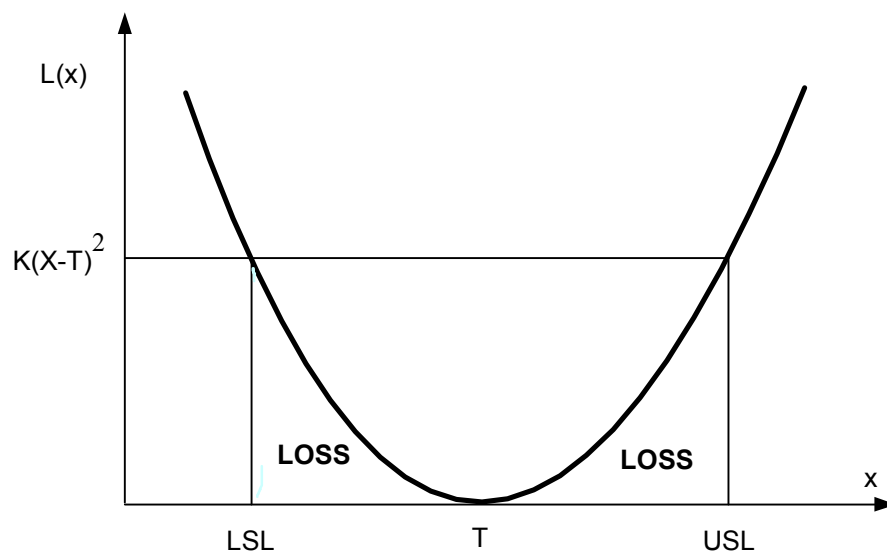
⁴⁶ Phadke Madhav S., "Robustness Strategy". Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c020311b.asp>, Jan 2008

δυσαρέσκεια του πελάτη/χρήστη από την απόδοση του προϊόντος, όταν τα χαρακτηριστικά ποιότητας του προϊόντος αποκλίνουν από τις επιθυμητές τιμές. Φυσικά, για να είναι η λειτουργία πιο αποδοτική, πριν αποφασιστεί η ελαχιστοποίηση των λειτουργικών αποκλίσεων πρέπει να έχει αποδειχθεί ότι το κόστος της προσπάθειας της ελαχιστοποίησης είναι μικρότερο από αυτό της διατήρησης της υπάρχουσας κατάστασης.

Σ' αυτή τη περίπτωση έχουμε για την Συνάρτηση Απώλειας Ποιότητας ($L(x)$):

$$L(x) = \kappa(x-T)^2$$

όπου: κ είναι κατάλληλη σταθερά
 x = Τιμή χαρακτηριστικού ποιότητας
 T = Τιμή στόχου
 $L(x)$ = Απώλεια ή Ζημία (€)



Σχήμα 4. 12: Σύγχρονη άποψη για την απεικόνιση της Συνάρτησης Απώλειας Ποιότητας

Φυσικά, η συνάρτηση ισχύει και στον υπολογισμό για περισσότερα από ένα προϊόντα ή διαδικασίες, τα οποία αποκλίνουν από τους στόχους των κρίσιμων χαρακτηριστικών τους (CTQs). Ένας απλός τρόπος υπολογισμού της Μέσης Απώλειας Ποιότητας ανά προϊόν ($AVL(x)$) είναι:

$$AVL(x) = \frac{\sum_{x=1}^{x=n} (x-T)^2}{n} \cdot \kappa$$

όπου: κ είναι κατάλληλη σταθερά,
 x = Τιμή χαρακτηριστικού ποιότητας,
 T = Τιμή στόχου,
 n = Συνολικός Αριθμός Προϊόντων
 $AVL(x)$ = Μέση Απώλεια ή Ζημία (€)

Η παραπάνω σχέση συντελεί στη σύγκριση της μέσης απώλειας ποιότητας παρτίδων προϊόντων διαφορετικών αποκλίσεων. Μία παρτίδα με μικρές αποκλίσεις θα δίνει μικρότερο κόστος ποιότητας σε σχέση με μια άλλη παρτίδα με μεγαλύτερες αποκλίσεις. Με άλλα λόγια η $AVL(x)$ είναι ένα ισχυρό όπλο σ' ένα μάνατζερ που θέλει να αποδείξει τα κέρδη του σχεδιασμού DFSS⁴⁷.

Προφανώς, όλες οι παραπάνω σχέσεις ισχύουν στην περίπτωση που η μορφή της καμπύλης είναι συμμετρική, δηλαδή όταν οι συνέπειες τόσο των θετικών όσο και των αρνητικών αποκλίσεων είναι ίδιες. Επίσης, θεωρείται ότι η ονομαστική τιμή είναι η καλύτερη (Nominal is the best), γιατί υπάρχουν περιπτώσεις όπου η ιδανική τιμή είναι είτε η ελάχιστη δυνατή (Smaller is better) π.χ. χρόνος παραγωγής, είτε η μέγιστη δυνατή (Larger is better) π.χ. η αντοχή υλικών σε θραύση.

Έχοντας καλύψει τον τρόπο υπολογισμού των αποκλίσεων, της απώλειας και της μέσης απώλειας ποιότητας πρέπει να δούμε τους παράγοντες που προκαλούν τις αποκλίσεις αυτές. Οι παράγοντες αυτοί χωρίζονται σε ελεγχόμενους και μη ελεγχόμενους. Οι τελευταίοι θα αναλυθούν στην επόμενη παράγραφο, διότι αυτοί απασχολούν την ομάδα DFSS κατά το σχεδιασμό του Έργου.

4.3.3. Μη Ελεγχόμενοι Παράγοντες/Παράγοντες Θορύβου (Noise Factors)

Οι κυριότεροι Μη Ελεγχόμενοι Παράγοντες που προκαλούν αποκλίσεις των κρίσιμων ποιοτικών χαρακτηριστικών μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

⁴⁷ Μπλέσιος Ν., «Σημειώσεις Διαλέξεων Διοίκησης Ολικής Ποιότητας», Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 1999

- κατασκευαστικές αποκλίσεις, α' υλών αποκλίσεις και αποκλίσεις κατά τη φάση της συνδεσμολογίας λόγω του προσωπικού,
- αποκλίσεις λόγω της χρήσης των προϊόντων από τους πελάτες,
- περιβαλλοντικές επιδράσεις κατά τη χρήση των προϊόντων από τους πελάτες και
- αποκλίσεις λόγω γήρανσης και φθοράς.

Η παραπάνω λίστα θα είναι ιδιαίτερα σημαντική στην επόμενη παράγραφο που θα εξεταστεί η εφαρμογή του Παραμετρικού Σχεδιασμού (Parameter Design). Ο σκοπός του τελευταίου είναι η ελαχιστοποίηση της ευαισθησίας του συστήματος σ' αυτές τις πηγές μεταβολών, που αποτρέπουν την ομαλή λειτουργία των προϊόντων και διαδικασιών⁴⁸.

Στην περίπτωση που επιβεβαιώνεται ότι μία λειτουργία περιβάλλεται με υπερβολική μεταβολή εξαιτίας των Μη Ελεγχόμενων Παραγόντων, η ομάδα DFSS δεν πρέπει να την αγνοήσει. Αλλά, επιβάλλεται να δείξει τη δυναμικότητά της, αντισταθμίζοντας κάθε μη ελεγχόμενο παράγοντα, εφόσον το κόστος του ανασχεδιασμού είναι μικρότερο από το κόστος διατήρησης και διόρθωσης της μεταβολής.

Παραδοσιακά, οι επιχειρήσεις δημιουργούνε προϊόντα και διαδικασίες με απλού τύπου τεστ διάγνωσης λαθών. Όμως, αυτή η διαδικασία είναι αρκετά χρονοβόρα, ανεπαρκής και μη-δημιουργική. Οι ομάδες DFSS, επιδιώκουν να κτυπήσουν τα προβλήματα των αποκλίσεων των λειτουργιών των προϊόντων και διαδικασιών από τη ρίζα τους με τη χρήση του Παραμετρικού Σχεδιασμού.⁴⁹

4.3.4. Parameter Design (Παραμετρικός Σχεδιασμός)

Η προσέγγιση του Παραμετρικού Σχεδιασμού εστιάζεται στην εξάλειψη των Μη Ελεγχόμενων Παραγόντων, προτού επηρεάσουν τις λειτουργίες των προϊόντων και

⁴⁸ **Ross P. J.**, "Taguchi Techniques for Quality Engineering", McGraw-Hill, 1996

⁴⁹ **Chowdhury S.**, "Power of Design for Six Sigma", Dearborn Trade Publishing, 2003

υπηρεσιών. Αυτό επιτυγχάνεται με την αναγνώριση των σχεδιαστικών παραγόντων που μπορούν να ελεγχθούν και να εκμεταλλευθούν, ώστε να ελαχιστοποιηθούν ή να εξαλειφθούν οι αρνητικές επιπτώσεις οποιασδήποτε πιθανής απόκλισης λειτουργιών των κρίσιμων ποιοτικών χαρακτηριστικών (CTQs).

Ο Παραμετρικός Σχεδιασμός δημιουργεί συμβολικές (nominal) προδιαγραφές, οι οποίες αντιπροσωπεύουν την μετάβαση από την έννοια του σχεδιαστή στο σχέδιο παραγωγής. Οι προδιαγραφές αυτές αποτελούνται από συμβολικά χαρακτηριστικά. Η έννοια «συμβολικά» αναφέρεται στο ιδεατό χαρακτηριστικό ή στο χαρακτηριστικό στόχο τον οποίο ο κατασκευαστής αναζητά να ικανοποιήσει. Ενώ, ανοχή είναι η επιτρεπτή απόκλιση, η οποία επαληθεύει την δυσκολία επίτευξης του ιδανικού στόχου.

Η εύρεση των ιδεατών ποιοτικών χαρακτηριστικών, βασίζεται στην προσέγγιση της εστίασης στην επιτυχία. Στον Ποιοτικό Έλεγχο υπάρχει η νοοτροπία της εστίασης στην αποτυχία, δηλαδή γίνεται ανάλυση όλου του συστήματος που περιβάλλει τα προϊόντα και τις διαδικασίες για την αντιμετώπιση πιθανών αστοχιών. Φυσικά ο αριθμός των πιθανών αστοχιών είναι πάρα πολύ μεγάλος σε σχέση με τον αριθμό των τρόπων που μπορούν τα πράγματα να πάνε καλά. Το μόνο που χρειάζεται είναι η σωστή κατανόηση των αναγκών των πελατών, ώστε να βρεθεί η βέλτιστη λύση. Με άλλα λόγια πρέπει η ομάδα DFSS να ψάχνει για λύσεις και όχι για εξηγήσεις για κάθε πιθανό πρόβλημα.⁵⁰

Ως διαδικασία ο Παραμετρικός Σχεδιασμός μπορεί να διακριθεί σε οκτώ βήματα⁵¹:

1. Ορισμός του πεδίου εφαρμογής και καθορισμός για το ποιο σύστημα ή υποσύστημα πρόκειται να βελτιστοποιηθεί.
2. Καθορισμός της Ιδανικής Λειτουργίας
3. Ανάπτυξη στρατηγικής για τον τρόπο επηρεασμού των αποτελεσμάτων των Μη Ελεγχόμενων Παραγόντων
4. Προσδιορισμός των σχεδιαστικών παραμέτρων
5. Διεξαγωγή τεστ εξομοίωσης για τη λήψη πληροφοριών

⁵⁰ **Roshan V. Joseph**, "Taguchi's approach to robust parameter design: a new perspective", IIE Transactions v39 i8 p805(6), August 2007.

⁵¹ **Chowdhury S.** "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

6. Ανάλυση των πληροφοριών με τη χρήση signal to noise ratio, που είναι ένα μετρικό σύστημα για τη στιβαρότητα του συστήματος.
7. Πρόβλεψη της απόδοσης του βέλτιστου σχεδίου.
8. Διεξαγωγή ενός επιβεβαιωτικού δοκιμαστικού με τη χρήση του βέλτιστου σχεδίου.

Ο λόγος σήματος/θορύβου (signal to noise, S/N) ορίζεται ως ο λόγος της μετασηματιζόμενης ενέργειας στα προοριζόμενα παράγωγα προς τα μη-προοριζόμενα. Μετράει το βαθμό επίδρασης των Παραγόντων Θορύβων στην απόδοση των προϊόντων. Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός του S/N τόσο πιο αποδοτικό είναι το σύστημα, με μικρότερη ευαισθησία και με περισσότερη στιβαρότητα απέναντι στους Παράγοντες Θορύβου.

4.3.5. Σχεδιασμός Ανοχών (Tolerance Design)

Στον Παραμετρικό σχεδιασμό βελτιστοποιείται η στιβαρότητα του σχεδίου με την επιλογή των παραμετρικών σχεδιαστικών τιμών, κάτι που σημαίνει ορισμό των υλικών, των διαμορφώσεων και των διαστάσεων που χρειάζεται για το σχεδιασμό. Με άλλα λόγια προκύπτουν οι ονομαστικές τιμές οι οποίες καθορίζουν το σχέδιο.

Το επόμενο βήμα είναι ο Σχεδιασμός Ανοχών (Tolerance Design) με τον οποίο γίνεται βελτιστοποίηση των ανοχών για τη μέγιστη απόδοση. Βελτιστοποίηση των ανοχών δεν σημαίνει όσο πιο σφιχτές τόσο το καλύτερο. Αλλά, ανάλογα με την περίπτωση μπορεί η ανοχή να είναι είτε σφιχτή, είτε ελεύθερη, είτε μια ενδιάμεση περίπτωση. Φυσικά οι επιλογές γίνονται για τη μεγιστοποίηση της ποιότητας, αποδοτικότητας και της οικονομίας του σχεδίου.

Για την βελτιστοποίηση των ανοχών, θα γίνει χρήση της Συνάρτησης Απώλειας Ποιότητας, η οποία στην ουσία αξιολογεί την αποδοτικότητα των αλλαγών των ανοχών στις διαστάσεις ή στα υλικά. Αυτό επιτρέπει να διαπιστωθεί που τα αποτελέσματα είναι

καλύτερα και που χειρότερα. Ο Σχεδιασμός Ανοχών είναι μία λογική προσέγγιση για την καθιέρωση των απαιτούμενων ανοχών, βασιζόμενος στη συνολική απόδοση της λειτουργίας του συστήματος και των κοστών του ελέγχου του. Δηλαδή, ο Σχεδιασμός Ανοχών προσπαθεί να κάνει τις κρίσιμες ανοχές όσο το δυνατόν πιο σφιχτές με το μικρότερο δυνατό κόστος, σύμφωνα με τη Συνάρτηση Απώλειας Ποιότητας⁵².

Για την εύρεση των πιο σημαντικών ανοχών ενός συστήματος προαπαιτείται ο διαχωρισμός τους, με μία λίστα κατάταξης με βάση τον αντίκτυπό τους στη μεταβλητότητα του συστήματος. Αυτό επιτυγχάνεται πειραματικά με προσομοίωση σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Έτσι γίνεται πιο εύκολη η επιλογή για το ποια ή ποιες ανοχές πρέπει να περιοριστούν.

Μετά τα παραπάνω μπορεί η διαδικασία του Σχεδιασμού Ανοχών (μέσω του πρίσματος του DFSS) να περιγραφεί σε έξι βήματα⁵³:

1. Καθορισμός της Συνάρτησης Απώλειας Ποιότητας
2. Σχεδιασμός και προσομοίωση πειραμάτων για να καθοριστούν τα ποσοστά συμμετοχής κάθε ανοχής.
3. Διαχωρισμός σημαντικότητας ανοχών και στη συνέχεια κατάστρωση σχεδίων και υπολογισμών κοστών για τις πιο σημαντικές.
4. Καθορισμός σχεδίων των υποβαθμισμένων ανοχών και υπολογισμός των κοστών.
5. Οριστικοποίηση της αναβάθμισης των επιλεγμένων σημαντικών και μη ανοχών με βάση τη συνεισφορά τους στη μεταβλητότητα του συστήματος, στην απώλεια ποιότητας και στο συνολικό κόστος.
6. Επιβεβαίωση της αποτελεσματικότητας του ανασχεδιασμού.

Στόχος μιας ομάδας DFSS μέσω της διαδικασίας του Σχεδιασμού Ανοχών είναι η ανάπτυξη ενός προϊόντος ή διαδικασίας επιπέδου ποιότητας Έξι Σίγμα με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Το σημαντικό στοιχείο είναι να μη περιορίζεται κάθε ανοχή που παρουσιάζεται, από την ομάδα DFSS, αλλά να γίνονται εκλεπτυσμένες επιλογές. Από τη μία μεριά, δε χρειάζεται σπατάλη οικονομικών πόρων για την αναβάθμιση ανοχών

⁵² **Sudhakar P. R.**, "An introduction to quality improvement through Taguchi methods", Industrial Engineering, v27 n1 p53(2), Jan 1995.

⁵³ **Chowdhury S.** "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

χαμηλής συνεισφοράς, αλλά μείωση των κοστών μέσω της σωστής εκμετάλλευσής τους. Από την άλλη, πρέπει να βελτιωθούν οι ανοχές σημαντικής συνεισφοράς εφόσον δεν είναι σημαντικά ακριβές. Με άλλα λόγια ο Σχεδιασμός Ανοχών σημαίνει ισορροπία μεταξύ κόστους από τη μια και απόδοσης και ποιότητας από την άλλη.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι συχνά παρατηρείται το φαινόμενο ο Παραμετρικός Σχεδιασμός να παραλείπεται και να εφαρμόζεται μόνο ο Σχεδιασμός Ανοχών. Όμως με την παράλειψη αυτή χάνονται μοναδικές ευκαιρίες για την επιχείρηση, όπως μείωση κοστών και εντοπισμό «κακών ιδεών». Η πρώτη ευκαιρία επιτυγχάνεται εφόσον από τον Παραμετρικό Σχεδιασμό, εξαχθούν τα συμπεράσματα ότι τα λειτουργικά ποιοτικά χαρακτηριστικά υπερκαλύπτουν τις απαιτήσεις των πελατών. Ενώ στη δεύτερη περίπτωση, μέσω του Παραμετρικού Σχεδιασμού διαπιστώνεται κατά πόσο είναι συμφέρουσα η ιδέα⁵⁴.

4.4. Επιβεβαίωση ότι το Έργο λειτουργεί σύμφωνα με τον Αρχικό Σχεδιασμό του (Verify)

Μέχρι τώρα έχουν αναλυθεί τέσσερις φάσεις για την πραγματοποίηση ενός DFSS Έργου από μία ομάδα DFSS. Συγκεκριμένα, στη Φάση I καθορίστηκαν οι ευκαιρίες για βελτιώσεις, διαγνώστηκαν από το Voice of the Customer οι ανάγκες των πελατών και καταστρώθηκε ένα χονδρικό αρχικό πλάνο. Στη Φάση II, εξετάστηκαν αρκετές σχεδιαστικές ιδέες και επιλέχθηκε η πιο ελκυστική. Στη Φάση III, βελτιστοποιήθηκε η απόδοση του σχεδίου μέσω της μεθόδου Στιβαρού Σχεδιασμού, συγκεκριμένα με τον Παραμετρικό Σχεδιασμό καθώς και το Σχεδιασμό Ανοχών. Τώρα στη Φάση IV, θα επαληθευθεί το σχέδιο μέσω της επιβεβαίωσης της σωστής λειτουργίας του.

Στη Φάση IV, γίνεται η επαλήθευση του σχεδίου, η επικύρωση της διαδικασίας, η εγκαθίδρυση διαδικασιών ελέγχου, η ολοκλήρωση μιας επίσημης ανάλυσης κόστους-

⁵⁴ **Ross P. J.**, "Taguchi Techniques for Quality Engineering", McGraw-Hill, 1996

ωφέλειας και η κατανόηση των αποτελεσμάτων και των μαθημάτων που έχουν παρθεί από όλη τη διαδικασία. Όπως γίνεται αντιληπτό η φάση αυτή είναι αρκετά δύσκολη στη διεξαγωγή της, όμως είναι το τελευταίο κομμάτι της διαδικασίας DFSS και ταυτόχρονα αρχίζει και η απολαβή των πρώτων καρπών των προσπαθειών της ομάδας.

Η επαλήθευση, με διάφορα τεστ, του σχεδίου είναι πολύ σημαντική και αυτό γιατί υπάρχουν πολλοί καλοί λόγοι⁵⁵. Όπως, γιατί:

- Μερικές επαληθεύσεις απαιτούνται από νόμους που προστατεύουν τους καταναλωτές, το περιβάλλον ή υφίστανται άλλες νομικές ανησυχίες.
- Υπάρχουν κρίσιμες επαληθεύσεις που επιβεβαιώνουν το αν τα σχέδια ικανοποιούν τις ζητούμενες προδιαγραφές.
- Τέλος, οι επαληθεύσεις βοηθούν στην περίπτωση που τα προκαταρκτικά τεστ δεν συσχετίζονται με εφαρμογές σε πραγματικές συνθήκες, αφού με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται επαλήθευση των αποτελεσμάτων.

Ένα από τα πιο βασικά στοιχεία της μεθοδολογίας DFSS, που τη ξεχωρίζουν από τις υπόλοιπες ποιοτικές πρωτοβουλίες, είναι ότι θεωρεί την ποιότητα ως θεμελιώδες στοιχείο του σχεδιασμού των προϊόντων ή διαδικασιών και όχι σαν μια πράξη τελικής επιστέγασης των προσπαθειών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η επαλήθευση να θεωρείται σαν μία απλή επιβεβαίωση των ήδη ποιοτικών προϊόντων και διαδικασιών και όχι σαν ένα ξεχωριστό στάδιο που να κρίνει τη στάθμη ποιότητά τους. Η νοοτροπία αυτή οδηγεί στην αποφυγή των ανεπαρκειών, της αναποτελεσματικότητας καθώς και της άσκοπης κατανάλωσης χρόνου και χρήματος που θα απαιτούνταν για την επαλήθευση ποιοτικών αστοχιών. Με άλλα λόγια η Φάση IV, είναι το στάδιο όπου το σχέδιο τεστάρεται και επιβεβαιώνεται το αν ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις και όχι ένα στάδιο προσέγγισης με τεστ ανακάλυψης προβλημάτων.

Η ομάδα DFSS δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο στην επαλήθευση των λειτουργικών αποδόσεων των προϊόντων των διαδικασιών, αλλά και στην διακρίβωση της προσομοίωσης των συνθηκών των τεστ με εκείνων της πραγματικότητας. Αυτό συντελεί στη διασφάλιση της παράδοσης ποιοτικών προϊόντων στους πελάτες.

⁵⁵ Chowdhury S., "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003.

Όμως για να είναι επιτυχής η διαδικασία της επαλήθευσης πρέπει η ομάδα DFSS να έχει στο νου της τα παρακάτω σημαντικά ερωτήματα:

- Πόσο κοντά στην πραγματικότητα είναι τα Πρωτότυπα;
- Πώς καθορίζονται οι λειτουργικές απαιτήσεις;
- Με πόση ακρίβεια προσδιορίστηκε το περιβάλλον εφαρμογής;
- Πώς προσδιορίστηκε η προβλεπόμενη λειτουργική ζωή του προϊόντος ή της διαδικασίας;

4.4.1. Τρία Σημαντικά Βήματα για την Επιβεβαίωση της Σωστής Λειτουργίας του Έργου

Τα τρία βήματα⁵⁶ για την επαλήθευση ενός DFSS Έργου είναι:

1. Επαλήθευση της ικανότητας της παραγωγικής διαδικασίας.
2. Διεξαγωγή του πρωτότυπου build-text-fix cycle.
3. Διεξαγωγή ενός πιλοτικού τεστ παραγωγής.

Το πρώτο βήμα, η επαλήθευση της ικανότητας των παραγωγικών διαδικασιών, εμπεριέχει την εγκαθίδρυση και την επιβεβαίωση της ικανότητας του προσωπικού, των διαδικασιών εκπαίδευσης, παραγωγής και ελέγχου, του εξοπλισμού, των μετρητών, των μετρικών συστημάτων και των συστημάτων βαθμολόγησης για την παράδοση άμογων προϊόντων στο χαμηλότερο δυνατό κόστος. Παρόλο που οι μεθοδολογίες είναι γνωστές στο βιομηχανικό περιβάλλον για όλα τα παραπάνω, η DFSS επιβάλλει αυστηρότερες απαιτήσεις για την ποιότητα με την οποία εκτελούνται.

⁵⁶ Chowdhury S., "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

Το δεύτερο βήμα, η διεξαγωγή του πρωτότυπου build-text-fix cycle⁵⁷, είναι μια βασική δραστηριότητα που φέρνει κοντά τα άτομα που ασχολούνται με τη σωστή απόδοση των κρίσιμων ποιοτικών χαρακτηριστικών με τους πελάτες. Αυτό γίνεται για την επιβεβαίωση της παράδοσης προϊόντων/υπηρεσιών ανώτατης ποιότητας με το μικρότερο δυνατό κόστος, ικανοποιώντας ταυτόχρονα τις απαιτήσεις των πελατών σε μέγιστο βαθμό.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι επαλήθευσης της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας όλων των ενεργειών που αποδίδουν στα προϊόντα και στις διαδικασίες το πλεονέκτημα της ανώτερης ποιότητας, μα ένας από τους πιο καινοτόμους είναι το Test to Bogey⁵⁸. Σε αυτή την προσέγγιση, καθορίζεται ένα ελάχιστο αποδεκτό σημείο για την λειτουργική απόδοση και εγκαθιδρύεται ένα κρίσιμο όριο ζωής (συνήθως μετρημένο είτε σε χρόνο είτε σε κύκλους), ενώ στη συνέχεια στήνεται το τεστ και εκτελείται. Εάν πολλά πρωτότυπα επιτύχουν, τότε το σχέδιο θεωρείται επιτυχές. Για να θεωρηθεί το Test to Bogey αποδοτικό, πρέπει να καθορισθεί ο αναγκαίος αριθμός των πρωτότυπων που θα εξεταστούν. Συνήθως τα δείγματα των πρωτότυπων είναι αρκετά μεγάλα και απαιτείται αρκετός χρόνος και σημαντικά έξοδα.

Υπάρχει περίπτωση όλα τα πρωτότυπα να περάσουν τα Test to Bogey, όμως υπάρχει ο κίνδυνος του «υπερσχεδιασμού», δηλαδή να είναι πολύ καλύτερα από ότι χρειάζεται να είναι. Για αυτή την περίπτωση, εφαρμόζεται μια νέα εξέταση με τη μέθοδο Test to Failure⁵⁹. Με αυτή τη μέθοδο τα πρωτότυπα εξετάζονται μέχρι να αποτύχουν όλα και έτσι γίνεται ο διαχωρισμός τους. Έτσι στο τέλος, μελετώνται και βγαίνει η γνωμάτευση για το ποιο αποδίδει καλύτερα.

Τα δύο παραπάνω τεστ αλληλοσυμπληρώνουν το ένα το άλλο, αφού το Test to Bogey εξετάζει τον παράγοντα της αντοχής, ενώ το Test to Failure εξετάζει την απόδοση. Όμως υπάρχει μια τρίτη προσέγγιση, η οποία καλείται Functional Degradation Testing

⁵⁷ Ομοίως.

⁵⁸ Nagel T., Kramer J., Presti M., Schatz A., Breuer A., "A new approach of accelerated life testing for metallic catalytic converters", for Ford Motor Company, SAE International 2003

⁵⁹ Chowdhury S., "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003

(FDT)⁶⁰ και μετράει ταυτόχρονα τόσο την απόδοση όσο και την αντοχή. Η μέθοδος FDT έχει προτερήματα, όπως το ότι δεν χρειάζεται μεγάλο δείγμα και προκύπτουν περισσότερα συμπεράσματα για το σχέδιο σε σχέση με τις υπόλοιπα τεστ. Επίσης, μέσω της μεθόδου FDT καθορίζονται και τα επίπεδα της απόδοσης που ικανοποιούν τους πελάτες κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ζωής του προϊόντος ή της διαδικασίας.

Η FDT γίνεται μέσω τριών βημάτων, τα οποία είναι:

1. Καθορισμός της διάρκειας της λειτουργικής ζωής του προϊόντος ή της διαδικασίας.
2. Εγκαθίδρυση ενός αποδεκτού επιπέδου απόδοσης που πρέπει να έχει ένα προϊόν ή μία διαδικασία κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ζωής.
3. Αξιολόγηση της λειτουργίας του πρωτότυπου συναρτήσει του χρόνου.

Σκοπός του FDT είναι να αναδείξει τα προϊόντα και τις διαδικασίες οι οποίες διατηρούν δυνατές αποδόσεις για μεγάλες περιόδους. Επιπλέον, η FDT χρησιμοποιείται και ως δείκτης της στιβαρότητας του σχεδίου με αποτέλεσμα να γίνεται και σύγκριση εναλλακτικών σχεδίων.

Φυσικά, τα τεστ (Test to Bogey, Test to Failure και FDT) είναι τεστ σχεδίου. Όμως, η φιλοσοφία του DFSS δεν περιορίζεται στο ενδιαφέρον του σχεδίου, αλλά και στην επιβεβαίωση των ικανοτήτων των παραγωγικών διαδικασιών και των διαδικασιών προσφερόμενων υπηρεσιών. Αν δεν παραχθεί το σχέδιο ακριβώς όπως απαιτείται, τότε το τέλειο σχέδιο μένει ως σχέδιο στα χαρτιά.

Το τρίτο βήμα της επαλήθευσης είναι το τελικό στάδιο όπου διεξάγεται ένα πιλοτικό τεστ, με το οποίο επαληθεύεται η παραγωγική ικανότητα και οι διαδικασίες συναρμολόγησης για να δημιουργηθεί το προσδοκώμενο σχέδιο με τη μέγιστη ποιότητα και το ελάχιστο κόστος.

Το πιλοτικό τεστ αποδεικνύει ότι τα προϊόντα που παράγονται από τον παραγωγικό εξοπλισμό και τις παραγωγικές διαδικασίες ικανοποιούν τις υποδεικνυόμενες απαιτήσεις. Μετά την επιβεβαίωση της σωστής λειτουργίας των παραπάνω διαδικασιών

⁶⁰ Ομοίως.

πρέπει να διασφαλιστεί η συνεχής αποτελεσματικότητά τους. Η συνεχής παρακολούθηση των διαδικασιών γίνεται με μία Διαδικασία Ελέγχου (Process Control), η οποία είναι ένα από τα τελευταία στάδια του DFSS.

4.4.2. Διαδικασία Ελέγχου (Process Control)⁶¹

Η Διαδικασία Ελέγχου είναι ένα σύστημα δραστηριοτήτων, σχεδιασμένο για τη διατήρηση της αποτελεσματικότητας και απόδοσης όλων των διαδικασιών σε ικανοποιητικό επίπεδο και για τη δημιουργία των απαραίτητων προϋποθέσεων για ενδεχόμενες βελτιώσεις τους. Ο έλεγχος είναι πολύ σημαντική διαδικασία διότι διασφαλίζει όλα τα κέρδη των προηγούμενων φάσεων του DFSS. Το σύστημα των δραστηριοτήτων της πρέπει να τυποποιηθεί και να καταγραφεί σε έγγραφα για τη καλύτερη εφαρμογή του ελέγχου. Η ύπαρξη εγγράφων για την καταχώρηση διαδικασιών και οδηγιών είναι υποχρεωτική, γιατί συντελεί στην εύκολη κατανόηση των δραστηριοτήτων από τους εργαζόμενους που εμπλέκονται σε αυτές. Επίσης, πρέπει να σημειώνονται και χαρακτηριστικές βασικές μετρήσεις, ώστε οι εργαζόμενοι να ελέγχουν εύκολα τη δουλειά τους και να επεμβαίνουν κάνοντας τις ανάλογες ρυθμίσεις. Η καταγραφή των διαδικασιών και οδηγιών γίνονται σε έντυπα που ονομάζονται “Process Control Plans”.

Το “Process Control Plan” είναι ένας επίσημος μηχανισμός ελέγχου που αποτρέπει την υποβάθμιση ή την απόκλιση όλων των δραστηριοτήτων. Τίθεται όμως το ερώτημα για το ποιος είναι ο βέλτιστος βαθμός ανάλυσης των τυποποιημένων καταγραφόμενων δραστηριοτήτων στα έντυπα ελέγχου. Η απάντηση μπορεί να δοθεί μόνο από το συνδυασμό κρίσιμων παραγόντων που χαρακτηρίζουν κάθε διαδικασία. Οι κυριότεροι παράγοντες είναι:

1. Η πιθανότητα και το μέγεθος της καταστροφής του Έργου σε περίπτωση λαθεμένης κατανόησης της διαδικασίας από το αναγνώστη.

⁶¹ Chowdhury S., "Design For Six Sigma", Financial Times Prentice Hall, 2003

2. Η δυσκολία εφαρμογής λόγω πολυπλοκότητας της διαδικασίας.

Αυτό που πρέπει να επιδιώκεται είναι η σωστή καθοδήγηση των εργαζομένων, χωρίς το βομβαρδισμό τους με ανούσιες επιπλέον πληροφορίες, ενώ πρέπει ταυτόχρονα να δίνεται και ένα αίσθημα αυτοβουλίας προς τους εργαζομένους για να νιώθουν κύριοι του έργου τους και όχι απλά επιτελικά άτομα.

Για τον αποτελεσματικό έλεγχο των δραστηριοτήτων, πρέπει οι εργαζόμενοι να καταγράφουν τα βασικά σημεία των εξελίξεων τους, με αποτέλεσμα να γίνονται πιο εύκολα οι συγκρίσεις. Ταυτόχρονα, ο εργαζόμενος-ελεγκτής εκτός από τη συνεχή καταγραφή των ελεγχόμενων σημείων, υποχρεώνεται και με την σύνταξη μιας μικρής έκθεσης με θέμα τα συμπεράσματά του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κατανοεί ο εργαζόμενος-ελεγκτής περισσότερο τη διαδικασία που παρακολουθεί και να έχει μια πιο τεκμηριωμένη άποψη. Τέλος, τα καταγραφόμενα σημεία ελέγχου πρέπει να έχουν επικοινωνιακό χαρακτήρα. Στα έντυπα πρέπει τα σχόλια να συνοδεύονται με διαγράμματα, σχήματα και πίνακες, ώστε να διευκολύνεται η ανάλυσή τους.

Το πνεύμα του DFSS, όπως έχει προαναφερθεί, εστιάζεται πάντα στον πελάτη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο άρτιος έλεγχος και η σωστή καταγραφή του συντελεί στη διευκόλυνση του επόμενου εργαζομένου (εσωτερικός πελάτης) που παραλαμβάνει την πληροφορία αυτή.

Βιβλιογραφία 4^{οο} Κεφαλαίου

Akao, Y. *"An Introduction to Quality Function Deployment"*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1-24, 1990

Ankur J., *"Applying Criteria-Based Matrix to Prioritize IT Projects"*, Feb. 2008. Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c060731a.asp>

Ben-Tal A., Nemirovski A., *"Robust optimization - methodology and applications"*, Springer-Verlag 2002

Barry K., Domb E. and Slocum M. S., *"TRIZ A powerful methodology for creative problem-solving"*, Mind Tools Newsletter 63 - 12th December 2006. Also available at: http://www.mindtools.com/pages/article/newCT_92.htm

Chowdhury S., *"Design For Six Sigma"*, Financial Times Prentice Hall, 2003

Chowdhury S., *"Power of Design for Six Sigma"*, Dearborn Trade Publishing, 2003

Clark J. J., Littrell P. D. *"Breaking down the Work Breakdown Structure: the WBS is the beginning of everything else in the acquisition process"* Program-Project Management Program Manager, March, 2002

Dale H. Besterfield, *"Quality control"*, Pearson Education, 2001.

Elmar Sauerwein , Franz Bailom, Kurt Matzler, Hans H. Hinterhuber, *"THE KANO MODEL: HOW TO DELIGHT YOUR CUSTOMERS"*, Preprints Volume I of the IX. International Working Seminar on Production Economics, Innsbruck/Igls/Austria, February 19-23 1996, pp. 313 -327

Frey D., *"Pugh Concept Selection"*, presentation for Systems Engineering, 2002

Horngren C.T., Datar S. M. and Foster G. "*Cost Accounting*", 12th Edition, Pearson Prentice Hall 2006

Lally R., Michalko M., "*How to produce more creative ideas*", Getting Results, Nov 1996 v41 n11 p6(2)

Leung P., Ishii K., Abell J. & Benson J., "*Global Failure Modes and Effects Analysis: a Planning Tool For Global Product Development*", International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, Long Beach, California USA, September 24-28, 2005,

Mallon, J. C., and Mulligan, D. E., "*Quality Function Deployment - A System for Meeting Customers' Needs*", J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 1993.

Murdoch, A., "*Lateral benchmarking or what formula one taught an airline*", Management Today, Vol. 75 No.10, pp.64-7, 1997

Nagel T., Kramer J., Presti M., Schatz A., Breuer A., "*A new approach of accelerated life testing for metallic catalytic converters*", for Ford Motor Company, SAE International 2003

Phadke Madhav S., "*Robust Design (Taguchi Method)*".

Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c020311a.asp>. Jan 2008

Phadke Madhav S., "*Robustness Strategy*".

Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c020311b.asp>, Jan 2008

Roshan V. J., "*Taguchi's approach to robust parameter design: a new perspective*", IIE Transactions v39 i8 p805(6), August 2007.

Ross P. J., "*Taguchi Techniques for Quality Engineering*", McGraw-Hill, 1996.

Smith H., "*What Innovation Is*", CSC White Paper, September 2004. Also available

at: <http://www.imeche.org/industries/manufacturing/triz/mumbo-jumbo.htm>

Sudhakar P. R., "*An introduction to quality improvement through Taguchi methods*", Industrial Engineering, v27 n1 p53(2), Jan 1995 .

Toksoy J., "*ROBUST DESIGN PRINCIPLES*", Presentation for Cummins Inc, 2001.

Turner M., "*Breakthrough performance improvement through 'assumption busting'*", Spectra the journal of the MCA o winter 2004.

Ullman, David G., "*The Mechanical Design Process*", McGraw-Hill, Inc., U.S.A., 1997.

Wilson C., "*Brainstorming Pitfalls and Best Practices*" Interactions Magazine September 2006.

Γιοβάνωφ Γ., Κοσμίδης Δ., "*Ο ρόλος της τεχνολογικής υπεροχής στην παραγωγή της τεχνολογίας*", Άνοικτό ΜΒΑ ΤΑ ΜΥΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ, 32ο Τεύχος 25/09/2006.

Καττιρτζή Ε., "*Τηλεπικοινωνιακή Υποδομή ΑΤΗΚ*" Περιοδικό: ΟΔΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, τεύχος 32 Ιούνιος 2001.

Μπλέσιος Ν., "*Σημειώσεις Διαλέξεων Διοίκησης Ολικής Ποιότητας*", Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 1999.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Οι Ρόλοι των Εργαζομένων μέσα σε μία επιχείρηση για την ορθή εφαρμογή του DFSS

5.1. Κατανομή Ρόλων στους Εργαζομένους για ένα επιτυχημένο DFSS

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία του DFSS είναι οι ρόλοι που παίζουν οι εμπλεκόμενοι. Κάθε ένας πρέπει να έχει ένα συγκεκριμένο ρόλο, πλήρως καθορισμένο με κυρώσεις για την αναποτελεσματικότητά του και επιβραβεύσεις για την επιτυχημένη διαχείριση των αρμοδιοτήτων του. Αυτή η πολιτική πρέπει να ισχύει για όλους τους εργαζομένους ανεξάρτητα της θέσης τους.

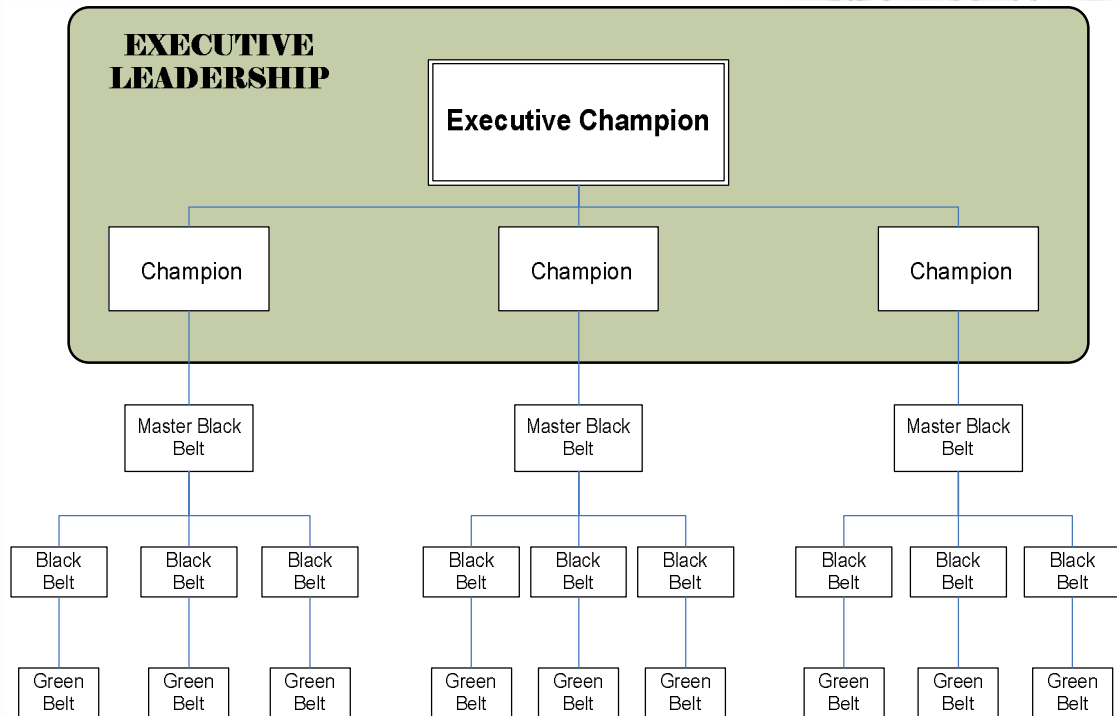
Για τη σωστή εφαρμογή DFSS, ορίζεται μια λίστα ρόλων που διαμοιράζονται στους εργαζομένους ανάλογα με τα προσόντα και τις αρμοδιότητές τους. Συγκεκριμένα, σ'ένα DFSS Έργο καθορίζονται οι ακόλουθοι ρόλοι⁶²:

- Ανώτατη Ηγεσία (Executive Leadership(EL))
 1. Executive Champion (ECh)
 2. Champion (Ch)
- Master Black Belt (MMB)
- Black Belt (BB)
- Green Belt (GB)
- Team Member (TM)

Φυσικά η παραπάνω λίστα δεν είναι υποχρεωτική για κάθε επιχείρηση, η οποία μπορεί να το προσαρμόσει ανάλογα με τις δικές της ανάγκες. Αν και φαίνεται να υπάρχει διαβάθμιση μεταξύ των ηγετικών στελεχών (Champions) σε υψηλόβαθμους και

⁶² Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003.

χαμηλόβαθμους, στην ουσία όμως αποτελούν μαζί μια ξεχωριστή οντότητα (Executive Leadership) μέσα σ' ένα σύστημα DFSS. Μια πιθανή δομή μιας επιχείρησης που εφαρμόζει DFSS φαίνεται στο σχήμα 5.1. Όπως φαίνεται στο σχήμα, ένας ECh και τρεις Chs αποτελούν την Ανώτατη Ηγεσία που πρέπει να καθοδηγήσει και τα υπόλοιπα μέλη που αποτελούν την οργανωτική δομή ενός συνόλου που επιτελεί DFSS Έργα.



Σχήμα 5. 1: Οργανωτική δομή DFSS

5.1.1. Executive Leader

Η Ανώτατη Ηγεσία (EL), σύμφωνα με την εφαρμογή του DFSS, αποτελεί την κινητήρια δύναμη και την πηγή έμπνευσης για την άριστη υιοθέτηση της φιλοσοφίας του μέσα στην επιχείρηση. Με άλλα λόγια, η EL πρέπει να κατανοεί και να υποστηρίζει αδιάκοπα τη φιλοσοφία του DFSS μέσα στην επιχείρηση για να φτάσει στους στόχους της. Εκείνη είναι που καθορίζει το ρυθμό επίτευξης ενός DFSS Έργου, ενώ σε αντίθετη περίπτωση που η ίδια είναι νωθρή, μειώνεται στους υπόλοιπους συμμετέχοντες το αίσθημα του

επείγοντος με συνέπεια να υπάρχει κωλυσιεργία και ανησυχία. Η σωστή EL πρέπει να καθορίζει συχνές και μικρές χρονικά συναντήσεις με τους σημαντικότερους εμπλεκόμενους και όχι αραιές και μακρόσυρτες.

Επιπλέον, η EL έχει και απτά καθήκοντα στην εφαρμογή του DFSS, ιδιαίτερα στον τομέα του σχεδιασμού και του μάρκετινγκ. Συγκεκριμένα, η ηγεσία πρέπει να κάνει τα ακόλουθα⁶³:

1. Καθιέρωση συγκεκριμένων κανόνων στην πρωτοβουλία του DFSS.
2. Επιλογή της περιοχής εφαρμογής των Έργων και παροχή των απαραίτητων πηγών για την πραγματοποίησή τους.
3. Περιοδική επισκόπηση της διαδικασίας των Έργων για να εμφυσησουν υπευθυνότητα, για να προσδώσουν καθοδήγηση και για να επιλύσουν τετριμμένα προβλήματα.
4. Συνδρομή στους υπολογισμούς του αντιτίμου του Έργου με έμφαση στα καθαρά έσοδα.
5. Διοχέτευση των «καλύτερων πρακτικών» σε άλλα τμήματα της επιχείρησης, στους έμπιστους και καλούς προμηθευτές και πελάτες.

Όπως είναι φυσιολογικό, η EL πρέπει να αποτελείται από τα κορυφαία στελέχη μιας επιχείρησης για να έχει και το ανάλογο κύρος. Ο πρόεδρος της επιχείρησης πρέπει να αναθέσει το ρόλο του αρχηγού της Ανώτατης Ηγεσίας, σ' ένα άτομο που να έχει ήδη υψηλές αρμοδιότητες μέσα στην επιχείρηση. Ο αρχηγός της ομάδας έχει τον τίτλο Executive Champion. Το άτομο που θα του κατανεμηθεί αυτός ο τίτλος πρέπει να είναι ο Διευθύνων Σύμβουλος ή ο Αντιπρόεδρος ή ο Διευθυντής Παραγωγής ή Μάρκετινγκ και έτσι οι εργαζόμενοι της επιχείρησης αντιλαμβάνονται τη σοβαρότητα του εγχειρήματος του DFSS. Τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας είναι και αυτά υψηλόβαθμα με ξεχωριστές αρμοδιότητες και ονομάζονται Champions.

⁶³ Creveling, C. M., J. L. Slutsky, and D. Antis Jr. (2003). "Design for Six Sigma" Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2003

5.1.1.1 Executive Champions (EChs) και Champions (Chs)

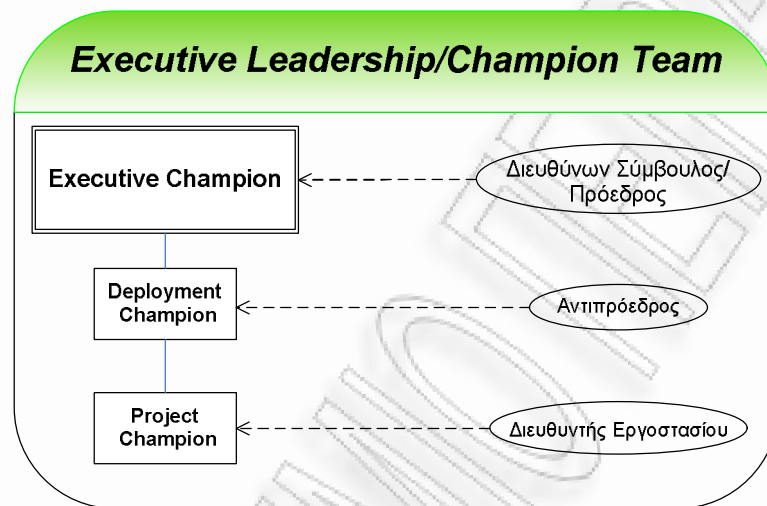
Όπως προαναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο, ένα από τα πρώτα και σημαντικότερα καθήκοντα ενός προέδρου μιας επιχείρησης, που θέλει να εφαρμόσει DFSS, είναι η ανάθεση της ευθύνης για την επίβλεψη και την υποστήριξη της εφαρμογής του DFSS σ' ένα συγκεκριμένο άτομο. Το άτομο με αυτά τα καθήκοντα, ονομάζεται Executive Champion (ECh). Ο ECh είναι ο αρχηγός της ομάδας των Champions (Chs), που απαρτίζεται από Chs μικρότερης βαθμίδας, που είναι διευθυντές από κάθε μεγάλο τμήμα της επιχείρησης. Οι Chs είναι από τα πρώτα άτομα που εκπαιδεύονται για την ανάπτυξη και την εφαρμογή του DFSS.

Ο ρόλος των Chs είναι καταλυτικός σε μια επιχείρηση γι' αυτό και η επιλογή τους πρέπει να γίνεται με τη δέουσα σοβαρότητα. Με την επιλογή των Chs επιβαρύνεται ο ECh, ο οποίος πρέπει να επιλέξει άτομα γνώστες του DFSS, διακατεχόμενους από τον απαιτούμενο ζήλο και την πίστη στο όραμα του ECh. Ο ρόλος των Chs απαιτεί ισορροπία μεταξύ της παροχής αυτονομίας των ενεργειών των υφισταμένων του και την παροχή καθοδήγησης σε αυτούς για τη διευθέτηση των προσπαθειών τους. Συγκεκριμένα οι υπευθυνότητες των Chs μπορούν να διακριθούν⁶⁴:

- στη θέση στόχων για τα DFSS Έργα σύμφωνα με τις προτεραιότητες της επιχείρησης,
- στην παροχή καθοδήγησης πάνω στο Έργο και στην έγκριση γενικών αλλαγών του Έργου,
- στην εύρεση ή διαπραγμάτευση πόρων που χρειάζονται για την πραγματοποίηση του Έργου,
- στη συμβολή για την εξομάλυνση τυχόν απρόοπτων δυσκολιών που εμφανίζονται στην συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας που εκπονεί το Έργο με πλήρη αναφορά στην Executive Leadership και
- στη διασφάλιση της ομαλής διεκπεραίωσης του Έργου

⁶⁴ Breyfogle, Forrest W., III. "Implementing Design for Six Sigma." New York: John Wiley & Sons, 1999.

Όπως γίνεται αντιληπτό, τα καθήκοντα των Chs είναι πολλά και δύσκολα και για την καλύτερη διεκπεραίωσή τους γίνεται διαχωρισμός αρμοδιοτήτων. Έτσι έχουμε δύο είδη Chs, τους Deployment και Project Champions⁶⁵ (Σχ.5.2).



Σχήμα 5. 2: Δομή της Executive Leadership, μέσα σε μία επιχείρηση

Ο διαχωρισμός αυτός δανείζεται από την παραδοσιακή εφαρμογή του Έξι Σίγμα, ενώ προτιμάται αυτή η δομή της ομάδας από τις περισσότερες επιχειρήσεις. Ο λόγος της προτίμησης αυτής είναι ευνόητος, αφού η πλειοψηφία των επιχειρήσεων που επιθυμούσε να εφαρμόσει το DFSS νωρίτερα, εφάρμοζε Έξι Σίγμα. Κατά καιρούς επιχειρήσεις έχουν προσπαθήσει να αλλάξουν τη δομή αυτή, είτε με δύο EChs (Six Sigma Executive Champion, DFSS Executive Champion), είτε με τρεις Chs (Design, Transactional και Process Champion). Οι παραλλαγές αυτές βασίζονται στο ότι οι επιχειρήσεις χρειάζονται πιο εξειδικευμένους Chs με συγκεκριμένες αρμοδιότητες. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε επιχειρήσεις του βιομηχανικού τομέα υπάρχει Ch με τον τίτλο Manufacturing Process Champion, ο οποίος πρέπει να διεκπεραιώνει Έργα αποκλειστικά συσχετιζόμενα με την παραγωγή.

⁶⁵ Yang K. & Basem El-Haik, "Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development", McGraw-Hill Professional, 2003

Από τη μία πλευρά, οι Deployment Champions προορίζονται για να αφοσιώνονται στη διαχείριση της εφαρμογής του DFSS και στην επίβλεψη της σωστής εκτέλεσης των DFSS Έργων. Από την άλλη, οι Project Champions είναι κατά κάποιον τρόπο οι «διοκτύτες» των DFSS Έργων και είναι υπεύθυνοι για την παροχή οποιασδήποτε βοήθειας στους Black Belts, οι οποίοι εκτελούν το Έργο.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι οι λεπτομέρειες των διορισμών των Champions, της απόφασης κατανομής των τίτλων, του σχεδιασμού της εκπαίδευσης των Champions, Master Black Belts, Black Belts και Green Belts, της απόδοσης της επιλογής του Έργου και της διευθέτησης της αρχής του DFSS είναι πολύ σημαντικές. Στην περίπτωση αυτή, ένα αλάνθαστο σχέδιο εξαρτάται από τις άνογες λεπτομέρειες. Εδώ, έγκειται η διαφορά της νοοτροπίας του DFSS από τις υπόλοιπες φιλοσοφίες σύμφωνα με την οποία ο σωστός λεπτομερειακός σχεδιασμός με βάση τον DFSS είναι εύρωστος και άπρωτος.

5.1.2. Master Black Belt

Ο Master Black Belt (MBB) είναι ένα άτομο επιλεγμένο από τον Champion για να γίνει ένας εσωτερικός ειδικός για την εφαρμογή του DFSS, ηγείται στα μεγάλα Έργα, εκπαιδεύει και καθοδηγεί τους BBs.

Η επιλογή των MBBs γίνεται συνήθως μέσα από δύο προσεγγίσεις, οι οποίες προέκυψαν μέσα από τη μεθοδολογία του Έξι Σίγμα. Η πρώτη προσέγγιση βασίζεται στη στελέχωση των MBBs από το εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης, ενώ ταυτόχρονα η επιχείρηση επιλέγει τους Champions. Σ' αυτή τη μέθοδο, οι MBBs περνάνε από την εκπαίδευση των Champions και τα βασικά σημεία της εκπαίδευσης των BBs. Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους περνάνε από επιπρόσθετη εκπαίδευση για να αναπτύξουν τεχνικές και διοικητικές ικανότητες. Η δεύτερη προσέγγιση εμπεριέχει αρχικά εκπαίδευση των BBs σε μερικά Έργα και ανάλογα με τις επιδόσεις τους επιλέγονται οι MBBs. Στη φιλοσοφία του DFSS, που απαιτεί τη συμμετοχή των

καλύτερου ανθρώπινου δυναμικού μιας επιχείρησης, ταιριάζει περισσότερο η δεύτερη μέθοδος⁶⁶.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι σε έρευνες στις Η.Π.Α έχει αποδειχθεί ότι οι MBBs είναι ικανοί να εξοικονομήσουν για την επιχείρηση περίπου \$2.000.000 ανά Έξι Σίγμα Έργο, ενώ κάτω από τη σωστή καθοδήγησή του οι BBs και οι GBs μπορούν και επιφέρουν \$7.000.000 ετησίως⁶⁷. Προφανώς τα επαναστατικότερα DFSS Έργα θα είναι περισσότερα προσοδοφόρα, αρκεί βέβαια οι BBs να κατανοήσουν τις διαφορές μεταξύ των δύο μεθοδολογιών.

Όταν μια επιχείρηση αποφασίσει να εφαρμόσει το DFSS, οι ρόλοι των MBBs εκτελούνται από εξωτερικούς συνεργάτες που έρχονται στην επιχείρηση ως ειδικοί για να διδάξουν τις αρχές του DFSS στους υποψήφιους BB της επιχείρησης. Στην ουσία, βοηθάνε τους Champions να επιλέξουν τα σωστά Έργα και τους ικανούς ανθρώπους για να τα πραγματοποιήσουν. Στη συνέχεια, εκπαιδεύουν και καθοδηγούν τους εργαζομένους που καθημερινά θα ασχολούνται με την εφαρμογή του DFSS. Οι MBBs είναι οι άνθρωποι που έχουν τη μεγαλύτερη ευθύνη για τη δημιουργία διαρκών και θεμελιωδών αλλαγών σύμφωνα με τον τρόπο λειτουργίας της επιχείρησης. Για να γίνουν όλα αυτά, πρέπει οι MBBs να έχουν την ικανότητα να επιλέγουν τα ορθά Έργα, τους κατάλληλους ανθρώπους, τους οποίους πρέπει να διδάσκουν, να καθοδηγούν και να ελέγχουν με το σωστό τρόπο.

Εν κατακλείδι, οι MBBs συνεργάζονται με τους Champions για να επιλέξουν τα ορθά Έργα και τους κατάλληλους ανθρώπους που θα πρέπει να δουλέψουν πάνω σ'αυτά. Μετά, εκπαιδεύουν και καθοδηγούν τους ανθρώπους αυτούς για να επιτύχουν. Το πιο σημαντικό πρόσωπο που επιλέγουν είναι τον Black Belt.

⁶⁶ **Chowdhury S.** "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003.

⁶⁷ **Croniser B.**, "SBTI Six Sigma Master Black Belts Yielding Significant Benefits to Their Companies", R Newswire, July 2, 2007

5.1.3. Black Belts

Οι Black Belts (BBs) είναι τα άτομα που κάνουν την πραγματική δουλειά για την εφαρμογή του DFSS. Ενεργούν σαν υπομόχλια που υποστηρίζουν όλο το Έργο, είναι οι πραγματικοί ηγέτες του εγχειρήματος του DFSS. Το μεγαλύτερο λάθος μιας επιχείρησης είναι να επιλέξει έναν μη αφοσιωμένο υπάλληλό της σε BB. Αυτή η κίνηση μπορεί να θεωρηθεί ως η μεγαλύτερη εγγύηση αποτυχίας του DFSS. Η χρησιμότητα του BB σ' ένα DFSS Έργο φαίνεται και με οικονομικά στοιχεία, από επιχειρήσεις που ήδη εφαρμόζουν DFSS και υπολογίζουν ότι ένας σωστός BB μπορεί να προσφέρει Έργο που να επιφέρει στην επιχείρηση μέχρι και 1 εκατ. δολάρια (\$) κέρδος συνολικά⁶⁸.

Για τη διασφάλιση της επιτυχίας του έργου ενός BB, πρώτα πρέπει η επιχείρηση να είναι σίγουρη ότι θα επιλέξει ένα άτομο με αξιόλογη νόηση και θέληση, αλλά και με αδέσμευτη σκέψη. Οι BBs πρέπει να έχουν συνάμα διοικητικές και τεχνικές δεξιότητες, την ικανότητα να εμπνέουν πάθος στους υφισταμένους τους και εμπιστοσύνη στους ανώτερους τους. Το σημαντικότερο πράγμα που κάνουν οι BBs είναι η μετατροπή του DFSS από ένα ιδεατό όραμα σε πραγματικότητα.

Βέβαια σε κάθε επιχείρηση η διαδικασία ανεύρεσης των εργαζομένων με τα παραπάνω προσόντα φαίνεται πολύ δύσκολη. Όμως στην πραγματικότητα κάθε επιχείρηση έχει μια πληθώρα ταλέντων που αποζητούν την καταξίωση και πιθανόν να αγνοούνται. Συνήθως επιλέγονται διευθυντές με τεχνικό υπόβαθρο και άτομα νέα στην εταιρία που θα έχουν την τόλμη να προωθήσουν με καινοτόμο διάθεση το Έργο.

Από τη στιγμή που επιλέγονται οι καλύτεροι υποψήφιοι για BBs, ξεκινάει και η εκπαίδευσή τους. Φυσικά η εκπαίδευση αυτή επικεντρώνεται στο DFSS και περιλαμβάνει επιμόρφωση, εξάσκηση και καθοδήγηση. Η διάρκεια της επιμόρφωσης και της εξάσκησης εξαρτώνται από το εύρος και την πολυπλοκότητα του κάθε Έργου, ενώ συνήθως η διεξαγωγή τους διαρκεί μια βδομάδα το μήνα μέσα σ' ένα διάστημα τεσσάρων με έξι μηνών. Ανάμεσα σε αυτές τις εβδομάδες επιμόρφωσης και εξάσκησης,

⁶⁸ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003.

οι BBs οδηγούν την ομάδα τους στα Έργα υπό τη καθοδήγηση των MBBs, που αρχικά προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης⁶⁹.

Πιο συγκεκριμένα, μετά από κάθε βδομάδα επιμόρφωσης και εξάσκησης οι BBs πηγαίνουν στους εργασιακούς τους χώρους και θέτουν σε εφαρμογή τις γνώσεις που έμαθαν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι BBs να μαθαίνουν γρηγορότερα και ουσιαστικότερα τη μεθοδολογία και τις τεχνολογίες του DFSS. Ταυτόχρονα, εφαρμόζοντας άμεσα τη μεθοδολογία DFSS οι BBs ξεκινούν πολύ γρήγορα τη διαδικασία εξοικονόμησης χρημάτων για την επιχείρηση.

Η εκμάθησή τους περιλαμβάνει τέσσερις βασικές φάσεις, όσα είναι δηλαδή τα τέσσερα βασικά στοιχεία της στρατηγικής του DFSS: την εύρεση και τον καθορισμό, την βελτιστοποίηση και την επιβεβαίωση των διαδικασιών ότι προσφέρουν υψηλά επίπεδα ικανοποίησης πελατών, εξοικονόμησης οικονομικών πόρων και περισσότερα καθαρά έσοδα. Η επιτυχία των τεσσάρων αυτών θεμάτων βασίζεται στην ορθή χρήση στρατηγικών και μαθηματικών εργαλείων όπως το QFD, Benchmarking, Robust Design, στατιστική, Design of Experiments κ.α. (Βλ. 4^ο κεφάλαιο).

Ο μελλοντικός BB κατά την πρώτη βδομάδα διδάσκεται και εκπαιδεύεται για το πρώτο στοιχείο του DFSS, δηλαδή την εύρεση και τον καθορισμό ενός Έργου. Στη συνέχεια επιστρέφει στον εργασιακό του χώρο και τα εφαρμόζει στην πράξη σε συγκεκριμένο Έργο, μέχρι να έρθει η βδομάδα διδασκαλίας και εκπαίδευσης του δεύτερου στοιχείου του DFSS οπότε και συνεχίζεται η ίδια διαδικασία μέχρι να τελειώσει η σειρά των μαθημάτων. Στο τέλος, ο BB είναι έτοιμος να ξεκινήσει το δικό του έργο στην επιχείρηση.

Από τη στιγμή που επιλέγονται οι BBs, πρέπει οι ίδιοι να αποφασίσουν για το πως πρέπει να γίνει η χρηματοδότηση ενός Έργου και ποιοι πόροι πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι Executive Leaders και οι Champions ανησυχούν για το τι πρέπει να γίνει, ενώ οι MBBs και οι BBs ανησυχούν για το πως. Αυτό συμβαίνει διότι οι BBs γνωρίζουν το τι πρέπει, το πως και το πότε να γίνει. Οι BBs με τις γνώσεις των χρήσεων των στατιστικών εργαλείων, μπορούν να αναλύσουν

⁶⁹ *Yang K., and Basem El-Haik, "Design for Six Sigma", New York: McGraw-Hill, 2003.*

κάθε κατάσταση και να προβούν στις απαιτούμενες αλλαγές, έχοντας πάντα υπόψη τους περιορισμούς των οικονομικών στόχων και των χρονικών περιθωρίων που τίθενται από τους ανώτερους τους⁷⁰.

Η διάρκεια της υπηρεσίας των BBs εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, αλλά γενικά έχει παρατηρηθεί ότι τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα την έχουν στο δεύτερο με τρίτο έτος της θητείας τους. Όμως μετά από ένα μεγάλο χρονικό διάστημα χάνουν το ενδιαφέρον τους για το αντικείμενό τους και πρέπει να αντικατασταθούν από νέα πρόσωπα.

Η δομημένη μορφή των ρόλων με τον πλήρη διαχωρισμό των αρμοδιοτήτων που προσφέρει το DFSS, δίνει την αίσθηση στον BB ότι έχει επιπλέον εξουσία με αποτέλεσμα να γίνεται περισσότερο δημιουργικός και παραγωγικός. Επιπλέον, η συμμετοχή σ' ένα επιτυχημένο άρτιο Έργο συνδέεται άμεσα με την αναγνώριση και επιβράβευση και αποτελεί ένα πολύ μεγάλο κίνητρο για τον BB.

5.1.4. Green Belts

Οι Green Belts (GBs) παρέχουν υποστήριξη στους BBs για την επίτευξη των Έργων. Εκπαιδεύονται και αυτοί στη μεθοδολογία του DFSS για να μπορούν να είναι στο ίδιο επίπεδο με τους BBs. Επιπλέον, οι GBs μπορούν να προαχθούν αργότερα σε BBs εφόσον είναι ικανοί. Φυσικά, οι BBs δεν απειλούνται να χάσουν τη θέση τους, διότι αυτοί εκπαιδεύουν και καθοδηγούν τους GBs και μόλις προαχθούν οι τελευταίοι τότε και αυτοί με τη σειρά τους προάγονται σε MBBs κ.ο.κ.

Οι GBs συνήθως δουλεύουν με μερική απασχόληση σε μια ομάδα DFSS. Συνδράμουν στα Έργα κυρίως εκθέτοντας την πρόοδο του προγράμματος στους BBs. Συμμετέχουν στο μισό εκπαιδευτικό πρόγραμμα των BBs, όμως ταυτόχρονα εκπαιδεύονται από τους

⁷⁰ Ομοίως.

BBs. Αυτό γίνεται διότι μέσω της διδασκαλίας, οι BBs κατανοούν καλύτερα τις εφαρμογές του DFSS, ενώ συγχρόνως προάγεται η συνεργασία και ενισχύεται η συνοχή μεταξύ τους

5.1.5. Team Member

Τέλος, υπάρχουν και τα απλά μέλη (Team Members, TMs) σε μια ομάδα DFSS, που προσφέρουν βοήθεια στους GBs και BBs για να φέρουν σε πέρας τα Έργα. Συγκεκριμένα, οι TMs δίνουν την απαραίτητη τεχνική, διοικητική ή αναλυτική γνώση τους όποτε ζητηθεί αυτή. Τέλος, θεωρούνται από την επιχείρηση ως εναλλακτικές επιλογές για θέσεις με περισσότερες αρμοδιότητες σε μελλοντικά DFSS Έργα.

5.2. Πέντε Σημαντικά Στοιχεία για Επιτυχημένη Εφαρμογή του DFSS μέσα σε μία επιχείρηση⁷¹

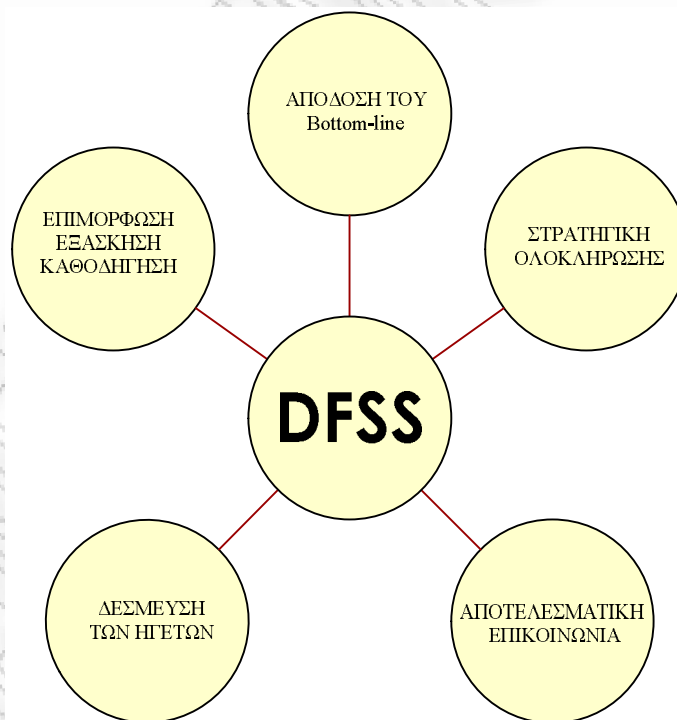
Η επιτυχημένη εφαρμογή του DFSS, όπως και κάθε νέου εγχειρήματος μέσα σε μια επιχείρηση, εξαρτάται πολύ από τα αποτελέσματα των πρώτων βημάτων. Κρίσιμο στοιχείο μιας επιτυχημένης αρχής είναι η επιλογή του πρώτου Έργου. Είναι πολύ σημαντικό να επιλεγθεί ένα προσοδοφόρο DFSS Έργο, επαρκώς καινοτόμο ώστε να προκαλεί την φαντασία των εργαζομένων και να δίνει την αίσθηση ότι η φιλοσοφία DFSS μπορεί να αποτυπωθεί σε μία συμπαγή και οργανωμένη προσπάθεια με εγγυημένα ευεργετικά αποτελέσματα.

⁷¹ Chowdhury S. “Design For Six Sigma”, Financial Times Prentice Hall, 2003

Η ειδοποιός διαφορά μεταξύ της επιτυχημένης εφαρμογής του DFSS και των υπόλοιπων εφάμιλλων φιλοσοφιών είναι η ανάμειξη πολλών προσώπων όλων των βαθμίδων μέσα σε μια επιχείρηση, με προελαύνουν το ίδιο διοικητικό συμβούλιό της. Όταν οι εργαζόμενοι παρατηρούν τον Πρόεδρο ή τον Διευθύνοντα Σύμβουλο της επιχείρησης να πρωτοστατεί στην εφαρμογή του DFSS, τότε νιώθουν την υποχρέωση και το ζήλο να συμμετάσχουν και αυτοί.

Η προσπάθεια της εφαρμογής του DFSS εξαρτάται από τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Τη δέσμευση των Ηγετών στο DFSS.
2. Την επιμόρφωση, εξάσκηση και καθοδήγηση.
3. Την αποτελεσματική επικοινωνία.
4. Τη στρατηγική ολοκλήρωσης.
5. Τα κρίσιμα επιχειρηματικά αποτελέσματα (Bottom-line)



Σχήμα 5. 3: Πέντε Σημαντικά Στοιχεία για την Επιτυχημένη Εφαρμογή του DFSS

5.2.1. Αφοσίωση των Ηγετών στο DFSS

Η ηγεσία σε μία επιχείρηση, όπως ήδη έχει ειπωθεί, αποτελείται από τα ανώτατα στελέχη μια επιχείρησης. Ο Πρόεδρος και το Διοικητικό Συμβούλιο ενωμένοι, πρέπει να εμφυσήσουν στην επιχείρηση το πνεύμα του DFSS και να είναι αρωγοί κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του. Το σημαντικότερο είναι ότι η Ηγεσία πρέπει να καταλάβει και να διαδώσει ότι το DFSS δεν είναι ένα ξερό σύνολο διαδικασιών εφαρμοσμένο στην παραγωγή των βιομηχανιών, αλλά μία φιλοσοφία με διευρυμένες εφαρμογές σε όλο το εύρος μιας επιχείρησης⁷². Το DFSS είναι ένα μέσο βελτίωσης του επιπέδου απόδοσης της επιχείρησης και εφαρμόζεται τόσο στις εργοστασιακές όσο και στις επιχειρησιακές διαδικασίες από τις πιο απλές ως τις πιο σύνθετες.

Η εισαγωγή του DFSS σε μια επιχείρηση απαιτεί επένδυση σε χρόνο και πόρους και γι' αυτό πρέπει η Ηγεσία μιας επιχείρησης να αφοσιωθεί στην προσπάθεια αυτή, να μεταδώσει τον ενθουσιασμό και να αποτελεί διαρκώς παράδειγμα προς μίμηση για τους εργαζομένους. Η μεγαλύτερη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι περισσότεροι Ηγέτες είναι η αρχική αδράνεια των εργαζομένων. Παρατηρείται ότι ο εργαζόμενος αντιμετωπίζει με δυσπιστία κάθε μεταβολή στο εργασιακό του περιβάλλον, διότι πιστεύει ότι εμπεριέχει κίνδυνο απειλής του επιπέδου ασφαλείας και άνεσής του. Ο ηγέτης που πιστεύει στο DFSS καλείται να διαλύσει το σύννεφο της σύγχυσης που μπορεί να υπάρχει και να αποδώσει με κατανοητό τρόπο τα οφέλη της φιλοσοφίας αυτής. Η επικοινωνία αυτή, μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους, αλλά έχει αποδειχθεί στην πράξη ότι η τεχνική της περιοδικής επίσκεψης του Προέδρου στους εργασιακούς χώρους και ο διάλογος κατά πρόσωπο με τους εργαζομένους είναι η καλύτερη αντιμετώπιση⁷³.

⁷² **Jacowski T.**, "What is DFSS?", *Developing Business Leaders*, Jan 5, 2008. Available at: <http://businessmanagementdevelopment.com/leadership/what-is-dfss.html>

⁷³ **Anti D., Slutsky J. L., Clyde M.** "Creveling The Role of Executive and Management Leadership in Design For Six Sigma", Prentice Hall, Feb 7, 2003

Μία Ηγεσία με μεγάλη συνοχή και αποφασισμένη για την σωστή εφαρμογή του DFSS, αναλαμβάνει να κάνει και τον αρχικό σχεδιασμό της εγκαθίδρυσής του. Τα αποτελέσματα μιας σωστής διαδικασίας σχεδιασμού πρέπει να περιλαμβάνουν:

1. Άριστη κατανόηση του DFSS
2. Ένα σχέδιο εξάπλωσής του (rollout plan)

Η διαδικασία σχεδιασμού του DFSS στηρίζεται σε στοιχεία που ταυτίζονται με την εφαρμογή του Έξι Σίγμα⁷⁴, συγκεκριμένα:

1. Εστίαση σ' ένα συγκεκριμένο Έργο και όχι σε ασαφείς βελτιώσεις
2. Συμμετοχή ενός μεγάλου αριθμού Champions που κατέχουν θέση στα καταλυτικά τμήματα μιας επιχείρησης
3. Καθορισμός των μέσων για τον εντοπισμό του οικονομικού αντίκτυπου των Έργων στα έσοδα της επιχείρησης.

Ο πυρήνας της φιλοσοφίας του DFSS βασίζεται στην παραγωγή/προσφορά άμωγων προϊόντων/υπηρεσιών, οπότε πρέπει και η αρχική εξάπλωση του DFSS να είναι στο ίδιο επίπεδο, ώστε να συνειδητοποιήσουν οι εργαζόμενοι τη φιλοσοφία του. Όπως είναι γνωστό, οι πρώτες εντυπώσεις είναι εκείνες που συντελούν κατά ένα μεγάλο βαθμό στην δημιουργία των αντιλήψεων των εργαζομένων. Ένα αρχικό Έργο με ανεπαρκή ποιοτικά αποτελέσματα δημιουργεί την εσφαλμένη αντίληψη ότι η φιλοσοφία του DFSS είναι αδόκιμη και αποτυχημένη στον επιχειρησιακό χώρο. Ταυτόχρονα, χάνεται η εμπιστοσύνη προς την Ηγεσία της επιχείρησης, επικρατεί αβεβαιότητα για τις ικανότητές της με μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα να μειώνεται αισθητά η παραγωγικότητα των εργαζομένων. Από την άλλη, ένα επιτυχημένο πρώτο DFSS Έργο με υψηλά επίπεδα ποιότητας αυξάνει το ηθικό, τις προσπάθειες και την παραγωγικότητα των εργαζομένων⁷⁵.

⁷⁴ Bertels T., "Rath & Strong's Six Sigma Leadership Handbook." New York: Wiley & Sons, 2003.

⁷⁵ Berryman M.L., "DFSS and Big Payoffs", Six Sigma Forum Magazine, 2 Vol. 2, Num. 1, November 2002

Συνοπτικά, η δυναμική παρουσία της Ηγεσίας στην εισαγωγή του DFSS και ο σωστός αρχικός σχεδιασμός εγκαθίδρυσής του είναι καταλυτικοί παράγοντες για την πορεία της επιχείρησης και επιφέρουν δύο αντίθετα μελλοντικά αποτελέσματα ανάλογα με την προσέγγισή τους. Με τη σωστή προσέγγιση, συμβάλλουν στην μακροπρόθεσμη καθιέρωση της επιχείρησης μέσα στον ανταγωνιστικό περιβάλλον ως καινοτόμο και ποιοτικά ανώτερη. Ενώ διαμέσου λαθεμένης προσέγγισης, η επιχείρηση οδηγείται σε αδιέξοδο και το μέλλον της τίθεται υπό αμφισβήτηση.

5.2.2. Η επιμόρφωση, εξάσκηση και καθοδήγηση

Κάθε νέα φιλοσοφία που εισάγεται στην επιχείρηση, στηρίζει την επιτυχία της εφαρμογής της στην ολοκληρωμένη εκπαίδευση των εργαζομένων, η οποία περιλαμβάνει επιμόρφωση, εξάσκηση και καθοδήγηση.

Η επιμόρφωση περιλαμβάνει μία σειρά διαλέξεων σε ένα συγκεκριμένο τόπο, όπου αναλύονται τα σημαντικότερα στοιχεία του DFSS. Στη συνέχεια ακολουθεί η φάση της εξάσκησης όπου οι εργαζόμενοι μαθαίνουν από ειδικούς τη μεθοδολογία μέσα από την πράξη. Τέλος ακολουθεί η φάση της καθοδήγησης, στην οποία οι συμμετέχοντες επιτελούν συγκεκριμένα Έργα υπό την επίβλεψη των ειδικών.

Οι Champions είναι οι πρώτοι που περνάνε από την εκπαίδευση του DFSS, η οποία συνήθως διαρκεί μια περίοδο τριών μηνών. Συγκεκριμένα, οι Champions επιμορφώνονται σε θέματα οργανωσιακής συμπεριφοράς και ηγεσίας, ενώ ταυτόχρονα εξασκούνται για να αναπτύξουν τις τεχνικές τους ικανότητες με ιδιαίτερη έμφαση στην εύρεση εφικτών και προσοδοφόρων Έργων. Σκοπός είναι να φέρουν σε πέρας το δύσκολο έργο της ανάπτυξης της εφαρμογής του DFSS. Οι επόμενοι που εκπαιδεύονται είναι οι DFSS Black Belts, το περιεχόμενο και η διάρκεια της εκπαίδευσής των οποίων, αναλύθηκε προηγούμενη παράγραφο. Ένα σημαντικό λάθος που κάνουν οι επιχειρήσεις είναι ότι δε γίνεται κάποιος που είναι Black Belt για Έξι Σίγμα να γίνει, με μία επιπλέον

βδομάδα εκπαίδευσης, DFSS Black Belt. Ένας ολοκληρωμένος DFSS Black Belt θεωρείται εκείνος που φέρνει σε πέρας ένα DFSS Έργο, το οποίο μπορεί να διαρκέσει αρκετούς μήνες. Τέλος, πρέπει και ο Πρόεδρος της επιχείρησης να συμμετάσχει τουλάχιστον μία βδομάδα στην εκπαίδευση των Champions, ώστε να οικειοποιηθεί τη φιλοσοφία του DFSS και να δείξει την αφοσίωσή του στην προσπάθεια αυτή⁷⁶.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί η σημασία της επιλογής ικανών εξωτερικών συμβούλων οι οποίοι καλούνται να μεταδώσουν τις γνώσεις τους για το DFSS στα υψηλά στελέχη και στους εργαζομένους. Τα άτομα αυτά πρέπει να διδάξουν αμιγώς το πνεύμα του DFSS διότι δεν είναι τόσο διαδεδομένο όσο το Έξι Σίγμα και να ξεκαθαρίσουν ότι το DFSS εφαρμόζεται σε όλες τις λειτουργίες μιας επιχείρησης. Έτσι, οι εργαζόμενοι αποκτούν μία ολοκληρωμένη γνώμη για το DFSS.

5.2.3. Αποτελεσματική Επικοινωνία

Ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία για τη σωστή εξάπλωση του DFSS είναι ο σχεδιασμός της επικοινωνίας, ο οποίος γίνεται κατά το σχεδιασμό της εγκαθίδρυσης του DFSS. Μία σωστή επιχείρηση πρέπει να μεταδώσει το μήνυμα της φιλοσοφίας του DFSS και τα μελλοντικά της σχέδια μέσω καθορισμένων δηλώσεων. Διαμέσου της ορθής επικοινωνίας, σκοπός της ηγεσίας είναι η μετάδοση του μηνύματος της πλήρους στήριξης του DFSS. Η φιλοσοφία του DFSS δεν επιδιώκει ένα είδος επικοινωνίας βασισμένο σε «ξερές» ομιλίες, φυλλάδια, posters, emails και άλλα συναφή, αλλά μία συνολική προσπάθεια η οποία πρέπει να περιστοιχίζεται από το αληθινό πρόσωπο της επιχείρησης. Με άλλα λόγια τα ανώτατα στελέχη πρέπει να περιηγούνται στους εργασιακούς χώρους και επικοινωνούν εγκάρδια με τους εργαζόμενους. Με αυτό τον τρόπο το μήνυμα της διεύθυνσης μεταβιβάζεται άμεσα και αποτελεσματικά, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται ο χρόνος και το κόστος. Ο στόχος του DFSS είναι όλα τα άτομα

⁷⁶ **Chowdhury S.** “*The power of Six Sigma: An inspiring Tale of How Six Sigma is Transforming the Way We Work*”. Financial Times Prentice Hall, 2001

που δραστηριοποιούνται στον οργανισμό της επιχείρησης να λαμβάνουν το ίδιο μήνυμα με συνέπεια και με ξεκάθαρη διατύπωση.

Επειδή η μεθοδολογία του DFSS, όπως έχει αναλυθεί στο 4^ο κεφάλαιο, αποτελείται από πολλά κομμάτια δεν είναι δυνατόν όλοι μέσα στην επιχείρηση να έχουν πλήρη γνώση για όλα τα πράγματα. Οπότε γίνεται ο καταμερισμός των πληροφοριών ανάλογα με τη θέση των εργαζομένων στο DFSS Έργο. Το έργο αυτό το αναλαμβάνουν οι ομάδες επικοινωνίας που εξηγούν και απαντούν σε απορίες σ' όλους τους ενδιαφερόμενους όλων των επιπέδων γνώσεων.

5.2.4. Ολοκληρωτική Στρατηγική

Η στρατηγική ολοκλήρωσης του DFSS στις υπάρχουσες επιχειρησιακές δραστηριότητες περιλαμβάνει δύο είδη δραστηριοτήτων, την εξάπλωση των δραστηριοτήτων του DFSS καθώς και αυτή των νέων διαδικασιών και προϊόντων που προκύπτουν από τη μεθοδολογία του DFSS. Το πρώτο είδος δραστηριοτήτων αναφέρεται στους ρόλους των ατόμων, στην εκπαίδευσή τους και στα Έργα που πρέπει να εναρμονιστούν με τις υπάρχουσες πρακτικές. Το δεύτερο αναφέρεται στον τρόπο που αφομοιώνονται στην επιχείρηση τα τελικά νέα προϊόντα και οι δραστηριότητες που προκύπτουν από το DFSS. Αν επιτύχει η στρατηγική της ολοκλήρωσης, η συνολική απόδοση της επιχείρησης θα αυξηθεί και το DFSS θα είναι ένα ισχυρό όπλο στον ανταγωνιστικό της περιβάλλον.

5.2.4.1 Ολοκλήρωση των Δραστηριοτήτων του DFSS

Η μετατροπή της αρχής DFSS σε μία εξελίξιμη, συνεχή και σταθερή επιχειρησιακή διαδικασία είναι καίρια για τη διατήρηση και την ανάπτυξη των κερδών που αποκόμισε

η επιχείρηση κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης από εξωτερικούς ειδικούς σύμβουλους. Η επιχείρηση πρέπει να δημιουργήσει ένα περιβάλλον που να είναι δεκτικό σε αλλαγές και να διασφαλίζει την δυναμική της σε περιπτώσεις όπου οι αλλαγές προκαλούν αναπόφευκτα χάος. Οι εργαζόμενοι πρέπει να έχουν καθημερινά στο νου τους τη βελτίωση των επιχειρησιακών διαδικασιών που συσχετίζονται με αυτούς. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει συνέχεια να κοιτάνε για ευκαιρίες βελτίωσης και να τις αναφέρουν στους προϊσταμένους τους. Πιο συγκεκριμένα, οι εργαζόμενοι θα πρέπει να ενθαρρύνονται για την ανακάλυψη πιθανών Έργα και στη συνέχεια να τα διατυπώνουν και να τα υποβάλλουν με τη βοήθεια ενός ειδικού περί DFSS σε επιτροπή που ευθύνεται για την επιλογή των Έργων⁷⁷.

Δύο σημαντικοί παράγοντες πρώιμης επιτυχίας του DFSS είναι η σκόπιμη έρευνα (για προβλήματα και ευκαιρίες βελτίωσης) και οι μηχανισμοί (διατύπωσης και επιλογής) των Έργων. Κατά την εφαρμογή του DFSS, πρέπει να ενσωματωθούν στις επιχειρησιακές λειτουργίες τα πρόσωπα και οι λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα. Διότι υπάρχει μεγάλος κίνδυνος η πρόοδος να σταματήσει και να χαθούν τα κερδισμένα.

Επιπλέον, μελλοντικός στόχος είναι η εκπαίδευση των προσώπων να αναλαμβάνεται από πρόσωπα της ίδιας της επιχείρησης. Όταν οι επιχειρήσεις γίνουν ικανές να εκπαιδεύουν μόνοι τους το προσωπικό τους, τότε θα είναι ικανές να φέρουν περισσότερα και ουσιαστικότερα αποτελέσματα

Τέλος, η καθοδήγηση είναι σημαντική για την αφοσίωση των ατόμων. Ειδικά όταν καθοδηγητές είναι άτομα ευρείας αποδοχής της αξίας τους. Η καθοδήγηση πρέπει να έχει επίσημο χαρακτήρα, να είναι καλά σχεδιασμένη και με τα απαιτούμενα οικονομικά κονδύλια.

⁷⁷ C.M. Creveling, J.L. Slutsky & D. Antis, Jr., "Design for Six Sigma: In Technology and Product Development", Prentice Hall PTR, 2003

5.2.4.2 Ολοκλήρωση των Νέων Διαδικασιών DFSS στις υπάρχουσες διαδικασίες⁷⁸

Η διαχείριση του DFSS όταν συσχετίζεται με DFSS Έργα είναι σχετικά απλή και χωρίς ιδιαίτερο κόπο. Η ολοκλήρωση όμως DFSS σε διαδικασίες ανάπτυξης νέων προϊόντων (New Product Development Process, NPDP) είναι μια διαφορετική υπόθεση.

Ενώ η μεθοδολογία ολοκλήρωσης είναι σχετικά απλή, η εφαρμογή μπορεί να καταναλώσει σημαντικούς πόρους. Μία νέα NPDP διαδικασία πρέπει να τέτοια να χρησιμοποιείται και όχι να παραγκωνίζεται.

Όμως, ακόμα πιο δύσκολη εφαρμογή είναι η εισαγωγή μιας νέας ή τροποποιημένης επιχειρησιακής διαδικασίας σε μία ήδη καθημερινή εφαρμόσιμη λειτουργία. Το κλειδί μιας επιτυχημένης εισαγωγής εξαρτάται από την εξασφάλιση ότι η νέα διαδικασία είναι χωρίς λάθη και λειτουργικά καλύτερη από την προηγούμενη. Φυσικά ο βαθμός δυσκολίας μεγαλώνει όταν αντικαθίστανται κύριες επιχειρησιακές διαδικασίες, όπως ο τρόπος παραγγελιών από προμηθευτές. Διότι, σε μία τέτοια διαδικασία εμπλέκονται πολλά πρόσωπα που γνωρίζουν καλά μόνο το δικό τους κομμάτι και οι περισσότεροι δεν έχουν την εμπειρία για υιοθέτηση νέων διαδικασιών. Για αυτό, οι άνθρωποι που αναλαμβάνουν την ολοκλήρωση του DFSS μέσα στην επιχείρηση πρέπει να γίνουν ειδήμονες τόσο των νέων όσο και των παλιών διαδικασιών, ώστε να δείξουν τις διαφορές και τα προτερήματα των νέων.

Η εξασφάλιση της εναρμόνισης των νέων διαδικασιών με τις υπάρχουσες γίνεται μέσω συνεχών δοκιμαστικών και πιλοτικών δοκιμών. Ταυτόχρονα, πριν γίνει η αλλαγή των διαδικασιών οι αρμόδιοι πρέπει να καταγράψουν τη νέα διαδικασία, να αναπτύξουν εκπαιδευτικό υλικό και να διδάξουν στους υπαλλήλους και ειδικούς τον τρόπο χρήσης τους. Μετά, κάτω από την καθοδήγηση των ειδήμων του DFSS ολοκληρώνεται η εναρμόνιση.

⁷⁸ Chowdhury S. "Design For Six Sigma". Financial Times Prentice Hall, 2003.

Τέλος, οι νέες διαδικασίες πρέπει να καταγραφούν τυποποιημένες τουλάχιστον στο επίπεδο των οδηγιών για να μαθαίνονται από τους νέους και να εφαρμόζονται ευκολότερα και σε άλλα ομόλογα τμήματα.

5.2.5 Κρίσιμα Επιχειρηματικά Αποτελέσματα (Bottom-Line)⁷⁹

Στον επιχειρησιακό κόσμο, όπου η αύξηση του κύκλου εργασιών κατέχει υψηλή θέση στην ιεράρχηση των στόχων των επιχειρήσεων, δε γίνεται να μένουν ανεπηρέαστες από τα οικονομικά τους αποτελέσματα και οι διάφορες φιλοσοφίες ποιότητας. Μέσα από τις φιλοσοφίες του DFSS και «Έξι Σίγμα» γίνεται μία άρτια προσπάθεια εκτίμησης των πιθανών μελλοντικών οικονομικών απολαβών. Συγκεκριμένα, υπάρχει η πεποίθηση ότι τα Έργα πρέπει να είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την απόδοση των εσόδων ώστε να συνειδητοποιήσει όλος ο οργανισμός την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής του DFSS.

Η μεθοδολογία του DFSS προβλέπει την επιβολή εμφάνισης τόσο των συνολικών ποσών επένδυσης όσο και των πιθανών εσόδων. Η εμφάνιση του κόστους επένδυσης και των εσόδων είναι αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας αναγνώρισης και επιλογής των Έργων. Με αυτές τις ενέργειες, ενδυναμώνεται η εμπιστοσύνη όλων των εμπλεκόμενων στα εγχειρήματα του DFSS.

Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα, η επιλογή των Έργων να εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από τις μελλοντικές χρηματορροές τους. Θετικά μελλοντικά αποτελέσματα γαλουχούν την έρευνα για νέες ευκαιρίες και όχι συζητήσεις περί παράπλευρων επενδύσεων. Αρνητικά αποτελέσματα οδηγούν σε κλυδωνισμούς της πίστης περί ορθότητας του DFSS. Με λίγα λόγια, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η σύνδεση των DFSS Έργων με τα μελλοντικά έσοδα είναι ο καταλύτης της ορθής διεκπεραίωσης μίας συμπαγής και αποφασισμένης προσπάθειας.

⁷⁹ Ομοίως.

Βιβλιογραφία 5^{οο} Κεφαλαίου

Anti D.,Slutsky J. L., Clyde M. "Creveling *"The Role of Executive and Management Leadership in Design For Six Sigma"*, Prentice Hall, Feb 7, 2003

Berryman M.L., *"DFSS and Big Payoffs"*, Six Sigma Forum Magazine, 2 Vol. 2,Num. 1, November 2002

Bertels T., *"Rath & Strong's Six Sigma Leadership Handbook."* New York: Wiley & Sons, 2003.

Breyfogle, Forrest W., III. *"Implementing Design for Six Sigma."* New York: John Wiley & Sons, 1999.

C.M. Creveling, J.L. Slutsky & D. Antis, Jr., *"Design for Six Sigma: In Technology and Product Development"*, Prentice Hall PTR, 2003.

Chowdhury S. *"Design For Six Sigma"*. Financial Times Prentice Hall, 2003.

Chowdhury S. *"The power of Six Sigma: An inspiring Tale of How Six Sigma is Transforming the Way We Work"*, Financial Times Prentice Hall, 2001

Creveling, C. M., J. L. Slutsky, and D. Antis Jr. *"Design for Six Sigma"* Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2003.

Croniser B., *"SBTI Six Sigma Master Black Belts Yielding Significant Benefits to Their Companies"*, R Newswire, July 2, 2007 pNA.

Jacowski T., *"What is DFSS?"*, Developing Business Leaders, Jan 5, 2008. Available at: <http://businessmanagementdevelopment.com/leadership/what-is-dfss.html>.

Yang K. & Basem El-Haik, *"Design for Six Sigma: A Roadmap for Product*

Development", McGraw-Hill Professional, 2004

Yang K., Basem El-Haik, *"Design for Six Sigma"*, New York: McGraw-Hill, 2003.

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
TANAH AIR

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Σύγκριση Φιλοσοφιών DFSS και Έξι Σίγμα

Συχνά στις επιχειρήσεις τίθεται το ερώτημα για τον τρόπο βελτίωσης της ποιότητας των διαδικασιών, υπηρεσιών ή προϊόντων. Συνήθως, υφίσταται ένα δίλημμα για το ποια μέθοδος είναι η βέλτιστη. Συγκεκριμένα, καλείται να επιλέξουν μεταξύ της μεθόδου συνεχών αυξανόμενων βελτιώσεων και της εισαγωγής αντίστοιχων νέων που είναι σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο ώστε για να έχουν υψηλή ποιότητα.

Το δίλημμα καθρεφτίζεται στη φιλοσοφία των μεθοδολογιών DMAIC και IDDOV. Οι μεθοδολογίες έχουν ομοιότητες και διαφορές οι οποίες πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη για την επιχείρηση που θέλει να βελτιώσει την ποιότητα των δραστηριοτήτων της. Το επίμαχο σημείο στο οποίο επικεντρώνεται το κεφάλαιο αυτό, είναι το πότε οι προσπάθειες ανασχεδιασμού αποτελούν προτεραιότητα έναντι της συνεχούς βελτίωσης. Με άλλα λόγια, σε ποιο σημείο θα πρέπει να επιλεγεί το DFSS έναντι της μεθοδολογίας «Έξι Σίγμα» για την επίλυση προβλημάτων.

Η λύση του διλήμματος εξαρτάται από έναν αριθμό μεταβλητών, όπως ο κίνδυνος και η πολυπλοκότητα του εγχειρήματος, η διαθεσιμότητα των νέων τεχνολογιών, ο χρόνος, το κόστος, οι ανάγκες των πελατών κ.α. Μέσω ενός παραδείγματος γίνεται προσπάθεια να απεικονισθεί μία διαδικασία επιλογής της σωστότερης μεθοδολογίας. Συγκεκριμένα, μία επιχείρηση καλείται να πάρει απόφαση για το ποια μεθοδολογία είναι βέλτιστη για χρήση με βάση τη διαδικασία AHP (Analytic Hierarchy Process).

6.1. Ανασχεδιασμός ή Συνεχής Βελτίωση;

Το αντικείμενο της επιλογής μεταξύ της συνεχούς βελτίωσης («Έξι Σίγμα») σαν μία μέθοδος αυξανόμενης βελτίωσης και της συνεχούς καινοτομίας (DFSS) σαν ένας

ριζοσπαστικός ανασχεδιασμός δεν είναι νέο. Στον ευρύτερο τομέα της εφαρμογής της ποιότητας σε επιχειρήσεις, υπάρχει ένα αντίστοιχο δίλημμα. Είναι το θέμα επιλογής μεταξύ φιλοσοφίας Kaizen και ιδέας Reengineering. Ομοίως, σε αυτή την υπόθεση δεν τίθεται το ερώτημα περί συμβατότητας των προσεγγίσεων, αλλά το ερώτημα που αφορά την καταλληλότητα της μίας φιλοσοφίας σε σχέση με την άλλη, κάτω από ένα συγκεκριμένο περιβάλλον και συνθήκες⁸⁰.

Οι προσπάθειες της συνεχούς βελτίωσης συντελούνται σ' ένα συγκεκριμένο και δομημένο σύνολο διαδικασιών μιας επιχείρησης, η οποία αναζητά τη συνεχή βελτίωσή τους. Στόχος είναι η αποδοτικότερη εκτέλεση των δραστηριοτήτων της με την μείωση της μεταβλητότητας των διαδικασιών. Ο σχεδιασμός των βελτιώσεων περιορίζεται με βάση δεδομένων συνθηκών, προϋποθέσεων και υποθέσεων. Τα πιο συνήθεις δεδομένα είναι ότι⁸¹:

- το αρχικό βασικό σχέδιο του προϊόντος ή υπηρεσίας θεωρείται ουσιαστικά σωστό και πολύ οικονομικό,
- οι ανάγκες των πελατών ικανοποιούνται από το σχέδιο αυτό και
- η νέα διαμόρφωση του προϊόντος ικανοποιεί της λειτουργικές απαιτήσεις της αγοράς και των πελατών.

Αντίθετα, οι προσπάθειες που βασίζονται στη φιλοσοφία DFSS έχουν την τάση να προλαμβάνουν και να βελτιώνουν την ποιότητα πριν τα προϊόντα και οι διαδικασίες λανσαριστούν. Η κυριότερη βέβαια, χρήση του DFSS έγκειται στον ανασχεδιασμό των τρεχουσών διαδικασιών και προϊόντων. Η προσέγγιση αυτή, χρησιμοποιείται όχι μόνο για την βελτίωση της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας του προϊόντος και διαδικασίας, αλλά και για την αποφυγή μελλοντικών προβλημάτων στα βιομηχανικά στάδια και στα τμήματα υπηρεσιών προς τους πελάτες⁸².

⁸⁰ **Cole, R.**, "From continuous improvement to continuous innovation", Quality Management Journal, Vol. 8 No. 4, October, 2001

⁸¹ **Weston, F.**, "The need for continuous improvement and continuous innovation", Quality Management Journal, Vol. 8 No. 4, 2001

⁸² **Banuelas, R. and Antony, J.**, "Six sigma or design for six sigma?" The TQM Magazine, Volume 16 · Number 4, 2004

Οι ειδήμονες και οι σύμβουλοι θεμάτων «Ποιότητας» έχουν προσπαθήσει να θέσουν κριτήρια με τα οποία δίνουν προτεραιότητα στη μία μεθοδολογία έναντι της άλλης για τρέχοντα προϊόντα και διαδικασίες. Τα επικρατέστερα κριτήρια είναι δύο⁸³.

Το πρώτο θεωρεί ότι οι επιχειρήσεις που έχουν ήδη υιοθετήσει την κλασική μεθοδολογία «Έξι Σίγμα» διαπιστώνουν ότι φτάνουν σε επίπεδο ποιότητας 5σ (δηλ. π.χ. 233 ελαττωματικά προϊόντα σε σύνολο 1 εκατομμυρίου) και όχι σε 6σ. Ο μόνος τρόπος για την επίτευξη του στόχου του 6σ, είναι ο ανασχεδιασμός των προϊόντων, διαδικασιών ή υπηρεσιών.

Το δεύτερο κριτήριο, βασίζεται στο ότι η απόφαση αυτή δεν είναι τόσο ξεκάθαρη και εξαρτάται από πολλές μεταβλητές. Οι κυριότερες που έχουν ειπωθεί είναι ο κίνδυνος και η πολυπλοκότητα του εγχειρήματος, η διαθεσιμότητα των νέων τεχνολογιών, ο χρόνος, το κόστος και οι ανάγκες των πελατών.

Ωστόσο και στα δύο κριτήρια παρουσιάζονται μερικά ζητήματα τα οποία είναι συζητήσιμα. Πρώτον, οι αποφάσεις που βασίζονται στην προϋπόθεση του ύψους του επιπέδου ποιότητας, μπορούν να οδηγήσουν σε επιλογές περί διαδικασιών, προϊόντων ή υπηρεσιών με εσφαλμένη προσέγγιση. Επιπλέον, η μέτρηση του επιπέδου ποιότητας χτίστηκε σε μια μη αυστηρή τεχνική προσέγγιση, όπως το συμπέρασμα ότι όλες οι διαδικασίες μετακινούνται κατά 1,5σ απ' το μέσο (μ) της διαδικασίας και την ασάφεια του καθορισμού του αριθμού των κρίσιμων χαρακτηριστικών ποιότητας που μεταβάλλουν το επίπεδο ποιότητας (σ). Δεύτερον, οι συγκεκριμένες μεταβλητές (ο κίνδυνος και η πολυπλοκότητα του εγχειρήματος, η διαθεσιμότητα των νέων τεχνολογιών, ο χρόνος, το κόστος και οι ανάγκες των πελατών) είναι γενικές και αφήνουν ελάχιστες ευκαιρίες για την αξιολόγησή τους. Η θέση γενικευμένων μεταβλητών οδηγεί στην πράξη σε λάθος συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, οι ομάδες στις επιχειρήσεις παίρνουν αποφάσεις ικανοποιώντας μόνο την πιο σημαντική γι' αυτούς μεταβλητή, με αποτέλεσμα να εξαλείφουν πιθανές καλύτερες επιλογές. Αυτό μπορεί να οδηγήσει όλη την επιχείρηση σε χειρότερη θέση από την αρχική της⁸⁴.

⁸³ **Antony, J. and Banuelas, R.** "Design for six sigma", IEE Manufacturing Engineering, Vol. 81 No. 1, pp. 119-21, 2002

⁸⁴ **Antony, J. and Banuelas, R.**, "Design for six sigma: a breakthrough improvement business strategy for achieving competitive advantage", **Manufacturing Engineering**, Vol. 81 No. 1, pp. 24-6, 2002

Για την επιλογή της σωστότερης προσέγγισης σε επιχειρησιακό περιβάλλον, συναρτήσει των συνθηκών, θα χρησιμοποιηθεί μία τεχνική «λήψεως αποφάσεων» πολλαπλών κριτηρίων, η AHP. Πρωτύτερα όμως, για την καλύτερη κατανόηση της καταλληλότητας των φιλοσοφιών, θα πρέπει να επισημανθούν οι πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθοδολογιών IDDOV και DMAIC.

6.2. Σύγκριση Μεθοδολογιών IDDOV (DFSS) και DMAIC (SS)

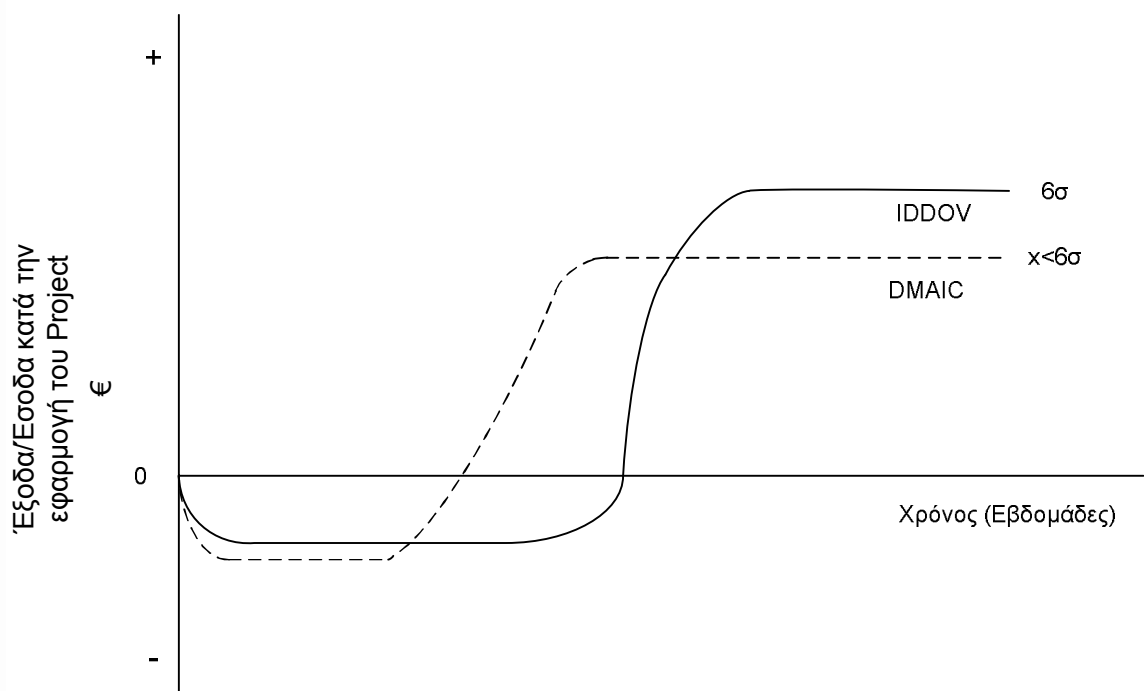
Υπενθυμίζεται ότι η εφαρμογή των DFSS και «Έξι Σίγμα» επιτυγχάνεται μέσω διαφορετικών μεθοδολογιών, των IDDOV και DMAIC αντίστοιχα. Η μεθοδολογία IDDOV αποτελείται από τις ακόλουθες φάσεις: (α) Αναγνώριση, (β) Καθορισμός, (γ) Ανάπτυξη, (δ) Βελτιστοποίηση και (ε) Επιβεβαίωση. Αντίστοιχα η μεθοδολογία DMAIC αποτελείται από: (α) Σχεδιασμό, (β) Μέτρηση, (γ) Ανάλυση, (δ) Βελτίωση και (ε) Έλεγχο. Τα βήματα και των δύο διαδικασιών έχουν αναλυθεί ωρίτερα, ενώ σαυτή την παράγραφο θα συγκριθούν οι κυριότερες μεταβλητές⁸⁵ που συντελούν στην απόφαση χρήσης μιας από τις δυο από μία επιχείρηση.

Η οικονομική πλευρά είναι μία βασική μεταβλητή η οποία επηρεάζει την απόφαση κάθε επιχείρησης για το πότε πρέπει να επιχειρήσει την επιλογή του ανασχεδιασμού ή της βελτίωσης. Κατά κανόνα το IDDOV έχει μεγαλύτερο κόστος επένδυσης από ότι η DMAIC, της οποίας το κόστος είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με τα έσοδα. Όμως, σε βάθος χρόνου η μεθοδολογία IDDOV φέρνει μεγαλύτερες οικονομικές ανταμοιβές. Γενικά, τα οικονομικά οφέλη των δύο μεθοδολογιών ακολουθούν τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις, όπως φαίνονται στο σχ.6.1⁸⁶.

⁸⁵ Banuelas, R. and Antony, J., "Going from six sigma to design for six sigma: an exploratory study using AHP", The TQM Magazine, Vol. 15 No. 5, pp. 334-44, 2003

⁸⁶ Chowdhury, S., "The Power of Six Sigma", FT/Prentice-Hall, London, 2001.

Το θέμα του κινδύνου του εγχειρήματος, που εξαρτάται και από το βαθμό πολυπλοκότητάς του, είναι σημαντικό για την απόφαση της επιλογής. Υπάρχει η γενική αίσθηση ότι η διαδικασία του ανασχεδιασμού είναι πιο επικίνδυνη προσέγγιση από αυτή της βελτίωσης. Στην πραγματικότητα όμως οι ορμητικές αλλαγές στο σύγχρονο τεχνολογικό κόσμο της βιομηχανίας κάνουν και τα δυο εγχειρήματα εξίσου επικίνδυνα. Όσο μεγάλος είναι ο κίνδυνος αποτυχίας της εισαγωγής νέων προϊόντων, διαδικασιών ή υπηρεσιών



Σχήμα 6. 1: IDDOV vs DMAIC

εξίσου ίδιος είναι και της παρακράτησης της βελτιωμένης, αλλά πεπαλαιωμένης τεχνολογίας.

Τέλος, ένας τελευταίος σημαντικός παράγοντας, που συντελεί στην απόφαση της πιο δόκιμης μεθοδολογίας, είναι η αύξηση της ικανότητας της διαδικασίας (Capability Process). Όπως είναι γνωστό, ο δείκτης ικανότητας διαδικασίας (Process Capability Index, C_p) μετράει το κατά πόσο καλά μία διαδικασία πληροί τις απαιτήσεις της και συσχετίζει τη φυσική μεταβλητότητα της διαδικασίας με τις σχεδιαστικές προδιαγραφές. Ο C_p βρίσκεται από τον ακόλουθο τύπο.

$$C_p = \frac{UTL-LTL}{6\sigma}$$

όπου:
 UTL= Ανώτατο Όριο Προδιαγραφών
 LTL= Κατώτατο Όριο Προδιαγραφών
 σ= Τυπική Απόκλιση της Διαδικασίας

Φυσικά, αν η μεθοδολογία «Έξι Σίγμα» δίνει ένα C_p που ικανοποιεί την επιχείρηση δεν είναι ανάγκη να εφαρμόσει DFSS.

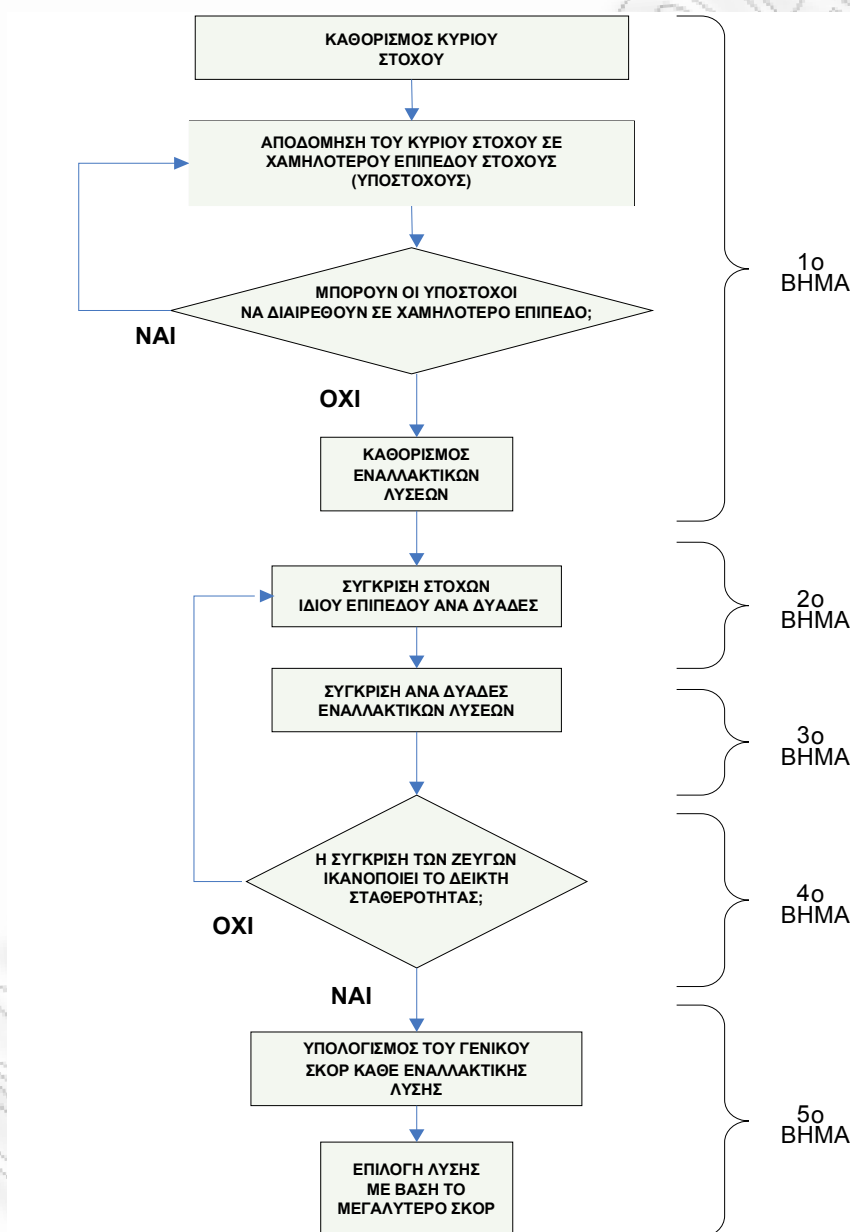
Η μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών και του δείκτη ικανότητας διαδικασίας (C_p) καθώς και η ελαχιστοποίηση των κοστών και ρίσκου είναι οι παράγοντες που θα εξετασθούν από την τεχνική AHP, για το ποια μέθοδος είναι καταλληλότερη σε συγκεκριμένο περιβάλλον και συνθήκες.

6.3. Κριτήριο Επιλογής: Η Διαδικασία AHP (Analytical Hierarchy Process)

Η τεχνική AHP λύνει πολύπλοκα και μη δομημένα προβλήματα στα οποία υπάρχει επίδραση και συσχέτιση μεταξύ των διαφορετικών εναλλακτικών στόχων τους. Η AHP είναι μία συστηματική προσέγγιση αποφάσεων και αναπτύχθηκε πρώτη φορά από το Saaty το 1988. Η AHP περιεργάζεται τη δομή ενός συστήματος για να ξεκινήσει από ένα γενικό στόχο (επιλογή μεθοδολογίας «Έξι Σίγμα» ή DFSS) και να φτάσει σε ένα σύνολο ιεραρχημένων υποστόχων (ελαχιστοποίηση ρίσκου, μεγιστοποίηση οικονομικών οφελών κλπ). Η ιεραρχία αυτή γίνεται με βάση τη σημαντικότητα των στόχων κάθε επιπέδου, στηριζόμενη σε σύγκριση ανά δυάδες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αντιμετωπίζονται στόχοι που δεν είναι απολύτως ποσοτικοποιημένοι. Οι ιθύνοντες είναι αυτοί που αξιολογούν κάθε στόχο σε σχέση με τους υπόλοιπους ανά επίπεδο. Κάθε επίπεδο συσχετίζεται με τα προηγούμενα και τα επόμενα, οπότε το συνολικό σύστημα είναι άρτια μαθηματικά δομημένο όπως και το τελευταίο επίπεδο, των εναλλακτικών λύσεων. Επιτυγχάνεται ιεραρχία και στο επίπεδο των εναλλακτικών λύσεων με αποτέλεσμα να εξάγεται η πιο συμφέρουσα λύση⁸⁷.

⁸⁷ Saaty, T., "The Analytic Hierarchy Process", Pergamon Press, New York, NY, 1988

Ένα διάγραμμα ροής όπου διαφαίνονται τα βήματα για την εκτέλεση της διαδικασίας ΑΗΡ φαίνεται στο σχήμα 6.2. Όμως, για μια καλύτερη απεικόνιση του τρόπου χρήσης της ΑΗΡ ακολουθεί παράδειγμα στην επόμενη παράγραφο⁸⁸.



Σχήμα 6. 2: Διαδικασία ΑΗΡ

⁸⁸ Banuelas, R. and Antony, J., "Six sigma or design for six sigma?" The TQM Magazine, Volume 16 · Number 4, 2004

6.3.1. Παράδειγμα Επιλογής Βέλτιστης Μεθοδολογίας με Βάση τη Διαδικασία AHP⁸⁹

Το παράδειγμα αφορά μια κατασκευάστρια επιχείρηση που ταλαντεύεται με το δίλημμα αν τη συμφέρει ή όχι η εφαρμογή DFSS έναντι της «Έξι Σίγμα». Συγκεκριμένα, η επιχείρηση έχει ένα εργοστάσιο που κατασκευάζει σε μεγάλη γκάμα δίσκους λείανσης. Οι ιθύνοντες έχουν αποφασίσει να εφαρμόσουν τη μεθοδολογία «Έξι Σίγμα» για να μειώσουν το μεγάλο αριθμό των ελαττωματικών προϊόντων που παράγονται από την προβληματική γραμμή παραγωγής.

Συγκεκριμένα, το πρόβλημα εντοπίζεται στη κατεργασία των πρώτων υλών. Οι α' ύλες που είναι σε μορφή ρολών υφίστανται κατεργασία, ώστε να προκύψει τελική επιφάνεια ικανή για λείανση διαφόρων αντικειμένων (ξύλινων και μεταλλικών). Ο εξοπλισμός είναι τέτοιος, ώστε να επιτρέπεται η συνεχής παραγωγή ρολών λείανσης. Έτσι, οι α' ύλες ξετυλίγονται και υφίστανται κατεργασία, όμως στη συνέχεια το κατεργασμένο υλικό οδηγείται αυτόματα σε επανατυλικτική μηχανή (rewinder machine), με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να είναι έτοιμο σε μορφή ρολών. Παρόλα αυτά, η παραπάνω διαδικασία δεν είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και χρειάζονται χειριστές για να φορτώνουν τους ρολούς α' υλών και να ξεφορτώνουν τους έτοιμους. Όμως, συχνά παρατηρείται το φαινόμενο της αποτυχημένης αλλαγής των ρολών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σκάρτα προϊόντα και να σταματάει η παραγωγή. Ύστερα από πολλές παρατηρήσεις, οι ιθύνοντες υποθέτουν ότι η αιτία πρέπει να είναι η επανατυλικτική μηχανή.

Καταρτίζεται, λοιπόν, από την ειδική ομάδα ένα Έργο «Έξι Σίγμα» (για λόγους συντομίας SS Έργο) που στόχο έχει να προσδιορίσει, να ποσοτικοποιήσει και να εξαλείψει την πηγή της μεταβλητότητας η οποία είναι υπεύθυνη για την παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων.

⁸⁹ Banuelas, R. and Antony, J., "Six sigma or design for six sigma?" The TQM Magazine, Volume 16 · Number 4, 2004

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία του «Έξι Σίγμα», κάθε SS Έργο λειτουργεί μέσα στο πλαίσιο των ήδη υπάρχουσών διαδικασιών. Το συγκεκριμένο SS Έργο αναπτύχθηκε με βάση τις συνθήκες και τους περιορισμούς που προέκυψαν από τα λογικά συμπεράσματα της μελέτης των τελικών προϊόντων και της λειτουργίας της επανατυλικτικής μηχανής. Γι' αυτό θεωρήθηκε ότι το σχέδιο της επανατυλικτικής μηχανής είναι θεωρητικά σωστό και οικονομικό και τα προϊόντα ικανοποιούν τους πελάτες και τις προδιαγραφές της αγοράς.

Εφαρμόζεται η διαδικασία DMAIC, όπου μεταξύ άλλων γίνεται ο καθορισμός των κρίσιμων χαρακτηριστικών ποιότητας (CTQs) του SS Έργο, ο υπολογισμός των οικονομικών ωφελειών, η ανάπτυξη των ρόλων των ομάδων, ο προσδιορισμός των βασικών εσωτερικών διαδικασιών που επηρεάζουν τα CTQs, η κατάταξη των πιθανών προβλημάτων που προκαλούν τη μεταβλητότητα, η επιλογή λύσεων για τον αφανισμό των προβλημάτων αυτών κ.α. Αξίζει να σημειωθεί, ότι το επίπεδο ποιότητας της παραγωγής και η μετακίνηση του μέσου της παραγωγής μετρήθηκαν σε 1,2σ η κάθε μία. Η ομάδα ανέπτυξε μία βελτιωμένη λύση για να μειώσει τη μεταβλητότητα του κυριότερου CTQ. Η λύση αυτή, στηρίζεται στην βέλτιστη ρύθμιση της επανατυλικτικής μηχανής. Η βελτιωμένη μέθοδος επιτρέπει τη βελτίωση της διαδικασίας σε επίπεδο ποιότητας 2,7σ.

Το νέο επίπεδο ποιότητας (2,7σ) δεν ήταν ικανοποιητικό για την ομάδα εφαρμογής Έξι Σίγμα και τίθεται το ερώτημα αν ο ανασχεδιασμός της παραγωγής που μπορεί να βελτιώσει περαιτέρω την ποιότητα θα είναι και πιο συμφέρων. Γνωρίζοντας το αίτιο της μεταβλητότητας της παραγωγής, προτείνεται ο ανασχεδιασμός την επανατυλικτικής μηχανής με καλύτερη απόδοση και αποτελεσματικότητα. Η επιλογή της μεθοδολογίας θα γίνει με βάση την τεχνική AHP.

Η τεχνική AHP αποτελείται από πέντε βήματα, τα οποία είναι (Σχ.6.2)⁹⁰:

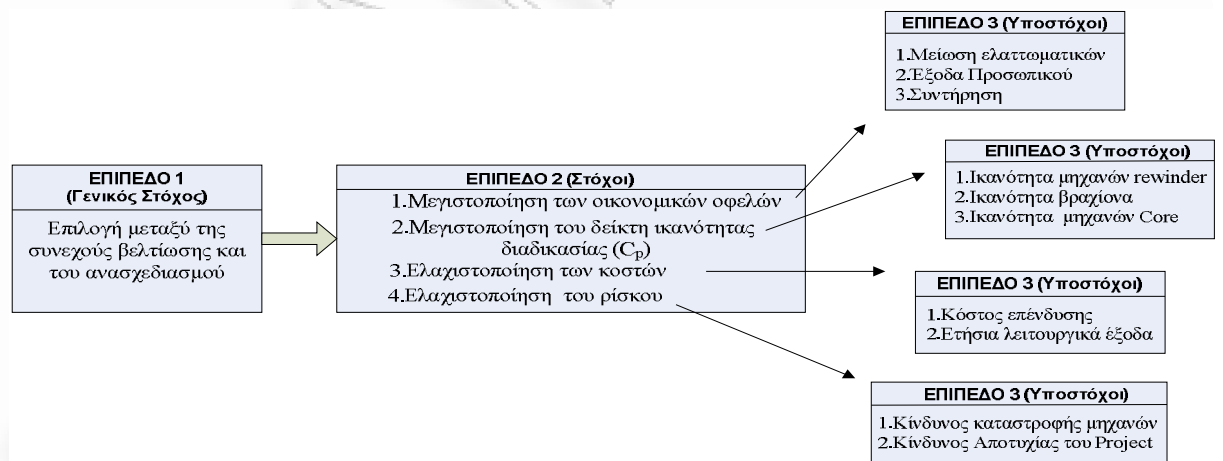
1. Καθορισμός προβλήματος (Γενικός Στόχος).

⁹⁰ Scott, M., "Quantifying certainty in design decisions: examining AHP", Proceedings of the ASME DETC 2002

2. Ιεραρχική αποδόμηση του προβλήματος με των καθορισμών στόχων και υποστόχων.
3. Βαθμολόγηση της σχετικής σημαντικότητας των στόχων, υποστόχων και των προτεινόμενων εναλλακτικών λύσεων.
4. Επιβεβαίωση συνοχής.
5. Σύνθεση και επιλογή λύσης.

Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία των πέντε βημάτων, η ομάδα «Ποιότητας» καθορίζει το πρόβλημα και τους στόχους. Ο Γενικός Στόχος είναι η επιλογή μιας εκ των προσεγγίσεων της «Έξι Σίγμα» και του DFSS με βάση το Έργο «Βελτίωση του Επιπέδου Ποιότητας της Παραγωγής» κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, ώστε να μεγιστοποιούνται τα γενικότερα οφέλη της επιχείρησης και να επιλύεται το πρόβλημα της ποιότητας της παραγωγής του εργοστασίου.

Μετέπειτα, ο γενικός στόχος αναλύεται σε ειδικότερους κύριους στόχους με σκοπό να σχηματοποιηθεί συνοπτικά το πρόβλημα. Εξετάζεται στη συνέχεια εάν οι κύριοι στόχοι γίνεται να αποδομηθούν σε ποιο συγκεκριμένους υποστόχους. Η πολυπλοκότητα του προβλήματος θεωρείται ενδιάμεση και η ανάλυση γίνεται σε τρία επίπεδα (Σχήμα 6.3).



Σχήμα 6. 3: Ανάλυση του Γενικού Στόχου

Στη συνέχεια ορίζονται οι εναλλακτικές λύσεις που ικανοποιούν το τελευταίο επίπεδο στόχων. Φυσικά, οι εναλλακτικές λύσεις είναι η χρήση είτε της μεθοδολογίας «Έξι Σίγμα» είτε του DFSS.

Το επόμενο βήμα είναι η σύγκριση ανά ζεύγος των στόχων κάθε επιπέδου. Ο Saaty το 1988 πρότεινε τη κλίμακα τιμών προτίμησης μεταξύ δύο στοιχείων (βλ. πίνακα 6.1)⁹¹. Η ομάδα καλείται με γνώμονα την εμπειρία της να μετρήσει τη δύναμη της σημαντικότητας των στόχων ανά δυάδες και να καταγράψει τα αποτελέσματα σ' ένα πίνακα A (δες πίν.6.2) π.χ. οι ιθύνοντες πιστεύουν ότι η μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών είναι ελαφρώς σημαντικότερη σε σχέση με τη μεγιστοποίηση του δείκτη ικανότητας διαδικασίας (C_p), οπότε στον πίνακα A συμπληρώνει στο στοιχείο a₁₂ την τιμή 3. Αντίθετα, ο στόχος C_p είναι τρεις φορές λιγότερο σημαντικός από τη μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών, επομένως στο στοιχείο του πίνακα a₂₁ συμπληρώνεται η τιμή 0,33. Αφού συμπληρώνεται ο πίνακας A, στη συνέχεια υφίσταται κανονικοποίηση και δημιουργείται ο πίνακας A_w. Τα στοιχεία του πίνακα A_w παράγονται από τα αντίστοιχα σημεία του πίνακα A διαιρεμένα με το άθροισμα των στοιχείων της στήλης που βρίσκονται. Στον πίνακα A_w το άθροισμα των στοιχείων κάθε στήλης είναι ίσον με τη μονάδα (δες πίν.6.3). Στη συνέχεια, υπολογίζονται η βαρύτητα προτεραιότητας κάθε στόχου. Ο υπολογισμός γίνεται με το άθροισμα των γραμμών του πίνακα A_w διαιρεμένο με τον αριθμό των στηλών. Π.χ. η βαρύτητα του στόχου που αντιστοιχεί και στο στοιχείο του C₁₁ του πίνακα C (δες Πίν.6.4) υπολογίζεται ως εξής:

$$C_{11} = \frac{0,3759 + 0,4286 + 0,3750 + 0,3533}{4} = 0,3829$$

Έτσι, λοιπόν, ο στόχος «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών», έχει 38,29% βαρύτητα στο σύνολο των τεσσάρων στόχων. Ομοίως γίνεται και ο υπολογισμός των υπόλοιπων στόχων και συμπληρώνεται ο πίνακας C.

Ανάλογη μεθοδολογία χρησιμοποιείται και για τους υποστόχους κάθε στόχου. Π.χ. ο στόχος «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών» αναλύθηκε από την ομάδα σε τρεις υποστόχους. Οι υποστόχοι «Μείωση ελαττωματικών», «Εξοδα Προσωπικού» και «Συντήρηση» έχουν βαρύτητα 70,49%, 24,76% και 4,75% αντίστοιχα. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τις υπόλοιπες ομάδες υποστόχων. Συγκεντρωμένοι οι συντελεστές βαρύτητας κάθε στόχου ανά επίπεδο φαίνονται στο διάγραμμα της διαδικασίας AHP (Σχ 6.4).

⁹¹ Saaty, T., "The Analytic Hierarchy Process", Pergamon Press, New York, NY, 1988

Όμως πριν το τελευταίο βήμα του υπολογισμού της βαρύτητας των εναλλακτικών λύσεων, πρέπει να ελεγχθεί η συνοχή της μεθόδου των ζευγαρωτών συγκρίσεων στους στόχους κάθε επιπέδου. Η τεχνική AHP μπορεί να οδηγήσει σε λαθεμένα συμπεράσματα αν κατά τη διάρκεια των συγκρίσεων οι ιθύνοντες πέσουν σε σφάλμα. Υφίσταται το ενδεχόμενο π.χ. η ομάδα να θεωρήσει σημαντικότερο το στόχο Α από το Β και το Β από τον Γ, αλλά να υποπέσει στο σφάλμα να θεωρήσει σημαντικότερο τον Γ από τον Α .

Παρόλα αυτά, η τεχνική AHP έχει τη δυνατότητα να ενσωματώσει ως ένα βαθμό τέτοιου είδους σφάλματα. Ο έλεγχος γίνεται με βάση το λόγο συνεκτικότητας (Consistency Ratio, CR). Ο CR προκύπτει από το πηλίκο του δείκτη συνοχής (Consistency Index, CI) προς ένα δείκτη τυχαίων τιμών (Random Index, RI).

Πίνακας 6. 1: Κλίμακα Τιμών Saaty 1988

Τιμή a_{ij}	Ερμηνεία
1	Ίσης σημαντικότητας
3	Ελαφρώς σημαντικότερος ο ένας σε σχέση του άλλου
5	Αισθητά σημαντικότερος
7	Πολύ αισθητά σημαντικότερος
9	Απόλυτα σημαντικότερος
2,4,6,8	Ενδιάμεσες τιμές μεταξύ της παρακείμενης κλίμακας

Πίνακας 6. 2: Τιμές Σημαντικότητας Επιπέδου 2 (Πίνακας Α)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΟΧΩΝ	Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών	Μεγιστοποίηση του δείκτη ικανότητας διαδικασίας (C_p)	Ελαχιστοποίηση των κοστών	Ελαχιστοποίηση του ρίσκου
1.Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών	1,00	3,00	3,00	1,00
2.Μεγιστοποίηση του (C_p)	0,33	1,00	1,00	0,50
3.Ελαχιστοποίηση των κοστών	0,33	1,00	1,00	0,33
4.Ελαχιστοποίηση του ρίσκου	1,00	2,00	3,00	1,00

Πίνακας 6. 3: Κανονικοποίηση Πίνακα A σε Πίνακα Aw

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΟΧΩΝ	Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών	Μεγιστοποίηση του δείκτη ικανότητας διαδικασίας (C _p)	Ελαχιστοποίηση των κοστών	Ελαχιστοποίηση του ρίσκου
1.Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών	0,3759	0,4286	0,3750	0,3533
2.Μεγιστοποίηση του (C _p)	0,1241	0,1429	0,1250	0,1767
3.Ελαχιστοποίηση των κοστών	0,1241	0,1429	0,1250	0,1167
4.Ελαχιστοποίηση του ρίσκου	0,3759	0,2856	0,3750	0,3533
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Πίνακας 6. 4: Πίνακας Βαρύτητας Προτεραιοτήτων (πίνακας C)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΟΧΩΝ	Βαρύτητα Προτεραιοτήτων
1.Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών	0,3829
2.Μεγιστοποίηση του (C _p)	0,1423
3.Ελαχιστοποίηση των κοστών	0,1276
4.Ελαχιστοποίηση του ρίσκου	0,3472

Ο CI συσχετίζεται με τη συνεκτικότητα των αποτελεσμάτων που ελέγχονται και δίνεται από τον τύπο:

$$CI = \frac{\delta - m}{m - 1} \text{ όπου } \delta \text{ δίνεται από τον τύπο: } \delta = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{i\text{th στοιχείου του } A \cdot C}{i\text{th στοιχείο του } C}$$

και AC είναι το γινόμενο των πινάκων (πιν.6.2 και πιν.6.4), ενώ m είναι ο αριθμός των ελεγχόμενων στόχων.

Αφού υπολογισθεί ο CI διαιρείται με το RI, όπου ο RI είναι συγκεκριμένος και βρίσκεται από τον παρακάτω πίνακα του Saaty (1988). Εάν το πηλίκο $CI/RI < 0,10$ τότε ο βαθμός συνεκτικότητας είναι ικανοποιητικός, αν όμως $CI/RI > 0,10$ τότε μπορεί να υπάρχει σοβαρό πρόβλημα μη συνεκτικότητας και η AHP δεν παρέχει ορθά αποτελέσματα.

Πίνακας 6. 5: Πίνακας Βαρύτητας Προτεραιοτήτων (πίνακας C)

m	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,51

Ο CI π.χ. των τεσσάρων υποστόχων ($m=4$) του γενικού στόχου είναι 0,0047, σύμφωνα με τις παραπάνω εξισώσεις. Στη συνέχεια, επιλέγουμε τον RI για $m=4$, ο οποίος είναι 0,90. Επομένως, το πηλίκο $CI/RI = 0,0052$ είναι μικρότερο του 0,10 και συνεπάγεται ότι ο βαθμός συνεκτικότητας θεωρείται ικανοποιητικός. Οι αντίστοιχοι υπολογισμοί έγιναν για τους υποστόχους των αντίστοιχων στόχων και η συνεκτικότητά τους θεωρείται επίσης ικανοποιητική. Αν σε κάποια περίπτωση υπάρξει πρόβλημα μη συνεκτικότητας, η ομάδα του Έργου πρέπει να επανεξετάσει τις τιμές σημαντικότητας των στόχων του συγκεκριμένου επιπέδου.

Μετά τον έλεγχο του βαθμού συνεκτικότητας των στόχων ανά επίπεδο, το τελευταίο βήμα είναι η επιλογή μίας εκ των εναλλακτικών λύσεων, με βάση το βαθμό ικανοποίησης του γενικού στόχου. Για να εξαχθεί το συμπέρασμα πρέπει να ελεγχθεί το κατά πόσο ικανοποιούνται τα σετ των υποστόχων που αναλύεται κάθε στόχος. Π.χ. ο στόχος «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών» αναλύεται στους υποστόχους «Μείωση ελαττωματικών», «Εξοδα Προσωπικού» και «Συντήρηση». Οι μεθοδολογίες «Έξι Σίγμα» και DFSS ικανοποιούν τους υποστόχους σε διαφορετικό βαθμό. Η ομάδα του Έργου θεώρησαν ότι τον υποστόχο «Μείωση ελαττωματικών» η μεθοδολογία DFSS τον ικανοποιεί μεταξύ της κατηγορίας ελαφρώς και αισθητά σημαντικότερα από την μεθοδολογία «Έξι Σίγμα», οπότε του δώσανε τιμή 4. Το ίδιο σκεπτικό χρησιμοποιείται και για τους υπόλοιπους υποστόχους, οπότε σχηματίζεται ο πίνακας A_1 (πίν.6.6). Στη συνέχεια ο πίνακας A_1 υφίσταται κανονικοποίηση ως προς το άθροισμα των γραμμών που ισούνται με την μονάδα και σχηματίζεται ο πίνακας A_{w1} (πίν.6.7).

Έχοντας υπόψη τους συντελεστές βαρύτητας των υποστόχων «Μείωση ελαττωματικών», «Εξόδα Προσωπικού» και «Συντήρηση», μπορούμε να υπολογίσουμε τους συντελεστές που ικανοποιούν οι μεθοδολογίες στους υποστόχους αυτούς. Ο υπολογισμός γίνεται με το πολλαπλασιασμό των στοιχείων ανά στήλη του πίνακα A_{w1} με τα αντίστοιχα στοιχεία του πίνακα στήλη C_1 (δες πίν.6.8)

Πίνακας 6. 6: Πίνακας ικανοποίησης υποστόχων από τις μεθοδολογίες «Εξι Σίγμα» και DFSS (Πίνακας A_1)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΣΤΟΧΩΝ «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών»	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	
	DFSS	SS
1.Μείωση ελαττωματικών	4	0,25
2.Εξόδα Προσωπικού	2	0,5
3.Συντήρηση	2	0,5

Πίνακας 6. 7: Κανονικοποίηση Πίνακα A_1 σε πίνακα A_{w1}

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΣΤΟΧΩΝ «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών»	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	
	DFSS	SS
1.Μείωση ελαττωματικών	0,9412	0,0588
2.Εξόδα Προσωπικού	0,8000	0,2000
3.Συντήρηση	0,8000	0,2000

Όποτε, στον Πίνακα 6.9 προκύπτει το κατά πόσο ικανοποιούν οι μεθοδολογίες τους συγκεκριμένους υποστόχους, ενώ το άθροισμα για κάθε μεθοδολογία δείχνει το βαθμό που ικανοποιούν συνολικά το κύριο στόχο «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών». Σ' αυτή την περίπτωση δηλαδή, έχουμε συντελεστές 0,8996 και 0,1004 για το DFSS και «Εξι Σίγμα» αντίστοιχα. Επομένως, η μεθοδολογία DFSS ικανοποιεί το στόχο-κριτήριο «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών» κατά 89,96%.

Πίνακας 6. 8: Πίνακας Βαρύτητας Προτεραιοτήτων των υποστόχους του στόχου «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών» (Πίνακας C₁)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΣΤΟΧΩΝ Του Στόχου «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών»	Βαρύτητα Προτεραιοτήτων
1.Μείωση ελαττωματικών	0,7049
2.Έξοδα Προσωπικού	0,2476
3.Συντήρηση	0,0523

Πίνακας 6. 9: Τελικός Πίνακας Βαρύτητας Προτεραιοτήτων για τις Μεθοδολογίες «Έξι Σίγμα» και DFSS

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΣΤΟΧΩΝ Του Στόχου «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών»	C ₁	A _{w1}		Βαρύτητα Προτεραιοτήτων	
		DFSS	SS	DFSS	SS
1.Μείωση ελαττωματικών	0,7049	0,9412	0,0588	0,6635	0,0414
2.Έξοδα Προσωπικού	0,2476	0,8000	0,2000	0,1981	0,0495
3.Συντήρηση	0,0523	0,8000	0,2000	0,0380	0,0095
				0,8996	0,1004

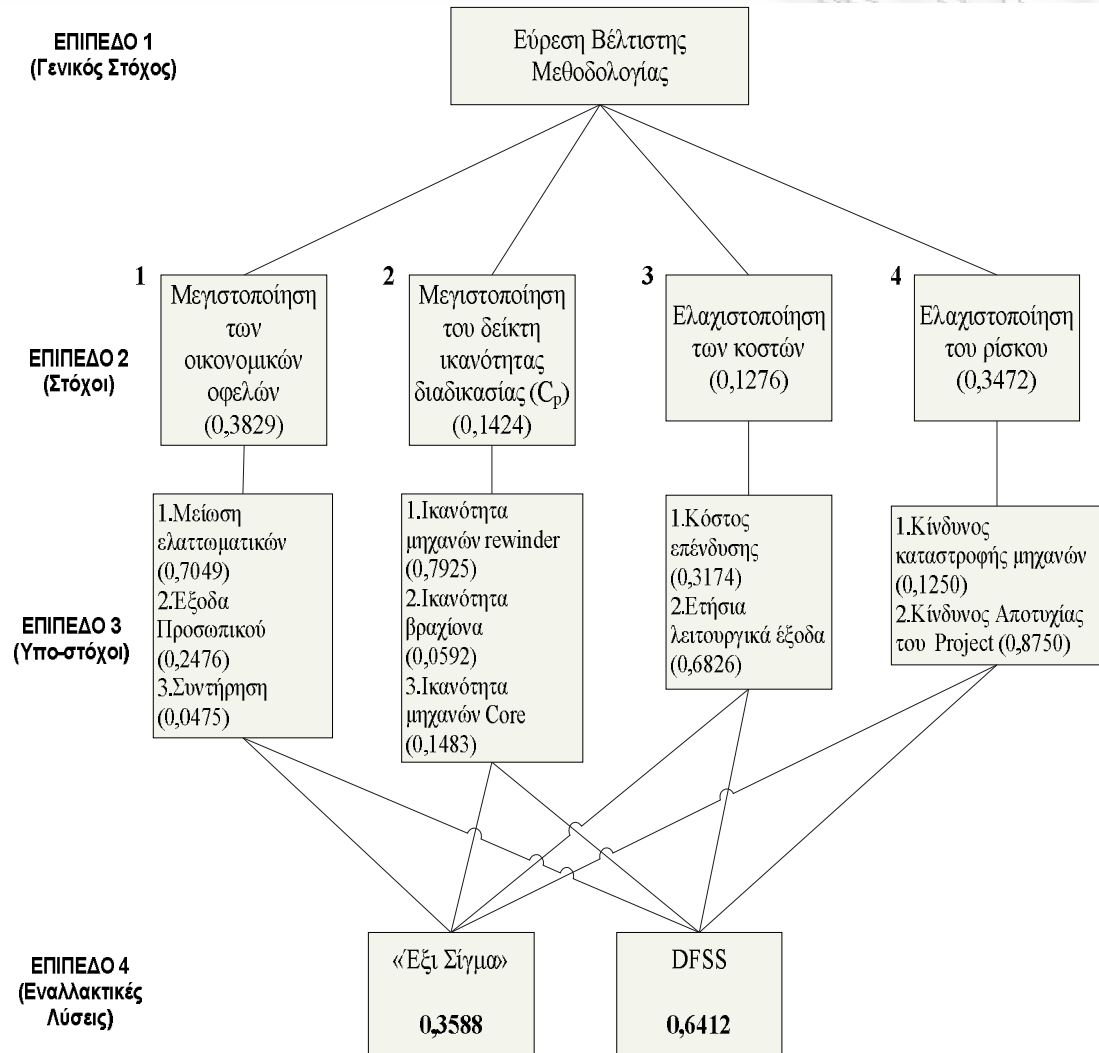
Ο πρώτος στόχος «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών» αποτελεί, όπως έχει υπολογιστεί, το 38,29% του γενικού στόχου. Επομένως, η μεθοδολογία DFSS ικανοποιεί το γενικό στόχο μέσω του στόχου «Μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών»:

$$1\text{ος Στόχος}_{DFSS} = 0,8996 \cdot 0,3829 = 0,3445 \text{ ή } 34,45\%$$

$$\text{Και προφανώς, } 1\text{ος Στόχος}_{SS} = 0,0384 \text{ ή } 3,84\%$$

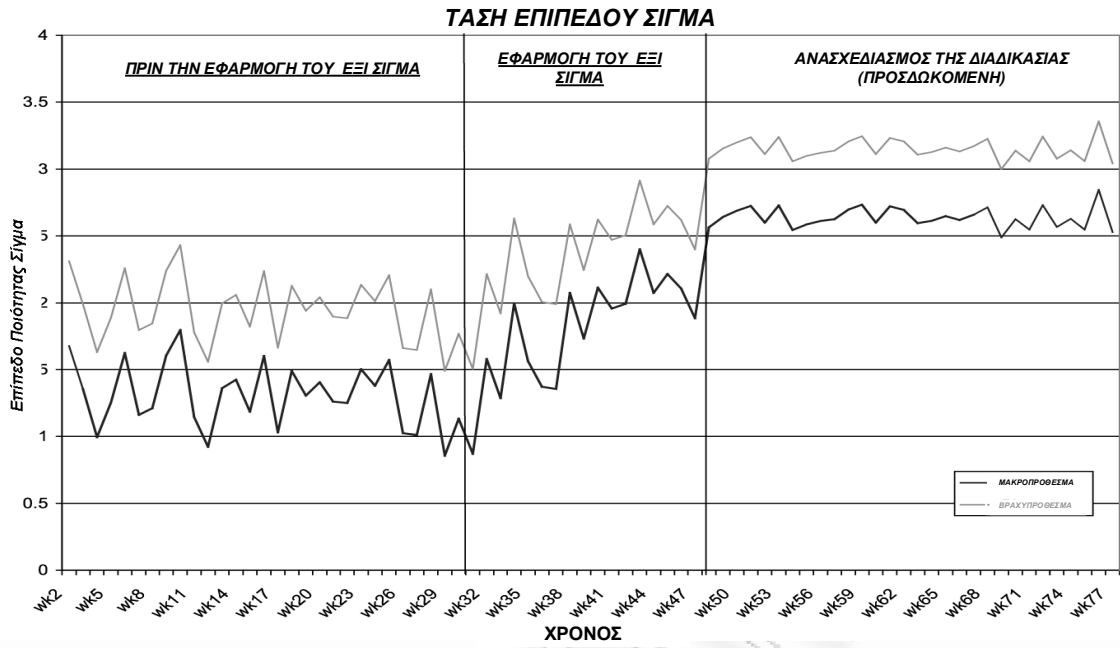
Η ίδια μεθοδολογία χρησιμοποιείται για τον διαμερισμό των ποσοστών των υπολοίπων στόχων από τις δύο μεθοδολογίες. Έτσι αθροίζοντας ανά μεθοδολογία καταλήγουμε ότι

το γενικό στόχο τον ικανοποιεί το DFSS κατά 0,6412 ή 64,12% και το «Έξι Σίγμα» κατά 0,3588 ή 35,88%. Επομένως, οι ιθύνοντες παίρνουν την απόφαση και εφαρμόζουν τη μεθοδολογία DFSS. Ένα συνοπτικό Διάγραμμα των στόχων ανά επίπεδο με τους αντίστοιχους Βαρύτητα Προτεραιοτήτων φαίνεται στο σχήμα 6.4.



Σχήμα 6. 4: Διάγραμμα των στόχων ανά επίπεδο με Βαρύτητα Προτεραιοτήτων

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι η εφαρμογή DFSS δεν προτάθηκε από κάποιον, αλλά επιβλήθηκε μέσα από την εφαρμογή του «Έξι Σίγμα». Μόλις ανακαλύφθηκε η ρίζα του κακού και ο τρόπος εξάλειψής του, διαπιστώθηκε ότι ο καλύτερος τρόπος ήταν ο ανασχεδιασμός της συγκεκριμένης μηχανής. Στο επόμενο σχήμα (σχ.6.5), φαίνεται το πόσο αυξάνεται το επίπεδο ποιότητας με την εφαρμογή του DFSS σε σχέση με την προσέγγιση του «Έξι Σίγμα».



Σχήμα 6. 5: Τάση Επιπέδου Ποιότητας (DFSS vs SS)

Βιβλιογραφία 6^ο Κεφαλαίου

Antony, J. and Banuelas, R. *"Design for six sigma"*, IEE Manufacturing Engineering, Vol. 81 No. 1, pp. 119-21, 2002

Antony, J. and Banuelas, R., *"Design for six sigma: a breakthrough improvement business strategy for achieving competitive advantage"*, Manufacturing Engineering, Vol. 81 No. 1, pp. 24-6, 2002.

Banuelas, R. and Antony, J., *"Going from six sigma to design for six sigma: an exploratory study using AHP"*, The TQM Magazine, Vol. 15 No. 5, pp. 334-44, 2003

Banuelas, R. and Antony, J., *"Six sigma or design for six sigma?"* The TQM Magazine, Volume 16 · Number 4, 2004

Chowdhury, S., *"The Power of Six Sigma"*, FT/Prentice-Hall, London, 2001.

Cole, R., *"From continuous improvement to continuous innovation"*, Quality Management Journal, Vol. 8 No. 4, October, 2001

Saaty, T., *"The Analytic Hierarchy Process"*, Pergamon Press, New York, NY, 1988

Scott, M., *"Quantifying certainty in design decisions: examining AHP"*, Proceedings of the ASME DETC 2002

Weston, F., *"The need for continuous improvement and continuous innovation"*, Quality Management Journal, Vol. 8 No. 4, 2001

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα-Προτάσεις

Η συστηματική μελέτη συγγραμμάτων που διαπραγματεύονται το φαινόμενο του «Σχεδιασμού Για Έξι Σίγμα» (Design For Six Sigma, DFSS), οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η συγκεκριμένη φιλοσοφία είναι αποτέλεσμα έρευνας για την ικανοποίηση της ανάγκης περί υψηλότερης ποιότητας που άλλες αρχές βελτίωσης αδυνατούσαν να καλύψουν.

Η κυριότερη αρχή είναι η «Έξι Σίγμα», η οποία και υιοθετήθηκε από πολλές επιχειρήσεις σαν μία νέα επιχειρησιακή στρατηγική. Οι αρχές της έχουν ενσωματωθεί σε όλες τις σύγχρονες, μεγάλες επιχειρήσεις, προσδίδοντας σημαντικά πλεονεκτήματα σε αυτές. Ωστόσο, είναι γεγονός ότι η φιλοσοφία «Έξι Σίγμα» έχει τους δικούς της περιορισμούς. Πολλές επιχειρήσεις διαπιστώνουν ότι μέσω αυτής δε μπορούν να φτάσουν στο επίπεδο ποιότητας των 6σ και συνειδητοποιούν ότι δεν υφίσταται περαιτέρω ουσιαστική βελτίωση των υπαρχόντων προϊόντων, υπηρεσιών ή διαδικασιών. Το κενό που δημιουργείται καλείται να καλύψει η μεθοδολογία του DFSS, η οποία στηρίζεται στον σχεδιασμό νέων ή στον ανασχεδιασμό των υπαρχόντων προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών.

Η φιλοσοφία του DFSS είναι μια ριζοσπαστική προσέγγιση που στόχο έχει τη δημιουργία προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών επιπέδου 6σ. Βασιζόμενη σε μία άρτια διαδικασία εφαρμογής την IDDOV, σε έναν ουσιαστικό καθορισμό ρόλων και στην εστίαση καθοριστικών στοιχείων όπως στην αφοσίωση των ηγετών, την ολοκληρωμένη εκπαίδευση, την αποτελεσματική εσωτερική επικοινωνία, την ολοκληρωτική στρατηγική και τα οικονομικά αποτελέσματα, διεκπεραιώνονται DFSS Έργα που είναι ικανά να οδηγήσουν κάθε επιχείρηση σε νέους ορίζοντες.

Όμως, η επιλογή του DFSS έναντι του «Έξι Σίγμα» δεν είναι μία απλή υπόθεση. Υπάρχουν ποιοτικοί και ποσοτικοί παράγοντες που κρίνουν την επιλογή αυτή. Στον βιομηχανικό τομέα, κυρίως, γίνονται προσπάθειες για να δοθούν τεκμηριωμένες

απαντήσεις. Η πιο διαδεδομένη τεχνική επιλογής μεταξύ DFSS και «Έξι Σίγμα» είναι η AHP, μέσω της οποίας γίνεται σύγκριση μεταξύ κάποιων σημαντικών παραγόντων. Στους παράγοντες αυτούς συγκαταλέγονται το κόστος, τα κέρδη και το μέγεθος του ρίσκου του εγχειρήματος καθώς και η βελτίωση της ικανότητας των διαδικασιών, προϊόντων ή υπηρεσιών. Η σύγκριση βασίζεται στην υποκειμενική κρίση των ατόμων που τη χρησιμοποιούν, από την οποία και εξάγονται τα ανάλογα συμπεράσματα.

Φυσικά, δεν υπάρχει μόνο η τεχνική AHP, αλλά υπάρχουν και άλλες τεχνικές και διαδικασίες που οδηγούν στην επιλογή της μίας μεθοδολογίας ενάντια της άλλης ή και ακόμα που υποδεικνύουν πότε πρέπει η μία να αντικαθιστά χρονικά την άλλη. Ίσως, θα πρέπει να γίνει μία σύγκριση μεταξύ τους για το ποια είναι η πιο καταλληλότερη, ώστε να εξαχθούν ορθότερα και αντικειμενικότερα συμπεράσματα.

Προφανώς, το DFSS βελτιώνει το επίπεδο ποιότητας, ενώ επιχειρήσεις όπως η General Electric, AlliedSignal, Caterpillar και Ford μπορούν να πιστοποιήσουν τα ευεργετικά του αποτελέσματα. Οι επιχειρήσεις που έχουν κάνει τρόπο ζωής το DFSS αποκτούν ασύγκριτα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους υπόλοιπους. Σταδιακά, η μεθοδολογία Έξι Σίγμα θα αντικατασταθεί από το Σχεδιασμό για Έξι Σίγμα σε κάθε μεγάλη επιχείρηση. Όμως, σα φυσικό επακόλουθο της εξέλιξης των επιχειρήσεων αναζητούνται και νέοι τρόποι βελτίωσης της μεθοδολογίας του DFSS.

Μεγάλες εταιρίες που έχουν φτάσει σε υψηλά επίπεδα μέσω του DFSS έχουν ήδη βρει τρόπους βελτίωσης. Έτσι λοιπόν, ακούγεται στους επιχειρησιακούς κύκλους η βελτιωμένη έκδοση του DFSS, που ονομάζεται Next Generation DFSS. Το Next Generation DFSS, εστιάζεται περισσότερο στο σχεδιασμό ενός νέου προϊόντος/υπηρεσίας/διαδικασίας μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται Αξιοματικός Σχεδιασμός (Axiomatic Design), η οποία οδηγεί σε στιβαρότερα αποτελέσματα. Η νέα έκδοση του DFSS είναι πολύ ενδιαφέρουσα και χρήζει περαιτέρω έρευνας.

Συνολική Βιβλιογραφία

Akao, Y., *"An Introduction to Quality Function Deployment"*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1-24, 1990

Ankur J., *"Applying Criteria-Based Matrix to Prioritize IT Projects"*, Feb. 2008. Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c060731a.asp>

Anti D.,Slutsky J. L., Clyde M. **"Creveling**, *"The Role of Executive and Management Leadership in Design For Six Sigma"*, Prentice Hall, Feb 7, 2003.

Antony, J. and Banuelas, R., *"Design for six sigma"*, IEE Manufacturing Engineering, Vol. 81 No. 1, pp. 119-21, 2002.

Antony, J. and Banuelas, R., *"Design for six sigma: a breakthrough improvement business strategy for achieving competitive advantage"*, Manufacturing Engineering, Vol. 81 No. 1, pp. 24-6, 2002.

Banuelas R., Antony J. and Brace M., *"An Application of Six Sigma to Reduce Waste"*, QUALITY AND RELIABILITY ENGINEERING INTERNATIONAL Qual. Reliab. Engng. Int. 2005.

Banuelas, R. and Antony, J., *"Going from six sigma to design for six sigma: an exploratory study using AHP"*, The TQM Magazine, Vol. 15 No. 5, pp. 334-44, 2003.

Banuelas, R. and Antony, J., *"Six sigma or design for six sigma?"* The TQM Magazine, Volume 16 · Number 4, 2004.

Barney M. & McCarty T., *"The New Six Sigma"*. (Motorola University, Prentice Hall, 2003.

Barry K., Domb E. and Slocum M. S., *"TRIZ A powerful methodology for creative problem-solving"*, Mind Tools Newsletter 63 - 12th December 2006. Also available at: http://www.mindtools.com/pages/article/newCT_92.htm.

Ben-Tal A., Nemirovski A., *"Robust optimization - methodology and applications"*, Springer-Verlag 2002.

Berryman M.L., *"DFSS and Big Payoffs"*, Six Sigma Forum Magazine, 2 Vol. 2, Num. 1, November 2002.

Bertels T., *"Rath & Strong's Six Sigma Leadership Handbook."* New York: Wiley & Sons, 2003.

Breyfogle, Forrest W., III., *"Implementing Design for Six Sigma"*, New York: John Wiley & Sons, 1999.

C.M. Creveling, J.L. Slutsky & D. Antis, Jr., *"Design for Six Sigma: In Technology and Product Development"*, Prentice Hall PTR, 2003.

Chowdhury S. *"Design For Six Sigma"*. Financial Times Prentice Hall, 2003.

Chowdhury S. *"The power of Six Sigma: An inspiring Tale of How Six Sigma is Transforming the Way We Work"*, Financial Times Prentice Hall, 2001.

Chowdhury S., *"Power of Design for Six Sigma"*, Dearborn Trade Publishing, 2003.

Chowdhury, S., *"The Power of Six Sigma"*, FT/Prentice-Hall, London, 2001.

Clark J. J., Littrell P. D. *"Breaking down the Work Breakdown Structure: the WBS is the beginning of everything else in the acquisition process"*, Program-Project Management Program Manager, March, 2002.

Cole, R., *"From continuous improvement to continuous innovation"*, Quality Management Journal, Vol. 8 No. 4, October, 2001.

Creveling, C. M., J. L. Slutsky, and D. Antis Jr. *"Design for Six Sigma"* Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2003.

Croniser B., *"SBTI Six Sigma Master Black Belts Yielding Significant Benefits to Their Companies"*, R Newswire, July 2, 2007.

Dale H. Besterfield, *"Quality control"*, Pearson Education, 2001.

Eckes G., *"Six Sigma for Everyone"*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.

Eckes G., *"The Six Sigma Revolution: How General Electric and Others Turned Process Into Profits"*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2001.

Elmar Sauerwein , Franz Bailom, Kurt Matzler, Hans H. Hinterhuber, *"THE KANO MODEL: HOW TO DELIGHT YOUR CUSTOMERS"*, Preprints Volume I of the IX. International Working Seminar on Production Economics, Innsbruck/Igls/Austria, February 19-23 1996, pp. 313 -327.

Frey D., *"Pugh Concept Selection"*, presentation for Systems Engineering, 2002.

Harry, Mickel J. and Lawson, J. Ronald, *"Six Sigma Productivity Analysis and Process Characterization"*, Motorola University Press, 1992.

Horngren C.T., Datar S. M. and Foster G. *"Cost Accounting"*, 12th Edition, Pearson Prentice Hall 2006.

Jacowski T., *"What is DFSS ?"*, Developing Business Leaders, Jan 5, 2008. Available at: <http://businessmanagementdevelopment.com/leadership/what-is-dfss.html>.

Lally R., Michalko M., *"How to produce more creative ideas"*, Getting Results, Nov 1996 v41 n11 p6(2).

Leung P., Ishii K., Abell J. & Benson J., *"Global Failure Modes and Effects Analysis: a Planning Tool For Global Product Development"*, International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, Long Beach, California USA, September 24-28, 2005.

Mallon, J. C., and Mulligan, D. E., *"Quality Function Deployment - A System for Meeting Customers' Needs"*, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 1993.

Murdoch, A., *"Lateral benchmarking or what formula one taught an airline"*, Management Today, Vol. 75 No.10, pp.64-7, 1997.

Nagel T., Kramer J., Presti M., Schatz A., Breuer A., *"A new approach of accelerated life testing for metallic catalytic converters"*, for Ford Motor Company, SAE International 2003.

Pande P. S., Neuman R. P., and Cavanagh R. R., *"The Six Sigma Way: Team Fieldbook: An Implementation Guild for Project Improvement Teams"*, McGraw-Hill, 2002.

Phadke Madhav S., *"Robust Design (Taguchi Method)"*. Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c020311a.asp>. Jan 2008.

Phadke Madhav S., *"Robustness Strategy"*. Available at: <http://www.isixsigma.com/library/content/c020311b.asp>, Jan 2008.

Prof. Arthur V. Hill, *"The Encyclopaedia of Operations Management Terms"*, Curtis L. Carlson School of Management, 2005.

Roshan V. J., *"Taguchi's approach to robust parameter design: a new perspective"*, IIE

Transactions v39 i8 p805(6), August 2007.

Ross P. J., *"Taguchi Techniques for Quality Engineering"*, McGraw-Hill, 1996.

Saaty, T., *"The Analytic Hierarchy Process"*, Pergamon Press, New York, NY, 1988.

Scott, M., *"Quantifying certainty in design decisions: examining AHP"*, Proceedings of the ASME DETC 2002.

Smith H., *"What Innovation Is"*, CSC White Paper, September 2004. Also available at: <http://www.imeche.org/industries/manufacturing/triz/mumbo-jumbo.htm>.

Sudhakar P. R., *"An introduction to quality improvement through Taguchi methods"*, Industrial Engineering, v27 n1 p53(2), Jan 1995.

Sung H. P. *"SIX SIGMA for Quality and Productivity Promotion"*, Published by the Asian Productivity Organization, 2005

Toksoy J., *"ROBUST DESIGN PRINCIPLES"*, Presentation for Cummins Inc, 2001.

Turner M., *"Breakthrough performance improvement through assumption busting"*, Spectra the journal of the MCA o winter 2004.

Ullman, David G., *"The Mechanical Design Process"*, McGraw-Hill, Inc., U.S.A., 1997.

Weston, F., *"The need for continuous improvement and continuous innovation"*, Quality Management Journal, Vol. 8 No. 4, 2001.

Wilson C., *"Brainstorming Pitfalls and Best Practices"*, Interactions Magazine September 2006.

Yang K. & Basem El-Haik, *"Design for Six Sigma: A Roadmap for Product*

Development", McGraw-Hill Professional, 2004.

Yang K., Basem El-Haik, *"Design for Six Sigma"*, New York: McGraw-Hill, 2003.

Γιοβάνωφ Γ., Κοσμίδης Δ., *"Ο ρόλος της τεχνολογικής υπεροχής στην παραγωγή της τεχνολογίας"*, Άνοιχτό MBA ΤΑ ΜΥΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ, 32ο Τεύχος 25/09/2006.

Καττιρτζή Ε., *"Τηλεπικοινωνιακή Υποδομή ΑΤΗΚ"*, Περιοδικό: ΟΔΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, τεύχος 32 Ιούνιος 2001.

Μπλέσιος Ν., *"Σημειώσεις Διαλέξεων Διοίκησης Ολικής Ποιότητας"*, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 1999.