

**Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ**  
**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ**

ΣΥΜΕΩΝ-ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΑΛΑΝΗΣ Α.Μ. 1046

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΡΟΥΜΕΛΙΩΤΗ Α.Μ 1349

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΡΑΦΑΗΛΙΔΗΣ

**ΠΑΤΡΑ-2012**

## Περιεχόμενα

1. Διαχείριση Κόστους Κύκλου Ζωής .....	5
1.1. Εισαγωγή.....	5
1.2. Οφέλη από τη χρήση.....	6
1.3. Ένα τυπικό υπόδειγμα .....	8
1.4. Βασικές έννοιες.....	10
1.5. Κύκλος Ζωής.....	13
1.6. Οι ρόλοι του LCC.....	16
1.7. Τι εντάσσεται στην ΔΚΚΖ.....	18
1.8. ΔΚΚΖ-Κίνδυνος και Αβεβαιότητα .....	21
2. Οι τέσσερις τρόποι εκτέλεσης του LCC .....	24
2.1. Αναλογικά υποδείγματα .....	24
2.2. Παραμετρικά υποδείγματα.....	26
2.3. Μέθοδοι κοστολόγησης του σχεδιασμού.....	28
2.4. Μέθοδοι κοστολόγησης της λογιστική .....	29
3. Μέθοδοι Ανάλυσης Κινδύνου και Αβεβαιότητας.....	46
3.1. Δέντρα Αποφάσεων .....	46
3.2. Σενάρια τύπου «τι θα γίνει εάν...» (what – if) .....	49
3.3. Τεχνικές αξιολόγησης κινδύνου .....	50
3.4. Θεωρία των ασαφών αριθμών και ασαφών διαστημάτων.....	54
3.5. Χειρισμός μοντέλων με πολλές μεταβλητές.....	57
3.6. Μείωση Κινδύνου με την εισαγωγή της αβεβαιότητας: Πως λειτουργούν οι μέθοδοι Monte Carlo .....	59

4.	ABC .....	74
	ΒΗΜΑ 1: Καθορισμός του πεδίου εφαρμογής του υποδείγματος και των αντίστοιχων αντικειμένων κόστους.....	76
	ΒΗΜΑ 2:Εύρεση και καθορισμός του Καταλόγου Υλικών (Bill Of Materials) .....	80
	ΒΗΜΑ 3: Καθορισμός και ποσοτικοποίηση των παραγωγικών πόρων .....	81
	ΒΗΜΑ 4: Δημιουργία ιεράρχησης δραστηριοτήτων και δικτύου .....	86
	ΒΗΜΑ 5: Καθορισμός και ποσοτικοποίηση των οδηγών παραγωγικών πόρων, οδηγών δραστηριοτήτων και τις έντασής τους.....	89
	ΒΗΜΑ 6: Καθορισμός των σχέσεων μεταξύ των οδηγών δραστηριότητας και σχεδιασμός αλλαγών .....	90
	ΒΗΜΑ 7: Υποδειματοποίηση αβεβαιότητας .....	91
	ΒΗΜΑ 8: Εκτίμηση του Κατάλογου Υλικών (Bill Of Materials) .....	93
	ΒΗΜΑ 9:Εκτίμηση του κόστους των αντικειμένων κόστους και απόδοση σε μέτρα .....	94
	ΒΗΜΑ 10: Εκτέλεση προσομοιώσεων Monte Carlo και σχετικών αναλύσεων.....	109
5.	CASE STUDIES .....	114
5.1	Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) Αντλητικών Συστημάτων .....	114
5.2	Διαχείριση Κόστους κύκλου ζωής Κτηρίων.....	123
5.3	Φθαρμένα Ελαστικά.....	132

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται να διευκρινιστεί η έννοια του κόστους κύκλου ζωής και πως μπορεί να γίνει η διαχείριση αυτού. Αρχικά παρουσιάζεται η ανάλογη θεωρία και στο τέλος παρατίθενται τρεις μελέτες περιπτώσεων για καλύτερη κατανόηση.

Στο *πρώτο κεφάλαιο* δίνονται οι βασικές εισαγωγικές έννοιες καθώς και ένα τυπικό υπόδειγμα της Διαχείρισης του κόστους κύκλου ζωής. Τέλος, εισάγεται η έννοια της αβεβαιότητας και πως μπορεί να αντιμετωπιστεί.

Στο *δεύτερο κεφάλαιο* αναλύονται τα βασικά υποδείγματα και οι μέθοδοι για την εκτέλεση της κοστολόγησης του κύκλου ζωής.

Στο *τρίτο κεφάλαιο* περιγράφονται κάποιοι μέθοδοι ανάλυσης κινδύνου και αβεβαιότητας. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται τα δέντρα αποφάσεων, Σενάρια τύπου «τι θα γίνει εάν...» (what – if), Τεχνικές αξιολόγησης κινδύνου, Θεωρία των ασαφών αριθμών και ασαφών διαστημάτων, μοντέλα με πολλές μεταβλητές, μέθοδοι Monte Carlo.

Στο *τέταρτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται η κοστολόγηση με βάση το κύκλο ζωής της δραστηριότητας. Παρουσιάζονται τα δέκα βήματα που ακολουθούνται για αυτή.

Στο *πέμπτο κεφάλαιο* παρουσιάζονται τρεις μελέτες περιπτώσεων για την ανάλυση του κόστους κύκλου ζωής αντλητικών συστημάτων, κτηρίων και φθαρμένων ελαστικών για καλύτερη κατανόηση των παραπάνω.

# 1. Διαχείριση Κόστους Κύκλου Ζωής

## 1.1. Εισαγωγή

Οι περισσότερες επιχειρήσεις λειτουργούν αγοράζοντας κάτι, προσθέτοντας αξία σε αυτό και πουλώντας το σε υψηλότερη τιμή σε κάποιον. Η τιμή των προϊόντων ορίζεται από τις συνθήκες της αγοράς. Το κόστος παραγωγής όμως είναι αποτέλεσμα μιας σειράς αποφάσεων που έλαβαν χώρα σε διάφορα επίπεδα μέσα στην επιχείρηση, οι οποίες άρχισαν να λαμβάνονται πολύ πριν σχηματοποιηθεί το προϊόν ως ιδέα.

Αυτή η σειρά αποφάσεων, που προηγούνται κατά πολύ της παραγωγής, οδηγεί στην δέσμευση πόρων της επιχείρησης προτού χρειασθεί να γίνουν οποιεσδήποτε δαπάνες. Η αποτελεσματική διαχείριση του κόστους λοιπόν αφορά και την μείωσή του ήδη από τον καιρό της δέσμευσης των πόρων, και πολύ πριν τις δαπάνες. Ωστόσο, οι συνήθεις λογιστικές μέθοδοι αποτρέπουν τις επιχειρήσεις από το να αντιλαμβάνονται το γεγονός ότι μεγάλο μέρος των δαπανών οφείλεται σε αποφάσεις και δράσεις χρονικά πολύ πριν την υλοποίηση των δαπανών. Αυτή ακριβώς η διαπίστωση ήταν το έναυσμα για την δημιουργία της προσέγγισης Διαχείρισης Κόστους Κύκλου Ζωής (ΔΚΚΖ).

Η ΔΚΚΖ δημιουργήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1960, εξαιτίας της διαπίστωσης από πλευράς Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ ότι το κόστος των οπλικών συστημάτων προσδιορίζεται σε μεγάλο βαθμό πριν καν αρχίσει η έρευνα και ανάπτυξη που θα οδηγήσει στο τελικό προϊόν.

Σκοπός της ΔΚΚΖ είναι ο υπολογισμός του συνολικού κόστους ιδιοκτησίας και χρήσης οποιουδήποτε υλικού ή υπηρεσίας. Είναι μια

προσέγγιση που επιχειρεί να συνυπολογίσει όλα τα είδη κόστους, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί ένα προφίλ κόστους ενός προϊόντος ή υπηρεσίας για ολόκληρη την προσδοκώμενη διάρκεια ζωής του. Προφανώς, για να υπολογισθεί η σημερινή αξία μελλοντικών εξόδων χρησιμοποιούνται χρηματοοικονομικές μέθοδοι προεξόφλησης.

Αν και η βασική ιδέα είναι εξαιρετικά απλή, η πρακτική της εφαρμογή είναι δυσχερής. Ως απόδειξη του πιο πάνω, η Αμερικανική πολεμική αεροπορία έχει χρησιμοποιήσει, ή χρησιμοποιεί, τις πιο κάτω μεθόδους ΔΚΚΖ: AFR 173-10, Logistics Support Cost, Logistics Composite, MOD-METRIC, AFM 26-3 Manpower Standards, Air Force Logistics Command Depot Maintenance Cost Equations, DAPCA, PRICE. Προφανώς, άλλες μέθοδοι (ή τροποποιήσεις των ιδίων) χρησιμοποιούνται από τα άλλα Σώματα, ενώ δεν παρατέθηκαν οι μέθοδοι που χρησιμοποιεί η βιομηχανία. Καμία από τις μεθόδους δεν μπορεί να καλύψει αυτοτελώς όλες τις ανάγκες. (Α. Ραφαηλίδης, 2007)

## 1.2. Οφέλη από τη χρήση

Τα οφέλη από την χρήση της ΔΚΚΖ είναι κυρίως τα πιο κάτω:

- a) Συγκριτική αξιολόγηση ανταγωνιστικών επιλογών στις προμήθειες, οι τεχνικές ΔΚΚΖ επιτρέπουν την σύγκριση βάσει του συνολικού κόστους για ολόκληρη την διάρκεια ζωής καθεμιάς ανταγωνιστικής πρότασης. Οι τεχνικές έχουν εφαρμογή στις περισσότερες περιπτώσεις αποφάσεων προμήθειας είτε υλικού είτε υπηρεσίας.
- b) Βελτιωμένη αντίληψη του συνολικού κόστους των διαθέσιμων επιλογών, οι τεχνικές ΔΚΚΖ προσφέρουν στους φορείς καλύτερη επίγνωση των

παραγόντων που επιδρούν στο κόστος. Έτσι, περισσότερη προσπάθεια μπορεί να αφιερωθεί σε εκείνες τις παραμέτρους που μακροπρόθεσμα θα επιδράσουν περισσότερο στο κόστος

- c) Περισσότερο ακριβής πρόβλεψη των προφίλ κόστους. Η εφαρμογή τεχνικών ΔΚΚΖ επιτρέπει την ακριβέστερη εκτίμηση του συνολικού κόστους που συνδέεται με μια προμήθεια. Η ΔΚΚΖ οδηγεί σε βελτιωμένη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα και επιτρέπει ακριβέστερη πρόβλεψη μελλοντικών και μακροπρόθεσμων δαπανών.
- d) Αξιολόγηση του συμβιβασμού μεταξύ απόδοσης και κόστους. Τέλος, στις αποφάσεις περί προμηθειών, το κόστος δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα που εξετάζεται όταν αξιολογούνται οι εναλλακτικές λύσεις. Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες, όπως το πόσο καλά ανταποκρίνεται καθεμιά λύση στην υπάρχουσα ανάγκη, η ποιότητα των προϊόντων ή το επίπεδο των προσφερόμενων υπηρεσιών, κλπ. Η ανάλυση ΔΚΚΔ επιτρέπει την ανάδειξη των επιπτώσεων της προσπάθειας περιορισμού του κόστους σε καθεμιά από τις δυνατότητες που προσφέρει κάθε εναλλακτική πρόταση.

Τα αποτελέσματα της ΔΚΚΖ αποτελούν εργαλεία υποβοήθησης της λήψης αποφάσεων, όταν υπάρχει δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαφορετικών εναλλακτικών λύσεων προτάσεων. Κατά συνέπεια, ο υπολογισμός του κόστους κύκλου ζωής είναι ιδιαίτερα χρήσιμος ως εργαλείο σύγκρισης, αν βέβαια οι υποθέσεις που γίνονται για το μέλλον είναι οι ίδιες για όλες τις εναλλακτικές λύσεις. Ας σημειωθεί ότι η ακρίβεια της ανάλυσης μειώνεται με την αύξηση της διάρκειας ζωής του προϊόντος ή της υπηρεσίας. (Α. Ραφαηλίδης, 2007)

### 1.3. Ένα τυπικό υπόδειγμα

Ένα τυπικό υπόδειγμα ΔΚΚΖ αποτελείται κατά βάση από πέντε στάδια, τα οποία εξειδικεύονται κατά περίπτωση:

#### **1<sup>ο</sup> Στάδιο: Προσδιορισμός και επισκόπηση του αντικειμένου του υποδείγματος.**

Αντικειμενικός σκοπός του υποδείγματος είναι η δημιουργία δυνατότητας συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Πάντοτε επιδιώκεται η σύνθεση του απλούστερου δυνατού υποδείγματος. Σε περίπτωση, για παράδειγμα, που έχει ήδη επιλεγεί το βασικό σύστημα και σκοπός είναι η σύγκριση μεταξύ του κόστους εναλλακτικών υποσυστημάτων, τότε προφανώς το μεγαλύτερο μέρος του κόστους ζωής θα είναι το ίδιο ανεξαρτήτως επιλογής υποσυστήματος. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το υπόδειγμα εστιάζει στα στοιχεία που πράγματι διαφοροποιούν το κόστος κύκλου ζωής, δηλαδή στα υποσυστήματα υπεθύρων. Από την άλλη πλευρά, όταν σκοπός είναι η εκτίμηση του πραγματικού κόστους κύκλου ζωής ενός ολόκληρου συστήματος, τότε θα πρέπει να εξετασθεί ένα πολύ ευρύτερο φάσμα ειδών κόστους, κάτι που θα κάνει την εκτίμηση να είναι λιγότερο ακριβής.

#### **2<sup>ο</sup> Στάδιο: Προσδιορισμός δεδομένων που πρέπει να συλλεχθούν για χρήση στο υπόδειγμα ΔΚΚΖ.**

Για να αυξηθεί η ακρίβεια της πρόβλεψης του κόστους κύκλου ζωής, η εστίαση γίνεται σε γνωστά στοιχεία υψηλού κόστους, αντί σε λεπτομέρειες μικρότερης σημασίας. Η εμπειρία υπαρχόντων χρηστών του υπό εξέταση υλικού ή



υπηρεσίας μπορεί να είναι χρήσιμη, ειδικά όταν πρόκειται για κάτι νέο. Ο εντοπισμός των στοιχείων κόστους και στοιχείων χρήσης είναι συνήθως η μεγαλύτερη δυσκολία στην όλη προσπάθεια εκτίμησης του κόστους κύκλου ζωής. Όταν κάποια από τα δεδομένα είναι αδύνατο να συγκεντρωθούν, η έλλειψή τους χρειάζεται να επισημαίνεται, όπως και η σημασία της παράλειψης και οι υποθέσεις που έγιναν για να ολοκληρωθεί το υπόδειγμα παρά την παράλειψη.

### **3<sup>ο</sup> Στάδιο: Επιλογή κατάλληλου υποδείγματος ΔΚΚΖ.**

Η επιλογή υποδείγματος ΔΚΚΖ δεν θα έπρεπε να παίζει ρόλο ως προς τα αποτελέσματα, καθώς ο ρόλος του υποδείγματος είναι η άθροιση του συνολικού κόστους. Πρακτικά όμως, το υπόδειγμα επιλέγεται με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα και τις απαιτήσεις που υπάρχουν ως προς τα αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση, το υπόδειγμα θα πρέπει να ερμηνεύει ένα φάσμα σεναρίων (ακόμα και το απλούστερο οπλικό σύστημα μπορεί να αξιοποιηθεί σε πολλά διαφορετικά σενάρια αποστολής).

### **4<sup>ο</sup> Στάδιο: Συλλογή δεδομένων.**

Είναι εξαιρετικά σπουδαίος ο εντοπισμός και η καταγραφή των πηγών των δεδομένων και των υποθέσεων που έχουν γίνει κατά περίπτωση.

### **5<sup>ο</sup> Στάδιο: Ανάλυση δεδομένων και ετοιμασία της αναφοράς ΔΚΚΖ.**

Στο σημείο αυτό παίζει ρόλο το υπόδειγμα που έχει χρησιμοποιηθεί, καθώς από αυτήν την επιλογή εξαρτάται το είδος των αποτελεσμάτων. Μπορεί, για παράδειγμα, να απαιτείται η εξαγωγή συμπερασμάτων για ένα μεγάλο εύρος σεναρίων, ή ανάλυση ευαισθησίας που σχετίζεται με τις εκάστοτε επιλογές των αρμοδίων για τις αποφάσεις. (Α. Ραφαηλίδης, 2007)

## 1.4. Βασικές έννοιες

Έννοιες που σχετίζονται άρρηκτα με κάθε εφαρμογή της ΔΚΚΖ είναι οι εξής:

- η δομή του κόστους
- η εκτίμηση του κόστους
- η προεξόφληση και
- ο πληθωρισμός.

Η δομή του κόστους είναι βασική για την ΔΚΚΖ. Το πόσο σύνθετη είναι εξαρτάται κάθε φορά και από την λαμβανόμενη απόφαση προμήθειας. Ανεξάρτητα από το πόσο σύνθετη είναι η δομή του κόστους, η ανάλυση θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:

- + Na περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία κόστους που σχετίζονται με την υπό εξέταση επιλογή
- + Κάθε στοιχείο κόστους πρέπει να ορίζεται με σαφήνεια έτσι ώστε όλοι οι εμπλεκόμενοι να έχουν ξεκάθαρη αντίληψη ως προς το τι εμπεριέχεται σε καθένα στοιχείο
- + Καθένα στοιχείο κόστους θα πρέπει να συνδέεται με κάποια σημαντική δραστηριότητα ή με ένα σημαντικό τμήμα του υλικού ή της υπηρεσίας
- + Η δομή κόστους πρέπει να διαρθρώνεται έτσι ώστε να επιτρέπει την ανάλυση συγκεκριμένων ζητημάτων. Για παράδειγμα, ο αγοραστής μπορεί να χρειάζεται να συγκρίνει το κόστος των ανταλλακτικών κάθε εναλλακτικής λύσης
- + Η δομή κόστους πρέπει να είναι συμβατή με τις προϋπολογιστικές και λογιστικές διαδικασίες των φορέων

Για προγράμματα που περιλαμβάνουν υποκατασκευαστές θα πρέπει να υπάρχουν ξεχωριστές κατηγορίες κόστους για την παρακολούθησή τους. (Α. Ραφαηλίδης, 2007)

Μετά την κατάστρωση της δομής κόστους είναι αναγκαίος ο υπολογισμός του κόστους καθεμιάς κατηγορίας. Αυτός ο υπολογισμός γίνεται με μια από τις ακόλουθες μεθόδους (ή με συνδυασμό τους):

- ✚ *Γνωστοί παράγοντες.* Είναι εισροές που έχουν γνωστή και συγκεκριμένη ακρίβεια. Για παράδειγμα, αν γνωρίζουμε το κόστος παραγωγής κατά μονάδα προϊόντος και την ποσότητα, μπορούμε να υπολογίσουμε το κόστος της προμήθειας.
- ✚ *Συναρτήσεις εκτίμησης κόστους.* Προκύπτει κυρίως από ιστορικά ή εμπειρικά δεδομένα. Για παράδειγμα, αν η εμπειρία δείχνει ότι για παρόμοια είδη το κόστος δημιουργίας αρχικού αποθέματος ανταλλακτικών ήταν 20% του κόστους προμήθειας, αυτό χρησιμοποιείται σαν πληροφόρηση για την επικείμενη προμήθεια. Οι συναρτήσεις εκτίμησης κόστους μπορεί να είναι πολυσύνθετες, αλλά γενικά όσο απλούστερες τόσο καλύτερα. Φυσικά, είναι εξαιρετικά δυσχερές ο ορισμός συναρτήσεων εκτίμησης κόστους για κλάδους που αλλάζουν ταχύτατα, όπως η Πληροφορική, ή για είδη που τώρα μπαίνουν σε παραγωγή και δεν διατίθενται ιστορικά δεδομένα.
- ✚ *Γνώμες εμπειρογνομόνων.* Αν και επιρρεπείς σε κριτική, συχνά οι γνώμες των εμπειρογνομόνων είναι η μόνη διαθέσιμη μέθοδος εκτίμησης του κόστους όταν λείπουν πραγματικά δεδομένα. Όταν χρησιμοποιούνται, θα πρέπει να καταγράφονται οι υποθέσεις κάτω από τις οποίες λειτουργούν και η λογική που τις υποστηρίζει. (Α. Ραφαηλίδης, 2007)

Η προεξόφληση είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τη σύγκριση κόστους και οφελών που συμβαίνουν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Όταν συγκρίνονται δυο ή περισσότερες εναλλακτικές χρειάζεται μια κοινή βάση σύγκρισης (έτος βάσης). Καθώς το παρόν είναι η περισσότερη κατάλληλη περίοδος αναφοράς, το μελλοντικό κόστος πρέπει να προσαρμοσθεί στις σημερινές του τιμές, δηλαδή να προεξοφληθεί. Η προεξόφληση αναφέρεται στην εφαρμογή ενός επιλεγμένου επιτοκίου με βάση το οποίο κάθε μελλοντικό κόστος προσαρμόζεται στον χρόνο στον οποίο λαμβάνεται η απόφαση. Ο ίδιος ο υπολογισμός της παρούσας αξίας μιας επένδυσης δεν είναι δύσκολος.

Σημαντικό πρόβλημα, ωστόσο, αποτελεί η επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου προεξόφλησης. Για την βιομηχανία χρησιμοποιείται συνήθως ποσοστό γύρω στο 12%. Ενδεικτικά για τον χώρο της άμυνας, το Αμερικανικό Office of Defense for Acquisition Technology and Logistics χρησιμοποιεί τα πιο κάτω επιτόκια προεξόφλησης, σε πραγματικές τιμές: 3 έτη επιτόκιο 3.4%, 5 έτη επιτόκιο 3.5%, 7 έτη επιτόκιο 3.5%, 10 έτη επιτόκιο 3.6%, 30 έτη επιτόκιο 3.8%. (Α. Ραφαηλίδης, 2007)

Ο πληθωρισμός αυξάνει το συνολικό μελλοντικό κόστος. Εφόσον ο πληθωρισμός για όλα τα είδη κόστους είναι περίπου ίδιος, κοινή πρακτική είναι να παραλείπεται στην ανάλυση ΔΚΚΖ. Ωστόσο, αν πρόκειται για προμήθειες που έχουν στοιχεία κόστους που προέρχονται από άλλες χώρες, ο πληθωρισμός είναι στοιχείο που συνυπολογίζεται. (Απ. Ραφαηλίδης 2007)

## 1.5. Κύκλος Ζωής

Η ερμηνεία του όρου του κύκλου ζωής διαφέρει ανάλογα με ποιός λαμβάνει την απόφαση, όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία.

- ✓ Ένα **στέλεχος μάρκετινγκ** θα σκεφτόταν με γνώμονα τη διάσταση του μάρκετινγκ. Οπότε ο Κύκλος ζωής θα αποτελείται τουλάχιστον από τα εξής τέσσερις στάδια:
  - Εισαγωγή
  - Ανάπτυξη
  - Ωρίμανση
  - Παρακμή
  
- ✓ Ένας **βιομήχανος**, από την άλλη πλευρά, θα σκεφτόταν από την προοπτική της παραγωγής, Οπότε ο Κύκλος Ζωής μπορεί να περιγραφεί με τις εξής πέντε κύριες φάσεις:
  - Σύλληψη προϊόντος
  - Σχεδιασμός
  - Ανάπτυξη προϊόντων και διαδικασιών
  - Παραγωγή
  - Διανομή
  
- ✓ Όταν το προϊόν έχει φθάσει στον πελάτη (χρήστη ή καταναλωτή), η προοπτική είναι διαφορετική: **η πλευρά του πελάτη**. Η προοπτική αυτή συχνά περιλαμβάνει τα εξής πέντε στάδια:
  - Αγορά
  - Λειτουργία
  - Υποστήριξη

- Συντήρηση
- Διάθεση

Επειδή η τιμή αγοράς που πληρώνει ο πελάτης είναι ίση με το κόστος του παραγωγού συν ένα κέρδος, το κόστος κύκλου ζωής από τη σκοπιά των καταναλωτών τις περισσότερες φορές είναι το πιο ολοκληρωμένο. Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό αυτό και να μετατραπεί σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, όπως έκανε η Toyota, για παράδειγμα. Στη Toyota εργάστηκαν συστηματικά για την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους του κύκλου ζωής, και αυτό είναι κάτι από το οποίο οι πελάτες της έχουν επωφεληθεί, επίσης τα αυτοκίνητα της Toyota είναι ουσιαστικά χωρίς προβλήματα μετά την αγορά. Η Toyota μπορεί να χρεώνει στην πραγματικότητα υψηλότερη τιμή από τους ανταγωνιστές της και να αυξάνει τα κέρδη της, αλλά από την άλλη οι πελάτες της γνωρίζουν ότι εξοικονομούν χρήματα και ζημιές, δηλαδή είναι μια κατάσταση διπλής ωφέλειας και για τον πελάτη και τον κατασκευαστή. Δυστυχώς, καμιά από τις παραδοσιακές μεθόδους κοστολόγησης δεν παρέχει υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων για τέτοιες σκέψεις.

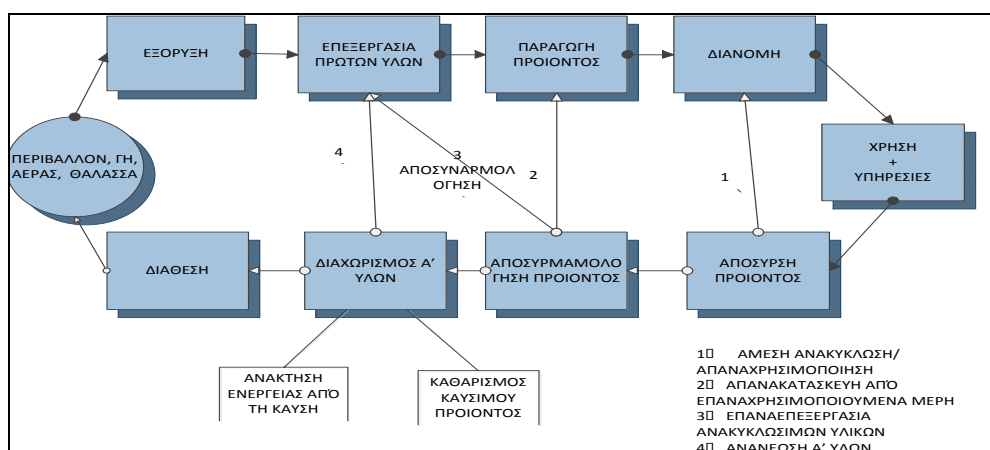
Οι τρεις προοπτικές λαμβάνουν υπόψη μόνο "ιδιωτικές" δαπάνες, δηλαδή δαπάνες που αφορούν άμεσα την κατώτατη γραμμή της εταιρείας. Η κοινωνική προοπτική, ωστόσο, περιλαμβάνει τις δραστηριότητες (και τα συναφή έξοδα) που επωμίζεται η κοινωνία, όπως:

- Διάθεση
- Εξωτερικές επιδράσεις

Όσον αφορά το κόστος διάθεσης, η νέα τάση που διεθνώς επικρατεί είναι ότι προέρχεται από το κόστος του κατασκευαστή ή του χρήστη. Για παράδειγμα, τόσο στη Γερμανία όσο και στη Νορβηγία, υπάρχει νομοθεσία απόσυρσης. Έτσι, δεδομένου ότι οι κοινωνίες γίνονται πιο εύπορες και με περισσότερες

γνώσεις, είναι πιθανό ότι θα καταστεί ακόμη πιο δύσκολο για τις επιχειρήσεις να ξεφύγουν από τις κοινωνικές τους ευθύνες.

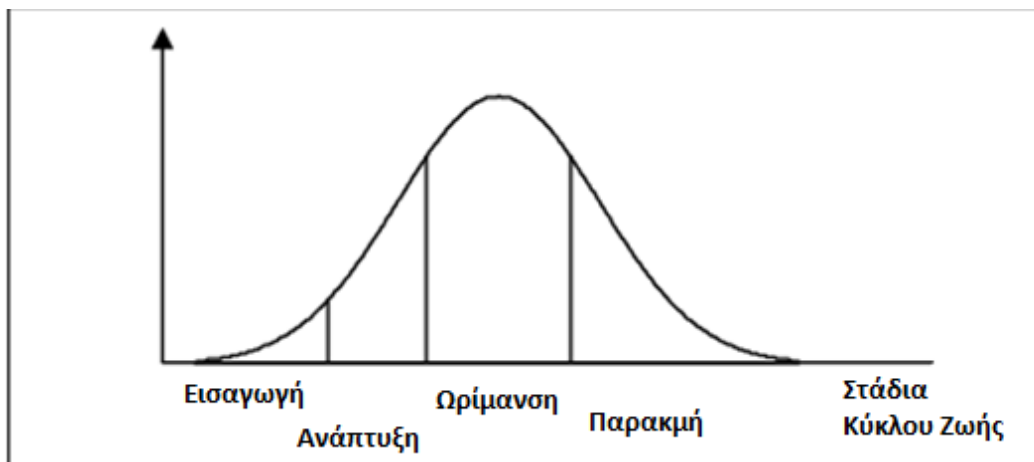
- ✓ Τέλος, έχουμε την πιο **ολοκληρωμένη προοπτική**, δηλαδή αυτή του προϊόντος, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο κύκλος ζωής του προϊόντος είναι ουσιαστικά το σύνολο των δραστηριοτήτων του προϊόντος, ή τα μέρη του προϊόντος, ανεξάρτητα από το ποιος λαμβάνει τις αποφάσεις. Μπορεί να περιλαμβάνει ως εκ τούτου όλες τις προοπτικές της διαδικασίας εκτός από μια: την προοπτική της εμπορίας. Ο λόγος είναι ότι ο κύκλος ζωής του προϊόντος είναι στο ατομικό επίπεδο κάθε μονάδας προϊόντος, ενώ η προοπτική της εμπορίας είναι σχετικά με το τύπο του προϊόντος. Με την ίδια λογική, αν συγκρίνουμε την διάρκεια του κύκλου ζωής του προϊόντος που απεικονίζεται στο σχήμα 1 με τον κύκλο ζωής της αγοράς που φαίνεται στο επόμενο σχήμα, βλέπουμε ότι ο κύκλος ζωής του προϊόντος αποτελείται πάντα από διαδικασίες και δραστηριότητες, ενώ ο κύκλος ζωής της αγοράς όχι. Τα στάδια, ωστόσο, δεν είναι ούτε διαδικασίες ούτε δραστηριότητες. Έχουν σχέση με την κατάσταση της αγοράς, όπως χαρακτηρίζεται με το να είναι νέα ή παλιά (εισαγωγή ή παρακμή) ή το ύψος των πωλήσεων (ανάπτυξη, ωρίμανση και παρακμή).



Σχήμα 1: Γενική παρουσίαση του Κύκλου ζωής του προϊόντος

Ο όρος του κύκλου ζωής του προϊόντος ταιριάζει λογικά στο κύκλο ζωής που φαίνεται στο πρώτο σχήμα καλύτερα από αυτό που φαίνεται στο δεύτερο. Επιπλέον, στη παρούσα εργασία εστιάζουμε στον κύκλο ζωής του προϊόντος και όχι τόσο στον κύκλο ζωής της αγοράς. Σε κάθε περίπτωση, υπάρχουν δύο μοναδικοί κύκλοι ζωής :

- σε ατομικό επίπεδο προϊόντος (ο κύκλος ζωής του προϊόντος) και
- ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος (ο κύκλος ζωής της αγοράς).



Σχήμα 2: Κύκλος Ζωής Αγοράς

## 1.6. Οι ρόλοι του LCC

Το LCC σήμερα εξυπηρετεί κυρίως τρεις σκοπούς:

1. Είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο στο σχεδιασμό, την προμήθεια, και ούτω καθεξής. Αυτή ήταν και η αρχική πρόθεση.
2. Εφαρμόζονται προληπτικά στην αναλυτική λογιστική και στη διοίκηση
3. Είναι εργαλείο σχεδιασμού και μηχανικής για περιβαλλοντικούς σκοπούς.



Οι τρεις σκοποί έχουν έναν κοινό παρονομαστή, που είναι ο ρόλος του LCC για να παρέχει διορατικότητα στο μέλλον για θέματα που αφορούν όλα τα έξοδα. Επιπλέον, δεδομένου ότι το μέλλον πάντα συνδέεται με την αβεβαιότητα και τους κινδύνους, στην ουσία μιλάμε για προληπτική διαχείριση του κόστους. Πρέπει επίσης να διαχειριστεί όλα τα είδη των κινδύνων από τα οποία μπορεί να υποστεί απώλειες ο οργανισμός. Οι εν λόγω κίνδυνοι που συνήθως αναφέρονται ως επιχειρηματικοί κίνδυνοι έχουν γίνει ένα νέο επίκεντρο της εταιρικής διακυβέρνησης<sup>1</sup>. Στην πραγματικότητα, λόγω των πολλών εταιρικών σκανδάλων που εκδηλώθηκαν τη δεκαετία του 1980 και του 1990, οι μεγάλοι θεσμικοί επενδυτές έχουν ζητήσει καλύτερη οικονομική διαφάνεια, ακεραιότητα, και ευθύνη. Αυτή η ώθηση προς τη βελτίωση της εταιρικής διακυβέρνησης είχε ως αποτέλεσμα την έκθεση Turnbull, που δημοσιεύθηκε το 1999 στο Ηνωμένο Βασίλειο, η οποία έγινε κατόπιν αιτήματος του London Stock Exchange (LSE).

Η διαχείριση του κόστους θα πρέπει ιδανικά να επεκταθεί ώστε να γίνεται στο κόστος διαχείρισης με βάση τον κίνδυνο καθώς και να εστιάζει στο συνολικό κόστος. Στην πραγματικότητα, όπως η οδηγία Turnbull αναφέρει ότι πρέπει να υιοθετηθεί μια προσέγγιση βάσει κινδύνου προς τη θέσπιση ενός συστήματος εσωτερικού ελέγχου και την αναθεώρηση της αποτελεσματικότητάς του, οι μέθοδοι LCC πρέπει να λάβουν υπόψη τους κινδύνους και τις αβεβαιότητες προκειμένου να είναι πραγματικά χρήσιμες για τη λήψη αποφάσεων.

Δυστυχώς, οι περισσότερες μέθοδοι LCC δεν μπορούν να διαχειριστούν αυτά τα θέματα με αξιοπιστία και γι' αυτό ήταν απαραίτητη μια διαφορετική μέθοδος

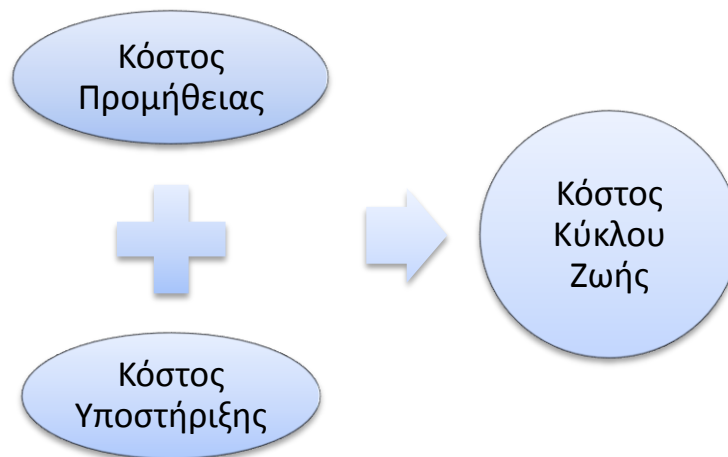
---

<sup>1</sup> Η Εταιρική Διακυβέρνηση αναφέρεται σε ένα σύνολο αρχών με βάση το οποίο επιδιώκεται η υπεύθυνη οργάνωση, λειτουργία, διοίκηση και έλεγχος μιας επιχείρησης, με μακροπρόθεσμο στόχο τη μεγιστοποίηση της αξίας της και τη διαφύλαξη των έννομων συμφερόντων όλων όσων συνδέονται με αυτήν.

LCC. Από το Καθηγητή Bert Bras του Georgia Institute of Technology και τον Jan Emblemsag έγινε μια πρώτη προσέγγιση σε αυτό που ονομάζεται Activity-Based Costing με αβεβαιότητα (M.E. Jones and G. Sutherland, 1999).

### 1.7. Τι εντάσσεται στην ΔΚΚΖ

Η ανάλυση ΔΚΚΖ ξεκινά πολύ απλά διαχωρίζοντας το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας ενός προϊόντος ή υπηρεσίας σε δυο βασικά τμήματα, το **κόστος προμήθειας** και το **κόστος υποστήριξης**. Τα δυο είδη κόστους δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενα. Όταν αγοράζεται οποιοδήποτε προϊόν ή υπηρεσία, απαιτείται πάντοτε επιπλέον δαπάνη για την υποστήριξη της προμήθειας, ενώ προφανώς κάποιος δεν υποστηρίζει κάτι που δεν έχει αγορασθεί.



Το κόστος προμήθειας και υποστήριξης υπολογίζεται με την συλλογή των κατάλληλων δεδομένων, την αξιολόγηση της ΔΚΚΖ και την ανάλυση ευαισθησίας ως προς κάποιους από τους οδηγούς κόστους.

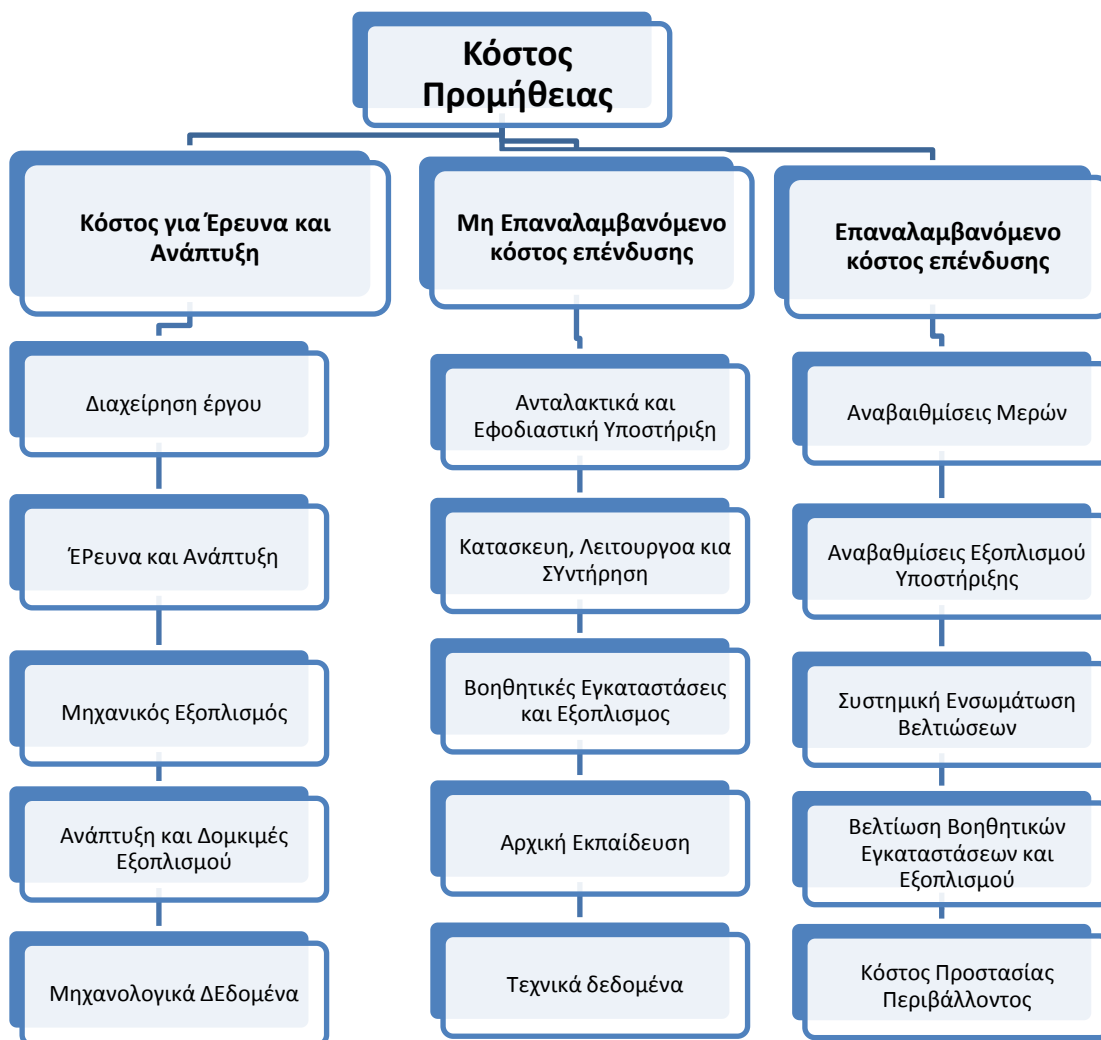
Παρακάτω παρουσιάζεται κάθε ένα από τα στοιχεία του κόστους πιο αναλυτικά.

## Κόστος Προμήθειας

Το κόστος προμήθειας αποτελείται από τρεις κύριες ομάδες στοιχείων κόστους, τις εξής:

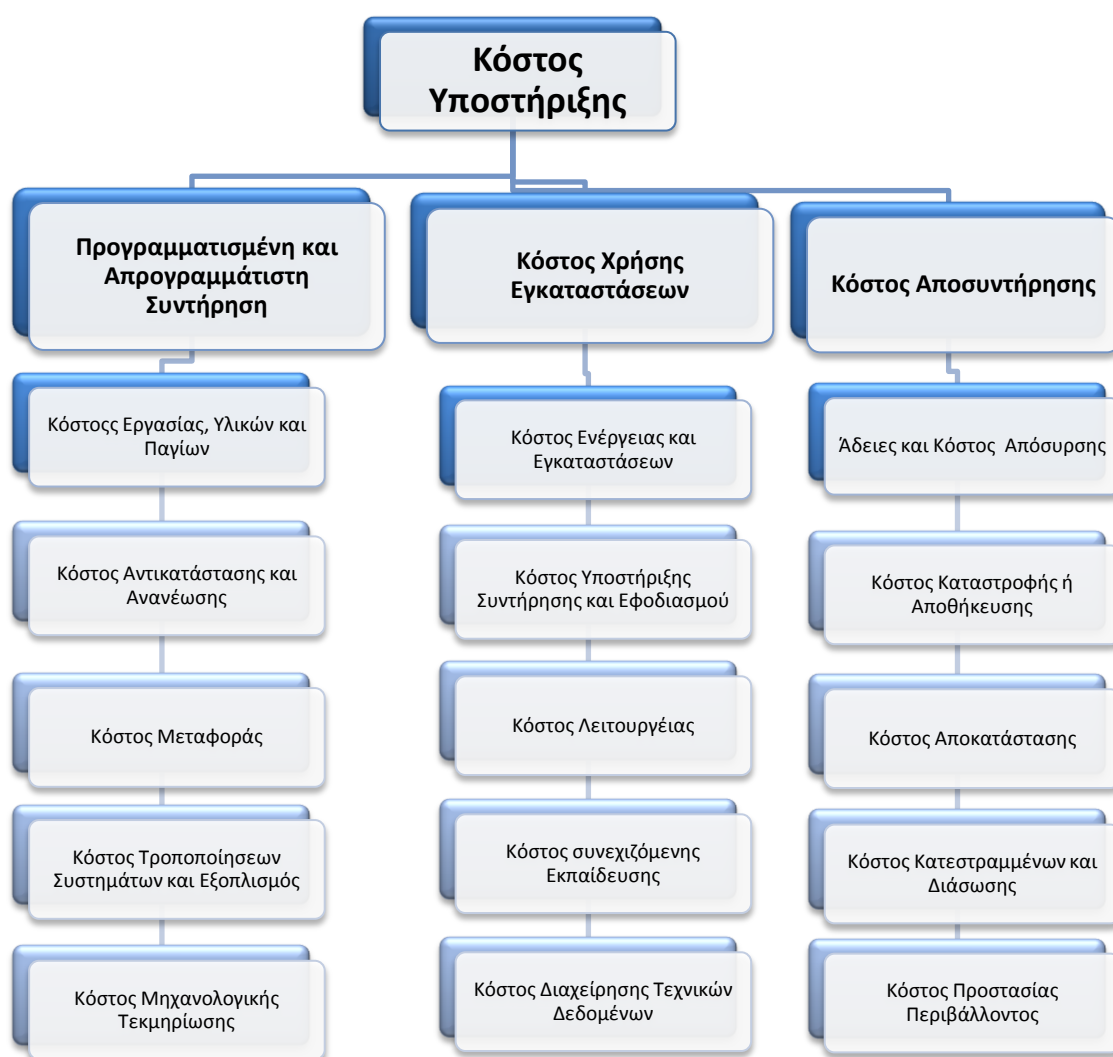
- ✓ Κόστος για Έρευνα και Ανάπτυξη
- ✓ Μη Επαναλαμβανόμενο κόστος επένδυσης
- ✓ Επαναλαμβανόμενο κόστος επένδυσης

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται αναλυτικά κάθε ένα από αυτά.



## Κόστος Υποστήριξης

Η διαδικασία του εντοπισμού και της συλλογής δεδομένων για το κόστος υποστήριξης είναι δύσκολο. Τα στοιχεία που σε γενικές γραμμές περιλαμβάνονται στο κόστος υποστήριξης απεικονίζονται στο πιο κάτω Διάγραμμα.



Αναφερόμενοι γενικά στην βιομηχανία, το κόστος υποστήριξης μπορεί συχνά να είναι από 2 μέχρι 20 φορές υψηλότερο του κόστους προμήθειας, ενώ

επιπλέον πολλά στοιχεία του δεν είναι από την αρχή εμφανή. Τα πιο δύσκολα στον υπολογισμό στοιχεία του κόστους υποστήριξης είναι συχνά:

- ✓ το κόστος αντικατάστασης ή / και αναβάθμισης,
- ✓ το κόστος μεταφοράς για αντικατάσταση ή / και αναβάθμιση,
- ✓ το κόστος συνεχιζόμενου εφοδιασμού σε υλικά υποστήριξης / συντήρησης
- ✓ το ίδιο το κόστος λειτουργίας (Α. Ραφαηλίδης, 2007)

### **1.8. ΔΚΚΖ-Κίνδυνος και Αβεβαιότητα**

Ο κίνδυνος ορίζεται ως η πιθανότητα απώλειας, οποιασδήποτε μορφής. Δεν αφορά μονάχα την πιθανότητα να συμβεί κάτι ανεπιθύμητο, αλλά και την πιθανότητα να μην συμβεί κάτι επιθυμητό. Εφόσον η πιθανότητα απώλειας μπορεί να υπολογισθεί, ο αναλαμβανόμενος κίνδυνος είναι θέμα επιλογής. Επιλέγεται η λύση που ενέχει την μικρότερη πιθανότητα απώλειας.

Πηγή του κινδύνου είναι η αβεβαιότητα, η οποία ορίζεται ως η κατάσταση στην οποία δεν είναι κάποιος σίγουρος για κάτι. Η αβεβαιότητα δεν συνδέεται αναγκαστικά ούτε με απώλεια ούτε και με πιθανότητα, και αφορά απλώς οτιδήποτε δεν είναι γνωστό με σιγουριά. Κάτι αβέβαιο δεν είναι εντελώς άγνωστο, ούτε και απρόβλεπτο. Απλούστατα, δεν υπάρχει αρκετή πληροφόρηση και γνώση για να είναι σίγουρο. Με άλλα λόγια, η αβεβαιότητα μπορεί να μειωθεί με την συγκέντρωση και χρήση περισσότερης πληροφόρησης και γνώσης.

Το τι άγνωστο, απρόβλεπτο ή αβέβαιο προσδιορίζεται λοιπόν, από το τρέχον επίπεδο διατιθέμενης πληροφόρησης και γνώσης. Όσο πιο σύνθετο είναι το υπό μελέτη σύστημα, τόσο περισσότερη πληροφόρηση και γνώση χρειάζεται

για την μείωση της αβεβαιότητας. Τα περισσότερα σύνθετα συστήματα είναι τα λεγόμενα ανοικτά, τα οποία αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους και εξελίσσονται στον χρόνο.

Για παράδειγμα, τα θέματα που αφορούν την άμυνα αποτελούν κατά κύριο λόγο ανοικτά συστήματα καθότι επηρεάζονται από (και επηρεάζουν) πολλές μεταβλητές, ενώ βεβαίως εξελίσσονται σημαντικά στην διάρκεια του συνήθως μακρού κύκλου ζωής τους. Έτσι, στην ΔΚΚΖ προϊόντων ή υπηρεσιών άμυνας, η αβεβαιότητα είναι αυξημένη.

Για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας χρησιμοποιούνται αρκετές επιστημονικές μέθοδοι, όπως:

- ✓ τα δένδρα αποφάσεων
- ✓ τα σενάρια τύπου «τι θα γίνει εάν...» (what – if)
- ✓ διάφορες τεχνικές αξιολόγησης κινδύνου (χρησιμοποιείται η πιθανότητα να συμβεί κάτι μαζί με την επίπτωση που θα έχει εφόσον συμβεί),
- ✓ η θεωρία των fuzzy numbers (ασαφών αριθμών, οι οποίοι είναι ασαφείς όχι εξαιτίας τυχαιότητας, αλλά εξαιτίας ανακρίβειας, αβεβαιότητας, ασάφειας, αμφιβολίας),
- ✓ η πολυμεταβλητή ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis)
- ✓ η προσομοίωση Monte Carlo.

Η τελευταία μέθοδος θεωρείται από πολλούς συγγραφείς η καταλληλότερη για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας στην ΔΚΚΖ. Η προσομοίωση Monte Carlo χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της επίδρασης της αβεβαιότητας στο LCC. Έχει το πλεονέκτημα ότι περισσότερες από μια ερμηνευτικές μεταβλητές μπορούν να μεταβάλλονται ταυτόχρονα. Με την χρήση της προκύπτουν δύο βασικά οφέλη:

- ✓ μπορούν να εντοπισθούν εκείνες οι ερμηνευτικές μεταβλητές που δημιουργούν το μεγαλύτερο μέρος της αβεβαιότητας και
- ✓ με την επί τούτου εισαγωγή αβεβαιότητας στο υπόδειγμα (π.χ.±10% πιθανότητα μεταβολής της τιμής), είναι δυνατή η αξιολόγηση της σχετικής επίδρασης των διάφορων ερμηνευτικών μεταβλητών στην εξαρτημένη (το LCC, εν προκειμένω).

Οι προσομοιώσεις γίνονται προκειμένου να διεξαχθεί η λεγόμενη ανάλυση ευαισθησίας, να διαπιστωθεί δηλαδή κατά πόσο η μεταβολή των τιμών κάποιων από τις βασικές μεταβλητές (πηγές κόστους) επιδρούν στο LCC. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι μέθοδοι.

## 2. Οι τέσσερις τρόποι εκτέλεσης του LCC

Ανάλογα με το ύψος των διαθέσιμων πόρων, το διαθέσιμο χρόνο, το βαθμό ακρίβειας, και άλλους παράγοντες όπως η διαθεσιμότητα των δεδομένων, υπάρχουν τέσσερις κύριοι τρόποι εκτέλεσης του LCC:

- ✓ Αναλογικά υποδείγματα,
- ✓ Παραμετρικά υποδείγματα,
- ✓ Μέθοδοι κόστους του σχεδιασμού
- ✓ Μέθοδοι κόστους της λογιστική.

Οι διαφορετικοί τρόποι έχουν διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ο καθένας.

### 2.1. Αναλογικά υποδείγματα

Μια εκτίμηση του LCC πραγματοποιείται από μια αναλογία που προσδιορίζεται από ένα παρόμοιο προϊόν ή συστατικό και προσαρμόζει το κόστος του και τις διαφορές μεταξύ αυτού και των προϊόντων-στόχους. Αυτός ο τρόπος διεξαγωγή του LCC είναι κοινός στη ναυπηγική βιομηχανία, για παράδειγμα, όπου ο παράγοντας που αφορά το κόστος είναι ο όγκος.

Στον τομέα της ενέργειας, υπάρχουν προσεγγίσεις, όπως η κοστολόγησης της εξέργειας<sup>2</sup>, η οποία αποτελεί μέρος της exergoeconomics ή thermoeconomics. Η ουσία της exergoeconomics είναι το να συνδυάζει μια λεπτομερή ανάλυση της εξέργειας, με κατάλληλο κόστος για τη μελέτη και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων.

---

<sup>2</sup> η εξέργεια ενός συστήματος είναι η μέγιστη δυνατή εργασία κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας που φέρνει το σύστημα σε ισορροπία με μια δεξαμενή θερμότητας.



Οι αναλύσεις και οι ισορροπίες είναι συνήθως σχεδιασμένες για μεμονωμένα εξαρτήματα του ενός ενεργειακού συστήματος. Η κοστολόγηση της Εξέργειας, μία από τις βασικές αρχές της *exergoeconomics*, σημαίνει ότι η εξέργεια, αντί της ενέργειας ή του όγκου, θα πρέπει να χρησιμεύσει ως βάση για την κοστολόγηση των φορέων ενέργειας. Στη βιβλιογραφία, η κοστολόγηση της εξέργειας έχει επίσης χρησιμοποιηθεί στον πλήρη κύκλο ζωής ενός συστήματος ενέργειας. (G. Tsatsaronis, L. Lin, and J. Pisa, 1993)

Με αυτό τον τρόπο το κόστος διαχείρισης μπορεί να ακούγεται εντελώς ακατέργαστο καθώς δεν αναφέρει τίποτα σχετικά με την άμεση εργασία ή τα γενικά έξοδα. Φαίνεται απλά ότι το κόστος είναι ιστορικό και οι κλίμακες αυτού είναι ανάλογες με το πιο σημαντικό παράγοντα κόστους, για παράδειγμα στη ναυπηγική βιομηχανία είναι ο όγκος, και σε ορισμένα συστήματα ενέργειας είναι η εξέργεια. Οι μέθοδοι αυτές μπορεί να χρησιμεύσουν όταν είναι διαθέσιμο εκτεταμένο ιστορικό υλικών, τα προϊόντα που παράγονται μονάδα-μονάδα (όπως σε ένα ναυπηγείο που παράγουν πλοία), χρησιμοποιείται ένας οδηγός κόστους και τα προϊόντα δεν διαφέρουν πολύ (όπως στο μέγεθος, στην τεχνολογία, στα πρότυπα χρήσης και στα χαρακτηριστικά λειτουργίας). Είναι σημαντικό ότι τα προϊόντα που παράγονται μονάδα-μονάδα μειώνουν αποτελεσματικά τα θέματα κατανομής του κόστους. Για τον ίδιο λόγο, είναι πολύ σημαντική η ύπαρξη κυρίαρχου οδηγού κόστους, διότι διαφορετικά η αναλογία δεν έχει καμία βάση. Για τη διασφάλιση της καταλληλότητας των ιστορικών δεδομένων, είναι ζωτικής σημασίας ότι τα προϊόντα δεν αλλάζουν πολύ. Ως εκ τούτου, τέτοιες μέθοδοι έχουν περιορισμένη χρήση.

## 2.2. Παραμετρικά υποδείγματα

Τα παραμετρικά υποδείγματα είναι από πολλές απόψεις πιο προηγμένα υποδείγματα από τα αναλογικά. Ένα παραμετρικό LCC υπόδειγμα βασίζεται στην πρόβλεψη ενός προϊόντος ή το κόστος ενός εξαρτήματος είτε σε σύνολο ή για διάφορες δραστηριότητες, χρησιμοποιώντας διάφορα υποδείγματα που περιγράφουν τις σχέσεις μεταξύ του κόστους και κάποιες παραμέτρους που σχετίζονται με κάποιο προϊόν ή διαδικασία. Η πρόβλεψη των μεταβλητών συνήθως περιλαμβάνει:

- ➔ την βιομηχανική πολυπλοκότητα
- ➔ την σχεδιαστική εξοικείωση
- ➔ τον όγκο
- ➔ την απόδοση
- ➔ την συμπίεση του προγράμματος

Σε σύγκριση με τα αναλογικά υποδείγματα, υπάρχουν τρεις κύριες διαφορές.

- ✓ Κατ' αρχάς, ένα αναλογικό υπόδειγμα εξαρτάται από ένα ενιαίο, κυρίαρχο οδηγό του κόστους, ενώ ένα παραμετρικό υπόδειγμα μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορες παραμέτρους.
- ✓ Δεύτερον, ένα αναλογικό υπόδειγμα βασίζεται σε γραμμικές σχέσεις μεταξύ του κόστους και των οδηγών κόστους, ενώ τα παραμετρικά υποδείγματα βασίζονται σε ένα ή περισσότερα γραμμικά υποδείγματα παλινδρόμησης.
- ✓ Τρίτον, ενώ τα αναλογικά υποδείγματα χρησιμοποιούν μια αναλογία (όπως ο όγκος) ως οδηγό, τα παραμετρικά υποδείγματα χρησιμοποιούν ουσιαστικά τη παλινδρόμηση, στον αντίλογο τα

υποδείγματα μπορεί να είναι γραμμικά, τετραγωνικά, πολυδιάστατα, και ούτω καθεξής.

Όπως και τα αναλογικά υποδείγματα, τα παραμετρικά υποδείγματα δεν χειρίζονται τα γενικά έξοδα με αξιόπιστο τρόπο και γίνεται μια απλή παρουσίαση ενός αριθμού χωρίς καμία περαιτέρω διορατικότητα, εκτός από αυτά που έχουν άμεση συνέπεια στις παραμέτρους τους. Τα παραμετρικά υποδείγματα, όπως και η υποδειματοποίηση κατ' αναλογία, έχει σαφείς περιορισμούς, αλλά υπό ορισμένες περιστάσεις είναι υγιείς προσεγγίσεις. Ωστόσο, ορισμένοι προτείνουν παραμετρική προσέγγιση για τη βελτιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης του συστήματος παραγωγής, που φαίνεται να εκτείνουν το κύρος των παραμετρικών μοντέλων πέρα από τα όριά του. Είναι σαφές ότι τα παραμετρικά υποδείγματα είναι εύκολα στη χρήση αλγορίθμων βελτιστοποίησης. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι τα ανοικτά συστήματα δεν μπορούν πραγματικά να βελτιστοποιηθούν, καθώς αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον και επειδή η υλοποίηση μιας λύσης μπορεί να πάρει τόσο πολύ χρόνο που η λύση δεν είναι πλέον η βέλτιστη τη στιγμή που τίθεται σε εφαρμογή. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι ο βραβευμένος με Νόμπελ Herbert Simon εφηύρε τους όρους οριακός ορθολογισμός και satisficing. Βασικά, αυτό που είπε ήταν ότι στις περισσότερες πραγματικές συνθήκες, πρέπει να αναζητήσουμε μια λύση που είναι αρκετά καλή και όχι κατ'ανάγκη η βέλτιστη.

Τα παραμετρικά υποδείγματα μπορούν να προσφέρουν καλύτερη αντίληψη και μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ό,τι τα αναλογικά υποδείγματα, που βρίσκονται συχνά στη βιβλιογραφία του σχεδιασμού. Τα παραμετρικά υποδείγματα μπορούν επίσης να εκτελεστούν καλά μέσα σε ένα σύστημα κοστολόγησης, κατά προτίμηση κάποιο που μπορεί να χειριστεί και τα γενικά έξοδα, όπως η ABC.

Για παράδειγμα, εάν ένα υπόδειγμα ABC ανακαλύπτει ότι σε ένα συγκεκριμένο προϊόν υπάρχουν πάρα πολλά έξοδα διάθεσης που σχετίζονται με την κοπή των πρώτων υλών, ένα παραμετρικό υπόδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διερευνήσει τον τρόπο να μειωθεί η ανάγκη για τη διάθεση των σπαταλών. Σε ένα τέτοιο υπόδειγμα, θα ήταν χρήσιμο να δούμε το άμεσο κόστος εργασίας, του μηχανήματος, και τα γενικά έξοδα που σχετίζονται με αυτό.

### **2.3. Μέθοδοι κοστολόγησης του σχεδιασμού**

Σύμφωνα με την Κυβερνητική Επιτροπή Διαχείρισης Περιουσιακών Στοιχείων της Νέας Νότιας Ουαλίας στην Αυστραλία, "Η μέθοδος κόστους του σχεδιασμού χρησιμοποιείται όπου υπάρχουν λεπτομερή και ακριβή δεδομένα κόστους του κεφαλαίου και των δραστηριοτήτων για το περιουσιακό στοιχείο που μελετάται. Πρόκειται για την άμεση εκτίμηση του κόστους του συγκεκριμένου στοιχείου από την εξέταση συστατικό-προς-συστατικό. Χρησιμοποιεί τις προδιαγραφές που ορίζουν οι συντελεστές κόστους για να αναπτύξει το κόστος του κάθε στοιχείου και τις σχέσεις του με άλλα στοιχεία (γνωστή και ως σχέση στοιχείων κόστους -CER). Αυτό το είδος της υποδειγματοποίησης είναι ίσως αυτό που ορισμένοι αποκαλούν μια βιομηχανική προσέγγιση σχεδιασμού. Πολλές μέθοδοι στη βιβλιογραφία χρησιμοποιούν ένα μείγμα των τριών προαναφερθέντων μεθόδων, ιδιαίτερα τα παραμετρικά υποδείγματα κόστους και σχεδιασμού. Καμία από αυτές τις προσεγγίσεις, ωστόσο, δεν χειρίζεται σωστά τα γενικά έξοδα γιατί κανένα δεν μπορεί να συλλάβει την πολυπλοκότητα των σύγχρονων οργανισμών, και πολλές από αυτές περιλαμβάνουν μόνο απλούς μαθηματικούς χειρισμούς που έχουν ήδη προσδιορίσει το κόστος. Αυτές οι εκτιμήσεις του κόστους που λαμβάνονται ως είσοδοι στα παραδοσιακά συστήματα κοστολόγησης ενδέχεται να στρεβλωθούν.

Η σημασία της σωστής διαχείρισης των γενικών εξόδων αυξάνεται λόγω της αύξησης της αυτοματοποίησης και της χρήσης προηγμένων τεχνολογιών στις επιχειρήσεις. Εάν μια εταιρεία δεν μπορεί να διαχειριστεί το 35 τοις εκατό του κόστους της σωστά, θα βρεθεί σύντομα σε σοβαρή κατάσταση, όπως πολλές εταιρείες βρέθηκαν στη δεκαετία του 1980. Για τον ίδιο λόγο δηλαδή ότι το ποσοστό των γενικών εξόδων αυξάνεται, η πολυπλοκότητα για τον χειρισμό των συστημάτων κοστολόγησης αυξάνεται.

Τα υποδείγματα κοστολόγησης σχεδιασμού αν και προσφέρουν πολύ περισσότερη διορατικότητα από ό,τι τα αναλογικά και τα παραμετρικά υποδείγματα, ως εκ τούτου περιορίζονται από τη χρήση τους. Αλλά, όπως δηλώνει και το όνομα, είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη σε καταστάσεις που παρέχουν μια πρώιμη εκτίμηση του κόστους. Ωστόσο, όταν η πληροφόρηση αυξάνεται, το επόμενο είδος των μοντέλων είναι προτιμότερο: οι μέθοδοι κόστους της λογιστικής.

#### **2.4. Μέθοδοι κοστολόγησης της λογιστικής**

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν πολλά υποδείγματα κοστολόγησης και συστήματα, τα οποία ομαδοποιούνται σε τρεις ομάδες για διευκόλυνση.

- I. Συστήματα κοστολόγησης βασισμένα στον όγκο
- II. Μη συμβατικές μέθοδοι κοστολόγησης
- III. Σύγχρονα συστήματα διαχείρισης του κόστους

Τα LCC υποδείγματα κοστολόγησης ξεκίνησαν περίπου κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980, ένα σημείο που ενισχύει περαιτέρω από το γεγονός είναι ότι το 1979, ο Benjamin Blanchard, στο βιβλίο του, *Design and Manage to Life*

*Cycle Cost*, μιλάει μόνο για τις τρεις LCC μεθοδολογίες. Μερικές από τις πιο σημαντικές προσεγγίσεις κοστολόγησης συζητούνται εν συντομία στη συνέχεια.

#### **2.4.1. Συστήματα κοστολόγησης βασισμένα στον όγκο**

Στη βιβλιογραφία, τα συστήματα κοστολόγησης βασισμένα στον όγκο συχνά αναφέρονται και ως συμβατικά συστήματα κοστολόγησης και παραδοσιακά συστήματα κοστολόγησης. Ένα παράδειγμα είναι αυτό της πρότυπης κοστολόγησης. Τα συστήματα βασισμένα στον όγκο είχαν συζητηθεί διεξοδικά ως τα μέσα της δεκαετίας του 1980, καθώς οι περιορισμοί τους γίνονταν όλο και περισσότερο εμφανής σε εταιρείες και η ABC παρείχε μια λύση σε αυτό. Στο βιβλίο, *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*, οι Johnson και Kaplan εξηγούν πώς τα πρόωρα συστήματα κοστολόγησης επικεντρώθηκαν προς τη λήψη αποφάσεων, αλλά στη συνέχεια εστίαζαν όλο και περισσότερο στις εξωτερικές, οικονομικές εκθέσεις. Αυτή η κληρονομιά, σε συνδυασμό με την σημαντική τεχνολογική ανάπτυξη και την αύξηση της οργανωτικής πολυπλοκότητας έχει ως αποτέλεσμα τα γενικά έξοδα να είναι ένας σημαντικός λόγος για τον οποίο τα συστήματα κοστολόγησης με βάση τον όγκο δεν είναι ικανοποιητικά σήμερα.

Σε μια έρευνα το 1987, το 94 τοις εκατό των εταιρειών δήλωσαν ότι χρησιμοποιούν τις ώρες εργασίας για την κατανομή των γενικών εξόδων. Αυτό είναι σημαντικό με δεδομένο ότι γνωρίζουμε τους περιορισμούς όταν χρησιμοποιούμε μόνο την άμεση εργασία ως βάση κατανομής. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι σε κάποιο βαθμό το μεγαλύτερο μέρος του κλάδου δεν ξέρει το κόστος των προϊόντων τους και ότι πολλές εταιρείες ως εκ τούτου έχουν επιζήσει παρά τα συστήματα του κόστους διαχείρισής τους. Προφανώς, αυτό δεν είναι μια επιθυμητή κατάσταση, και η ύφεση στη δεκαετία του 1980 σε

πολλές εταιρείες έμαθε αυτό το δύσκολο τρόπο. Ως εκ τούτου, τα συστήματα κοστολόγησης βάσει του όγκου δεν είναι ελκυστικά σε καμία περίπτωση για σκοπούς LCC επειδή δεν δίνουν την κατάλληλη πληροφόρηση

#### **2.4.2. Μη συμβατικές μέθοδοι κοστολόγησης**

Ο όρος μη συμβατικές χρησιμοποιείται για να δηλώσει ότι οι προσεγγίσεις που συζητήθηκαν εδώ είτε είναι αρκετά διαφορετικές από τις περισσότερες προσεγγίσεις για τη διαχείριση του κόστους ή όχι δημοφιλείς. Πιθανώς υπάρχουν περισσότερες προσεγγίσεις αλλά εδώ θα αναφερθούν οι δύο που θεωρούμε ότι είναι αρκετά ενδεικτικές.

Η πρώτη ονομάζεται απόδοση βασισμένη στο κόστος, η οποία είναι μια εξέλιξη της ABC και ως εκ τούτου, συμβολίζεται απλά ABCII. Ο σκοπός είναι να παρέχει μια λεπτομερή ανάλυση κόστους-οφέλους των αναγκών του πελάτη με στόχο τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας. Επιπλέον, στο επίκεντρο της ABCII είναι ο προγραμματισμός παρά οι αναλύσεις των προηγούμενων δαπανών που μπορεί να έχουν μικρό αντίκτυπος καθώς το 60 έως 80 τοις εκατό του κόστους είναι ήδη στο στάδιο του σχεδιασμού (M. Walker's, 1991). Η ABCII χρησιμοποιεί την τυποποιημένη προσέγγιση ABC να κοστολογήσει τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, δηλαδή, χρησιμοποιεί τους οδηγούς, αλλά το πρόβλημα προκύπτει όταν δεν υπάρχει σχέση ένα-προς-ένα μεταξύ ενός ορισμένου χαρακτηριστικού και της συγκεκριμένη δραστηριότητα.

Η Ανάπτυξη Λειτουργίας Ποιότητας (Quality function deployment, QFD) μπορεί να συνδεθεί με την κοστολόγηση καταγράφοντας εφαρμογές της QFD που περιλαμβάνουν κοστολόγηση, οι δαπάνες κατανέμονται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, τα εξαρτήματα, τα μέρη και, στη συνέχεια, σε

σύγκριση με το τρέχον δηλωθέν κόστος. Αυτό είναι προφανώς μια πιθανή γέφυρα σε περίπτωση που δεν υπάρχει η σχέση ένα-προς-ένα.

Η δεύτερη αντισυμβατική μέθοδο κοστολόγησης είναι η Κοστολόγηση χαρακτηριστικών ( Feature Costing, FC) και είναι άλλο spin-off από τη μεθοδολογία ABC. Αντί της εστίασης στα χαρακτηριστικά του προϊόντος, όπως στην ABCII, τα χαρακτηριστικά του προϊόντος είναι το εστιακό σημείο (J.A. Brimson, 1998). Τα χαρακτηριστικά είναι πιο εύκολο να συνδεθούν με συγκεκριμένες δραστηριότητες, για αυτό η FC φαίνεται να είναι πιο ρεαλιστική από την ABCII. Η FC μπορεί να είναι μια βελτίωση σε σχέση με την ABC, δεδομένου ότι οδηγεί σε μια πιο άμεση μείωση του κόστους και τη βελτίωση της απόδοσης. Παρ' όλα αυτά, το ότι η FC είναι μια βελτίωση της ABC σε γενικές περιπτώσεις είναι ασαφής.

#### **2.4.3. Σύγχρονα κοστολογικά συστήματα**

Με τον όρο σύγχρονα, αναφερόμαστε σε συστήματα κοστολόγησης που αποτελούν συχνά θέμα συζήτησης με θετικούς τρόπους στην τρέχουσα βιβλιογραφία διαχείρισης του κόστους και ορισμένα από τα παράγωγά τους.

Τέσσερα τέτοια συστήματα θα αναλύσουμε εδώ:

- ❖ ABC
- ❖ Just-in-Time (JIT) Κοστολόγηση
- ❖ Στόχος Κοστολόγηση (TC)
- ❖ Στρατηγική Διοίκηση Κόστους (SCM)

Αυτές οι μέθοδοι θα πρέπει να εξηγηθούν με περισσότερες λεπτομέρειες, ξεκινώντας από την ABC. Είναι προφανές ότι μπορούν να εξαχθούν πολύτιμα διδάγματα από όλες τις έννοιες, σε σχέση με το κόστος διαχείρισης εν γένει, αλλά και ειδικότερα σε σχέση με τα LCC.



### **a. Activity-Based Costing**

Η Activity-Based Costing (ABC) αποτελεί μια σημαντική βελτίωση σε σχέση με τα συστήματα κοστολόγησης βασισμένα στον όγκο. Ωστόσο, η ABC μόνη της δεν μπορεί να χειριστεί τις ανάγκες του σχεδιασμού στον εικοστό πρώτο αιώνα για τουλάχιστον τους εξής τέσσερις λόγους:

- i. Η ABC δεν χειρίζεται την αβεβαιότητα. Δεδομένου ότι η αβεβαιότητα είναι εγγενής στο σχεδιασμό. Είναι ζωτικής σημασίας να γίνει κατανοητό πώς η αβεβαιότητα μπορεί να επηρεάσει τις λύσεις.
- ii. Με τη χρήση κοινών ταμείων κόστους η άμεση σύνδεση των δαπανών με τις αντίστοιχες δραστηριότητες οδηγεί σε έλλειψη πληροφόρησης.
- iii. Οι σχέσεις μεταξύ των προϊόντων, διεργασιών, και το κόστος παραγωγής δεν καθορίζονται με σαφήνεια.
- iv. Η ABC δεν διευκολύνει τους τρόπους με προσομοίωση αλλαγών για να δούμε πώς πρέπει να γίνουν οι αλλαγές. Το ίδιο ισχύει και για όλες σχεδόν τις προσεγγίσεις κοστολόγησης. Το να κοιτάξουμε προς τα εμπρός αντί προς τα πίσω (αναδρομικά) είναι σαφώς σημαντικό, δεδομένου ότι ο σχεδιασμός είναι ανάγκη της μεταποίησης και των άλλων δραστηριοτήτων του κύκλου ζωής, αλλά έχει τεράστια επίδραση στην τελική λύση.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι ο δεύτερος και τρίτος λόγος είναι λόγω του τρόπου που συνήθως εφαρμόζεται στην ABC και όχι εξαιτίας ενός εννοιολογικού περιορισμού της ABC. Παρόλα αυτά, οι κοινοί περιορισμοί που συνδέονται με πολλές εφαρμογές ABC έχουν οδηγήσει τους ανθρώπους να αναπτύξουν μεθόδους ABC για χρήση στη διαδικασία σχεδιασμού. Δυστυχώς, το πλαίσιο που παρουσιάζονται δεν είναι εύκολο να κατανοηθεί ούτε να χειριστεί την αβεβαιότητα.

Κάποιοι προσπάθησαν να επεκτείνουν την ABC για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών θεμάτων, ωστόσο, μόνο μια μικρή βελτίωση επιτεύχθηκε και η αβεβαιότητα δεν λαμβάνεται υπόψη. Ο γραμμικός προγραμματισμός χρησιμοποιείται επίσης για την εφαρμογή της ABC καθώς ένα από τα μεγάλα οφέλη της ABC είναι να συλλάβει Μη γραμμικά φαινόμενα με την επιλογή μη γραμμικών οδηγιών. Γραμμικοί οδηγοί, όπως ο αριθμός των παραγόμενων μονάδων, αποτελούν τη βάση για τη μέθοδο κοστολόγησης με βάση τον όγκο αλλά μόνο το κόστος των υλικών των προϊόντων (άμεση υλικό) είναι πραγματικά γραμμικό.

#### **b. Just-in-Time Κοστολόγηση**

Σε αντίθεση με τα κοστολογικά συστήματα βάσει του όγκου που εστιάζουν σε προϊόντα, η Just-in-Time (JIT) Κοστολόγηση είναι προσανατολισμένη προς τη διαδικασία και το χρόνο, όπως μετράται από το χρόνο του κύκλου. Σε σύγκριση με όλα τα άλλα συστήματα κοστολόγησης, η JIT Κοστολόγηση έχει ειδικούς τρόπους εύρεσης του κόστους του χρόνου του κύκλου και επίσης, την άμεση αντιμετώπιση της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, στην JIT κοστολόγηση (A.J. Dodd's, 1997)

- ❖ Χρησιμοποιείται μόνο ένας ενιαίος συντελεστής κόστους: ο χρόνος του κύκλου.
- ❖ Ο χρόνος του κύκλου προσδιορίζεται μοναδικά.
- ❖ Η Άμεση εργασία λαμβάνει υπόψη της το γενικό κόστος.

Στα περισσότερα συστήματα κοστολόγησης, ο τύπος του κόστους ανά μονάδα δίνεται ως κόστος ροής της διαδικασίας από το παρακάτω τύπο:

**Γενικά Έξοδα + Κόστος άμεσης εργασίας**  
**Αριθμός παραγόμενων μονάδων**

Η εστίαση στο χρόνο του κύκλου στη JIT κοστολόγηση έχει οδηγήσει σε έναν λίγο διαφορετικό ορισμό, αλλά παρ 'όλα αυτά σε μια συγκεκριμένη στιγμή του κύκλου ο τύπος του κόστους είναι:

**Γενικά Έξοδα + Κόστος άμεσης εργασίας**  
**χρόνος κύκλου (σε ώρες)**

Η μεγάλη διαφορά μεταξύ αυτών των δύο ορισμών είναι ότι η JIT Κοστολόγηση χρησιμοποιείται ως βάση για την απορρόφηση του κόστους. Ο χρόνος του κύκλου περιλαμβάνει:

- ✓ Χρόνος διεκπεραίωσης (μηχανή, άμεση εργασία, το συνολικό έλεγχο της ποιότητας στον τομέα της επιθεώρησης γραμμή) (Προστιθέμενη αξία)
- ✓ Ουρά (μη προστιθέμενη αξία)
- ✓ Ρύθμιση (μη προστιθέμενη αξία)
- ✓ Αναμονή (μη προστιθέμενη αξία)
- ✓ Μετακίνηση (μη προστιθέμενη αξία)
- ✓ Επιθεώρηση (μη προστιθέμενη αξία)

Ο χρόνος του Κύκλου αποκλείει τα σχετικά με την ποιότητα, την άμεση παράδοση ανταλλακτικών, και την κατάρτιση. Ως εκ τούτου, σε ένα περιβάλλον JIT, ασχολείται μια μοναδική πρακτική: η JIT ενθαρρύνει την παραγωγή να σταματήσει την παραγωγή άμεσα κάθε φορά που προκύπτει ένα πρόβλημα ποιότητας.

Μολονότι ο ορισμός του χρόνου του κύκλου είναι απλός, η παρακολούθηση των συντελεστών του κόστους είναι πιο περίπλοκη. Μια κοινή μέθοδος είναι η μέθοδος του μέσου όρου του χρόνου του κύκλου της Μονάδα (AUM), η οποία

βασίζεται στην First-In, First-Out (FIFO) της ροής των προϊόντων. Μια άλλη μέθοδος είναι μια γραμμή ελέγχου, τουλάχιστον δύο φορές την ημέρα, όπου γίνεται πραγματική μέτρηση του αριθμού των προϊόντων σε κάθε στάδιο της διαδικασίας.

$$AUM = \frac{\text{Ημερήσιες ώρες παραγωγής}}{\text{Αριθμός παραγόμενων μονάδων}}$$

**Συνολικός χρόνος κύκλου των προϊόντων = Μέσος Αριθμός μονάδων στη διαδικασία \* AUM**

Εξαιτίας αυτού δόθηκε μεγάλη έμφαση στο χρόνο, για να αποφευχθούν σοβαρές στρεβλώσεις του κόστους, είναι σαφές ότι η ποικιλία των προϊόντων δεν μπορεί να είναι πολύ μεγάλη. Έτσι, ορισμένοι ισχυρίζονται ότι η JIT είναι η καταλληλότερη για την κατασκευή που συνδέεται στενά με τα τυποποιημένα προϊόντα στα οποία η ομοιογένεια είναι ένα κυρίαρχο χαρακτηριστικό της παραγωγής.

Ωστόσο, υπάρχει κάποια διαφωνία ως προς το κατά πόσο ο χρόνος του κύκλου είναι ο οδηγός του κόστους. Αυτή η διαφωνία φαίνεται να οφείλεται κυρίως στο πώς οι άνθρωποι οραματίζονται την κατασκευή του περιβάλλοντος της JIT, δηλαδή, ο βαθμός αυτοματοποίησης και ως εκ τούτου την εστίαση στο χρόνο. Για παράδειγμα, κάποια εξηγούν ότι τα JIT περιβάλλοντα κανονικά λειτουργούν με αυτοματοποιημένο εξοπλισμό, αλλά όχι απαραίτητα, και το κόστος των προϊόντων ταξινομείται είτε ως κόστος υλικών (συμπεριλαμβανομένων όλων των υλικών που σχετίζονται με το κόστος) ή το κόστος μετατροπής (το υπόλοιπο κόστος που σχετίζεται με την παραγωγή). Η διαδικασία κατανομής βασίζεται κυρίως στο χρόνο του κύκλου, εκτός από τις δαπάνες υλικών, τα οποία έχουν διατεθεί με ένα παραδοσιακό τρόπο. Προφανώς, με αυτόν τον τρόπο η JIT Κοστολόγηση είναι λιγότερο ριζική από ό,τι προτείνεται εδώ.

Μια τρίτη άποψη υποστηρίζει ότι η JIT Κοστολόγηση διακρίνεται κυρίως σε τρεις πτυχές:

- Οι δαπάνες που σχετίζονται με τις πρώτες ύλες και τα αποθέματα σε επεξεργασία καταχωρούνται στο λογαριασμό πρώτες ύλες και αποθέματα σε επεξεργασία (Raw and in-Process Inventory ή RIP).
- Η χρήση του κόστους μετατροπής.
- Τα γενικά έξοδα δεν περιλαμβάνονται στο κόστος των προϊόντων έως ότου τα προϊόντα τελειώσουν. Έτσι, χρειάζεται ο λογαριασμός εργασία σε διαδικασία (WIP).

Ανεξάρτητα από το ποια άποψη λαμβάνουμε υπόψη μας, η JIT Κοστολόγηση είναι σχεδόν σαν ένα υποσύνολο της ABC με την έννοια ότι δεν είναι αναγκαία η κοστολόγηση με βάση τους οδηγούς όγκου. Στην JIT Κοστολόγηση, ωστόσο, η βασική κινητήρια δύναμη κόστους είναι ο προκαθορισμένος χρόνος –ενώ η ABC δίνει τη δυνατότητα πλήρους ευελιξίας στους ορισμούς του οδηγού κόστους.

Μια ακόμα ομοιότητα είναι ότι η ABC είχε αρχικά σχεδιαστεί για να βελτιώσει την ακρίβεια της κοστολόγησης του προϊόντος, ενώ η JIT επινοήθηκε ως μέθοδος για την εξάλειψη όλων των μορφών σπάταλης σε μια οργάνωση, αλλά και οι δύο δίνουν έμφαση στην προστιθέμενη αξία με την ABC ως δευτερεύον όφελος.

Ουσιαστικά, ενώ η ABC έχει σχεδιαστεί για να διαχειριστεί (εξαλείψει ή μειώσει) την πολυπλοκότητα των σύγχρονων οργανισμών, η JIT επιδιώκει να εξαλείψει απλά αυτή τη πολυπλοκότητα. Σαφώς, ο χρόνος είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, όταν πρόκειται για χρήση στην παραγωγή πόρων όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα, επειδή όσο λιγότερος χρόνος δαπανάται ανά μονάδα προϊόντος, τόσο υψηλότερη είναι η απόδοση και το πιο

πιθανό είναι να είναι κερδοφόρες. Ωστόσο, ο χρόνος δεν είναι ο μόνος δυνατός οδηγός του κόστους που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, και σε ορισμένες περιπτώσεις, που δίνεται μεγάλη έμφαση στο χρόνο, μπορεί να είναι ακόμη και αντιπαραγωγικός, όπως φαίνεται στη βιβλιογραφία. Ως εκ τούτου, η ABC φαίνεται να παρέχει μια πιο γενική προσέγγιση από ό, τι η JIT Κοστολόγηση. Είναι προφανές ότι η ABC λειτουργήσει καλά σε ένα περιβάλλον JIT, ωστόσο, δεδομένου ότι τα JIT περιβάλλοντα αποσκοπούν στην εξάλειψη της πολυπλοκότητας η ABC είναι καλή στο χειρισμό και θα μπορούσε κάλλιστα αντικαταστήσει το απλούστερο σύστημα κοστολόγησης JIT. Έτσι, η τελική ερώτηση είναι αν η πολυπλοκότητα είναι αναγκαία ή όχι, το οποίο αποτελεί στρατηγικό θέμα, για παράδειγμα διαφοροποίηση σε σχέση με την αποτελεσματικότητα του κόστους.

Πώς η JIT Κοστολόγηση θα μπορούσε να λειτουργήσει για LCC σκοπούς δεν έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία. Δεδομένου όμως ότι οι εκτιμήσεις του χρόνου είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθούν ρεαλιστικά, ιδιαίτερα στη φάση της χρήσης του προϊόντος, δεν είναι πιθανό η JIT Κοστολόγηση να μπορούσε να λειτουργήσει σε LCC. Επίσης, η JIT κοστολόγηση φαίνεται να είναι πολύ εξειδικευμένη για τα βιομηχανοποιημένα περιβάλλοντα.

### **c. Κοστολόγηση στόχων**

Η εννοιολογική ιδέα πίσω από την κοστολόγηση στόχων είναι να ισορροπηθούν οι ανάγκες των πελατών με την ανάγκη κέρδους της επιχείρησης. Η Consortium for Advanced Manufacturing—International χρησιμοποιεί τον ακόλουθο ορισμό:

Η κοστολόγηση στόχων είναι ένα σύστημα σχεδιασμού κέρδους και διαχείρισης του κόστους που οδηγείται σε τιμή, εστιασμένο στους πελάτες, με επίκεντρο το σχεδιασμό και την πολλαπλή λειτουργία. Η Κοστολόγηση στόχων εγκαινιάζει

τη διαχείριση του κόστους στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης του προϊόντος και αυτό ισχύει για όλο το κύκλο ζωής του προϊόντος, με την ενεργό συμμετοχή ολόκληρης της αλυσίδας αξίας.

Οι πιο πρόωροι εφαρμοστές της κοστολόγησης στόχων ήταν Ιάπωνες κατασκευαστές αυτοκινήτων. Η κοστολόγηση στόχων ήταν ένα λογικό αποτέλεσμα της ανάλυσης των αιτιών του κόστους. Δεδομένου ότι επιδίωξαν να μειωθούν ή να επαλειφθούν οι δαπάνες, η επιρροή του σχεδίου του κόστους παραγωγής έγινε προφανής. Οι Ιάπωνες αναγνώρισαν ότι η αποδοτικότητα εξαρτάται από την επιτυχία των αγορών, η οποία είναι το αποτέλεσμα της ανάπτυξης των αδιάσειστων επιχειρησιακών στρατηγικών, της ικανοποίησης των πελατών, και της αντιμετώπισης των ανταγωνιστών. Η διαδικασία κοστολόγησης γίνεται αλληλοεξαρτώμενη με τη διαδικασία επιχειρησιακής διαχείρισης και παρέχει μια κοινή εστίαση για τις δραστηριότητες της επιχείρησης. Ως εκ τούτου, η κοστολόγηση στόχων είναι διαδικασία προσανατολισμένη, αλλά το πιο σημαντικό είναι ότι η κοστολόγηση στόχων υιοθετείται στη στρατηγική διαχείριση. Κατά συνέπεια, η κοστολόγηση στόχων μπορεί, παραδείγματος χάριν, να συνδυαστεί με την κοστολόγηση ABC και JIT.

Εντούτοις, η κοστολόγηση στόχων παρέχει δύο έννοιες που η ABC κοστολόγηση δεν προσφέρει. Ένας είναι ο τρόπος που τα προϊόντα διατιμώνται και ο άλλος είναι να στραφούμε από τη μείωση δαπανών στην αποβολή δαπανών μέσω του σχεδιασμού και του προγραμματισμού.

- **Από την τιμολόγηση σαν ποσοστό πάνω στο κόστος (cost-plus pricing<sup>3</sup>) στη τιμολόγηση βασισμένη στην αγορά** Στην κοστολόγηση

---

<sup>3</sup> **Cost-plus pricing:** Η τιμολόγηση σαν ποσοστό πάνω στο κόστος είναι η πιο συνήθης μέθοδος τιμολόγησης και συνεπάγεται την προσθήκη ενός σταθερού ποσοστού στο κόστος του προϊόντος. Μαθηματικά αυτό εκφράζεται ως: Τιμή = (Κατά μονάδα κόστος) / (1 - επιθυμητή απόδοση επί των πωλήσεων). Αν και η μέθοδος

στόχων, οι πελάτες και οι ανταγωνιστές οδηγούν τις τιμές της αγοράς. Η επιχείρηση θέτει τον στόχο κέρδους και τα αποτελέσματα κόστους είναι το στοχευόμενο κόστος που πρέπει να πληρεί η επιχείρηση. Στην βιβλιογραφία, η προσέγγιση αυτή αναφέρεται και ως προσέγγιση βασισμένη στην αγορά ή προσέγγιση αφαιρετικής μεθόδου, και είναι ένας ριζικά διαφορετικός τρόπος θεώρησης των τιμών. Έχει τις ρίζες της στο γεγονός ότι στην αγορά, οι πελάτες έχουν πολλά προϊόντα υψηλής ποιότητας για να επιλέξουν, η τιμή αυτών των προϊόντων μπορεί συνεπώς να είναι το μόνο σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για μια επιχείρηση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η άλλη δημοφιλής μέθοδος στην κοστολόγηση στόχων, με την ονομασία της πρόσθετης μεθόδου, είναι ουσιαστικά μια cost-plus προσέγγιση, αλλά είναι λιγότερο ελκυστική, επειδή είναι λιγότερο εστιασμένη στον πελάτη.

- **Από τη μείωση του κόστους κατά την παραγωγή στον έλεγχο του κόστους κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού.** Είναι ευρέως τονισμένο στη βιβλιογραφία ότι η μεγαλύτερη βάση του κόστους δημιουργείται κατά τη φάση του σχεδιασμού. Η κοστολόγηση στόχων λαμβάνει αυτό υπόψη και είναι προληπτική και όχι αντιδραστική στο επίκεντρο της διαχείρισης της. Η κοστολόγηση στόχων απαιτεί επίσης μια στροφή
  - (1) από μια εσωτερική σε μια εξωτερική εστίαση,
  - (2) από εσωτερικό πλεονεκτικό σημείο ώστε να ακούει τον πελάτη, και

---

αυτή είναι αρκετά εύκολο να υπολογιστεί και απαιτεί πολύ λίγες πληροφορίες έχει το σημαντικό μειονέκτημα ότι αγνοεί το ρόλο των καταναλωτών και των ανταγωνιστών και πολλές φορές δεν παίρνει υπόψη της όλα τα απαραίτητα κόστη για τον υπολογισμό της τελικής τιμής (**turnkey pricing**). Μια μέθοδος για τον σωστό προσδιορισμό του κόστους είναι υπολογισμός του με βάση τους πόρους που χρησιμοποιεί (**activity based pricing**). Τέλος, πολύ πιθανόν είναι το κόστος και το αναμενόμενο όφελος να χρήζουν επαναπροσδιορισμού ανάλογα με το στάδιο που βρίσκεται το προϊόν στον κύκλο ζωής του (**product life cycle pricing**). <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B7>



(3) από ανεξάρτητες προσπάθειες για την αλληλεξάρτηση των προσπαθειών, αλλά αυτές οι αλλαγές δεν περιορίζονται μόνο για την κοστολόγηση στόχων.

Αυτές οι σκέψεις διαδόθηκαν στο «If Japan Can, Why Can't We» σε ένα τηλεοπτικό σόου στο NBC το 1980 και αρθρώθηκαν για το ευρύ κοινό στο βιβλίο του Deming, *Out of the Crisis*.

Η εστίαση στην ποιότητα είναι μια ιδέα που υιοθετείται από όλες τις σύγχρονες διοικητικές προσεγγίσεις δαπανών, δεδομένου ότι η ποιότητα έχει επιπτώσεις στην ικανοποίηση των πελατών, όπως σημειώνεται ευρέως στη βιβλιογραφία διαχείρισης και σχεδιασμού.

Αυτό που είναι λιγότερο γνωστό είναι ο τεράστιος αντίκτυπος που έχει η εστίαση στην ποιότητα και στις λειτουργικές δαπάνες της επιχείρησης. Όπως λέει ο Taiichi Ohno, ο προηγούμενος αντιπρόεδρος της TOYOTA, «οποιοσδήποτε και αν σκέφτεται τις απώλειες της κακής ποιότητας, στην πραγματικότητα είναι έξι φορές μεγαλύτερες». Στη βιομηχανία διανομής, παραδείγματος χάριν, οι μελέτες δείχνουν ότι μέχρι 25% των εξόδων λειτουργίας προέρχονται από τα εσωτερικά ποιοτικά προβλήματα. Αλλά ο προηγούμενος πρόεδρος της εταιρίας Chrysler, Robert Lutz μας προειδοποιεί ότι «η πάρα πολλή ποιότητα μπορεί να σας καταστρέψει». Πράγματι, στη βιβλιογραφία μπορούμε να διαβάσουμε για πολλές επιχειρήσεις που έχουν λάβει τα ποιοτικά βραβεία σύντομα μετά από τις σοβαρές οικονομικές δυσκολίες. Παραδείγματος χάριν, πολλοί νικητές βραβείων Baldrige έχουν συναντήσει τις σοβαρές οικονομικές δυσκολίες. Στην πραγματικότητα, 14 από τις 43 υποθετικά λειτουργικές επιχειρήσεις στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπως ο Peters και ο Waterman αναφέρουν στο βιβλίο τους *In Search of Excellence* «έχουμε οικονομικό πρόβλημα μέσα σε δύο έτη από το ανταγωνισμό του

βιβλίου». Ως εκ τούτου, ένα σύστημα διαχείρισης δαπανών που μπορεί επίσης να θεωρεί ουσιαστική την εσωτερική ποιότητα.

#### **d. Στρατηγική διοίκηση κόστους**

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στη Στρατηγική Διοίκησης Κόστους είναι το πώς η επιχείρηση οργανώνει τη σκέψη της σχετικά με τη διαχείριση του κόστους (J.K. Shank and V. Govindarajan, 1997). Για να απαντηθεί το ερώτημα αυτό, ο Michael Porter εισήγαγε την έννοια της αλυσίδας αξίας στο βιβλίο του *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*.

Η έννοια της προστιθεμένης αξίας εστιάζει στις εσωτερικές δραστηριότητες, ενώ η αλυσίδα αξίας εστιάζει στις εξωτερικές δραστηριότητες. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις από μια στρατηγική προοπτική, επειδή η έννοια της προστιθεμένης αξίας:

- (1) αρχίζει πάρα πολύ αργά και
- (2) σταματάει πάρα πολύ σύντομα.

Κατά συνέπεια, ένα μεγάλο ποσοστό ολόκληρης της αλυσίδας αξίας, στην οποία υπάρχουν οι σημαντικές ευκαιρίες βελτίωσης λείπει και αυτό υπογραμμίζει επίσης γιατί η LCC πρέπει να είναι σημαντική.

Η μεθοδολογία της έννοιας της αλυσίδας αξίας μπορεί να συνοψιστεί σε τρία βήματα:

1. Προσδιορισμός της αλυσίδα αξίας και στη συνέχεια εκχώρηση του κόστους, των εσόδων, και των περιουσιακών στοιχείων στις δραστηριότητες αξίας.
2. Διάγνωση των οδηγών κόστους που διέπουν κάθε δραστηριότητα αξίας.

3. Ανάπτυξη βιώσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, είτε μέσω του ελέγχου των οδηγών του κόστους καλύτερα από τους ανταγωνιστές ή την αναδιαμόρφωση της αλυσίδα αξίας.

Στην έννοια της αλυσίδα αξίας, οι οδηγοί κόστους διαγιγνώσκονται με τη συγκέντρωσή τους σε δύο διαφορετικές ομάδες:

(1) των διαρθρωτικών παραγόντων κόστους και

(2) Εκτελεστικοί παράγοντες κόστους.

Οι διαρθρωτικοί οδηγοί κόστους προέρχονται από τις επιλογές μιας επιχείρησης της οικονομικής δομής της:

- **Κλίμακα**. Ποιο είναι το μέγεθος της επένδυσης που πρέπει να γίνει στον τομέα της μεταποίησης, R&D, και την εμπορία των πόρων (οριζόντια ολοκλήρωση);
- **Πεδίο εφαρμογής**. Ποιος είναι ο βαθμός της κάθετης ολοκλήρωσης;
- **Εμπειρία**. Πόσες φορές στο παρελθόν η εταιρεία το έχει ξανακάνει
- **Τεχνολογία**. Ποιες διαδικασίες τεχνολογίας χρησιμοποιούνται σε κάθε βήμα της αλυσίδα αξίας της εταιρίας;
- **Πολυπλοκότητα**. Πόσο μεγάλη είναι μια σειρά προϊόντων ή υπηρεσιών που προσφέρονται στους πελάτες;

Οι εκτελεστικοί οδηγοί κόστους καθορίζουν τη θέση του κόστους μιας επιχείρησης, η οποία εξαρτάται από την ικανότητά της να την εκτελέσει με επιτυχία. Σε αντίθεση με τις διαρθρωτικές αιτίες του κόστους, όσο περισσότεροι τόσο καλύτερα:

- **Συμμετοχή εργατικού δυναμικού.** Είναι το εργατικό δυναμικό δεσμευμένο για συνεχή βελτίωση;
- **Διοίκηση Ολικής Ποιότητας.** Είναι το εργατικό δυναμικό δεσμευμένο με την συνολική ποιότητα του προϊόντος;
- **Χρησιμοποίηση της παραγωγικής ικανότητας.** Ποιες είναι οι επιλογές κλίμακας στη μέγιστη κατασκευή εγκαταστάσεων;
- **Απόδοση διάταξης.** Πόσο αποδοτική σε σχέση με τα σημερινά πρότυπα είναι η διάταξη του εργοστασίου της;
- **Διαμόρφωση του προϊόντος.** Είναι ο σχεδιασμός ή η σύσταση του προϊόντος αποτελεσματική;
- **Διασύνδεση με τους προμηθευτές ή τους πελάτες.** Είναι η σύνδεση με τους προμηθευτές ή τους πελάτες αξιοποιημένη σύμφωνα με την αλυσίδα αξίας της επιχείρησης;

Έχουν γίνει προσπάθειες να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη λίστα των οδηγών κόστους. Στην βιβλιογραφία υπάρχουν πολύ καλές λίστες των οδηγών κόστους. Η ομαδοποίηση των οδηγών κόστους είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα για τον τρόπο που θα βοηθήσει τη διοίκηση να εστιάσει στις σωστές πτυχές της εταιρείας από στρατηγική άποψη.

Οι τελευταίες δύο λίστες είναι καλοί προκαταρκτικοί έλεγχοι για τη διαχείριση προτού να γίνει μια πιο επιμελημένη ανάλυση. Εντούτοις, όπως υποδεικνύεται από την ίδια την διαχείριση κόστους, αυτή η μεθοδολογία προορίζεται για στρατηγικούς λόγους μόνο. Ως εκ τούτου, η στρατηγική διοίκησης κόστους δεν είναι πολύ χρήσιμη στο σχεδιασμό εκτός από τον προσδιορισμό των σκοπών και των στόχων. Το πιο σημαντικό, εισάγει την έννοια της ανάλυσης της αλυσίδας αξίας, η οποία είναι απαραίτητη με τρεις τρόπους:

1. **Δεσμοί Προμηθευτών**, που είναι ζωτικής σημασίας για να ελέγξουν ότι κάθε φορά που γίνονται ουσιαστικές αλλαγές αν οι προμηθευτές μπορούν να χειριστούν τις αλλαγές αυτές.
2. **Δεσμοί Πελατών**, οι οποίοι σημαίνουν ουσιαστικά ότι ένα LCC για τον πελάτη θα πρέπει να γίνεται για να επιβεβαιωθούν οι μακροχρόνιες σχέσεις με τους πελάτες είναι μια win-win κατάσταση.
3. **Χαμένες ευκαιρίες**, οι οποίες πρέπει να αποφευχθούν πρώτιστα από το να γνωρίσουν αυτό που συνεχίζεται στην αλυσίδα αξίας. Παραδείγματος χάριν, εάν η τεχνολογία αλλάζει σε έναν από τους κρίκους στην αλυσίδα αξίας, και οι δύο, προς τα κάτω πελάτες και προς τα πάνω προμηθευτές πρέπει να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα στην επιχείρησή τους.

Επιπλέον, η στρατηγική διοίκηση κόστους δεν εστιάζει πολύ στον κίνδυνο και στην αβεβαιότητα, και είναι κατάλληλη για τα στρατηγικά θέματα μόνο. Επίσης, τα δύο τελευταία βήματα της προσέγγισης φαίνονται πολύ γενικά ώστε να παρέχουν οποιαδήποτε βοήθεια για πολλούς επαγγελματίες.

Προτού μία δραστηριότητα LCC μπορέσει να εισαχθεί, πρέπει να πούμε πώς θα εξετάσουμε τον κίνδυνο και την αβεβαιότητα. Ο κίνδυνος και η αβεβαιότητα είναι, τελικά, έμφυτα στον LCC.

## 3. Μέθοδοι Ανάλυσης Κινδύνου και Αβεβαιότητας

### 3.1. Δέντρα Αποφάσεων

Για να ληφθεί μια τελική απόφαση ίσως χρειαστούν επιπλέον πληροφορίες ώστε να διευκρινιστούν περαιτέρω τα ζητήματα που ενδέχεται να είναι ασαφή. Το κατά πόσον θα πρέπει να επιδιωχθούν συμπληρωματικές πληροφορίες ή όχι είναι θέμα του κόστους έναντι του οφέλους. Αλλά πριν δημιουργηθούν τα δέντρα αποφάσεων, πρέπει να είναι σχεδιασμένο ένα υπόδειγμα λήψης αποφάσεων. Όπως αναφέρει το όνομα, ένα υπόδειγμα λήψης αποφάσεων είναι ένα υπόδειγμα που περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο ο υπεύθυνος να λάβει την απόφαση καταλήγει σε αυτήν.

Το ακόλουθο υπόδειγμα με πέντε βήματα απεικονίζει ένα υπόδειγμα απόφασης πίσω από τα δέντρα απόφασης:

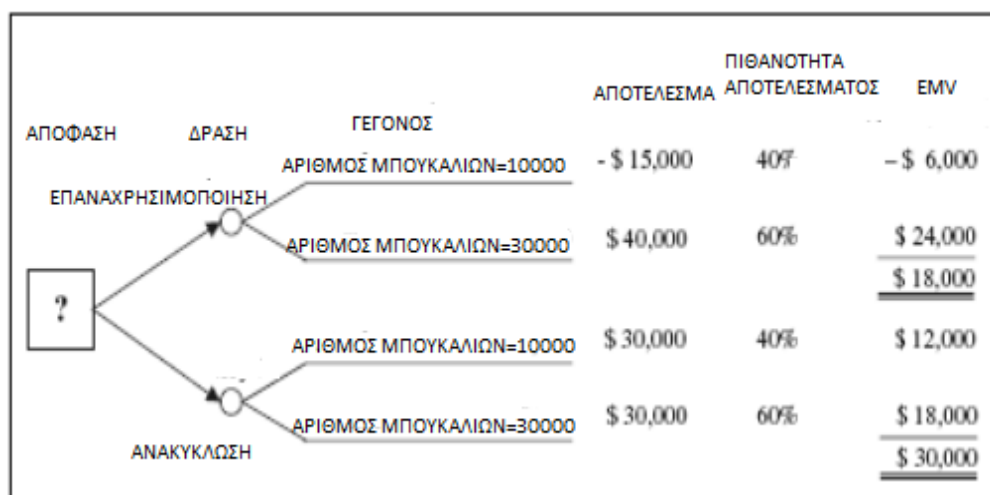
- 1. Προσδιορίζεται η αντικειμενική συνάρτηση** (κριτήριο επιλογής) για τη λήψη των αποφάσεων. Ο Σκοπός της αντικειμενικής συνάρτησης είναι να διευκρινίσει ποιος είναι ο στόχος, που παρέχει τη βάση για την επιλογή της καλύτερης εναλλακτικής λύσης.
- 2. Προσδιορίζεται το σύνολο των ενεργειών που απαιτεί η λήψη απόφασης.**
- 3. Προσδιορίζεται το σύνολο των σχετικών γεγονότων** που μπορεί να συμβούν. Είναι σημαντικό ότι είναι αμοιβαία αποκλειόμενες και καλύπτουν όλες τις περιπτώσεις.
- 4. Αντιστοιχίζονται οι πιθανότητες** του κάθε γεγονότος.
- 5. Προσδιορίζεται το σύνολο των πιθανών αποτελεσμάτων** (πληρωμών) που εξαρτώνται από τις συγκεκριμένες δράσεις και γεγονότα. Βασικά, για ένα

συγκεκριμένο σύνολο δράσεων και των συναφών γεγονότων που μπορούν να προκύψουν ως αποτέλεσμα αυτών των ενεργειών, εντοπίζονται τα δυνατά αποτελέσματα. Ένας πίνακας απόφασης θα μπορούσε να είναι χρήσιμος για να συνοψίσει τις πληροφορίες πριν από την κατάρτιση του διαγράμματος αποφάσεων.

Άλλοι προτείνουν ένα υπόδειγμα με οκτώ (??? 3 είναι)βήματα που περιλαμβάνει επιπλέον τα εξής:

1. τη λήψη συμπληρωματικών πληροφοριών μέσω πειραματισμού,
2. την επιλογή
3. τους υπολογισμούς μιας επιθυμητής λειτουργίας κέρδους,

αλλά τα γενικά βήματα είναι τα ίδια. Σε κάθε περίπτωση, θα καταλήξετε με ένα δέντρο όπως αυτό που φαίνεται στο Διάγραμμα 1 , αλλά πόσο μπορεί ένα τέτοιο δέντρο να συλλάβει τον πραγματικό κίνδυνο;



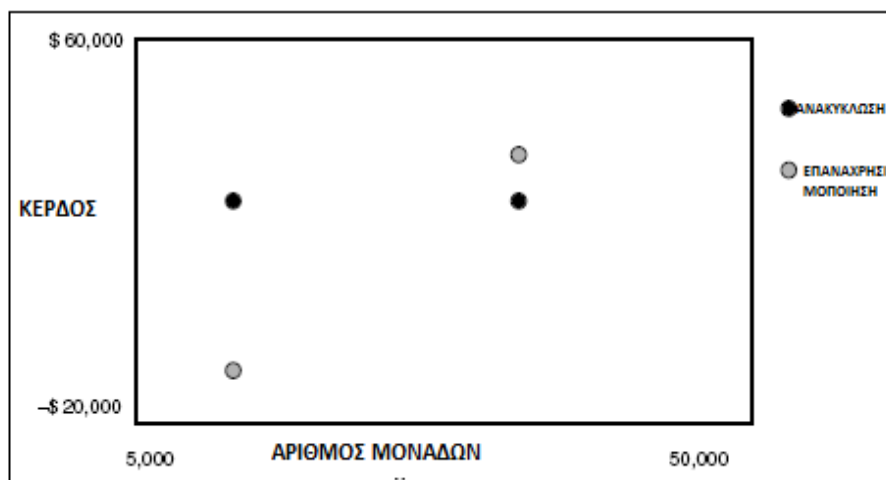
Διάγραμμα 1: Δέντρο απόφασης

Ο καλύτερος τρόπος για να τονιστεί η ικανότητα αυτής της μεθόδου για να συλλάβει τον πραγματικό κίνδυνο (σε αντίθεση με το υπολογιζόμενο ή την αξιολόγηση των κινδύνων), είναι η αποτύπωση των αποτελεσμάτων. Εάν

κοιτάζουμε το Διάγραμμα 1 , μπορούμε να καταλάβουμε τι δείχνει το Διάγραμμα 2. Σαφώς, πολλές επιλογές που δεν έχουν ληφθεί, όπως στη λευκή περιοχή σε σύγκριση με τα τέσσερα σημεία. Αυτό συμβαίνει κυρίως για δύο λόγους:

1. Τα δέντρα αποφάσεων είναι μια διακριτή τεχνική. Δηλαδή, τα αποτελέσματά τους είναι μόνο σημεία μέσα σε μια μεγάλη περιοχή.
2. Μόνο ένας πολύ περιορισμένος αριθμός των αποτελεσμάτων μπορεί να αναλυθεί. Αυτό αποτελεί εν μέρει συνέπεια του κύριου σημείου, αλλά αυτό οφείλεται απλώς στο γεγονός ότι οι επιδόσεις μιας εξαντλητικής έρευνας μεταξύ όλων των δυνατοτήτων είναι πολύ δύσκολη, ακόμη και με έναν υπολογιστή.

Το παραπάνω παράδειγμα ήταν μόνο δύο διαστάσεων (ο αριθμός των μονάδων και των κερδών) για κάθε δράση. Σε μια πραγματική κατάσταση όμως τα κέρδη εξαρτώνται από πολλές μεταβλητές. Η κατάσταση στο διάγραμμα 2 θα ήταν ακόμη χειρότερη. Ως εκ τούτου, η αξιοπιστία των δέντρων αποφάσεων είναι μάλλον χαμηλή. Μια λύση στο πρόβλημα αυτό εμφανίζεται στην μείωση του κινδύνου με την εισαγωγή του τμήματος της αβεβαιότητας, αλλά μια άλλη γνωστή τεχνική είναι τα σενάρια τύπου «τι θα γίνει εάν...» (what – if).





### 3.2. Σενάρια τύπου «τι θα γίνει εάν...» (what – if)

Όπως αναφέρει το όνομα, η what-if τεχνική είναι μια τεχνική στην οποία αναρωτιόμαστε "τι θα γίνει εάν...". Αντί τον υπολογισμό των πιθανοτήτων των διαφόρων γεγονότων, όπως στη μέθοδο των δέντρων αποφάσεων, σε αυτή τη μέθοδο απλά διαφέρουν οι μεταβλητές εισόδου στο υπόδειγμα ώστε να βρούμε την απάντηση στις μεταβλητές εξόδου. Μια what-if ανάλυση, ως εκ τούτου, είναι μια τεχνική ανάλυσης ευαισθησίας και με μία γενικότερη προσέγγιση για την μέτρηση της επίδρασης της αβεβαιότητας. Όσον αφορά το παράδειγμά μας, δεν ψάχνουμε ποια είναι η πιθανότητα του αριθμού των μονάδων που είναι 10.000, 30.000, ή οτιδήποτε άλλο. Εδώ αναζητείται "Τι θα συμβεί αν ο αριθμός των μονάδων που ελήφθησαν είναι 10.000;" και στη συνέχεια χρησιμοποιείται ένα πρότυπο για την αξιολόγηση των κερδών. Ο αρμόδιος για τη λήψη αποφάσεων προχωρά έτσι μέχρι να βρεθεί ο αποδεκτός κίνδυνος (του να λάβει μια εσφαλμένη απόφαση). Παρόλο που αυτή η τεχνική είναι πολύ απλή, είναι ίσως μια καλύτερη προσέγγιση από εκείνη της μεθόδου των δέντρων αποφάσεων γιατί είναι πιο εύκολη και δίνει τη δυνατότητα ευκολότερα και με λιγότερο κόστος να μελετηθεί αποτελεσματικά μεγαλύτερη ποσότητα πιθανών αποτελεσμάτων.

Δυστυχώς, η τεχνική δεν ξεπερνά τα βασικά προβλήματα της μεθόδου των δέντρων αποφάσεων, αν και είναι πιο εύκολο να δοκιμαστούν πολλά διαφορετικά σενάρια. Ένα άλλο πρόβλημα που έχει προστεθεί είναι ότι μπορεί να διαφέρει μόνο μια μεταβλητή κάθε φορά, γιατί αλλιώς δεν μπορούν να υπολογιστούν οι επιπτώσεις του στη μεταβλητή εξόδου. Ως εκ τούτου, υπάρχει έμμεση υπόθεση, δηλαδή ότι για κάθε νέα αξία μιας μεταβλητής εισαγωγής, όλα τα υπόλοιπα πρέπει να παραμένουν σταθερά. Αλλά στην πραγματικότητα τίποτα

δεν παραμένει το ίδιο. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται, συνεπώς, σε μια σημαντική υπόθεση που την καθιστά αξιόπιστη. Αγνοεί απλώς το γεγονός ότι, στην πραγματικότητα, ορισμένες μεταβλητές μπορεί να έχουν μεγαλύτερη αξία από ότι αναμενόταν.

### **3.3. Τεχνικές αξιολόγησης κινδύνου**

Τόσο η what-if όσο και οι τεχνικές δέντρων αποφάσεων βασίζονται σε ένα κοινό σημείο αναφοράς των επιπτώσεων, η οποία στο LCC θα είναι κανονικά ένα νομισματικό / οικονομικό μέτρο με μια μονάδα όπως δολάρια. Τι γίνεται όμως αν δεν υπάρχει κοινή γραμμή βάσης η επίπτωση αυτή; Θα πρέπει να προσδιορισθεί, και για να γίνει αυτό χρειαζόμαστε τον λεγόμενο παράγοντα κινδύνου (RF) ή την αξία των κινδύνων στις διάφορες εκτιμήσεις κινδύνου. Για τον υπολογισμό του RF, χρειάζονται δύο πράγματα:

- ✓ εκτίμηση της πιθανότητας και
- ✓ εκτίμηση των επιπτώσεων.

Δεδομένου ότι δεν έχουμε κοινή γραμμή βάσης, η πρώτη δήλωση επιπτώσεων εκφράζεται συχνά λεκτικά, οπότε θα προσδιορισθούν τιμές που μπορούν να έχουν εύρος από (0, 1) ή σε μια κλίμακα, για παράδειγμα 1 έως 5. Εδώ μπορούμε να προσδιορίσουμε τις τιμές χρησιμοποιώντας τη θεωρία πιθανοτήτων, θεωρία δυνατοτήτων, ή κάτι άλλο, αλλά συχνά χρησιμοποιείται ένας πολύ απλός και υποκειμενικός προσδιορισμός.

ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΕΠΙΠΤΩΣΗ
0,1 μέτρα	σχεδόν βέβαιο	0,95	χαμηλή	0,05
0,5 μέτρα	ιδιαίτερα πιθανό	0,7	ψηλή	0,5
1 μέτρο	Πιθανό	0,4	ακραία	0,8
2 μέτρα	Απίθανο	0,1	καταστροφική	0,95

Ας εξετάσουμε ένα παράδειγμα στον παραπάνω πίνακα. Μια άνοδος της στάθμης της θάλασσας είναι κάτι το οποίο είναι στην πραγματικότητα έως 3 χιλιοστά ανά έτος, αλλά που είναι ο κίνδυνος; Οικονομικές προβλέψεις των συνεπειών που έχουν πιθανώς ήδη γίνει, αφορούν επιπτώσεις που μετρούνται σε χρήματα, αλλά ας πάρουμε μια άλλη πιο απλή προσέγγιση. Η δουλειά μας είναι να εξετάσουμε τις συνέπειες, αλλά δεν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε οποιαδήποτε οικονομική προσέγγιση, διότι τα χρήματα δεν μπορούν να αναλύσουν πραγματικά ένα πρόβλημα αυτής της έκτασης. Έχουμε λάβει τις εκτιμήσεις από μια ανάλυση κινδύνου, έτσι το μόνο που έχουμε να κάνουμε είναι να βρούμε τις επιπτώσεις και να υπολογίσουμε τους RFs. Κατ' αρχάς, πρέπει να προσδιορίσουμε τις συνέπειες. Είναι σαφές ότι αν το επίπεδο της θάλασσας αυξηθεί θα επηρεάσει όλους τους κατοίκους που ζουν εκεί, αλλά είναι δίκαιο να υποθέσουμε ότι οι πόλεις θα αντιμετωπίσουν τις μεγαλύτερες προκλήσεις, επειδή πρέπει να χτίσουν τείχη για τα λιμάνια τους. Ζητούμε, λοιπόν, από μια ομάδα από ειδικούς να εκτιμήσουν τις επιπτώσεις. Οι απαντήσεις τους φαίνονται στη στήλη επίπτωση στον παραπάνω πίνακα.

Στη συνέχεια μετατρέπουμε τις προφορικές δηλώσεις των επιπτώσεων σε αριθμητικά μέτρα. Ζητάμε η ομάδα να σκεφτείτε το εξής: «Σε μια κλίμακα από το 0 έως 1 (1 είναι το χειρότερο), το πόσο καταστροφικές είναι. Οι απαντήσεις

βρίσκονται στη δεξιά στήλη του πίνακα. Παρ 'όλα αυτά, έχουμε τώρα δύο εκτιμήσεις πιθανότητα και τα μέτρα επιπτώσεων, α οποία απλά πρέπει να τα συνδυαστούν για τον υπολογισμό του RF. Παρακάτω δίνονται οι δύο τύποι υπολογισμού:

$$\checkmark RF = p + i - (p * i)$$

$$\checkmark RF = p * i$$

Χρησιμοποιώντας το πρώτο τύπο υπολογίζουμε το RF και αν τα ταξινομήσουμε μπορούμε να δημιουργήσουμε το προφίλ κίνδυνου.

ΑΝΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΛΑΣΑΣ	ΤΗΣ ΤΗΣ	RF
<b>0,1 μέτρα</b>		0,95
<b>0,5 μέτρα</b>		0,85
<b>1 μέτρο</b>		0,88
<b>2 μέτρα</b>		0,96

Ο σκοπός του προφίλ κινδύνου είναι η ενίσχυση των φορέων λήψης αποφάσεων σε προτεραιότητα. Προτεραιότητα θα πρέπει να δοθεί στις επιπτώσεις με τις υψηλότερες τιμές RF. Βλέπουμε από τον πίνακα ότι οι ακραίες επιλογές πήραν τον υψηλότερο RF. Για το σχεδιασμό των πόλεων σε παράκτιες περιοχές του κόσμου, αυτό θα σήμαινε (αν τα δεδομένα ήταν πραγματικά) ότι θα πρέπει να επικεντρωθούν σε πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Τα ενδιάμεσα θα έχουν χαμηλότερη προτεραιότητα.

Επίσης μπορούμε να το υπολογίσουμε και με δεύτερο τρόπο θέτοντας από 1 έως 5 και για τις δύο πιθανότητες και τις επιπτώσεις ( 1 να είναι πολύ χαμηλή και 5 είναι πολύ υψηλή), θα έχουμε τα στοιχεία του προηγούμενου πίνακα ως εξής:

ΑΝΟΛΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΛΑΣΑΣ	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΕΠΙΠΤΩΣΗ
<b>0,1 μέτρα</b>	σχεδόν βέβαιο	5	χαμηλή	1
<b>0,5 μέτρα</b>	ιδιαίτερα πιθανό	4	ψηλή	3
<b>1 μέτρο</b>	Πιθανό	2	ακραία	4
<b>2 μέτρα</b>	Απίθανο	1	καταστροφική	5

Οι συνέπειες θα μετριοούνται σε μια κλίμακα 1 έως 25, χρησιμοποιώντας το δεύτερο τύπο υπολογισμού του RF, που παρουσιάζεται παρακάτω.

ΑΝΟΛΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΛΑΣΑΣ	RF
<b>0,1 μέτρα</b>	5
<b>0,5 μέτρα</b>	12
<b>1 μέτρο</b>	8
<b>2 μέτρα</b>	5

Οι δύο εξισώσεις υπολογισμού είναι διαφορετικές και ως εκ τούτου τα αποτελέσματα είναι διαφορετικά, όπως προκύπτει από τη σύγκριση των πινάκων. Το ερώτημα που προκύπτει είναι ποια μέθοδος είναι πιο αξιόπιστη. Δεδομένου ότι δεν έχουμε κοινή γραμμή βάσης ώστε να μπορεί να στηριχθεί ότι η μια εξίσωση είναι πιο λογική, δεν μπορεί πραγματικά να ειπωθεί ότι η μια είναι καλύτερη από την άλλη.

Σε πολλές περιπτώσεις, φαίνεται πιο λογικό να επικεντρωθούμε στην ακραία εκδοχή (πρώτη περίπτωση), αλλά από την άλλη πλευρά, υπάρχει η τάση να προτιμάται η δεύτερη εξίσωση και να χρησιμοποιείται μια κλίμακα από 1 έως 5, διότι είναι απλό και κατανοητό. Επειδή η προσέγγιση αυτή δεν βασίζεται σε τυποποιημένη εκτίμηση πιθανότητας και τις δηλώσεις των επιπτώσεων, είναι σημαντικό να είναι συνεπής ως προς την επιλογή των κλιμάκων. Αυτή η τεχνική λειτουργεί επίσης καλά, σε συνδυασμό με τα νομισματικά μέτρα, αλλά όταν υπάρχουν νομισματικά μέτρα, άλλες τεχνικές αποδίδουν καλύτερα τις περισσότερες φορές.

### **3.4. Θεωρία των ασαφών αριθμών και ασαφών διαστημάτων**

Αρχικά πρέπει να γίνει κατανοητό τι είναι ασαφείς αριθμοί και ασαφή διαστήματα. Κοιτάμε σύνολα πραγμάτων και προσδιορίζουμε τι ανήκει και που. Για παράδειγμα αν έχουμε πέντε μπάλες, τρεις εκ των οποίων είναι πράσινες και δύο μπλε, στη συνέχεια πρέπει να απαντήσουμε στην ερώτηση "Πόσες πράσινες μπάλες βλέπετε" με αυτό μαθαίνουμε να ομαδοποιούμε σε κατηγορίες. Υπάρχουν τρεις μπάλες που είναι μέλη της κατηγορίας των πράσινων μπαλών. Ένα ακόμα παράδειγμα, υπάρχουν δύο κύκλοι, ένας με πέντε αγελάδες μέσα και ένας με τέσσερις. Πρέπει να βρούμε ποιο σύνολο είναι μεγαλύτερο από το άλλο. Έτσι, τα απλά σύνολα, δίνουν έναν πολύ σαφή και

ευκρινή ορισμό του «πολύ» και του «λίγο». Με αυτό τον τρόπο ορίστηκε ένα συστηματικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση των ασαφών ποσοδείκτων όπως λίγο, πολύ, περισσότερο, καθώς και των γλωσσικών μεταβλητών όπως ψηλός, κοντός κτλ.

Τα ασαφή σύνολα είναι μια γενίκευση των απλών συνόλων και, σύμφωνα με τον Zadeh, «Παρέχουν ένα φυσικό τρόπο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων στα οποία η πηγή της ανακρίβειας είναι η απουσία ευκρινών κριτηρίων για την κατάταξη και όχι με την παρουσία τυχαίων μεταβλητών». Με άλλα λόγια, η εμφάνιση των ασαφών συνόλων δεν είναι τυχαία, αλλά με ανακρίβεια, έλλειψη βεβαιότητας, αοριστία, ασάφεια, και ούτω καθεξής. Αυτή είναι μια σημαντική διαφορά από τη θεωρία πιθανοτήτων.

Αν και τα ασαφή σύνολα είναι ασαφή τύπου, η θεωρία δεν είναι καθόλου ασαφής. Στη θεωρία συνόλων, ένα αντικείμενο είναι είτε εντός είτε εκτός του συνόλου, ενώ στην ασαφή θεωρία συνόλων, δεν είναι τόσο απλό. Αν  $X$  είναι μια συλλογή από αντικείμενα που συμβολίζεται γενικά με  $x$ , τότε ένα ασαφές σύνολο  $A$  στο  $X$  είναι ένα σύνολο διατεταγμένων ζευγών:

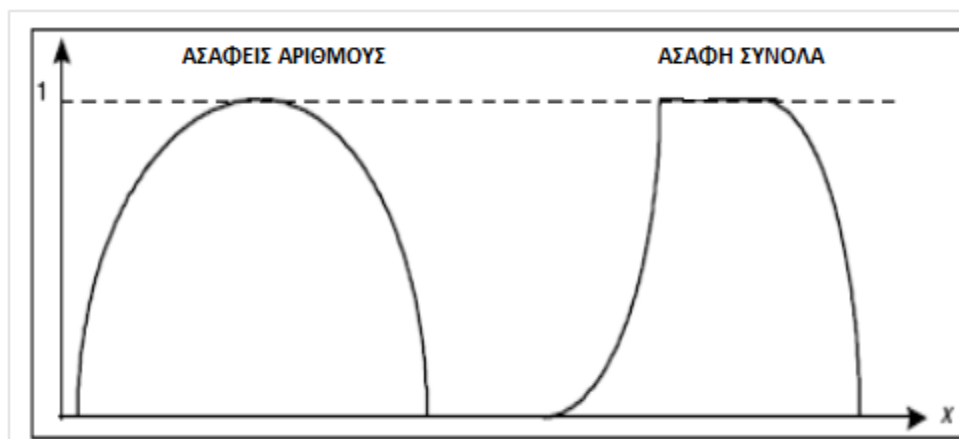
$$\tilde{A} = \{x, \mu_A(x) \mid x \in X\}$$

Όπου  $\mu_A$  είναι η συνάρτηση συμμετοχής του  $X$  στο διάστημα  $M$  και  $\mu_A(x)$  είναι ο βαθμός της ιδιότητας του μέλους (επίσης το βαθμό συμβατότητας ή ο βαθμός αλήθειας) του  $X$ . Με άλλα λόγια, η πραγματική ουσία του ασαφούς συνόλου που έγκειται στον ορισμό του  $\mu_A(x)$  που περιγράφει σε ποιο βαθμό, ένας αριθμός είναι μέρος συνόλου.

Στα απλά σύνολα, θα ήταν είτε μηδέν ή ένα, αλλά σε ασαφή σύνολα, ή ασαφή λογική, μπορεί να είναι οτιδήποτε. Στην πραγματικότητα,  $\mu_A(x)$  θα μπορούσε να είναι μια πιθανότητα διανομής ή ένα σύνολο πιθανοτήτων, ή ίσως

θα έπρεπε να πούμε μια δυνατότητα διανομής και μια σειρά από δυνατότητες. Μπορούμε να πάμε και τους δύο τρόπους. Μπορούμε να θεωρήσουμε τα ασαφή σύνολα, ως ασαφή γεγονότα. Οι δυνατότητες είναι περιορισμένες από τη φαντασία κάποιου και ένα μίγμα είναι αναπόφευκτο. Έτσι, η θεωρία πιθανοτήτων και η ασαφής λογική ταιριάζουν μεταξύ τους με τον ίδιο σχεδόν τρόπο όπως η θεωρία πιθανοτήτων και των απλών συνόλων.

Ο Nahmias στις Ηνωμένες Πολιτείες και οι Dubois και Prade στη Γαλλία έχουν πάρει την έννοια των ασαφών συνόλων και έχουν αναπτύξει τα ασαφή διαστήματα και ασαφείς αριθμούς. Βασικά, οι ασαφείς αριθμοί παρέχουν τη σύνδεση μεταξύ της θεωρίας ασαφών συνόλων και της θεωρία της εμπιστοσύνης. Ασαφείς αριθμοί και διαστήματα καθορίζουν μια πολυδιάστατη περιοχή εμπιστοσύνης, ενώ τα διαστήματα εμπιστοσύνης στη θεωρία εμπιστοσύνης είναι μονοδιάστατα, όπως φαίνεται στο παρακάτω Διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 3: Ασαφείς αριθμοί-Ασαφή σύνολα

Οι ασαφείς αριθμοί και διαστήματα είναι λιγότερο αυστηρά καθορισμένα, συνδέονται με λιγότερες παραδοχές, και είναι επομένως πιο γενικές οι



προσεγγίσεις.

Ωστόσο, υπάρχει διαφορά μεταξύ ασαφών αριθμών και ασαφών διαστημάτων γιατί ανάλογα με το σχήμα της συνάρτησης συμμετοχής, οι ασαφείς αριθμοί και τα ασαφή διαστήματα ορίζονται με διαφορετικό τρόπο. Ένας ασαφής αριθμός πρέπει να οριοθετείται κυρτά, ενώ ένα διάστημα μόνο οριοθετείται.

### **3.5. Χειρισμός μοντέλων με πολλές μεταβλητές**

Κατ' αρχάς, πρέπει να διευκρινιστεί γιατί επιλέγεται μια αριθμητική προσέγγιση και όχι μια ακριβής προσέγγιση όταν πρόκειται για τις μαθηματικές πτυχές. Ο λόγος είναι απλά ότι το LCC και ιδιαιτέρως το κόστος διαχείρισης και μέτρησης των επιδόσεων σε γενικές γραμμές εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από αναλύσεις ευαισθησίας και χειρισμού αβεβαιότητας.

Ουσιαστικά, υπάρχουν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για την ευαισθησία και την ανάλυση της αβεβαιότητας. Το ένα είναι η χρήση διαφορικών μεθόδων, ενώ η άλλη είναι η χρήση των στατιστικών μεθόδων. Οι διαφορικές μέθοδοι αφορούν τον υπολογισμό των μερικών παραγώγων και ως εκ τούτου είναι πολύ δύσκολο να εφαρμοστεί για τα μεγάλα συστήματα μεταβλητών, επειδή ένα «τρέξιμο» του κωδικού είναι απαραίτητο για κάθε σημείο στο οποίο οι μερικές παράγωγοι πρέπει να αξιολογούνται. Επίσης γίνονται πολλές προσπάθειες για το χειρισμό της αβεβαιότητας.

Οι στατιστικές μέθοδοι, από την άλλη πλευρά, περιλαμβάνουν τη χρήση παλινδρόμησης των μεθόδων και των επιμέρους σχετικών συντελεστών συσχέτισης, αλλά δίνουν ουσιαστικά τα ίδια αποτελέσματα. Επιπλέον, το πλεονέκτημα των στατιστικών μεθόδων είναι ότι οι επιμέρους συντελεστές

συσχέτισης υπολογίζονται από το υπόδειγμα αξιολόγησης σε διάφορα σημεία σε κάποια περιοχή στο χώρο (A.M. Liebtrau and M.J. Scott, 1991). Με απλά λόγια, μια στατιστική μέθοδος προσομοιώνει ό,τι συμβαίνει στο υπόδειγμα για έναν επαρκή αριθμό σημείων, έτσι ώστε η συνολική προσομοίωση του υπόδειγματος να είναι αρκετά καλή, αλλά όχι ακριβής. Είναι σαν να διεξάγει μια πολιτική δημοσκόπηση, αν και μπορεί να έχετε μια συνέντευξη μόνο από 1.500 άτομα, έχετε μια πολύ καλή ιδέα για τη συνολική γνώμη του πληθυσμού.

Επίσης, η ανάλυση ευαισθησίας και αβεβαιότητας μπορούν να αντιμετωπιστούν συγχρόνως. Στην πραγματικότητα, ο μηχανισμός πίσω από πολλές στατιστικές μεθόδους, είναι να εισαγάγει αβεβαιότητα σχετικά με τον σκοπό στις μεταβλητές εισόδου του υποδείγματος, προκειμένου να μετρηθεί στατιστικά η επίπτωση, που αυτή η αβεβαιότητα έχει στις μεταβλητές εξόδου. Στη συνέχεια, μετράται η ευαισθησία εξόδου στην είσοδο, δεδομένου ότι η αβεβαιότητα διαμορφώνεται με συνέπεια και ως οριακές συμμετρικές κατανομές αβεβαιότητας σε όλο το υπόδειγμα. Έτσι, με την αύξηση της αβεβαιότητας για το υπόδειγμα, ο κίνδυνος στην πραγματικότητα μειώνεται.

Οι στατιστικές μέθοδοι είναι μέθοδοι που στηρίζονται στις αξιολογήσεις n-σημείου στο m-διάστατο διάστημα για να παραγάγουν μια κατά προσέγγιση λύση. Με απλά λόγια, m είναι ο αριθμός των μεταβλητών, ενώ n είναι ο αριθμός των σημείων που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση. Ένα σημείο είναι ένα συγκεκριμένο σύνολο τιμών για τις μεταβλητές m. Μεταξύ όλων των αριθμητικών μεθόδων που στηρίζονται σε n-σημείο αξιολογήσεων σε m-διάστατο χώρο για να παράγουν μια κατά προσέγγιση λύση, η λεγόμενη μέθοδος Monte Carlo, που θα την δούμε αναλυτικά στη συνέχεια, έχει απόλυτο σφάλμα εκτίμησης που μειώνεται καθώς  $n^{-1/2}$  εκτιμώντας ότι, ελλείψει της εκμεταλλεύσιμης ειδικής δομής, όλα τα άλλα έχουν σφάλματα που μειώνουν ως

$n^{-1/m}$ , στην καλύτερη περίπτωση (G.S. Fishman, 1996). Το σφάλμα είναι βασικά μια εκτίμηση για το πόσο διαφορετική είναι η προσέγγιση από την αληθινή απάντηση. Αυτό μπορεί να αξιολογηθεί χρησιμοποιώντας τις συνήθεις στατιστικές τεχνικές.

Παρά το γεγονός ότι οι Monte Carlo μέθοδοι θεωρήθηκαν μαθηματική βλασφημία μέχρι μόλις το 1970, σήμερα, εντούτοις, οι μέθοδοι Monte Carlo είναι οι μόνες προσεγγίσεις ικανές να δώσουν χρήσιμες ιδέες σε διάφορα προβλήματα στη φυσική (R.Y. Rubinstein, 1981). Αν και η μέθοδος Monte Carlo είναι πλέον η πιο ισχυρή και συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική για την ανάλυση των σύνθετων προβλημάτων, κάποιои είναι λιγότερο ενθουσιώδεις σχετικά με τη χρήση της.

### **3.6. Μείωση Κινδύνου με την εισαγωγή της αβεβαιότητας: Πως λειτουργούν οι μέθοδοι Monte Carlo**

Εννοιολογικά, οι μέθοδοι Monte Carlo είναι απλές, προερχόμενες από τρεις ευδιάκριτες αλλά σχετικές ιστορικές εξελίξεις στις μαθηματικές επιστήμες:

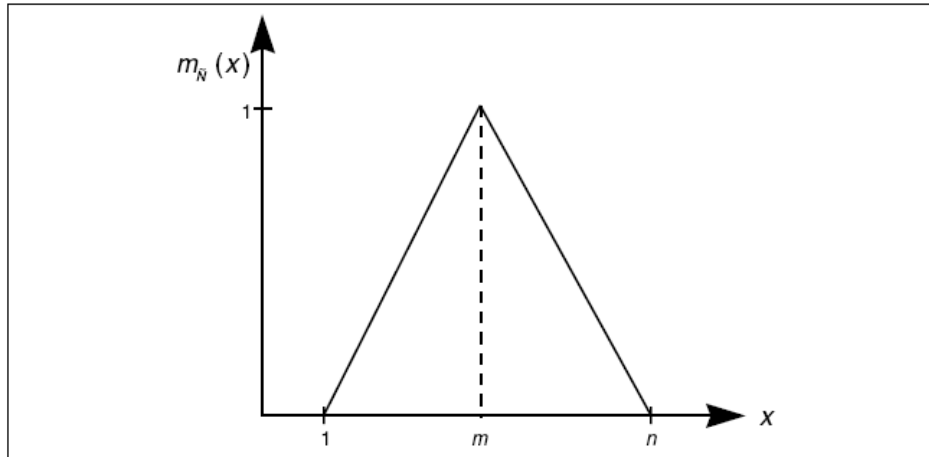
1. Τα τυχερά παιχνίδια που παρακίνησαν τον δέκατο έβδομο και δέκατο όγδοο αιώνα τους μαθηματικούς να θεωρήσουν τα αποτελέσματα στις διαδοχικές δοκιμές ότι διαμορφώνουν μια ακολουθία τυχαίων γεγονότων.
2. Μετά από παρατηρήσεις ότι ο μέσος όρος μιας λειτουργίας συνεχών τυχαίων μεταβλητών λάμβανε τη μορφή ενός ολοκληρώματος, τον δέκατο ένατο και εικοστό αιώνα οι πρώτοι στατιστικοί αναγνώρισαν ότι, σε γενικές γραμμές, κάποιος θα μπορούσε τυχαία να σύρει τους αριθμούς, να τους μετασχηματίσει σύμφωνα με τους ορισμένους κανόνες, και να παραγάγει μια κατά προσέγγιση λύση σε ένα ολοκλήρωμα, σε ένα

πρόβλημα που δεν περιείχε πραγματικά κανένα πιθανολογικό περιεχόμενο.

3. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 20 και της δεκαετίας του 30, διάφορες νέες ανακαλύψεις έγιναν στην επίλυση των διαφορικών εξισώσεων, στη σχέση μεταξύ μιας Markov πιθανολογικής διαδικασίας και ορισμένων διαφορικών εξισώσεων, και κατά τη διάρκεια των εξελίξεων ατομικής ενέργειας μετά από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο στον οποίο τα μεγάλα πολυδιάστατα προβλήματα αποδείχθηκαν πάρα πολύ δύσκολα για την προσέγγιση της διαφορικής εξίσωσης. Αυτή η ανάπτυξη οδήγησε στις ανακαλύψεις από τον John von Neumann και Stanislaw Ulam, που πρότειναν ότι τα πειράματα δειγματοληψίας που χρησιμοποιούν τα υποδείγματα random walk που εκτελέστηκαν στον υπολογιστή θα μπορούσαν να παρέχουν εύκολα τις χρησιμοποιήσιμες προσεγγίσεις στις επιθυμητές λύσεις. Αυτή η πρόταση αντέστρεψε την κατεύθυνση του συλλογισμού. Αντί της χρησιμοποίησης της δυσκίνητης προσέγγισης διαφορικής εξίσωσης για να παρέχει τις λύσεις στα πιθανολογικά προβλήματα, κάποιος πραγματοποιεί τα πειράματα δειγματοληψίας για να παρέχει τις λύσεις στις διαφορικές εξισώσεις, οι οποίες δεν είχαν απαραίτητα μια πιθανολογική βάση.

Οι μέθοδοι Monte Carlo στηρίζονται στην εισαγωγή της αβεβαιότητας στα υποδείγματα, δεδομένου ότι καμία αβεβαιότητα δεν υπάρχει. Αλλά υπάρχει μια προφανέστερη χρήση των μεθόδων Monte Carlo, δηλαδή για να αξιολογήσει τις επιπτώσεις της αβεβαιότητας στα αποτελέσματα. Η διαφορά στην εφαρμογή των μεθόδων Monte Carlo βρίσκεται απλώς με τον τρόπο που διαμορφώνεται η αβεβαιότητα.

- Με τη υποδειγματοποίηση της αβεβαιότητας όπως είναι πραγματικά, οι μέθοδοι Monte Carlo μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αξιολογήσουν τις επιπτώσεις της αβεβαιότητας. Με τη διεξαγωγή μιας στατιστικής ανάλυσης ευαισθησίας σε μία τέτοια προσομοίωση Monte Carlo, κάποιος μπορεί να προσδιορίσει ποιές μεταβλητές εισόδου είναι πιο σημαντικές για την διαχείριση της αβεβαιότητας. Τέτοιες πληροφορίες είναι κρίσιμες εάν κάποιος θέλει να ξοδέψει χρήματα για να πάρει τις καλύτερες πληροφορίες ή απλά να μειώσει τους κινδύνους δια μέσω της Κρίσιμης Υπόθεσης Σχεδιασμού (CAP)
- Με την εισαγωγή της αβεβαιότητας στο υπόδειγμα, όπως  $\pm 10\%$  οριακές και συμμετρικές διανομές αβεβαιότητας όπως τους τριγωνικούς αριθμούς στο παρακάτω σχήμα μπορούμε να μετρήσουμε και να ταξινομήσουμε τις σχετικές επιπτώσεις που οι διάφορες μεταβλητές εισόδου έχουν στις μεταβλητές εξόδου. Αυτό είναι κρίσιμο για διοικητικούς λόγους, της Κρίσιμης Υπόθεσης Σχεδιασμού, και το σχεδιασμό προϊόντων και διαδικασίας επειδή είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος προσδιορισμού και ταξινόμησης της απόδοσης, υπό τον όρο ότι φυσικά το υπόδειγμα σχεδιάζεται καλά.



Διάγραμμα 4: Ορισμός τριγωνικών ασαφών αριθμών

Ο ορισμός μιας μεθόδου Monte Carlo (ή μιας μεθόδου στατιστικών δοκιμών, όπως κάποιοι την αποκαλούν) δεν είναι απλός, και υπάρχει μεγάλη διαφωνία. Ιστορικά, το πρώτο παράδειγμα ενός υπολογισμού με μια μέθοδο Monte Carlo είναι το πρόβλημα του Buffon's της ρίψης βελόνων, το οποίο περιέγραψε το 1777. Το 1908 χρησιμοποιήθηκε η μέθοδο Monte Carlo για το συντελεστή συσχετισμού στην t-κατανομή. Η μέθοδος von Neumann–Ulam, που θεωρείται η αρχική μέθοδος Monte Carlo, φαίνεται να υποδεικνύει συγκεκριμένα τη χρήση των διαδικασιών τυχαίας δειγματοληψίας για τα αιτιοκρατικά μαθηματικά προβλήματα. Μερικές Monte Carlo καθορίζουν την χρήση της τυχαίας δειγματοληψίας για να μεταχειριστούν τα προβλήματα ενός αιτιοκρατικού ή πιθανολογικού είδους. Άλλες Monte Carlo απαιτούν να είναι η δειγματοληψία περίπλοκη (περιλαμβάνοντας τη χρήση κάποιας διαφοράς-μειώνοντας τεχνική ή εξαπάτηση) προκειμένου να είναι κατάλληλη ως Monte Carlo. Εκείνες οι περιπτώσεις όπου η απλή τυχαία δειγματοληψία είναι χρησιμοποιημένη καλούνται ως «απλή δειγματοληψία», «πειραματική δειγματοληψία», ή «πρότυπη δειγματοληψία».

Το 1954, ο πιο κοινός ορισμός ήταν ότι η μέθοδος Monte Carlo είναι η χρήση της τυχαίας δειγματοληψίας για να μεταχειριστεί τα προβλήματα, είτε ενός αιτιοκρατικού είτε πιθανολογικού είδους (A.W. Marshall, 1954). Ένας πιο επιμελημένος ορισμός είναι ότι η μέθοδος Monte Carlo αποτελείται από την επίλυση των διάφορων προβλημάτων των μαθηματικών με τη βοήθεια της κατασκευής κάποιας τυχαίας διαδικασίας για κάθε τέτοιο πρόβλημα, με τις παραμέτρους της διαδικασίας ίσες με τις απαραίτητες ποσότητες του προβλήματος. Αυτές οι ποσότητες καθορίζονται έπειτα με την βοήθεια των παρατηρήσεων της τυχαίας διαδικασίας και του υπολογισμού των στατιστικών χαρακτηριστικών της, τα οποία είναι περίπου ίσα με τις απαραίτητες παραμέτρους (Y.A. Shreider, et al 1966.).

Με μια ακριβέστερη έννοια, η μέθοδος Monte Carlo ορίζεται ως η κατασκευή μιας τεχνητής τυχαίας διαδικασίας που έχει όλες τις απαραίτητες ιδιότητες αλλά που είναι σε γενικές γραμμές εφικτή με μέσα των συνηθισμένων υπολογιστικών συσκευών. Αφότου εισήχθησαν οι υπολογιστές, η εστίαση έγινε σαφής: Η μέθοδος Monte Carlo παρέχει τις κατά προσέγγιση λύσεις σε ποικίλα μαθηματικά προβλήματα με την εκτέλεση των στατιστικών πειραμάτων δειγματοληψίας σε έναν υπολογιστή.

#### a) Μαθητική Έκφραση της μεθόδου MONTE CARLO

Δεδομένου ότι το  $X$  είναι η απαιτούμενη ποσότητα της μαθηματικής προσδοκίας του  $M$  μιας ορισμένης τυχαίας μεταβλητής, ο προσδιορισμός της κατά προσέγγισης αξία του  $X$  αποτελείται από μια δειγματοληψία  $n$ -πτυχών της αξίας της μεταβλητής  $\xi_N$  σε μία σειρά των ανεξάρτητων δοκιμών,  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N$ , και ο υπολογισμός της μέσης τιμής τους:

$$\xi = \frac{\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_N}{N}$$

Κατόπιν, σύμφωνα με το νόμο των μεγάλων αριθμών (θεώρημα του Bernoulli ή Chebyshev ):

$$\xi \approx M\xi = \chi$$

με μια πιθανότητα που είναι κοντά στην μονάδα για ένα αρκετά μεγάλο  $N$ . Ένα παραδοσιακό παράδειγμα στις στατιστικές, είναι η ρίψη ενός κύβου και υπολογισμός της πιθανότητας να έρθει άθροισμα τρία όταν ρίχνουμε δυο ζάρια. Η προσομοίωση αυτού του προβλήματος που χρησιμοποιεί μια μέθοδο Monte Carlo είναι απλή. Προσομοιώνεται η ρίψη (κάποιος μπορεί επίσης φυσικά να πετάξει τα ζάρια) στις δοκιμές  $N$  (κάθε δοκιμή που αντιπροσωπεύει ένα ρίξιμο), μετράται ο αριθμός δοκιμών όταν έχουν άθροισμα τρία, και υπολογίζεται έπειτα η πιθανότητα ως εξής:

$$\hat{p} = \frac{n}{N}$$

Το σφάλμα στην εκτίμηση αυτή μετράται με την τυπική απόκλιση  $\sigma$ , όπου:

$$\sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

Ωστόσο, δεδομένου ότι υποθέτουμε ότι δεν ξέρουμε το  $p$ , το σφάλμα μπορεί να υπολογιστεί μόνο στατιστικά. Στη γενική περίπτωση, για κάθε  $\varepsilon > 0$  σε κάθε  $\delta > 0$ , υπάρχει ένας αριθμός  $N$  δοκιμών, έτσι ώστε με πιθανότητα μεγαλύτερη από  $1 - \varepsilon$ , η συχνότητα εμφάνισης της ενός γεγονότος ( $\frac{L}{N}$ ) θα διαφέρει από την πιθανότητα  $p$  εμφάνισης αυτού του γεγονότος λιγότερο από  $\delta$ :



$$\left| \frac{L}{N} - p \right| < \delta$$

Ο βαθμός βεβαιότητας του σφάλματος είναι  $1-\delta$ . Με τη διερεύνηση του όρου του σφάλματος, βλέπουμε ότι η ακρίβεια εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον αριθμό των δοκιμών ( $N$ ) που έγιναν στην προσομοίωση. Με την απλοποίηση των ανισοτήτων του Chebyshev, μπορούμε να εκτιμήσουμε την  $\delta$  ως:

$$\delta \sim \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Βλέπουμε ότι για να βελτιωθεί μια εκτίμηση δέκα φορές, θα πρέπει να γίνουν εκατό φορές περισσότερες δοκιμές. Η εξίσωση αυτή ισχύει για όλες τις περιπτώσεις. Ωστόσο, αν υποθέσουμε ότι η κατανομή του γεγονότος είναι περίπου Gaussian (ακολουθεί μια κανονική κατανομή), παίρνουμε το παρακάτω:

$$\delta \leq \frac{3\sigma}{\sqrt{N}}$$

Έτσι, βλέπουμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις (η Gaussian συμπεριφορά είναι πιο συχνή, και όλες οι άλλες συμπεριφορές τείνουν να προσεγγίσουν την Gaussian συμπεριφορά, σύμφωνα με το κεντρικό οριακό θεώρημα), το σφάλμα εξαρτάται επίσης από τη διακύμανση της κάθε ανεξάρτητης δοκιμής.

Συνοψίζοντας, ο καθορισμός των σφαλμάτων στις μεθόδους Monte Carlo, έχει τρία γενικά βασικά χαρακτηριστικά:

1. Είναι απαραίτητο να εκτελεστεί ένας μεγάλος αριθμός δοκιμών

2. Τα λάθη εξομαλύνονται, έτσι, η μέθοδος είναι σταθερό ενάντια στον θόρυβο. Αυτό ήταν ιδιαίτερα σημαντικό πριν από τον ερχομό του ψηφιακού υπολογιστή, επειδή οι πρώτοι υπολογιστές είχαν τυχαία ελαττώματα. Ωστόσο, το πρόβλημα με την στρογγυλοποίηση των σφαλμάτων εξακολουθεί να υφίσταται.
3. Οι μέθοδοι Monte Carlo χρησιμοποιούν ένα σχετικά μικρό μέρος της μνήμης για να αποθηκεύουν τα ενδιάμεσα αποτελέσματα, γεγονός που την καθιστά κατάλληλη για πολυδιάστατα προβλήματα.

#### b) Μείωση Διακύμανσης των τεχνικών δειγματοληψίας

Είναι διαθέσιμος ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων δειγματοληψίας. Εν συντομία, μερικοί από αυτούς είναι:

- Συσχέτιση και παλινδρόμηση. Αυτή η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε φορά που θέλουμε να συγκρίνουμε καταστάσεις. Με το συνδυασμό των συγκρίσεων σε ένα πρόβλημα, μια σημαντική ποσότητα της εργασίας μπορεί να σωθεί. Εκτιμούμε συνεπώς τη διαφορά άμεσα. Μερικοί ισχυρίζονται ότι ο συσχετισμός δειγματοληψίας είναι μια από τις πιο ισχυρές τεχνικές μείωσης της διασποράς.
- Εξαγωγή του κανονικού μέρους. Σε αυτή τη μέθοδο δειγματοληψίας, προσπαθούμε να εξαγάγουμε το κανονικό μέρος πριν από την εκτέλεση μιας προσομοίωσης Monte Carlo, έτσι ώστε μόνο το υπόλοιπο να χρειάζεται να εκτιμάται από την προσομοίωση.

- Σημαντική δειγματοληψία. Η βασική ιδέα είναι ότι η ακρίβεια αυξάνεται με τη χρήση περισσότερων δοκιμών στις σημαντικές περιοχές.
- Ομαδική δειγματοληψία. Η έννοια αυτή είναι παρόμοια με την σημασία της δειγματοληψία και χωρίζει την περιοχή ενδιαφέροντος σε ομάδες, έτσι ώστε κάθε ομάδα να έχει παρόμοιες λειτουργικές αξίες.
- Ρωσική ρουλέτα και διαχωρισμός. Η δειγματοληψία γίνεται σε στάδια και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:
  - ✚ ενδιαφέροντα
  - ✚ μη ενδιαφέροντα.

Τα ενδιαφέροντα δείγματα χωρίζονται περαιτέρω, ενώ στα μη ενδιαφέροντα δείγματα δίνεται λιγότερη σημασία.

- Συστηματική δειγματοληψία. Η περιοχή ενδιαφέροντος είναι η συστηματική δειγματοληψία.
- Έλεγχος μεταβλητών. Αντί για την εκτίμηση μιας παραμέτρου άμεσα, θεωρείται η διαφορά μεταξύ του προβλήματος και κάποιου αναλυτικού υποδείγματος.
- Αντιθετικές μεταβλητές. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αναζήτηση δύο αμερόληπτων εκτιμητών για κάποια άγνωστη παράμετρο, η οποία έχει ισχυρή αρνητική συσχέτιση.
- Στρωματοποιημένη δειγματοληψία: Υπάρχουν τουλάχιστον δυο διαφορετικές μέθοδοι στρωματοποιημένης δειγματοληψίας:
  - ✚ **Δειγματοληψία ποσόστωσης**. Αυτός είναι ένας συνδυασμός της σημαντικής δειγματοληψίας και της συστηματικής δειγματοληψίας.

✚ **Λατινικός υπερκύβος.** Η περιοχή ενδιαφέροντος υποδιαιρείται σε διαστήματα ίσης πιθανότητας. Αυτή παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια, διότι ολόκληρη η περιοχή επιλέγεται με πιο ομαλό και συνεπή τρόπο.

Σήμερα πολλές από αυτές τις τεχνικές μείωσης της διακύμανσης είναι μόνο ακαδημαϊκού ή ακόμα και ιστορικού ενδιαφέροντος, λόγω των νέων και ισχυρών ψηφιακών υπολογιστών που επιτρέπουν σε μας για να κάνουμε τους μεγάλους υπολογισμούς ευκολότερα απ' ό,τι στη δεκαετία του '50 και τη δεκαετία του '60. Επομένως βρίσκουμε συχνά SRS<sup>4</sup>, LHS<sup>5</sup>, ή μερικές παραλλαγές αυτών. Σε μερικές μελέτες, εντούτοις, βρίσκουμε ένα αποκαλούμενο τροποποιημένο LHS Monte Carlo και ένα αποκαλούμενο έξυπνο Monte Carlo. Εντούτοις, λόγω της υψηλής αποδοτικότητας LHS που συνδυάζεται με τους ισχυρούς υπολογιστές, δεν υπάρχει λόγος να ερευνήσουμε πολλές από τις παλαιές τεχνικές δειγματοληψίας, οι οποίες σχεδιάστηκαν όταν ο καλύτερος υπολογιστής ήταν πιθανώς πιο αργός από έναν μέσο υπολογιστή σήμερα.

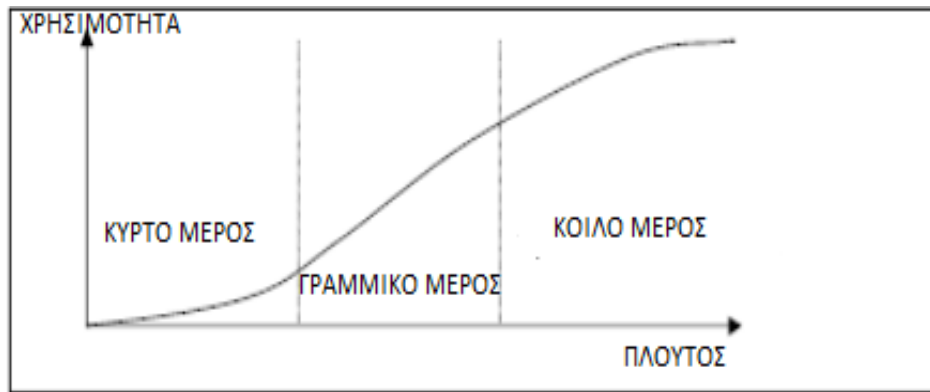
### c) ΤΕΧΝΙΚΗ LHS

Η στρατηγική της LHS αναπτύχθηκε, εν μέρει, για να ξεπεραστούν ορισμένες από τις δυσκολίες προηγούμενων τεχνικών. Σε γενικές γραμμές, η LHS συνεπάγεται διαίρεση του εύρους των μεταβλητών σε τομείς ίσων πιθανοτήτων. Το θέμα είναι να εξασφαλιστεί ότι όλο το φάσμα των μεταβλητών είναι δειγματοληπτικά σωστό για την αποφυγή μεγάλων κενών διαστημάτων, όπως φαίνεται στο παρακάτω Διάγραμμα.

---

<sup>4</sup> Simple Random Sampling= Απλή Τυχαία Δειγματοληψία

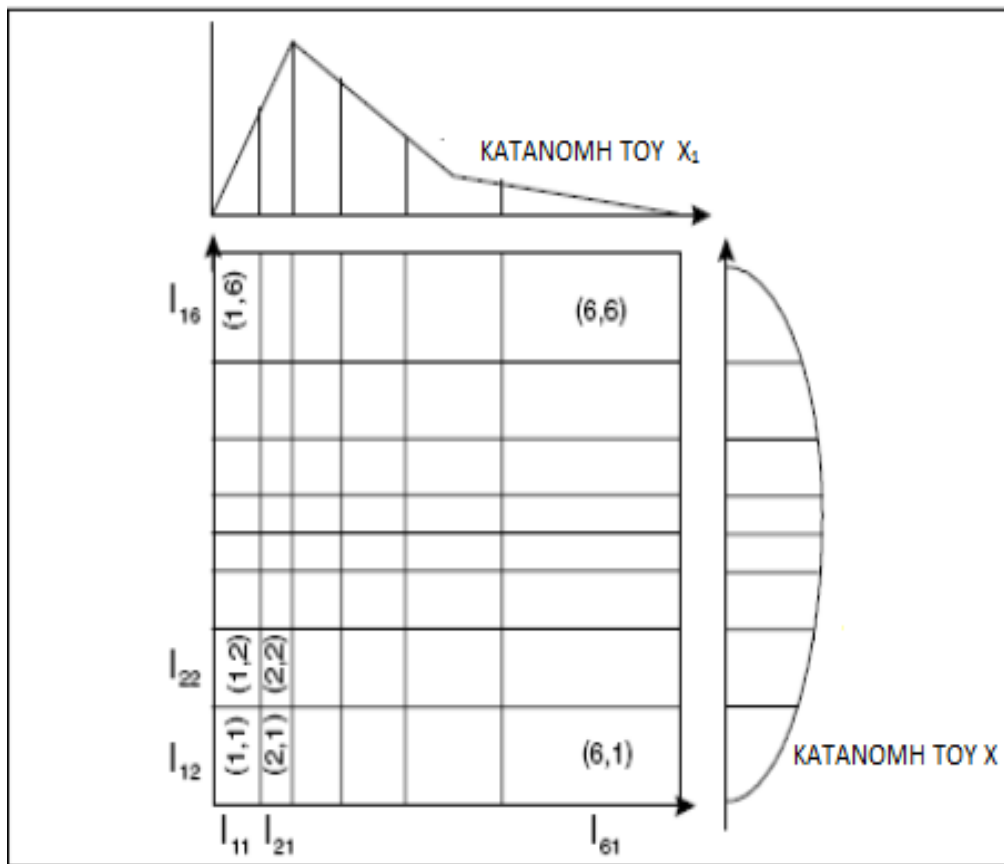
<sup>5</sup> Latin Hypercube Sampling= Λατινικός υπερκύβος



Διάγραμμα 5: Παράδειγμα συνάρτησης χρησιμότητας

Σε πιο μαθηματικούς όρους, τα βήματα της LHS για να δημιουργήσει ένα  $N$  μέγεθος του δείγματος από  $n$  μεταβλητές  $\xi = [\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n]$  με την από κοινού συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (pdf)  $f_\xi(\xi)$  είναι οι εξής:

- Το εύρος κάθε μεταβλητής χωρίζεται στα μη επικαλυπτόμενα διαστήματα βάσει του ίσου μεγέθους πιθανότητας  $1/N$ . Αυτό το βήμα είναι διευκρινισμένο στο παρακάτω σχήμα.
- Μια τιμή από κάθε διάστημα επιλέγεται και ζευγαρώνεται. Η ένωση μπορεί να είναι τυχαία (εάν οι μεταβλητές είναι ανεξάρτητες) ή μπορεί να αναπαραγάγει έναν συσχετισμό στις μεταβλητές εισόδου.
- Οι τιμές  $N$  που λαμβάνονται για  $\xi_1$  είναι ζευγαρωμένες με τις  $N$  τιμές για  $\xi_2$ . Τα ζευγάρια  $N$  συνδυάζονται με τις τιμές  $N$   $\xi_3$  για να διαμορφώσουν την τριπλέτα  $N$  και τα υπόλοιπα, έως ότου διαμορφώσουν ένα σύνολο  $n$ -πλειάδων. Αυτό το σύνολο  $n$ -πλειάδων καλείται λατινικό δείγμα υπερκύβου.



Διάγραμμα 6: LHS

Όπως σημειώνεται νωρίτερα, η τεχνική LHS αυξάνει την ακρίβεια μιας προσομοίωσης Monte Carlo και μειώνει τον αριθμό των απαραίτητων δοκιμών ώστε να επιτύχουν μια προσδιορισμένη ακρίβεια δραστικά. Μια εμπειροτεχνική μέθοδος δίνει ότι ο αριθμός δοκιμών πρέπει να είναι τουλάχιστον έξι φορές ο αριθμός των μεταβλητών για να επιτύχει τις ικανοποιητικές εκτιμήσεις. Μερικοί ερευνητές έχουν επινοήσει ακόμη και ένα έξυπνο σχέδιο Monte Carlo που υπερβαίνει υποθετικά ακόμη και την LHS για έναν χαμηλό αριθμό δοκιμών. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της LHS σχετίζεται με την μέση απόκριση εξόδου γιατί ο υπολογισμός της διακύμανσής του είναι δύσκολος.

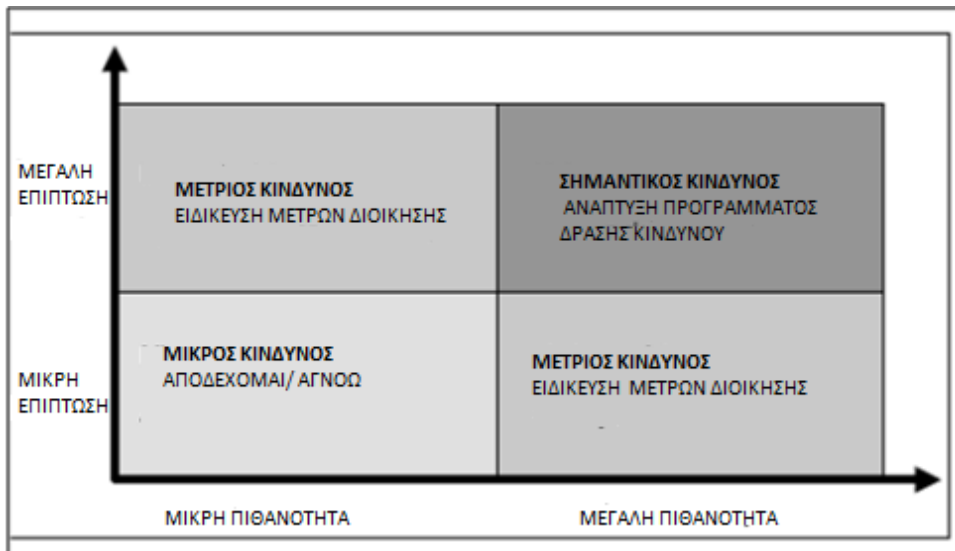
#### d) ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Μέχρι τώρα, έχουν αναφερθεί οι τεχνικές ανάλυσης κινδύνου και αβεβαιότητας, δηλαδή τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν τον κίνδυνο και την αβεβαιότητα για να υπολογίσουν την πιθανότητά τους (ή τη δυνατότητα) και για να αξιολογήσουν τις πιθανές επιδράσεις (οι εκβάσεις). Αλλά όλο αυτό είναι άσκοπο εκτός αν μπορούμε να διαχειριστούμε τους κινδύνους.

Η διαχείριση κινδύνου είναι για την επινόηση και την εφαρμογή των απαντήσεων στους κρισιμότερους κινδύνους, εκείνων που έχουν τη μέγιστη RF. Αυτό το στάδιο αποτελείται από έξι βήματα:

- Κατάταξη των κινδύνων.
- Προσδιορισμός των εφικτών απαντήσεων (στους κινδύνους).
- Επιλογή μιας ικανοποιητικής απάντησης.
- Ανάπτυξη μέτρων διαχείρισης και προγραμματώδρασης.
- Έκθεση σχεδίων.
- Εφαρμογή σχεδίων, εάν είναι απαραίτητο.

Η κατάταξη των κινδύνων γίνεται με τη χρήση διαφόρων τεχνικών όπως τη Μέθοδος Monte Carlo, αλλά για να κοινοποιήσει τα αποτελέσματα εύκολα, ο αποκαλούμενος πίνακας κίνδυνου-ταξινόμησης μπορεί να είναι πρακτικός (σχήμα). Αυτοί οι πίνακες είναι συνήθως 2x2 ή 3x3, αλλά έχει μερικές εταιρίες χρησιμοποιούν και πίνακα 6x6.



Διάγραμμα 7: Μήτρα κατάταξης κινδύνου

Για να χρησιμοποιηθεί ένας πίνακας κατάταξης, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πρέπει πρώτα να αποφασίσουν τί συνιστά έναν σημαντικό κίνδυνο ή μέτριο κίνδυνο ή μικρό κίνδυνο. Εδώ είναι μερικοί ορισμοί:

- Ένας μικρός κίνδυνος είναι απλά αποδεκτός ή αγνοείται.
- Ένας μέτριος κίνδυνος είτε είναι πιθανό να συμβεί είτε να έχει μεγάλες επιπτώσεις, αλλά όχι και τα δύο.
- Ένας σημαντικός κίνδυνος έχει τόσο υψηλή πιθανότητα εμφάνισης όσο και μεγάλο αντίκτυπο.

Υπάρχουν και άλλοι ορισμοί οι οποίοι είναι διευκρινισμένοι στο παραπάνω σχήμα, και μπορούν να ερμηνευθούν ως εξής:

- Πολύ καλά αποτελέσματα, μεγάλη πιθανότητα να δράσουμε αμέσως.
- Πολύ καλά αποτελέσματα, μικρή πιθανότητα να αναλάβει δράση και να υπάρξει ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης.
- Χαμηλά αποτελέσματα ,μεγάλη πιθανότητα ανάληψης δράσης.



- Χαμηλά αποτελέσματα, μικρή πιθανότητα να ακολουθήσει περιοδική επανεξέταση.

Όποιο και αν είναι το σύστημα που χρησιμοποιούμε, μπορούμε να κοινοποιήσουμε τους κινδύνους, τη σημασία τους, και τι πρέπει να κάνουμε για αυτούς (τα μέτρα διαχείρισης και τα προγράμματα δράσης), αλλά πριν αποφασίσουμε τι θα κάνουμε, πρέπει να προσδιορίσουμε τις εφικτές απαντήσεις. Ο κίνδυνος έχει τέσσερις γενικές αποκρίσεις ή στρατηγικές:

1. Πρόληψη κίνδυνου: κατευθύνεται προς την εξάλειψη των πηγών κινδύνου ή η ουσιαστική μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισής τους.
2. Μετριασμός των επιπτώσεων: Σκοπός του μετριασμού των επιπτώσεων είναι η μείωση των επιπτώσεων της εμφάνισης του κινδύνου.
3. Κίνδυνος μεταφοράς: συνεπάγεται η μεταφορά του κινδύνου σε τρίτους όπως μια ασφαλιστική εταιρεία.
4. Αποδοχή του κινδύνου: είναι σημαντικό να μην ξεχνάμε κινδύνους όπως από παράγοντες του περιβάλλοντος και της εσωτερικής αλλαγής καθώς και τους κινδύνους από αλλαγές προφίλ.

Σε γενικές γραμμές, η επιλογή θα περιστρέφεται γύρω από το κόστος σε σχέση με τα οφέλη, εκτός αν δεν υπάρχουν επιλογές, οπότε θα πρέπει να αποδεχθεί τους κινδύνους. Μόλις επιλεγεί η στρατηγική, πρέπει να αποφασιστεί τι πρέπει να γίνει σε περίπτωση που κάτι δεν πάει όπως έχει προγραμματιστεί.

- ✓ **Για μέτριους κινδύνους**, τα μέτρα διαχείρισης πρέπει να είναι προετοιμασμένα. Τα μέτρα αυτά είναι απλές προτάσεις δράσης που προσδιορίζουν τις δραστηριότητες που είναι απαραίτητες για να χειριστεί ένα συμβάν.

- ✓ **Για μεγαλύτερους κινδύνους**, είναι πιο απαιτητικές λόγω της πιθανότητας για τις μεγάλες απώλειες. Απαιτούν, εκτός από τα μέτρα διαχείρισης, σαφείς ορισμούς για το ποιος είναι υπεύθυνος, το χρονικό πλαίσιο, οι απαιτούμενες εκθέσεις, οι απαιτούμενοι πόροι κτλ.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, είναι σημαντικό να τεκμηριωθεί αυτό που γίνεται και να δημιουργηθεί μια συνοπτική έκθεση στο τέλος ώστε και άλλοι να μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν αργότερα. Αυτό είναι σημαντικό επειδή οι καθυστερήσεις που έχουν πολλά έργα ή έργα μεγάλου κύκλου ζωής πολλών προϊόντων καθιστά απίθανο τα άτομα που εργάστηκαν κατά το στάδιο του σχεδιασμού, για παράδειγμα, να εξακολουθούν να είναι παρόν ή ακόμα και να θυμούνται αυτό που έκαναν.

Η εφαρμογή των σχεδίων απαιτεί ότι οι κίνδυνοι ελέγχονται και ότι κάθε νέος ανιχνεύεται τακτικά και συνεχώς, έτσι ώστε οι αποκλίσεις και τα προβλήματα μπορούν γρήγορα να αναγνωριστούν και να αντιμετωπιστούν. Η συχνότητα και η ευθύνη της παρακολούθησης εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες που πρέπει να αποφασίζεται ανα περίπτωση.

## 4. ABC

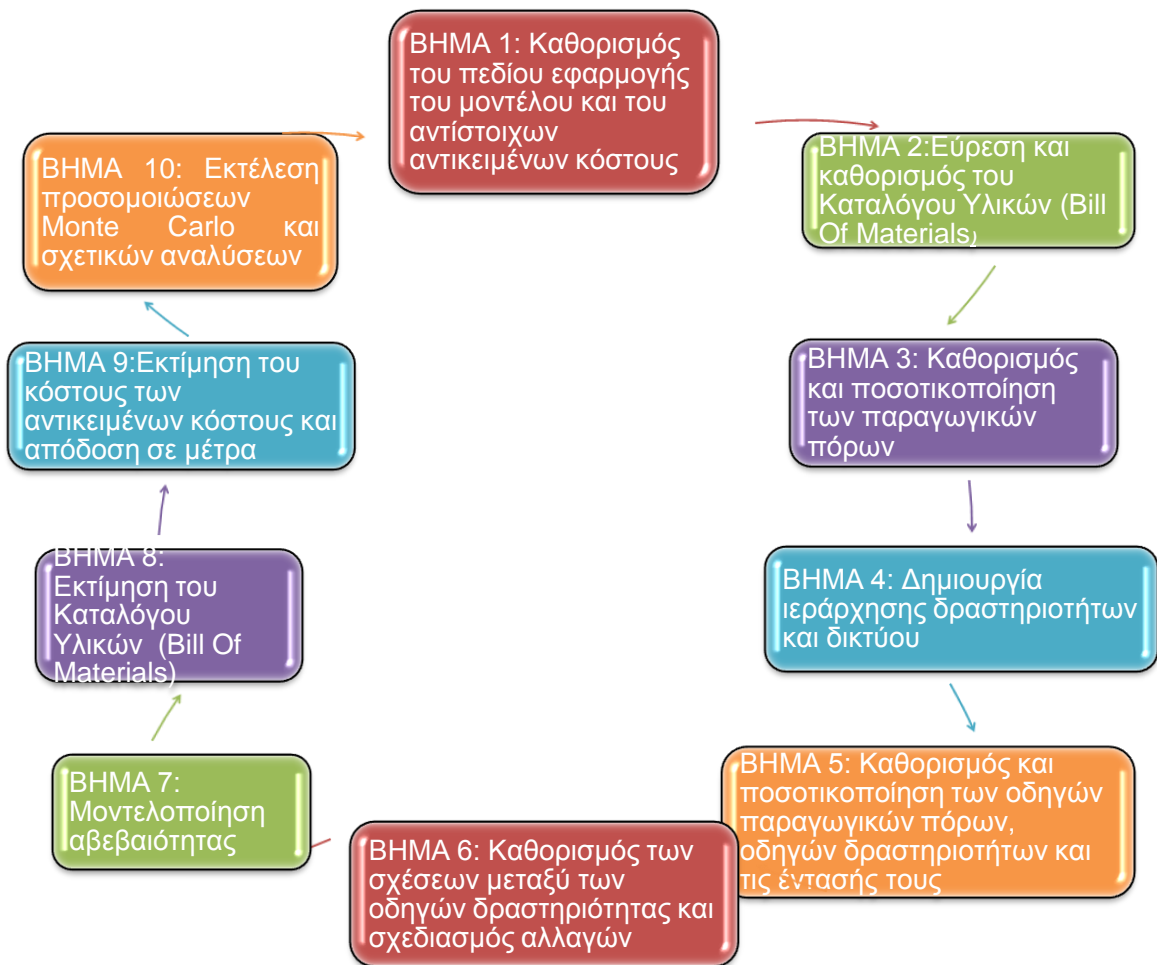
Η κοστολόγηση με βάση το κύκλο ζωής της δραστηριότητα (LCC) είναι μια προσέγγιση που αναπτύχθηκε στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1990 και είναι πιο περιεκτική από την ABC κοστολόγηση και τη περιβαλλοντική διοίκηση. Παρά το γεγονός ότι η κοστολόγηση με βάση τη δραστηριότητα και η περιβαλλοντική διοίκηση ασχολούνται με τη διαχείριση του κόστους και των περιβαλλοντικών διαστάσεων (ενέργειας και αποβλήτων), η κοστολόγηση με

βάση το κύκλο ζωής της δραστηριότητα περιλαμβάνει μόνο το κόστος. Η κοστολόγηση με βάση τον κύκλο ζωής της δραστηριότητα έχει βελτιωμένη δομή και είναι πιο ολοκληρωμένη σε σχέση με το κόστος.

Μήπως αυτό σημαίνει ότι η κοστολόγηση με βάση το κύκλο ζωής της δραστηριότητα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα περιβαλλοντικό θέμα; Από τη μια πλευρά, το κόστος ως μέτρο έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα μέτρα του περιβάλλοντος από την άλλη πλευρά, πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις δεν μπορούν να αποτυπωθούν ως κόστος. Όπως με τα περισσότερα εργαλεία διοίκησης και μηχανικής (engineering), πρέπει να επιτευχθεί η δέουσα ισορροπία μεταξύ θεωρίας και πρακτική.

Για τη κοστολόγηση με βάση το κύκλο ζωής της δραστηριότητας ακολουθούνται τα εξής βήματα:

- I. Καθορισμός του πεδίου εφαρμογής του υποδείγματος και του αντίστοιχων αντικειμένων κόστους
- II. Εύρεση και καθορισμός του Καταλόγου Υλικών (Bill Of Materials)
- III. Καθορισμός και ποσοτικοποίηση των παραγωγικών πόρων
- IV. Δημιουργία ιεράρχησης δραστηριοτήτων και δικτύου
- V. Καθορισμός και ποσοτικοποίηση των οδηγών παραγωγικών πόρων, οδηγών δραστηριοτήτων και της έντασής τους
- VI. Καθορισμός των σχέσεων μεταξύ των οδηγών δραστηριότητας και σχεδιασμός αλλαγών
- VII. Υποδειγματοποίηση αβεβαιότητας
- VIII. Εκτίμηση του Καταλόγου Υλικών (Bill Of Materials)
- IX. Εκτίμηση του κόστους των αντικειμένων κόστους και απόδοση σε μέτρα
- X. Εκτέλεση προσομοιώσεων Monte Carlo και σχετικών αναλύσεων



Διάγραμμα 8: Βήματα κοστολόγησης

### **ΒΗΜΑ 1: Καθορισμός του πεδίου εφαρμογής του υποδείγματος και των αντίστοιχων αντικειμένων κόστους**

Το βήμα 1 είναι κοινό σε όλες σχεδόν τις αξιολόγηση καθώς καθορίζεται το πεδίο εφαρμογής του υποδείγματος. Το πεδίο εφαρμογής θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο τους στόχους του υποδείγματος, τα όρια του συστήματος και την προοπτική του.

Είναι πολύ σημαντικό να καθοριστούν οι στόχοι του υποδείγματος, γιατί αυτό καθορίζει τι τύπο υποδείγματος θα πρέπει να δημιουργηθεί. Δύο επιλογές υπάρχουν: να δημιουργηθεί ένα υπόδειγμα αναπροσαρμογής (back-casting) ή

μια προσομοίωση/υπόδειγμα πρόβλεψης. Τα LCC υποδείγματα είναι σχεδόν πάντα υποδείγματα πρόβλεψης, αλλά συχνά κάποιος πρέπει να δημιουργήσει ένα υπόδειγμα αναπροσαρμογής πριν δημιουργήσει ένα καλό υπόδειγμα πρόβλεψης. Εναλλακτικά, μπορεί κανείς να συμπεριλάβει το προηγούμενο έτος στην πρόβλεψη και να του αποδώσει το 100 τοις εκατό και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσει τις δαπάνες του τρέχοντος έτους για να ελέγξετε αν η πρόγνωση είναι αρκετά καλή.

Σε ένα υπόδειγμα back-casting, θα ξεκινήσει με τους πόρους. Μέσω του υποδείματος, καθορίζεται το κόστος των δραστηριοτήτων και το κόστος των αντικειμένων κόστους. Αυτό είναι μια προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω (top-down), τουλάχιστον όσον αφορά την εκχώρηση του κόστους. Τα υποδείγματα προσομοίωσης, ωστόσο, είναι από κάτω προς τα πάνω (bottom-up) υποδείγματα όπου ξεκινάμε με την επεξεργασία των δεδομένων, τη ζήτηση των προϊόντων και ούτω καθεξής και τον υπολογισμό των πόρων που απαιτούνται για τη λειτουργία της επιχείρησης. Εναλλακτικά, μπορεί να ακολουθηθεί η ιδέα της κοστολόγησης και να καταλήξει σε ένα στόχο κόστους, ο οποίος είναι αυτό που η λειτουργία μπορεί να κοστίσει. Ωστόσο, προκειμένου να εκτελεστεί μια προσομοίωση, πρέπει σε γενικές γραμμές να ξεκινά με ένα back-casting υπόδειγμα για τον προσδιορισμό της υπάρχουσας κατάστασης. Στη συνέχεια, από την υπάρχουσα κατάσταση, μπορούν να γίνουν αλλαγές για τη μελλοντική προσομοίωση.

Μια άλλη διάκριση μεταξύ των μοντέλων είναι η μεταξύ των μοντέλων κοστολόγησης και των αναλύσεων LCC που έγιναν για συγκεκριμένο σκοπό (ad hoc). Τα LCC υποδείγματα κοστολόγησης αποκτούν ευρύτερη θεώρηση της κατάστασης και στην εφαρμογή τους για τη διαχείριση μελλοντικών δαπανών από την πρόβλεψη και τη διαχείριση των οδηγών τους.

Οι ad hoc αναλύσεις LCC είναι προσαρμοσμένες προς συγκεκριμένες αποφάσεις ή αντικείμενα κόστους. Παρέχουν υποστήριξη της λήψης αποφάσεων, όπως ορίζεται από το κόστος των αντικείμενων που περιορίζει την επιλογή στα όρια του συστήματος. Οι ad hoc αναλύσεις έχουν ως εκ τούτου επικεντρώθηκε σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο κόστους, ενώ τα υποδείγματα κοστολόγησης επικεντρώνονται στα όρια του συστήματος ώστε να κατανοήσουν τι είναι μέσα σε αυτό. Οι Ad hoc αναλύσεις έχουν, κατά συνέπεια, πιο στενό πεδίο εφαρμογής από ότι τα υποδείγματα κοστολόγησης, που είναι συνήθως προσαρμοσμένα προς συγκεκριμένες αποφάσεις, και τα όρια του συστήματος είναι διαφορετικά. Παραδοσιακά τα LCC είναι ad hoc και συχνά επικεντρώνεται σε ένα αντικείμενο το κόστος κάθε φορά, ενώ η κοστολόγηση με βάση τη δραστηριότητα έχει πολλά αντικείμενα κόστος που χειρίζεται ταυτόχρονα όταν απασχολούνται είτε ως ad hoc αναλύσεις είτε στα υποδείγματα κοστολόγησης.

Όσον αφορά τα όρια του συστήματος, πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ των ορίων για τα υποδείγματα κοστολόγησης και για τα ad hoc υποδείγματα, όπως αναφέρθηκε. Για τα υποδείγματα κοστολόγησης, είναι σημαντικό ότι το όριο ορίζεται για την ελαχιστοποίηση του αριθμού των συναλλαγών δια των ορίων του. Το μήκος του κύκλου ζωής πρέπει επίσης να ορίζεται με σύμβαση, όπως 1 έτος, 10 έτη, ο χρονικός ορίζοντας του στρατηγικού σχεδιασμού ή τον κύκλο ζωής μιας γραμμής προϊόντων. Στην ιδανική περίπτωση, τα φυσικά όρια του συστήματος πρέπει να είναι μιας στρατηγικής επιχειρηματικής μονάδας (SBU), μια εταιρεία, ή μια ολόκληρη οργάνωση. Το ελάχιστο, η υπό μελέτη επιχειρηματική μονάδα πρέπει να έχει σαφώς αναγνωρισμένους τους λογαριασμούς του κόστους ή πληροφορίες για το κόστος σε μια μορφή που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Για παράδειγμα, κάνοντας ένα υπόδειγμα του κόστους ενός τμήματος σε μια εταιρεία μπορεί να ανασταλεί εάν η εν λόγω υπηρεσία δεν έχει σαφώς αναγνωρίσιμους λογαριασμούς του κόστους και αν δεν υπάρχει ουσιαστική αλληλεπίδραση μεταξύ της εν λόγω υπηρεσία και άλλων υπηρεσιών. Σε μια τέτοια περίπτωση, είναι συνήθως ευκολότερο να συμπεριλάβει ολόκληρη η εταιρεία στο υπόδειγμα κόστους από το να προσπαθήσουμε να δημιουργήσουμε τα σωστά όρια του συστήματος. Φυσικά, μόλις τα όρια του συστήματος οριστούν, δεν χρειάζεται να μελετηθεί κάθε μέρος του συστήματος με την ίδια επιμέλεια. Με άλλα λόγια, μπορούμε να εστιάσουμε σε ένα συγκεκριμένο τμήμα, αν θέλουμε.

Αντίθετα, σε ένα ad hoc LCC υπόδειγμα, όπου τα αντικείμενα, του οποίου ορίζονται εξαρχής, τα όρια του συστήματος ορίζονται σε σχέση τόσο το χρόνο όσο και τη φυσική επέκταση. Έχει σχεδιαστεί κυρίως για να ακολουθήσει το μήκος του κύκλου ζωής των αντικειμένων κόστους και περιλαμβάνουν όλα τα πιθανά έξοδα και έσοδα.

Παραδοσιακά, η ad hoc προσέγγιση έχει συνδεθεί με την εφαρμοσμένη μηχανική, ενώ η προσέγγιση της κοστολόγησης έχει συνδεθεί με τους διαχειριστές. Στη κοστολόγηση με βάση το LCC της δραστηριότητας η διαφορά δεν υπάρχει πλέον, εκτός όταν πρόκειται για τον ορισμό των ορίων του συστήματος. Όταν πρόκειται για την προοπτική του υποδείγματος-δηλαδή, ποιά άποψη το υπόδειγμα αντιπροσωπεύει - υπάρχουν πολλές προοπτικές. Η πιο κοινή προοπτική είναι η SBU, η οποία είναι η προοπτική της SBU στην οποία ανήκουν τα αντικείμενα κόστους. Μια τέτοια προοπτική περιστρέφεται γύρω από το κόστος λειτουργίας και το κόστος της ευθύνης για το μέλλον. Μια άλλη προοπτική που έχει αποκτήσει πολύ δημοτικότητα τα τελευταία χρόνια είναι η προοπτική των μετόχων. Η προοπτική των μετόχων είναι παρόμοια με την

προοπτική SBU, αλλά περιλαμβάνει επίσης το κόστος του κεφαλαίου ή κάτι παρόμοιο. Μια προοπτική που είναι δημοφιλής στα LCC υποδείγματα που χρησιμοποιούνται στον τομέα της περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι η προοπτική των ενδιαφερομένων μερών. Η προοπτική των ενδιαφερομένων περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες, όπως θεωρούνται από πολλούς ενδιαφερόμενους φορείς.

## **ΒΗΜΑ 2:Εύρεση και καθορισμός του Καταλόγου Υλικών (Bill Of Materials)**

Για τα LCC υποδείγματα κοστολόγησης, είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι το υπάρχον σύστημα κοστολόγησης δεν αναμειγνύει τα γενικά έξοδα με το άμεσο κόστος του Καταλόγου Υλικών (BOM). Η ανάμειξη των γενικών εξόδων με το άμεσο κόστος, είναι μια κοινή πρακτική, ριζωμένη σε μια προσπάθεια να διατεθούν όσες το δυνατόν περισσότερες δαπάνες στα προϊόντα. Μια προσέγγιση με βάση τη δραστηριότητα (όπως η κοστολόγηση βάσει της δραστηριότητας ή με βάση τις δραστηριότητες LCC) για να λειτουργήσει καλά, είναι σημαντικό ότι το BOM να μην περιέχει τα γενικά έξοδα που δεν έχουν σχέση με τον όγκο, προκειμένου να μειωθούν στο ελάχιστο οι στρεβλώσεις.

Αν τα γενικά έξοδα και το άμεσο κόστος είναι αναμειγμένα, που συνήθως είναι, στο BOM πρέπει να διαχωρίζονται τα γενικά έξοδα και το κόστος πρέπει να μεταφέρεται πίσω στους αντίστοιχους λογαριασμούς ή σε νέους λογαριασμούς που απαιτούνται για την ανάλυση. Αυτό πρέπει να γίνεται με ένα μόνο στόχο τη μείωση της παραμόρφωσης της ανάθεσης του κόστους. Τυπικά, η αναθεώρηση των δομών κοστολόγησης είναι χρήσιμη αλλά δεν αρκεί, ιδιαίτερα για τις οργανώσεις με το Πρότυπο Συστήματα κοστολόγησης, διότι όλες οι αποκλίσεις αυτές πρέπει να εντοπίζονται και να αντιμετωπίζονται.



Θα πρέπει να σημειωθεί, όπως εξηγείται στη συνέχεια (στο Βήμα 3) αυτά τα προβλήματα εξαφανίζονται αν η Γενική Λογιστική είναι διαχωρισμένη και συγκεντρωμένη σε ένα αντικειμενικό στόχο. Αυτό συνεπάγεται πολλή δουλειά, αλλά δίνει μια συνολική καλύτερη ανάλυση. Αξίζει να γίνει μόνο εάν τα αποτελέσματα από την ανάλυση πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό της διαδικασίας ή του προϊόντος ή για σημαντικές αποφάσεις.

### **ΒΗΜΑ 3: Καθορισμός και ποσοτικοποίηση των παραγωγικών πόρων**

Ο καθορισμός των πόρων συνεπάγεται καταγραφή όλων των παραγωγικών πόρων στα όρια ενός συστήματος και σύμφωνα με τους στόχους του υποδείγματος. Για παράδειγμα, μια εταιρεία μπορεί να έχει όρια σε ένα σύστημα για κάθε υπόδειγμα LCC. Οι στόχοι μπορεί να περιλαμβάνουν έναν πλήρη κύκλο ζωής, μια δεκαετία, ή ένα άλλο χρονικό διάστημα, αλλά το θέμα είναι ότι πρέπει να συμπεριληφθεί το σχετικό κόστος τους δίδοντας τη κατάλληλη προοπτική. Για μια εταιρεία, η προοπτική συνήθως είναι είτε η στρατηγική επιχειρηματικής μονάδας είτε η προοπτική των μετόχων.

Αν το υπόδειγμα LCC πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό σεναρίων ή σε οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα όπου μπορεί ή όχι να εμφανιστεί το κόστος είναι σημαντικό να περιληφθούν όλες οι πιθανές δαπάνες, αλλά πιο σημαντικό είναι να αποφασιστεί πώς θα γίνει ο χειρισμός αυτού του κόστους. Αν προσδιοριστούν οι πιθανότητες του κόστους, εμμέσως υποθέτουμε ότι η προσέγγιση της Αναμενόμενη Νομισματική Αξία (EMV) είναι κατάλληλη, αλλά σε όσες περιπτώσεις συναντήθηκε να συμβαίνει αυτό ήταν παραπλανητικές. Για παράδειγμα, εάν μία δαπάνη έχει ή δεν έχει εμφανιστεί (χωρίς ενδιάμεσες τιμές), τότε η EMV θα παράγει το μέσο όρο μεταξύ αυτών που συμβαίνουν ή δεν θα συμβούν. Το μόνο πρόβλημα είναι ότι αυτός ο μέσος όρος δεν θα

εμφανιστεί, ως εκ τούτου, είναι παραπλανητικό. Για τις μεγάλες δαπάνες, αυτό μπορεί να γίνει ακατάλληλο, και σε τέτοιες περιπτώσεις είναι καλύτερο να χρησιμοποιηθούν μεταβλητοί δείκτες δηλαδή μεταβλητές που λαμβάνουν την αξία τους είτε ως 0 ή 1, ή οι λειτουργίες με βήματα (λειτουργίες που παράγουν μόνο διακριτά αποτελέσματα, όπως 0, 1, 2, 3, και ούτω καθεξής). Στη συνέχεια αναθέτονται πιθανές αξίες με τις αξίες της συνάρτησης. Αυτό ουσιαστικά είναι παρόμοιο με το να χρησιμοποιηθεί ένα δέντρο απόφασης, χωρίς όμως τη χρήση υπολογιστή για το σταθμισμένο μέσο όρο.

Οι πόροι μπορούν να χωριστούν σε όλο και μικρότερα στοιχεία των πόρων. Για παράδειγμα, ένα κτίριο είναι ένας πόρος που μπορεί να χωριστεί σε στοιχεία των πόρων, όπως το ενοίκιο, τον καθαρισμό, την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, τις αποσβέσεις (αξίζει να σημειωθεί ότι οι αποσβέσεις και άλλα κόστη μπορούν να υπολογιστούν με διάφορους τρόπους) και την ασφάλιση, η οποία με τη σειρά της μπορεί να προσδιοριστεί σε μικρότερα στοιχεία των πόρων ανάλογα με το τι είναι χρήσιμο σε σχέση με την επίτευξη των στόχων του υποδείγματος. Έτσι, μπορούν να παραχθούν ιεραρχίες πόρων, αλλά αυτά είναι σχεδόν αδύνατο να κατανοηθούν λόγω του μεγάλου αριθμού των στοιχείων των πόρων που κατέχουν οι περισσότερες εταιρείες. Κατά συνέπεια, χρησιμοποιούνται οι ιεραρχίες των πόρων.

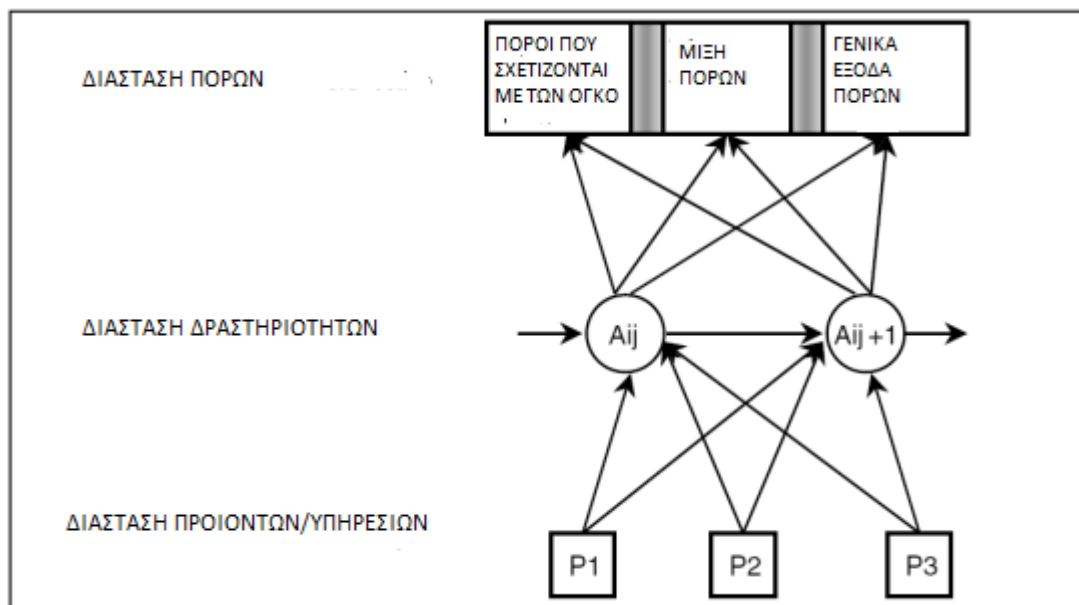
Κατά την εκτέλεση του Βήματος 3, οι πόροι θα πρέπει να αναγνωριστούν και να ποσοτικοποιηθούν, εάν αυτό είναι δυνατό. Η αναγνώριση απαιτεί μόνο το όνομα του πόρου και του τύπου, όπως οι αποσβέσεις, το ενοίκιο του σπιτιού, η ασφάλιση, και ούτω καθεξής. Η σωστή αναγνώριση είναι σημαντική έτσι ώστε οι πόροι να μπορούν να εντοπίζονται κατά τη διάρκεια της ανάλυσης. Ο λόγος που τονίζεται το "αν είναι δυνατόν" είναι ότι υπάρχουν πόροι που συνδέονται

άμεσα με τον όγκο της παραγωγής και άλλοι όχι και δεν θα είναι γνωστοί μέχρι το Βήμα το 9 όπου θα ολοκληρωθούν τα υποδείγματα προσομοίωσης.

Στο παρακάτω σχήμα υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι πόρων, καθώς σχετίζονται με την παραγωγή των προϊόντων P1, P2, P3 και, παρουσιάζονται:

1. Πόροι που σχετίζονται με τον όγκο, οι οποίοι στην πραγματικότητα είναι μόνο τα υλικά, ενδεχομένως αλλά όχι κατ'ανάγκη, το κόστος μεταφοράς και το άμεσο κόστος εργασίας.
2. Ένα μείγμα πόρων, που στην ουσία είναι οι πόροι που κατά κάποιο τρόπο σχετίζονται με τον όγκο όπως η εργασία και τον προγραμματισμό της παραγωγής.
3. Γενικά έξοδα πόρων, τα οποία είναι συνήθως τα έξοδα για μισθοδοσία, χρηματοδότηση και τα λοιπά.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι διαχωριστικές γραμμές μεταξύ των τριών κατηγοριών πόρων δεν είναι ευδιάκριτες. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει σαφή διάκριση μεταξύ των τριών τύπων των πόρων. Τα είδη των πόρων επικαλύπτονται. Ωστόσο το σχήμα χρησιμεύει ως ένας νοητικός χάρτης κατά τη διάρκεια της εφαρμογής επειδή οι πόροι που δεν σχετίζονται με τον όγκο θα γίνουν γνωστοί μόνον αφού έχει ολοκληρωθεί η προσομοίωση στο Βήμα 9.



Διάγραμμα 9: Τρεις διαφορετικοί τύποι πόρων

Το μείγμα των πόρων θα είναι γνωστό πριν ολοκληρωθεί το Βήμα 9, ενώ οι μόνοι πόροι που είναι απολύτως γνωστοί στο Βήμα 3 είναι αυτοί που συνδέονται άμεσα με τον όγκο της παραγωγής. Αυτό μπορεί να ακούγεται δύσκολο, ακόμη και ασαφές αλλά στη ουσία ο λόγος που τα συστήματα κοστολόγησης που βασίζονται στον όγκο χάνουν την αξιοπιστία τους είναι λόγω του ότι είναι οικονομικά και διαρθρωτικά προσανατολισμένα. Είναι υπερβολικά απλοϊκά και πολύ συγκεντρωτικά για να συλλάβουν την πραγματικότητα των επιχειρήσεων. Αυτό φανερώνει ότι η κατανόηση της κατανάλωσης πόρων δεν είναι τόσο εύκολη.

Για παράδειγμα, όταν προσομοιώνεται το κόστος για ένα μηχάνημα που σήμερα υπο-χρησιμοποιείται, αλλά για το οποίο η χρησιμότητα θα αυξηθεί, είναι σημαντικό λοιπόν να συνειδητοποιήσουμε ότι αν και η κατανάλωση των πόρων του μηχανήματος θα αυξηθεί, τα έξοδα θα παραμείνουν τα ίδια (εκτός από τον έξοδα που σχετίζονται με τον όγκο). Ο λόγος που τα έξοδα παραμένουν τα ίδια είναι ότι η ικανότητα είναι η ίδια. Με τον τρόπο αυτό, το υπόδειγμα

προσομοίωσης θα επισημαίνει σωστά το γεγονός ότι τα οικονομικά του μηχανήματος θα βελτιωθούν, επειδή τα έξοδα παραμένουν ίδια , ενώ το κόστος της πλεονάζουσας παραγωγικής ικανότητας μειώνεται. Το παράδειγμα αυτό δεν αφορά μόνο ένα μηχάνημα, αλλά το ίδιο επιχείρημα ισχύει και για μια ολόκληρη εταιρεία..

Για προηγμένα υποδείγματα, είναι συνεπώς σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ των πόρων και τη διάσταση της παραγωγικής ικανότητας. Χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες μπορεί να ακούγεται απλό αλλά στην πραγματικότητα είναι πολύ δύσκολο επειδή κάποιος πρέπει, εκτός από το να κατανοήσει τη κοστολόγηση, επίσης, πρέπει να κατανοήσει αρκετά στατιστικά στοιχεία για να μπορεί να εκτιμήσει το κατά πόσον οι αλλαγές, για παράδειγμα, της προσφοράς και της ζήτησης είναι στατιστικά σημαντικές ή όχι.

Στο πλαίσιο βάσει δραστηριοτήτων, η κατανάλωση των πόρων είναι βάσει της κατανάλωσης της δραστηριότητας η οποία μπορεί να συμβεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Στη θεωρία οι δραστηριότητες καταναλώνονται σε τέσσερα επίπεδα:

- ✓ μονάδας,
- ✓ παρτίδας,
- ✓ προϊόντων και
- ✓ μονάδων.

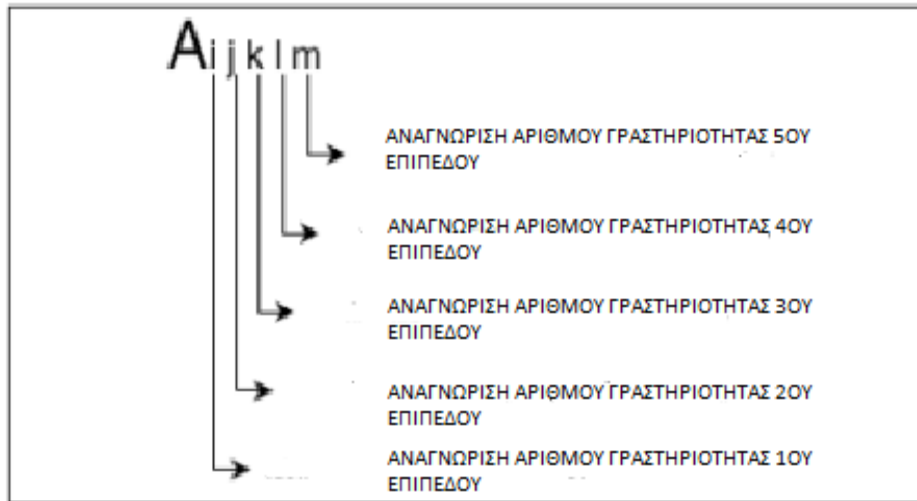
Στην Κοστολόγηση Βάσει Δραστηριοτήτων χρησιμοποιούνται όπου είναι αναγκαία και υποδείγματα με παραπάνω από τέσσερα επίπεδα. Ως εκ τούτου, αν και το προηγούμενο σχήμα είναι απλοποιημένο σε σχέση με τη ταξινόμηση των πόρων, είναι πιο αντιπροσωπευτικό της πραγματικότητας από την κατάταξη σε τέσσερα επίπεδα δραστηριότητας. Αλλά και πάλι η συζήτηση αυτή σχετίζεται με τα προβλήματα παραμόρφωσης και πρέπει να επιδεχθεί μια ισορροπία

μεταξύ ακρίβειας και παραμόρφωσης, κόστους και χρησιμότητας, η οποία μπορεί να καθοριστεί μόνο ανά περίπτωση.

#### **ΒΗΜΑ 4: Δημιουργία ιεράρχησης δραστηριοτήτων και δικτύου**

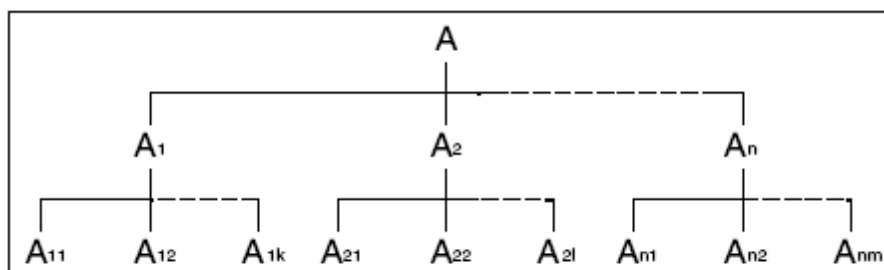
Σε αυτό το βήμα, κάθε διαδικασία εντός των ορίων του συστήματος είναι κατανεμημένη σε περισσότερες και πιο λεπτομερείς διαδικασίες (δραστηριότητες), και ως εκ τούτου δημιουργείται μια ιεραρχία δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες θα πρέπει να ορίζονται με αρκετή λεπτομέρεια ώστε να δίνει αξιόπιστες πληροφορίες. Το πιο σημαντικό σημείο είναι ότι η ανάλυση δεν προχωρά πολύ γρήγορα, γιατί η περιγραφή από τις ανώτατες δραστηριότητες σε συγκεκριμένες θα πρέπει να προχωρήσει σε ένα λογικό τρόπο, βήμα προς βήμα και να είναι συνεπής.

Είναι σημαντικό το επίπεδο λεπτομέρειας που σχετίζεται με τους στόχους της υποδειματοποίησης. Για παράδειγμα, ένα υπόδειγμα για στρατηγική ανάλυση απαιτεί λιγότερο λεπτομερείς ορισμούς των δραστηριοτήτων από ένα υπόδειγμα για σχεδιασμό του προϊόντος. Βασικά, ένα υπόδειγμα που δεν προορίζεται για το σχεδιασμό μπορεί να είναι λιγότερο λεπτομερές από ότι ένα υπόδειγμα που προορίζεται για το σχεδιασμό. Ο λόγος είναι ότι ένα υπόδειγμα για το σχεδιασμό πρέπει να είναι ικανό να συλλάβει τη σχέση μεταξύ των οδηγών δραστηριότητας και των χαρακτηριστικών του σχεδίου, όπως εξηγείται στη συνέχεια στο Βήμα 6. Άλλα υποδείγματα στρέφουν την προσοχή τους στο σχεδιασμό. Ανεξάρτητα από τις περιστάσεις, οι δραστηριότητες δεν θα πρέπει να καθοριστούν με περισσότερες λεπτομέρειες από ότι τα διαθέσιμα στοιχεία. Μετά τον προσδιορισμό των δραστηριοτήτων, κάθε δραστηριότητα πρέπει να επισημαίνονται σε ειδικό τρόπο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Διάγραμμα 10: Σημειογραφία δραστηριότητας

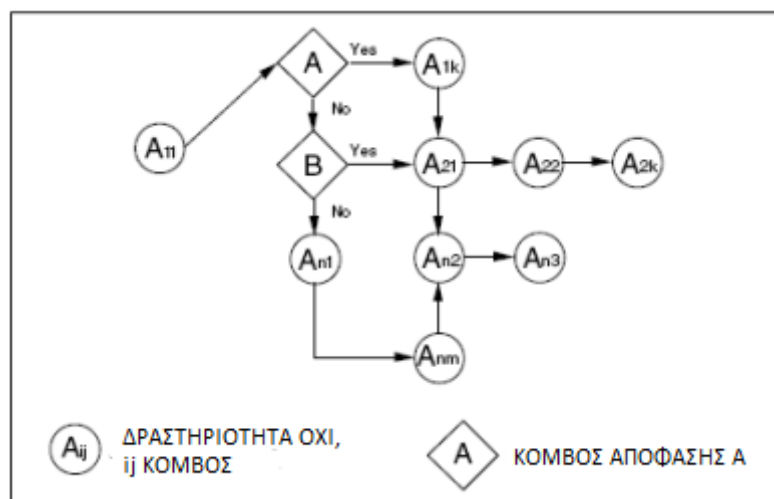
Αυτή η μέθοδος καθιστά εύκολο να δει κάποιος πως ιεραρχούνται οι δραστηριότητες. Επίσης, είναι σημαντικό να ονομαστούν οι δραστηριότητες με ουσιαστικό τρόπο. Τα ονόματα πρέπει να εκφράζονται ως ρήματα και ένα αντικείμενο. Για παράδειγμα, μια δραστηριότητα πρέπει να ονομάζεται «συσκευάζω προϊόν» και όχι «συσκευασία προϊόντος» ή απλά «συσκευασία». Τα ρήματα περιγράφουν καλύτερα τι πραγματικά γίνεται ενώ τα ουσιαστικά που περιγράφουν μια δραστηριότητα και δεν εμφανίζουν εύκολα το πραγματικό περιεχόμενο της δραστηριότητας (J.A. Miller, 1992). Η ιεραρχία των δραστηριοτήτων μοιάζει με οποιαδήποτε άλλη ιεραρχία, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Διάγραμμα 11: Ιεραρχία δραστηριότητας

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ιεράρχηση των δραστηριοτήτων που φαίνεται στην εικόνα δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί για μεγάλα υποδείγματα, επειδή η ιεραρχία δεν θα χωρούσε σε μία σελίδα ή μια οθόνη υπολογιστή. Οι ιεραρχίες δραστηριοτήτων ως εκ τούτου συνήθως παρουσιάζονται ως πίνακες. Οι εν λόγω πίνακες, ωστόσο, θα πρέπει να ερμηνεύονται όπως ακριβώς και μια ιεραρχία.

Όταν η ιεραρχία μιας δραστηριότητας έχει συσταθεί, το χαμηλότερο επίπεδο των δραστηριοτήτων,  $A_{11}$  μέσω του  $A_{nm}$ , αντιπροσωπεύει ένα δίκτυο δραστηριότητας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο σκοπός είναι κυρίως για να δείξει τα προϊόντα που καταναλώνουν οι δραστηριότητες, με τη σειρά της κατανάλωσης και τις σημαντικές αποφάσεις που περιλαμβάνουν. Αυτό είναι σημαντικό να γνωρίζουμε κατά το σχεδιασμό του υποδείματος, διότι διαφορετικά τα λάθος προϊόντα μπορεί να σχετίζονται με τις λάθος δραστηριότητες ή λανθασμένες αποφάσεις, οι οποίες θα προκαλούσαν τα θεμελιώδη σφάλματα του υποδείματος.



Διάγραμμα 12: Δίκτυο δραστηριότητας



Επίσης, το δίκτυο δραστηριότητας μπορεί να βοηθήσει στην εξακρίβωση μιας απόφασης αν είναι πραγματική. Για παράδειγμα, αν το προϊόν A συνδέεται με ένα ναι σε κόμβος απόφαση A, βλέπουμε αμέσως ότι το προϊόν A θα επιβαρύνει την  $A_{ik}$  δραστηριότητα και τότε τις δραστηριότητες  $A_{21}$ ,  $A_{22}$ ,  $A_{2k}$ ,  $A_{n2}$ , και  $A_{n3}$ .

Το δίκτυο δραστηριότητας στο παραπάνω σχήμα δεν είναι λεπτομερές, αλλά αρκεί για τις περισσότερες περιπτώσεις. Σε περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητη η λεπτομερής χαρτογράφηση της διαδικασίας είναι πιθανώς καλύτερο να χρησιμοποιούν IDEF0 διαγράμματα για τα πιο κρίσιμα τμήματα της διαδικασίας (J. Emblemsvåg, 1999).

#### **ΒΗΜΑ 5: Καθορισμός και ποσοτικοποίηση των οδηγών παραγωγικών πόρων, οδηγών δραστηριοτήτων και τις έντασής τους**

Ο σκοπός των οδηγών των πόρων είναι να ανιχνεύσουν το πώς οι δραστηριότητες καταναλώνουν τους πόρους, ενώ οι οδηγοί δραστηριότητας είναι για να ανιχνεύσουν το πώς τα αντικείμενα κόστους καταναλώνουν τις δραστηριότητες. Είναι σημαντικό να επιλεγθούν ώστε να εκπροσωπούν τη πιθανή πραγματική κατανάλωση, όπως περιγράφεται από τη σχέση μεταξύ αιτίας-αιτιατού. Δηλαδή, οι οδηγοί θα εκπροσωπήσουν τη σχέση μεταξύ αιτίας-αιτιατού μεταξύ των δραστηριοτήτων και πόρων, καθώς και μεταξύ των αντικειμένων κόστους και των δραστηριοτήτων. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σκεφτούμε ότι το πρέπει να αποφασιστεί το κόστος της εφαρμογής σε σχέση με την ακρίβεια/ απλότητα της εφαρμογής. Το θέμα είναι ότι όσο πιο ακριβής η εφαρμογή, τόσο πιο δαπανηρή και πιο δύσκολο είναι να διατηρηθεί. Να σημειωθεί ότι σε περιπτώσεις όπου μελετάται μόνο ένα αντικείμενο κόστους, είναι αναγκαίοι μόνο οι οδηγοί των πόρων, επειδή όλες οι δραστηριότητες σχετίζονται εξ ολοκλήρου σε ένα ενιαίο αντικείμενο κόστους.

Όταν προσδιορίζονται οι οδηγοί, πρέπει να προσδιορίζονται οι εντάσεις κατανάλωσης, όταν αυτό είναι δυνατόν. Υπάρχουν δύο τύποι εντάσεων κατανάλωσης:

- ✓ σταθερές και
- ✓ μεταβλητές.

Μια σταθερής έντασης κατανάλωσης είναι μια ένταση η οποία δεν διαφέρει ως μέγεθος των οδηγών (όπως οι τιμές υλικών) στις αλλαγές. Αυτό χρησιμοποιείται συνήθως στη περίπτωση άμεσων δαπανών.

Σε αντίθεση μια μεταβλητή ένταση κατανάλωσης ποικίλλει όπως το μέγεθος του οδηγού, όπως η τιμή μηχανοωρών. Αυτό βρίσκεται με τη διαίρεση του συνολικού πόρου που σχετίζονται με αυτό το πρόγραμμα οδήγησης από τον συνολικό αριθμό των μονάδων. Για παράδειγμα, αν μια δραστηριότητα που κοστίζει \$ 10,000 και 200 ωρών άμεσης εργασίας που συνδέονται με αυτό, η ένταση της κατανάλωσης γίνεται \$ 50 ανά μέση ώρα εργασίας..

## **ΒΗΜΑ 6: Καθορισμός των σχέσεων μεταξύ των οδηγών δραστηριότητας και σχεδιασμός αλλαγών**

Σε αυτό το βήμα, θα πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ δύο διαφορετικών προσεγγίσεων σχεδιασμού. Η απλούστερη είναι όταν πρέπει να επιλεγεί από διάφορες επιλογές. Δεν χρειάζονται σχέσεις, δεδομένου ότι δεν μας ενδιαφέρει να αλλαχθεί ο σχεδιασμός, αλλά η επιλογή μόνο. Η πιο συνηθισμένη περίπτωση, ωστόσο, είναι ότι υπάρχουν κάποιες σχέσεις. Οι σχέσεις μπορεί να είναι οτιδήποτε από ρητές μαθηματικές συναρτήσεις ως διαγράμματα δράσης. Οι μαθηματικές συναρτήσεις είναι πολύ ακριβής, αλλά είναι εξίσου δύσκολο να καθιερωθούν. Ως εκ τούτου, μαθηματικές συναρτήσεις χρησιμοποιούνται σπάνια. Όταν οι σχέσεις διαμορφώνονται ως μαθηματικές

συναρτήσεις, με βάση τις δραστηριότητες του υποδείγματος LCC γίνεται ένα μίγμα που περιλαμβάνει το κόστος LCC υπόδειγμα της λογιστικής και των τριών άλλων τρόπων εκπλήρωσης των LCC<sup>6</sup> ιδίως οι μέθοδοι κόστους μηχανικής.

Στο άλλο άκρο της κλίμακας βρίσκονται τα διαγράμματα δράσης όπου δεν υπάρχει ρητή σχέση μεταξύ των παραμέτρων σχεδιασμού και των οδηγών δραστηριότητας. Αυτό δίνει μεγαλύτερη ευκαμψία, και τα διαγράμματα δράσης δίνουν μεγαλύτερη προσοχή στις αλλαγές του σχεδιασμού γενικά, όχι μόνο αλλαγές στο προϊόν.

### **ΒΗΜΑ 7: Υποδειματοποίηση αβεβαιότητας**

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι μέθοδοι Monte Carlo, ή οι τεχνικές προσομοίωσης, θεωρούνται οι πιο ευέλικτοι τρόποι διαχείρισης της αβεβαιότητας. Στις προσομοιώσεις Monte Carlo με βάση τις δραστηριότητες LCC, τεχνικές που χρησιμοποιούνται για βρεθούν αριθμητικά πώς οι υποθέσεις (όπου η αβεβαιότητα έχει ως πρότυπο το πρότυπο υπολογιστικό φύλλο) επηρεάζουν τις προβλέψεις. Κάθε κελί υπόθεσης μπορεί να θεωρηθεί ως μια μεταβλητή (οποιοδήποτε σχέδιο ή παράμετρος διαδικασίας μπορεί να είναι ένα κελί της υπόθεσης) τα οποία προκαλούν μεταβλητότητα (υποδειματοποιείται ως διανομές αβεβαιότητας). Ένα κελί πρόβλεψης είναι ουσιαστικά μια μεταβλητή υπόθεση του οποίου η ανταπόκριση μετριέται στατιστικά. Η απόκριση μετριέται στατιστικά επειδή μια προσομοίωση Monte Carlo είναι μια αριθμητική μέθοδος. Το πρόβλημα με τη μέτρηση της ανταπόκρισης στατιστικά είναι ότι ο αριθμός των δοκιμών στην προσομοίωση και η τεχνική της δειγματοληψίας επηρεάζουν την αξιοπιστία του υποδείγματος που οφείλεται σε

---

<sup>6</sup> Δες: τέσσερις τύποι LCC

ανεπιθύμητη τυχαία αποτελέσματα. Όσο μεγαλύτερα είναι τα υποδείγματα, τόσο περισσότερη προσοχή απαιτείται, αλλά δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα όταν ακολουθούνται απλές κατευθυντήριες γραμμές, όπως αποδεικνύουν οι μελέτες περίπτωσης. Για να γίνει πιο κατανοητό ας δούμε το παρακάτω παράδειγμα. Το υπόδειγμα σε αυτό το παράδειγμα είναι απλά:

**Κόστος Προϊόντος= Άμεση εργασία + Υλικά,**

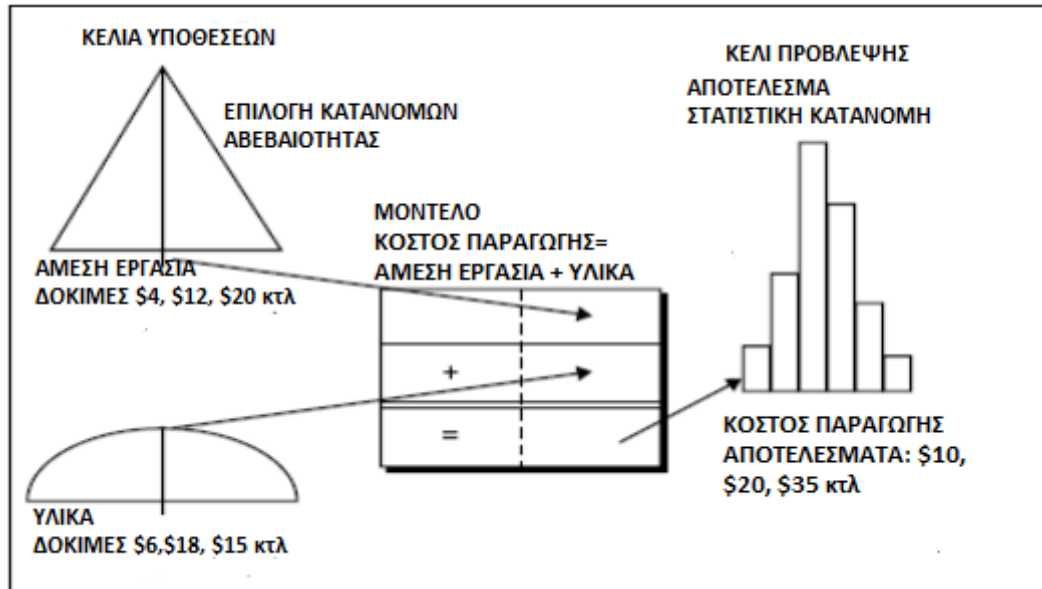
όπου άμεσα εργασία και υλικά είναι τα κελιά της υπόθεσης και το κόστος των προϊόντων είναι το κελί των προβλέψεων. Η άμεση εργασία υποδειγματοποιείται ως μια τριγωνική κατανομή αβεβαιότητα, με μέση τιμή \$12 και ελάχιστο και μέγιστο \$4 και \$20, αντίστοιχα. Τα Υλικά υποδειγματοποιούνται ως μια ελλειπτική κατανομή αβεβαιότητα με μέση τιμή \$10 και ελάχιστο και μέγιστο \$5 και \$15, αντίστοιχα.

Το βασικό θέμα είναι πώς αυτά τα δύο κελιά της υπόθεσης θα επηρεάσουν τις προβλέψεις των κελίων. Εκτελείται μια προσομοίωση Monte Carlo και παρατηρούμε ότι τις τρεις πρώτες δοκιμές:

- $\$4 + \$6 = \$10$ ,
- $\$12 + \$8 = \$20$ , και
- $\$20 + \$15 = \$35$ .

Οι αριθμοί στα κελιά υπόθεσης επιλέχθηκαν τυχαία. Αυτό σημαίνει ότι αν πάρει άπειρο αριθμό από την άμεση εργασία, και αργότερα δημιουργηθεί ένα ιστόγραμμα, το ιστόγραμμα θα είναι μια τριγωνική κατανομή. Μετά από όλες τις δοκιμές που έχουν τρέξει, δημιουργηθεί ένα ιστόγραμμα του κελιού πρόβλεψης αυτό θα είναι μια γραφική παράσταση των κελιών πρόβλεψης και πώς έχει προσεγγιστεί αριθμητικά να ποικίλουν λόγω της αβεβαιότητας στα κελιά της υπόθεσης. Κάθε εκτίμηση για το κόστος των προϊόντων είναι αποθηκευμένα στον υπολογιστή και με μια συνηθισμένη στατιστική ανάλυση

γίνεται σε αυτές τις αποθηκευμένες τιμές ένα πείραμα από τη πραγματική ζωή. Με άλλα λόγια, τρέχουμε ένα εικονικό πείραμα σε ένα εικονικό κόσμο, όπου ο εικονικός κόσμος ορίζεται στο υπόδειγμα, όπως τα κελιά της υπόθεσης, τα κελιά της πρόβλεψης, και τις σχέσεις του υποδείγματος.



Διάγραμμα 13: Παράδειγμα SRS Monte Carlo

## ΒΗΜΑ 8: Εκτίμηση του Κατάλογου Υλικών (Bill Of Materials)

Για την εκτίμηση του κόστους μιας δραστηριότητας ο οδηγός των παραγωγικών πόρων πολλαπλασιάζεται με την ένταση της κατανάλωσης. Αυτό γίνεται για κάθε μια από τις δραστηριότητες και στη συνέχεια αθροίζονται για να υπολογιστεί το συνολικό κόστος το οποίο είναι ο Κατάλογος Υλικών (BOM).

## **ΒΗΜΑ 9: Εκτίμηση του κόστους των αντικειμένων κόστους και απόδοση σε μέτρα**

Το βήμα 9 λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως με το βήμα 8. Η μόνη διαφορά είναι ότι στο βήμα 8 τα στοιχεία συμπεριφοράς επισημαίνονται στις δραστηριότητες, ενώ σε αυτό οι δαπάνες επισημαίνονται στα αντικείμενα δαπανών. Από αυτό, είναι εμφανές ότι το βήμα 8 είναι το πρώτο βήμα σε ένα σύστημα ABC, ενώ το βήμα 9 είναι το δεύτερο βήμα.

Όταν πρόκειται για την επιλογή των μέτρων απόδοσης, το οικονομικό κέρδος συνίσταται στις περισσότερες περιπτώσεις. Ακόμα και χωρίς τη χρήση του οικονομικού κέρδους ως μέτρο απόδοσης, πρέπει να έχουμε παρ'όλα αυτά μια ιδέα για την οποία ο συντελεστής προεξόφλησης θα πρέπει να χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας όταν υπάρχει. Αυτός ο παράγοντας έκπτωσης είναι επίσης γνωστός ως ποσοστό έκπτωσης, επιτόκιο, ή ελάχιστο ελκυστικό ποσοστό επιστροφής στη βιβλιογραφία.

Ο σκοπός του συντελεστή προεξόφλησης είναι ότι η απόκτηση ενός δολαρίου είναι σήμερα καλύτερη από την απόκτησή του αύριο. Βασικά, οι συντελεστές προεξόφλησης λαμβάνουν υπόψη το κόστος εναλλακτικής λύσης ή ευκαιρίας του κεφαλαίου, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου και του κινδύνου. Σε μερικές περιπτώσεις, εντούτοις, άλλες εκτιμήσεις πρέπει να γίνουν πριν από το κόστος του κεφαλαίου, όπως το μέλλον. Παραδείγματος χάριν, εάν πρόκειται να ερευνήσουμε τα περιβαλλοντικά ζητήματα, ιδιαίτερα για έναν δημόσιο οργανισμό, δεν μπορούμε να απορρίψουμε το μέλλον επειδή όλες οι γενεές πρέπει να αντιμετωπιστούν εξίσου. Κάποιος δεν μπορεί να απορρίψει το μέλλον εάν κάποιος σοβαρά επιδιώκει την αειφορία. Ο πρωταρχικός στόχος στην επιλογή των συντελεστών προεξόφλησης πρέπει να είναι ότι η επιλογή είναι

συνεπής προς τη γενική αποστολή της οργάνωσης. Διαφορετικά, η ασυμφωνία θα υπάρξει μεταξύ των στόχων και της υποστήριξης απόφασής τους.

#### **a) Κόστος Κεφαλαίου σε κερδοσκοπικές οργανώσεις**

Οι κερδοσκοπικές οργανώσεις έχουν πολλές πηγές, όπως:

- Αναλήψεις μετρητών
- Τραπεζικά δάνεια
- Δάνεια κατά απογραφή
- Δάνεια κατά τους εισπρακτέους λογαριασμούς
- Η καθυστέρηση πληρωμής των πληρωτέων λογαριασμών
- Η έκδοση ομολόγων
- Ζητήματα Προτιμώμενων αποθεμάτων
- Ζητήματα Συχνών αποθεμάτων
- Αποτελέσματα εις νέον

Οι περισσότερες από αυτές είναι, ωστόσο, συνήθως μικρές σε σύγκριση με τις δύο κύριες πηγές: ιδίων κεφαλαίων και δανεισμού. Το κόστος του κεφαλαίου θα πρέπει να το αντανακλά αυτό. Ένα υγιές μέτρο για το κόστος του κεφαλαίου σε κερδοσκοπικούς οργανισμούς, ως εκ τούτου, είναι το μέσο σταθμικό κόστος του Κεφαλαίου. Ο πίνακας 1 δείχνει τον υπολογισμό του μέσου σταθμικού κόστους Κεφαλαίου. Έχει δύο δομές, δηλαδή, το κόστος των ιδίων κεφαλαίων και το κόστος του χρέους. Το μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου είναι απλά ένας σταθμισμένος μέσος όρος των δύο αυτών βασικών δαπανών. Το κόστος του χρέους είναι τα επιτόκια που καταβάλλονται για τα διάφορα δάνεια.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΞΙΑ	ΟΡΙΣΜΟΣ
<b>Κόστος Ιδίων κεφαλαίων</b>		
Επιτόκιο μηδενικού κινδύνου	6%	Τρέχον μακροπρόθεσμο επιτόκιο κρατικών ομολόγων
Beta (β)	1,1	Επιμέρους αστάθεια των αποθεμάτων σε σχέση με την αγορά
Ασφαλιστρο κινδύνου της αγοράς	6%	Μ.ο 50ετίας
<b>Κόστος Ιδίων κεφαλαίων</b>	12,60%	= $R_f + (\beta \cdot M_p)$
Κόστος χρέους	7%	Τρέχον σταθμισμένος μ.ο επιτοκίου δανεισμού της επιχείρησης (βραχυ & μακροπρόθεσμα)
Κόστος φορολογίας	2,80%	Λαμβάνεται το 40% του οριακού φορολογικού συντελεστή
Κόστος χρέους μετά φόρων	4,20%	
<b>Δομή κεφαλαίου</b>		
Ίδιο κεφάλαιο	70%	Ίδια κεφάλαια / (Ίδια κεφάλαια+χρέος)
Χρέος	30%	Χρέος / (Ίδια κεφάλαια+χρέος)
WACC	10,10%	= Ίδια κεφάλαια* κόστος ιδίων κεφαλαίων + χρέος* Κόστος χρέους μετά φόρων

Πίνακας 1: Υπολογισμός WACC

Το κόστος των ιδίων κεφαλαίων, ωστόσο, είναι ένα πιο ενδιαφέρον θέμα που αξίζει περαιτέρω ανάλυση. Θα πρέπει να αναφέρουμε μερικά γεγονότα που αφορούν τον καθορισμό του κόστους των ιδίων κεφαλαίων:

- Χρησιμοποιώντας το μακροπρόθεσμο επιτόκιο των κρατικών ομολόγων είναι μόνο μία από τις δύο κοινές προσεγγίσεις (χρησιμοποιούνται στον πίνακα 1). Μια άλλη προσέγγιση είναι να χρησιμοποιήσουμε έντοκα γραμμάτια, που είναι πιο ακίνδυνα από τα κρατικά ομόλογα, αλλά τα



ομόλογα έχουν ξεχωριστό πλεονέκτημα με την έννοια ότι απεικονίζουν καλύτερα τα αναμενόμενα μελλοντικά επιτόκια από θησαυροφυλάκιο των εντόκων γραμματίων. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν τα 10-ετή έντοκα γραμμάτια (S. Godfrey and R. Espinosa, 1996).

- Για να συμπεράνουμε τις προσδοκίες των επενδυτών για το ασφάλιστρο κινδύνου της αγοράς, πρέπει να εξετάσουμε σε περίοδο μεγαλύτερη του έτους, και η κοινή λογική προτείνει να επιλέξουμε το μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα.

Το κόστος του κεφαλαίου βρίσκεται στη συνέχεια με τον πολλαπλασιασμό WACC με το καθαρό ενεργητικό που χρησιμοποιείται, το οποίο ορίζεται ως το καθαρό κεφάλαιο κίνησης συν το καθαρό σταθερό κεφάλαιο. Κατά συνέπεια, εάν μια επιχείρηση έχει \$100 στο καθαρό ενεργητικό και ένα WACC 10,1 τοις εκατό, το κόστος του κεφαλαίου, ή της κύριας δαπάνης, είναι \$10.10.

Πολλοί στη βιβλιογραφία αναφέρουν πολύ περισσότερους συντελεστές προεξόφλησης, όπως το χρεωστικό επιτόκιο που προσφέρεται από τις τράπεζες. Ωστόσο, δεν τονίζουν ότι για μια εταιρεία, όλα τα κεφάλαια είναι κύρια. Μπορεί να δανειστεί χρήματα για να χρηματοδοτήσει ένα έργο, αλλά τελικά θα είναι δύσκολο να πούμε ότι ορισμένα κεφάλαια δανείζονται, ενώ το άλλο κεφάλαιο αποτελείται από ίδια κεφάλαια ή άλλα δάνεια. Ο λόγος είναι ότι τα πάντα είναι αλληλένδετα σε έναν οργανισμό.

Μερικοί μπορούν να υποστηρίξουν ότι στις κερδοσκοπικές οργανώσεις μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε ένα εξωτερικό μέτρο του κόστους του κεφαλαίου όπως το επιτόκιο του κεφαλαίου δανεισμού στην αγορά. Υπάρχει έντονη διαφωνία, επειδή τέτοια εξωτερικά μέτρα εμμέσως υποθέτουν ότι η

τοποθέτηση του κεφαλαίου είναι εξωτερικά μια βιώσιμη ευκαιρία, ή εναλλακτική λύση, για τον ιδύνοντα. Κατά συνέπεια, τέτοιες πρακτικές εξαντλούν αποτελεσματικά την επιχείρηση του κεφαλαίου και με αυτόν τον τρόπο μειώνουν την ικανότητά της να δημιουργήσει αξία κατά τη διάρκεια του χρόνου. Τα εξωτερικά μέτρα είναι οικονομικά βιώσιμα βραχυπρόθεσμα, καταστρέφουν την επιχείρηση μακροπρόθεσμα. Οι κερδοσκοπικοί οργανισμοί θα πρέπει να χρησιμοποιούν εσωτερικά, συνεπή μέτρα του κόστους κεφαλαίου, όπως WACC, διότι οι εν λόγω οργανισμοί πρέπει να παράγουν κέρδος από δικές τους επιχειρηματικές διαδικασίες και κεφάλαια.

### **b) Κόστος Κεφαλαίου στο Δημόσιο Τομέα**

Ο δημόσιος τομέας έχει τα χαρακτηριστικά που κάνουν τους κερδοσκοπικούς συντελεστές προεξόφλησης ακατάλληλους, τουλάχιστον χωρίς προσαρμογή. Οι τρεις κύριοι τύποι συντελεστών προεξόφλησης που χρησιμοποιούνται για τον δημόσιο τομέα είναι:

- 1. Το μακροπρόθεσμο επιτόκιο των κρατικών ομολόγων.** Αυτό αντιπροσωπεύει το ποσό που πλήρωσε η κυβέρνηση, προκειμένου να αποκτήσουν κεφάλαια από άλλες πηγές εκτός από τους φόρους. Για δημόσιους οργανισμούς που δεν μπορούν να εκδώσουν ομόλογα, αυτό είναι πολύ κοντά στο επιτόκιο του δανεισμού κεφαλαίων στην αγορά.
- 2. Η κοινωνική ευκαιρία του κόστους επιτοκίου.** Αυτό είναι το ποσοστό με το οποίο τα κυβερνητικά προγράμματα παράγουν μια επιστροφή τουλάχιστον ίση με τα προγράμματα ιδιωτικού τομέα που μετατοπίζονται από την κυβέρνηση που εφαρμόζει τα κεφάλαια στην επένδυση.
- 3. Το κοινωνικό ποσοστό χρονικής προτίμησης.** Αυτό το ποσοστό προεξόφλησης απεικονίζει το ποσοστό επιστροφής από την κοινότητα στο σύνολό της για να διαθέσει την τρέχουσα κατανάλωση για τις μελλοντικές

γενιές. Το κυβερνητικό πρόγραμμα έτσι αναλαμβάνεται μόνο εάν, για την κοινότητα, παρέχετε μια αποδεκτή ανταλλαγή μεταξύ των παρούσων και μελλοντικών δαπανών.

Το μακροπρόθεσμο κυβερνητικό ποσοστό προφανώς δεν απεικονίζει το εναλλακτικό κόστος του κεφαλαίου καλά σε ένα επίπεδο προγράμματος, είναι περισσότερο μια αντανάκλαση της μακροοικονομικής κυβερνητικής πολιτικής. Οι δύο άλλες προσεγγίσεις είναι περισσότερο θέμα πολιτικής επειδή δεν είναι τόσο ευδιάκριτες. Υποστηρίζεται ότι εάν ο δημόσιος τομέας δεν μπορεί να κάνει μια εργασία με λιγότερη χρηματοδότηση από τον ιδιωτικό τομέα, ο ιδιωτικός τομέας πρέπει να κάνει την εργασία (ο δεύτερος τύπος συντελεστών προεξόφλησης). Άλλοι μπορούν να σκεφτούν ότι κάποιος πρέπει να βρει έναν αποδεκτό παράγοντα έκπτωσης με τον οποίο μια υγιής ανταλλαγή μεταξύ των παρούσων και μελλοντικών δαπανών μπορεί να γίνει (ο τρίτος τύπος). Από αυτές τις τρεις προσεγγίσεις, μόνο ο δεύτερος τύπος αντιπροσωπεύει πραγματικά ένα εναλλακτικό κόστος, ενώ το τρίτο είναι περισσότερο ένα κόστος ανταλλαγής δηλαδή δεν μπορούμε να αποφασίσουμε ποια εναλλακτική λύση πρέπει να επιλεγθεί.

Θα μπορούσαμε, εντούτοις, να εφαρμόσουμε επίσης τις αρχές WACC στο δημόσιο τομέα. Αντί της χρησιμοποίησης ιδίων κεφαλαίων, δεδομένου ότι ο δημόσιος τομέας δεν έχει κεφάλαια, θα μπορούσαμε, παραδείγματος χάριν, να χρησιμοποιήσουμε τους φόρους (εταιρικούς και μεμονωμένους) ως κεφάλαιο με ένα κόστος ίσο με τον ετήσιο πληθωρισμό στην οικονομία. Το χρέος λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο και στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα. Κατόπιν ένα πρόγραμμα θα ήταν αποδεκτό εάν θα μπορούσε να παρέχει μια επιστροφή υψηλότερη από το σταθμισμένο μέσο κόστος του κεφαλαίου των φόρων και των χρεών.

Ένα τελευταίο αλλά σημαντικό θέμα είναι το γεγονός ότι ο δημόσιος τομέας δεν ακολουθεί τις ίδιες λογιστικές αρχές όπως ο ιδιωτικός τομέας. Η υποκείμενη παραδοχή όλων των συντελεστών προεξόφλησης (ένα δολάριο σήμερα είναι καλύτερα από ένα δολάριο αύριο) δεν μπορεί να παρουσιάζει ενδιαφέρον. Ο λόγος είναι ότι οι περισσότεροι οργανισμοί του δημοσίου τομέα ξοδεύουν τα κεφάλαιά τους σύμφωνα με τους προϋπολογισμούς τους. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος δεν έχει σημασία, το μόνο πράγμα που έχει σημασία είναι το μέγεθος των προϋπολογισμών τους του τρέχοντος έτους, διότι αυτό είναι που μπορούν να ξοδέψουν. Σε μια κατάσταση όπως αυτή, η χρησιμοποίηση συντελεστών προεξόφλησης γίνεται κάπως τεχνητή επειδή ένα δολάριο σήμερα είναι ένα δολάριο αύριο ή ό, τι οι πολιτικοί αποφασίσουν.

Πριν αναφέρουμε πώς θα χειριστεί τον πληθωρισμό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ), οι οποίες είναι μη κερδοσκοπικές οργανώσεις, τα προεξοφλητικά επιτόκια πρέπει να επιλέγονται από περίπτωση σε περίπτωση. Ο λόγος είναι ότι οι ΜΚΟ παίζουν ένα ρόλο που ορίζουν τους εαυτούς τους, και ο ρόλος που έχει επιλεγεί θα πρέπει να αντανακλάται στην επιλογή των συντελεστών προεξόφλησης.

### **c) Χειρισμός πληθωρισμού**

Πριν αναλύσουμε τον χειρισμό του πληθωρισμού, θα πρέπει πρώτα να αναφέρουμε λίγα για αυτόν. Ο πληθωρισμός μπορεί να οριστεί ως «συνεχής αύξηση του γενικού επιπέδου των τιμών». Επιπλέον, μπορεί να θεωρηθεί ως υποτίμηση της αξίας του χρήματος. Για παράδειγμα, αν ο ετήσιος πληθωρισμός είναι 5 τοις εκατό μέχρι το έτος 2000, τότε ένας λογαριασμός 100 \$ στις αρχές του Ιανουαρίου του 2000 θα αξίζει 95 \$ ένα χρόνο αργότερα σε όρους αγοραστικής δύναμης, παρά το γεγονός ότι ο λογαριασμός εξακολουθεί να είναι 100 \$. Με άλλα λόγια, η χρησιμότητα των 100 δολαρίων του λογαριασμού για

την ανταλλαγή αγαθών και υπηρεσιών μειώθηκε κατά 5 τοις εκατό. Μέσα σε μεγάλο χρονικό διάστημα, αυτό θα οδηγήσει τα \$ 100 του λογαριασμού ουσιαστικά σε καμία αξία. Για το λόγο αυτό, και τις συνέπειες στις οποίες οδηγεί, οι τάξεις του πληθωρισμού με την ανεργία είναι μία από τις δύο σημαντικές μακροοικονομικές ασθένειες. Ο πληθωρισμός συνήθως διαφέρει από τομέα σε τομέα της βιομηχανίας και μεταξύ των προϊόντων. Εάν μιλάμε για ένα ορισμένο αντικείμενο και την αύξηση τιμών που συνδέονται με αυτό, αυτή καλείται συχνά αναπροσαρμογή τιμών, ή απλά αναπροσαρμογή, παρά τον πληθωρισμό αν και ο ίδιος μηχανισμός είναι πίσω από αυτό.

Ο πληθωρισμός έχει πολλές αιτίες. Τα πιο δημοφιλή επιχειρήματα είναι ότι ο πληθωρισμός προκαλείται από:

- Η υπερβολική ζήτηση στην οικονομία – η ζήτηση αυξάνει το πληθωρισμό
- Το υψηλό κόστος- το κόστος μειώνει το πληθωρισμό
- Η υπερβολική αύξηση της προσφοράς χρήματος –μονεταρισμός

Ανεξάρτητα από τις αιτίες, ο πληθωρισμός μειώνει την αξία του χρήματος. Για τις οργανώσεις, αυτό είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη, αλλιώς, ένα εκ πρώτης όψεως κερδοφόρο έργο μπορεί να καταστεί ασύμφορο. Οι οργανισμοί πρέπει να ελέγξουν για τουλάχιστον τρεις περιπτώσεις:

1. Τα έσοδα καθορίζονται, για παράδειγμα, σε τιμές δολαρίου. Αυτό αντιπροσωπεύει μια πιθανή απώλεια για τον οργανισμό, επειδή το κόστος μπορεί να αυξηθεί, ενώ τα έσοδα που σχετίζονται με το κόστος δεν το κάνουν. Το κέρδος ως εκ τούτου μειώνεται σταθερά και μπορεί εύκολα να γίνει αρνητικό αν ο πληθωρισμός αυξάνεται αρκετά, δεδομένου ότι πολλές εταιρείες έχουν μέτρια λειτουργικά περιθώρια κέρδους.

2. Χρηματοοικονομικά στοιχεία του ενεργητικού τους (ομόλογα, ή μετοχές σε άλλες εταιρείες) παράγουν λιγότερο από τον πληθωρισμό. Στη συνέχεια, γίνεται μια καθαρή μείωση της αξίας. Αυτό είναι ως επί το πλείστον πρόβλημα για τους συνταξιούχους, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, ή οποιονδήποτε άλλο που έχει σημαντικά χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία.
3. Οι δαπάνες καθορίζονται, παραδείγματος χάριν, σε τιμές δολαρίου. Αυτό μπορεί να παραγάγει μια άνω πλευρά για την οργάνωση εάν οι προμηθευτές της (πρώτων υλών, εργασίας, και κεφαλαίου) έχουν καθορίσει τις συμβάσεις και ο πληθωρισμός είναι απροσδόκητα υψηλός.

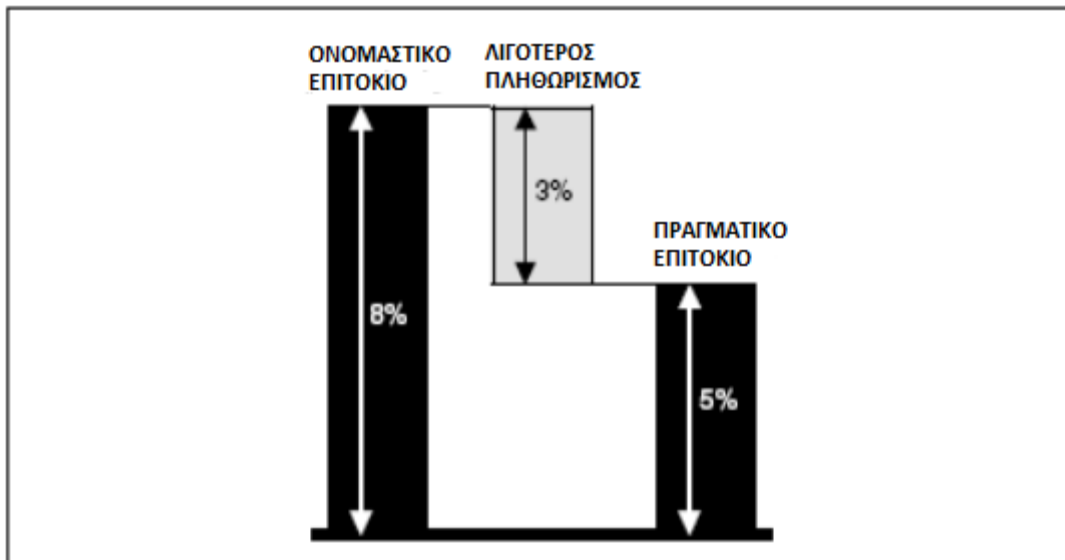
Επειδή ο πληθωρισμός είναι ένα γνωστό φαινόμενο για την αγορά, οι περισσότεροι συμμετέχοντες στην αγορά υπολογίζουν ένα ορισμένο ποσό πληθωρισμού στις συμβάσεις σταθερών τιμών. Κατά συνέπεια, ο πληθωρισμός είναι μόνο ένα πρόβλημα εφ' όσον δεν είναι πάρα πολύ υψηλό (αν και αναμένεται) ή όταν είναι απροσδόκητο. Όταν είναι απροσδόκητο, οδηγεί σε μια ανακατάταξη του πλούτου και αυτό θεωρείται γενικά οικονομικά άδικο. Αυτό αντιπροσωπεύει έναν σημαντικό κίνδυνο για τις σταθερές συμβάσεις επειδή ο πληθωρισμός παράγει την οικονομική αβεβαιότητα.

Όταν ο πληθωρισμός δεν είναι ούτε πολύ υψηλός ούτε απροσδόκητος, μπορεί να αντιμετωπιστεί με διαφορετικούς τρόπους. Αυτό γίνεται με την εισαγωγή ενός πραγματικού επιτοκίου. Για παράδειγμα, αν έχετε δανειστεί χρήματα από την τράπεζα με 8 % ετησίως και ο πληθωρισμός είναι 3 %, το πραγματικό επιτόκιο είναι 5 %. Αν ο πληθωρισμός εκείνο του έτος έγινε 10 %, το πραγματικό επιτόκιο θα είναι 2 %. Η τράπεζα θα σας δώσει πραγματικά την

αγοραστική δύναμη, αν καταβάλλεται στην τράπεζα 8%, με την προϋπόθεση να έχετε ένα σταθερό συμβόλαιο με την τράπεζα.

Για LCC σκοπούς, το πρώτο και το τρίτο επιχείρημα είναι αυτά που συχνότερα συμβαίνουν. Η πιο απλή περίπτωση συμβαίνει όταν θεωρούμε ότι τα έσοδα και τα έξοδα επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο από τον πληθωρισμό. Με άλλα λόγια, ο λόγος των πραγματικών δαπανών και των εσόδων παραμένουν σταθερά. Σε τέτοιες περιπτώσεις, δεν χρειάζεται να ανησυχούμε για τον πληθωρισμό στο υπόδειγμα. Αυτή είναι μια καλή υπόθεση, όταν θεωρούμε ότι δεν είναι πολύ η σταθερή τιμή ή το κόστος των συμβάσεων ή όταν δεν υπάρχουν σημαντικές καθυστερήσεις μεταξύ των δαπανών και των εσόδων. Αν είναι είτε οι τιμές ή το κόστος σταθερό, ή αν ένα σημαντικό χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ του λειτουργικού κόστους και τα έσοδα που έχουν ληφθεί, ο πληθωρισμός πρέπει να περιλαμβάνεται στα υποδείγματα LCC.

Αν μεσολαβεί ένα χρονικό διάστημα, αλλά δεν είναι σταθερές οι τιμές ή το κόστος, ο ευκολότερος τρόπος για την αντιμετώπιση του πληθωρισμού είναι η προσαρμογή του συντελεστή προεξόφλησης χρησιμοποιώντας την μέθοδο που φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να προστεθεί το ποσοστό του πληθωρισμού με τον παράγοντα προεξόφλησης, έτσι ώστε το καθαρό αποτέλεσμα με την πάροδο του χρόνου να είναι η προεξόφληση. Αυτό είναι σημαντικό για όλους τους τύπους της υπολογισμού, όπως τον υπολογισμό της αξίας των μελλοντικών ταμειακών ροών σε αντίστοιχη παρούσα αξία.



Διάγραμμα 14: Ονομαστικό και Πραγματικό επιτόκιο με πληθωρισμό 3%

Εάν οι τιμές / κόστος καθορίζονται για συγκεκριμένη περίοδο, ο ευκολότερος τρόπος για να χειριστούμε την κατάσταση, είναι η μείωση της αξίας των τιμών / κόστους του συντελεστή πληθωρισμού. Αυτό γίνεται απλά πολλαπλασιάζοντας τις τιμές/έξοδα από τον εν λόγω παράγοντα. Στη συνέχεια, θεωρούμε ότι το έτος 0 είναι το έτος βάσης για τους υπολογισμούς. Ως εκ τούτου, δύο προσεγγίσεις θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν ασχολούμαστε με τον πληθωρισμό:

1. Υπολογίζουμε τις μελλοντικές δαπάνες και τα έσοδα με δολάρια, δηλαδή, όχι τα χρήματα για την προσαρμογή του πληθωρισμού, και στη συνέχεια χρησιμοποιούμε ένα πραγματικό συντελεστή προεξόφλησης (α προεξοφλητικός παράγοντας προσαρμογής του πληθωρισμού). Αυτή η προσέγγιση είναι προφανώς ευκολότερο να εφαρμοστεί όταν μεσολαβεί ένα χρονικό διάστημα, αλλά όχι σταθερές τιμές ή σταθερό κόστος. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση έχει ένα μειονέκτημα, ότι ο πληθωρισμός αναμένεται να είναι σταθερός, και ότι απλά δεν ισχύει, ειδικά αν το LCC εκτείνεται σε πολλά χρόνια.



2. Υπολογισμός των μελλοντικών δαπανών και των εσόδων σε πραγματικά δολάρια, ή τα χρήματα προσαρμογής για τον πληθωρισμό, και στη συνέχεια χρησιμοποιούμε έναν ονομαστικό παράγοντα προεξόφλησης, ο οποίος είναι ένας προεξοφλητικός παράγοντας που δεν είναι προσαρμοσμένος για τον πληθωρισμό. Αυτή η προσέγγιση είναι η ασφαλέστερη για χρήση στις περισσότερες περιπτώσεις, επειδή ο πληθωρισμός θα αλλάξει με την πάροδο του χρόνου και αυτή η προσέγγιση μας επιτρέπει να χειριστούμε τον πληθωρισμό με πλήρη ευελιξία (S.K. Fuller and S.R. Petersen, 1996).

Όταν πρόκειται για τους πραγματικούς υπολογισμούς, χρησιμοποιούμε την ίδια πρακτική προσέγγιση με τους υπολογισμούς που κάνουν οι λογιστές, η οποία είναι η χρήση υπολογιστικών φύλλων και να κάνουμε κάθε βήμα της LCC. Η ασφαλής λογιστική προσέγγιση είναι πολύ πιο εύκολη για να επικυρώσει τους τύπους. Η προσέγγιση του λογιστή συνίσταται ακόμη και όταν ο πληθωρισμός δεν περιλαμβάνεται στους υπολογισμούς.

Τέλος, τα φορολογικά αποτελέσματα μπορούν επίσης να περιληφθούν. Αυτό γίνεται ευκολότερα και ακίνδυνα με τον πολλαπλασιασμό των κατάλληλων αριθμών με έναν παράγοντα 1 φορολογικού συντελεστή και τη χρησιμοποίηση της προηγούμενης πραγματικής προσέγγισης υπολογισμού δολαρίων. Εάν η WACC χρησιμοποιείται ως παράγοντας απόρριψης, η προσοχή πρέπει να ασκηθεί επειδή η WACC είναι κανονικά ήδη φόρος που ρυθμίζεται. Είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε το γεγονός ότι οι οργανώσεις έχουν πολλούς τρόπους να αποφύγουν το φόρο (νόμιμα) που είναι δύσκολο να υποδειματοποιηθούν σωστά. Κατά συνέπεια, όταν περιλαμβάνονται οι φορολογικές εκτιμήσεις σε ένα υπόδειγμα, είναι για να δώσει μια ιδέα από το να υπολογίσει το ακριβές ποσό.

#### **d) Χρήση του οικονομικού κέρδους ως Μέτρο Απόδοσης**

Το Οικονομικό κέρδος (EP) ή η οικονομική προστιθέμενη αξία (EVAB), δεδομένου ότι η επιχείρηση Stewart Stern & company στη Νέα Υόρκη έχει καταθέσει εμπορικό σήμα το EP, είναι μια παλαιά αλλά υγιής έννοια. Όπως περιέγραψε ο Οικονομικός Διευθυντής της General Motors το 1924: Ο στόχος της διαχείρισης δεν είναι απαραίτητα το υψηλότερο ποσοστό απόδοσης του κεφαλαίου, αλλά να διασφαλίσει κέρδος με κάθε αύξηση του όγκου που θα είναι τουλάχιστον ίσο με το οικονομικό κόστος του πρόσθετου κεφαλαίου που απαιτείται.

Έτσι, ένα αντικείμενο κόστους πρέπει να είναι σε θέση να παράγει αρκετά κέρδη για να πληρωθεί η χρήση του κεφαλαίου, αλλιώς, η εταιρεία θα πρέπει να πάρει πρόσθετη χρηματοδότηση για την αντικατάσταση των περιουσιακών στοιχείων, καθώς και την υποτίμηση όλο και περισσότερο απαιτούν περισσότερη συντήρηση και ούτω καθεξής. Οτιδήποτε κέρδος έχει απομείνει αφού έχει εξασφαλίσει το αντικείμενο κόστους αρκετά κέρδη για να αντικαταστήσουν τα περιουσιακά στοιχεία είναι ένα άμεσο μέτρο της αξίας που η επιχείρηση έχει παραγάγει, μια οικονομική προστιθέμενη αξία. Από μαθηματική άποψη, το EP βρίσκεται ως εξής:

$$\begin{aligned} \text{Έσοδα} - \text{Λειτουργικά έξοδα και δαπάνες} &= \text{Καθαρά λειτουργικά κέρδη} \\ \text{προ φόρων} - \text{φόροι} &= \text{Καθαρά λειτουργικά κέρδη μετά από φόρους} \\ \text{Κόστος κεφαλαίου} &= \text{Οικονομικό κέρδος} \end{aligned}$$

Το κόστος του κεφαλαίου υπολογίζεται συχνά χρησιμοποιώντας WACC δεδομένου ότι μια επιχείρηση δεν μπορεί να διακρίνει το χρέος από τα ίδια κεφάλαια στην πραγματικότητα. Το θετικό οικονομικό κέρδος επομένως θα αυξήσει τη λογιστική αξία της επιχείρησης επειδή τα κέρδη μετά από το φόρο είναι μεγαλύτερα από το κόστος του κεφαλαίου. Κατά τη διάρκεια του χρόνου

θεωρείται ότι η συστηματική αύξηση της λογιστικής αξίας επίσης θα αυξήσει την αγοραστική αξία. Η επιχείρηση Stewart Stern & company έχει βρει έναν συσχετισμό 44 % μεταξύ της τιμής αποθεμάτων και του EP, το οποίο είναι αρκετά παραπάνω από τα κοινά οικονομικά μέτρα όπως η απόδοση κεφαλαίου (24 %) και η αμοιβή κεφαλαίου (35 %). Κατά συνέπεια, ως ένα ορισμένο βαθμό μπορούμε να πούμε ότι το θετικό EP κατά τη διάρκεια του χρόνου αυξάνει την πιθανότητα της αύξησης της αγοραστικής αξίας.

Υπάρχει μια διαφωνία για το ότι ούτε το EP ούτε η EVA συσχετίζονται με τη δημιουργία πλούτου των μετόχων, εκτός αν φυσικά οι μέτοχοι έχουν επενδύσει στη λογιστική αξία. Αυτό είναι πάρα πολύ σημαντικό, αλλά έχει κάποια αξία επειδή η αγοραστική αξία ορίζεται συχνά ως:

**Αξία αγοράς= Λογιστική αξία+ διανοητικό κεφάλαιο (intelligent capital)**

Έτσι, όσο περισσότερες γνώσεις έχει η εταιρεία, τόσο πιο πιθανό είναι ότι η αναλογία αξία της αγοράς / λογιστική αξία ( $M / B$ )<sup>7</sup> να είναι μεγάλη. Για παράδειγμα, τον Νοέμβριο του 1996, η αναλογία  $M / B$  της Microsoft ήταν 91,93, ενώ για την IBM την ίδια στιγμή ήταν 4.25. Εν πάση περιπτώσει, η αντιληπτή αξία του διανοητικού κεφαλαίου επικρατεί κατά πολύ τη λογιστική αξία στην αγορά. Αυτό επίσης οφείλεται στο γεγονός ότι και η Microsoft και η IBM είναι στις βιομηχανίες που κινούνται γρηγορότερα από άλλες βιομηχανίες, και ως εκ τούτου η ανάγκη για την καινοτομία, που από τη φύση απαιτεί μια σταθερή ροή της νέας γνώσης, είναι μεγαλύτερη. Οι επιχειρήσεις σε τέτοιες βιομηχανίες επομένως θα διατιμηθούν περισσότερο σύμφωνα με τις προσδοκίες απ' ότι σύμφωνα με την προηγούμενη απόδοση. Ένας άλλος λόγος είναι ότι για

---

<sup>7</sup>M=Marketvalue (Αξία αγοράς)  
B=Bookvalue (Λογιστική Αξία)

τις περισσότερες γνώσεις που έχουν οι επιχειρήσεις ο ισολογισμός απεικονίζει την αληθινή κύρια βάση τους μόνο σε έναν δευτερεύοντα βαθμό. Η πλειοψηφία του κεφαλαίου είναι στην πραγματικότητα στα κεφάλια των υπαλλήλων τους και στα συστήματα IT.

Προφανώς, η σχέση μεταξύ του EP και της αγοραίας αξίας είναι κάπως ασαφής, τουλάχιστον για ορισμένες εταιρείες. Αλλά αυτό δεν αναιρεί το γεγονός ότι αν η EP είναι θετική, η εταιρεία παράγει καθαρή θετική οικονομική αξία, ενώ αν η EP είναι αρνητική, η οικονομική αξία καταστρέφεται. Η EP είναι, ως εκ τούτου, πιθανόν ένας καλός δείκτης για πολλές εταιρείες, ενώ για ορισμένες εταιρείες έχει πιο περιορισμένη αξία. Αλλά ένα πράγμα είναι σίγουρο: η EP δεν μπορεί να είναι σημαντικά αρνητική στην πάροδο του χρόνου, χωρίς αρνητικές συνέπειες για την αγοραία αξία.

Η καταστροφή της οικονομικής αξίας οφείλεται σε δύο διαφορετικούς αλλά όχι αλληλοαποκλειόμενους λόγους:

- Τα αντικείμενα κόστους δεν συγκεντρώνουν επαρκή κέρδη για τη διατήρηση της κεφαλαιακής βάσης και / ή
- Η κεφαλαιακή βάση είναι υπερβολικά δαπανηρή.

Στην πρώτη περίπτωση, μια εταιρεία πρέπει να γίνει πιο αποδοτική και / ή να αυξήσει τα καθαρά έσοδα, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, η εταιρεία πρέπει να πουλήσει ορισμένα περιουσιακά στοιχεία, κατά προτίμηση αυτά που παράγουν ελάχιστα, αν υπάρχουν, τα λειτουργικά κέρδη.

Για να συμπεριληφθεί το EP σε μια δραστηριότητα με βάση το υπόδειγμα LCC, βασίζεται σε δύο κρίσιμα σημεία:

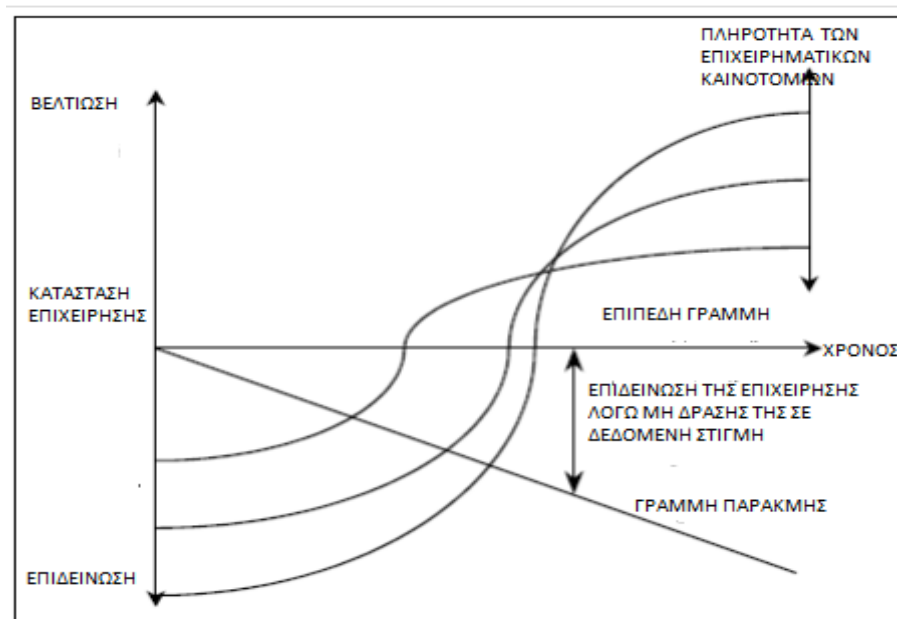
1. Ο προσδιορισμός και η χρήση των οδηγών κεφαλαίων των οποίων ο σκοπός είναι να ανιχνεύσουν το κόστος του κεφαλαίου. Ο όρος οδηγός του κεφαλαίου είναι ανάλογος με τους οδηγούς των πόρων και των οδηγών δραστηριοτήτων που βασίζονται στις δραστηριότητες των πλαισίων και λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο.
2. Ο υπολογισμός του κόστους του κεφαλαίου, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα.

Παραπάνω είδαμε τι είναι η EP, πώς υπολογίζεται, και πώς ερμηνεύεται, αλλά και πώς η EP συγκρίνεται με την NPV; Οι υπολογισμοί NPV είναι ασφαλείς προσεγγίσεις στη χρήση σε LCC γενικά, επειδή παράγουν πάντα τις συνεπείς και σωστές απαντήσεις. Κατά τρόπο ενδιαφέροντα, η παρούσα αξία της μελλοντικής EP είναι ίδια με την NPV, εντούτοις, ενώ η συνολική NPV του προγράμματος βοηθάει ώστε να γίνει κατανοητό εάν το πρόγραμμα δημιουργεί αξία ή όχι. Αντίθετα, η EVA είναι η καθαρή παρούσα αξία ανά περίοδο και βοηθά στο να καταλάβουμε το πρότυπο της (οικονομικής) δημιουργίας αξίας καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του προγράμματος. Ως εκ τούτου η EP είναι η πιο κατάλληλη για τον εντοπισμό των κινδύνων. Εντούτοις, η ανάλυση ταμειακών ροών όπου η NPV είναι βασισμένη, μπορεί να παρέχει την πρόσθετη διορατικότητα για να γίνουν καλύτερα κατανοητές οι απαιτήσεις χρηματοδότησης του προγράμματος και τα πρότυπα παραγωγής μετρητών.

## **ΒΗΜΑ 10: Εκτέλεση προσομοιώσεων Monte Carlo και σχετικών αναλύσεων**

Το πώς οι προσομοιώσεις Monte Carlo και οι σχετικές αναλύσεις, όπως οι αναλύσεις ευαισθησίας, λειτουργούν, έχουν αναφερθεί. Σε αυτή την ενότητα θα αναφέρουμε μερικές σημαντικές αναλύσεις εφαρμοσμένης μηχανικής που

μπορούν να έχουν επιπτώσεις στις δαπάνες του κύκλου της ζωής και πώς να αποφασίσουμε εάν πρέπει να επαναλάβουμε την πρότυπη εφαρμογή ή όχι.



#### ✓ Μερικές αναλύσεις εφαρμοσμένης μηχανικής

Οι αναλύσεις εφαρμοσμένης μηχανικής μπορούν να έρθουν στο προσκήνιο επειδή τα πράγματα αποτυγχάνουν, και αποτυγχάνουν σπάνια στο πρόγραμμα. Οι υπολογισμοί LCC που αγνοούν τέτοια ζητήματα επομένως θα χάσουν τις δαπάνες και τους κινδύνους και ως εκ τούτου θα παρουσιάσουν μια λανθασμένη πραγματικότητα.

Το κόστος του κύκλου της ζωής ενός προϊόντος, ή συστήματος, σχετίζεται πολύ με την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα του προϊόντος και αντίστροφα. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα μεγάλα συστήματα που είναι ανοικτά και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Στη βιβλιογραφία της μηχανική σχετική με τα LCC, εστιάζουν ιδιαίτερα στην αποτελεσματικότητα, και η εξίσωση αποτελεσματικότητας των συστημάτων είναι:

$$\text{Αποτελεσματικότητα του Συστήματος} = \frac{\text{αποτελεσματικότητα}}{\text{κόστος κύκλου ζωής}}$$

Αν και το κόστος είναι ένα μέτρο των στοιχείων συμπεριφοράς, η αποτελεσματικότητα των συστημάτων είναι ένα μέτρο της αξίας, ιδιαίτερα της αξίας υπό μια έννοια εφαρμοσμένης μηχανικής. Η αποτελεσματικότητα στην παραπάνω εξίσωση, που μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως μέτρο απόδοσης, μπορεί να προσδιοριστεί περαιτέρω ως εξής:

$$\text{Αποτελεσματικότητα} = \text{διαθεσιμότητα} \times \text{αξιοπιστία} \times \text{δυνατότητα} \times \text{συντηρησιμότητα}$$

Αυτά τα τέσσερα μέτρα απόδοσης έχουν τιμές στο διάστημα (0, 1) και συνήθως ορίζονται ως εξής:

$$\text{Διαθεσιμότητα} = \frac{\text{χρόνος λειτουργίας}}{\text{χρόνος λειτουργίας} - \text{χρόνος μη λειτουργίας}}$$

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

$$\text{Συντηρησιμότητα} = \frac{\text{πραγματική παραγωγή}}{\text{εφικτή παραγωγή}}$$

όπου:

- **Χρόνος λειτουργίας** είναι όταν το σύστημα είναι σε λειτουργία, ενώ **χρόνος μη λειτουργίας**, το αντίθετο.
- $R(t)$  είναι η αξιοπιστία ως συνάρτηση του χρόνου.
- $\lambda$  είναι το ποσοστό αποτυχίας και ορίζεται ως το αντίστροφο του μέσου χρόνου μεταξύ αποτυχιών.
- $M(t)$  είναι η συντηρησιμότητα ως συνάρτηση του χρόνου.
- $\mu$  είναι το ποσοστό συντήρησης και ορίζεται ως το αντίστροφο με το μέσο χρόνο για να επισκευή.
- **Εφικτή παραγωγή** είναι η μέγιστη εφικτή παραγωγή του συστήματος (H.P. Barringer and D.P. Weber, 1996).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αξιοπιστία και η δυνατότητα συντήρησης είναι συναρτήσεις του χρόνου. Το γεγονός αυτό είναι ένας σημαντικός λόγος για να συμπεριλάβει το κόστος του κεφαλαίου στο υπόδειγμα, επειδή μια φορά θα εμφανιστεί κατά την αγορά νέων περιουσιακών στοιχείων γίνεται λιγότερο δαπανηρή από τη διατήρηση των παλιών περιουσιακών στοιχείων.

Μόνο τα υποδείγματα LCC όπου το κόστος των αναλύσεων κεφαλαίου και εφαρμοσμένης μηχανικής διευθύνονται, μπορεί να παρέχει την υποστήριξη λήψης απόφασης σε αυτό το θέμα. Είναι, εντούτοις, αρκετά απλό μόλις κατανοηθεί το κόστος των αναλύσεων κεφαλαίου και εφαρμοσμένης μηχανικής.

#### ✓ Έλεγχος Υποδείγματος και Επανάληψη αν χρειάζεται

Εάν το υπόδειγμα είναι ικανοποιητικό ή όχι είναι ένα θέμα για το πώς ανταποκρίνεται στις αλλαγές, ο βαθμός σπουδαιότητας των αποτελεσμάτων, και



εάν επιτυγχάνει πραγματικά τους στόχους που προσδιορίζονται στην αρχή της εφαρμογής. Τρία ζητήματα πρέπει να εξεταστούν εδώ:

1. Έλεγχος εάν το υπόδειγμα επιτυγχάνει τους στόχους που προσδιορίζονται στην αρχή. Αυτό είναι προφανές αλλά εντούτοις σημαντικό.
2. Έλεγχος του υποδείγματος για οποιαδήποτε υπολογιστικά σφάλματα, ο οποίος γίνεται με τη χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων ελέγχου. Εάν τα αποτελέσματα ελέγχου είναι ίσα, κανένα υπολογιστικό σφάλμα δεν υπάρχει, τα οποία είναι ο πρώτος τύπος σφαλμάτων.
3. Ο δεύτερος τύπος σφαλμάτων είναι τα λογικά σφάλματα. Αυτά είναι δυσκολότερο να προσδιοριστούν, και εδώ τα διαγράμματα ευαισθησίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δούμε εάν πραγματοποιούνται οποιαδήποτε παράξενα αποτελέσματα. Επίσης, ταξινομούμε τα αποτελέσματα στις ακολουθίες για να προσδιορίσουμε οποιαδήποτε παράξενα αποτελέσματα, όπως τα υπερβολικά δαπανηρά προϊόντα. Εάν βρίσκουμε τέτοια αποτελέσματα, οπισθοδρομούμε στο υπόδειγμα και συχνά βρίσκουμε είτε ένα δευτερεύον υπολογιστικό σφάλμα είτε ένα λογικό σφάλμα. Σημαντικότερος, εντούτοις, είναι ο τρόπος εφαρμογής. Γι' αυτό είναι σημαντικό κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων με βάση τα συστήματα η διαδικασία εφαρμογής να είναι συστηματική και ότι κατά την εφαρμογή του υποδείγματος ξέρουμε τι κάνουμε.

Εάν το υπόδειγμα κρίνεται ανεπαρκές, ανάλογα με αυτό που απέτυχε τα κατάλληλα βήματα πρέπει να επαναληφθούν έως ότου το υπόδειγμα να είναι ικανοποιητικό. Μόλις το υπόδειγμα είναι ικανοποιητικό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως προσδιορίστηκε αρχικά.

## 5. CASE STUDIES

### 5.1 Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) Αντλητικών Συστημάτων

Ο υπολογισμός του LCC είναι ζωτικής σημασίας για κάθε μηχανικό, μελετητή, εργολάβο ή ακόμα περισσότερο για τον τελικό χρήστη που καλείται να αποφασίσει και να επιλέξει κατά τον σχεδιασμό νέων εγκαταστάσεων είτε σε ανάγκη επισκευής είτε σε περίπτωση αντικατάστασης υπαρχόντων συστημάτων.

Κόστος Κύκλου Ζωής είναι το άθροισμα όλων των δαπανών που προκύπτουν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής ενός στοιχείου, δηλαδή το σύνολο των δαπανών προμήθειας και ιδιοκτησίας (B. Dhillon). Με άλλα λόγια, δηλώνει το άθροισμα του κόστους αγοράς, εγκατάστασης, λειτουργίας, συντήρησης και πιθανής αντικατάστασης ή απόρριψης της αντλίας κατά τη διάρκεια ζωής της.

Μαθηματικά το LCC δίνεται από την εξίσωση:

$$\mathbf{LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_{env} + C_m + C_s + C_d}$$

Όπου:

**C<sub>ic</sub>**: Αρχικό κόστος, κόστος αγοράς

**C<sub>in</sub>**: Κόστος εγκατάστασης

**C<sub>e</sub>**: Ενεργειακό κόστος

**C<sub>o</sub>**: Κόστος λειτουργίας, απασχόλησης εργαζομένων

**C<sub>env</sub>**: Κόστος περιβαλλοντικών επιπτώσεων

**C<sub>m</sub>**: Κόστος συντήρησης και επισκευής

**C<sub>s</sub>**: Κόστος απώλειας παραγωγής, αποτελέσματος (downtime costs)

**C<sub>d</sub>**: Κόστος απόρριψης, διάθεσης

### **Cic: Αρχικό κόστος (κόστος αγοράς)**

Περιλαμβάνει το σύνολο του εξοπλισμού που απαιτείται για τη λειτουργία του αντλητικού συστήματος, δηλαδή αντλίες, μετατροπείς συχνότητας (inverter), ηλεκτρικούς πίνακες, αισθητήρια σήματος κ.τ.λ. Πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας ότι στο κόστος αγοράς συχνά ενσωματώνονται έννοιες που δεν είναι άμεσα μετρήσιμες και έχουν όμως τεράστια σημασία, όπως η ενεργειακή απόδοση καθώς και η αξιοπιστία των αντλιών, δεδομένου ότι πολλές φορές ακριβότερα υλικά παρέχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής ή χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος συγκριτικά με

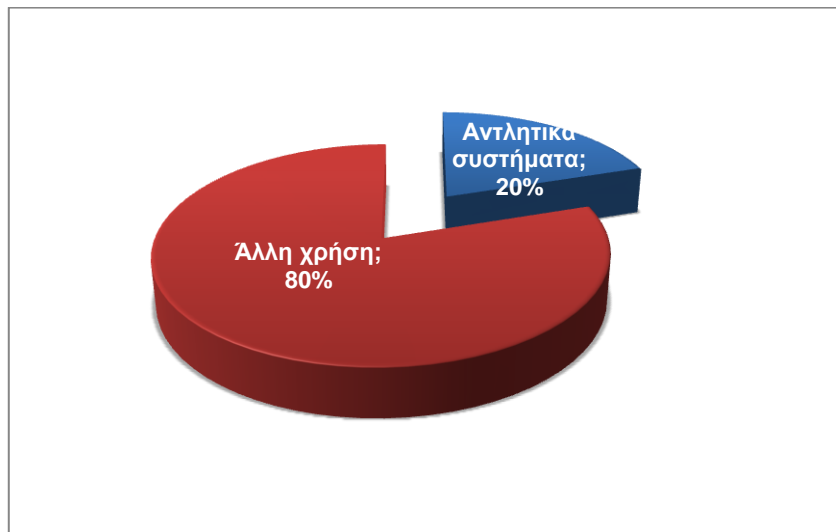
φθηνότερα υλικά – προϊόντα.

### **Cin: Κόστος εγκατάστασης**

Το κόστος εγκατάστασης περιλαμβάνει την εγκατάσταση των αντλιών, τις ηλεκτρολογικές συνδέσεις, τις συνδέσεις των διαφόρων άλλων οργάνων, την επίβλεψη και την εκκίνηση του συστήματος (start-up).

Όπως στο αρχικό κόστος, έτσι και εδώ οφείλουμε να ελέγχουμε και να λαμβάνουμε υπόψη τυχόν πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τις επιλογές μας, π.χ. σε περίπτωση επιλογής αντλιών in-line με ενσωματωμένες μονάδες inverter και αισθητήρια, πολλά από τα απαιτούμενα υλικά / εξαρτήματα όπως μονάδα inverter, φίλτρα διαχωρισμού, ηλεκτρομαγνητική u960 προστασία του inverter για αποφυγή διάδοσης αρμονικών συχνοτήτων, και αισθητήρια διαφορικής πίεσης βρίσκονται ήδη πάνω στις αντλίες (factory assembled). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα υψηλότερο κόστος αγοράς αλλά ταυτόχρονα πολύ χαμηλό κόστος εγκατάστασης του συνολικού εξοπλισμού.

## Ce: Ενεργειακό κόστος



Διάγραμμα 15: Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας

Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογών όπου λειτουργούν περισσότερο από 2.000 ώρες ετησίως, η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί τη μεγαλύτερη επιβάρυνση στο κόστος κύκλου ζωής οποιουδήποτε συστήματος άντλησης. Αξίζει να αναφέρουμε επιγραμματικά κάποιους παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας μιας αντλίας:

- Ⓢ κατανομή φορτίου (load profile)
- Ⓢ βαθμός απόδοσης της αντλίας – υπολογισμός σημείου λειτουργίας
- Ⓢ βαθμός απόδοσης ηλεκτροκινητήρα (διαφέρει σημαντικά μεταξύ ηλεκτροκινητήρων κλάσης EFF 1 και άλλων standard ηλεκτροκινητήρων EFF2 και EFF3).
- Ⓢ διαστασιολόγηση αντλίας (συνήθως η υπερδιαστασιολόγηση αντλιών για λόγους ασφαλείας καταλήγει σε ενεργειακά δαπανηρή λύση).
- Ⓢ άλλες παράμετροι όπως σωληνώσεις, βαλβίδες, συλλέκτες.
- Ⓢ επιλογή συστημάτων μεταβλητής συχνότητας (inverter), η χρήση των οποίων μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας μέχρι και 50% στη βιομηχανία.

### **Co: Κόστος λειτουργίας, απασχόλησης εργαζομένων**

Αναφέρεται στα έξοδα απασχόλησης εργαζομένων που υποστηρίζουν αντλητικά συστήματα. Λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης τα έξοδα αυτά είναι αμελητέα χάρη στους σύγχρονους τρόπους παρακολούθησης των διαφόρων εφαρμογών με αντλίες, όπως είναι το Building Management System (BMS), η σειριακή σύνδεση, και πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως GENIbus και LONbus.

### **Cenv: Κόστος περιβαλλοντικών επιπτώσεων**

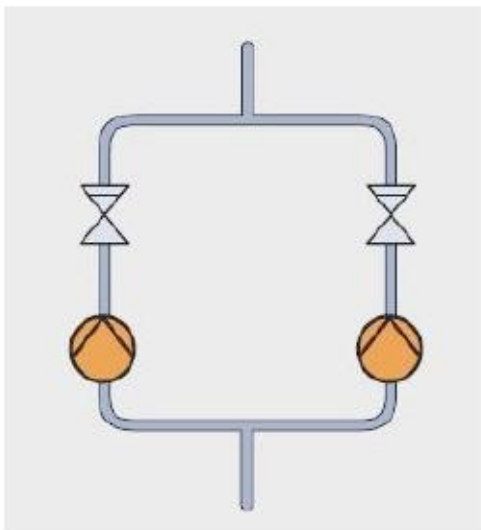
Το κόστος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με την χρήση αντλητικών συστημάτων δεν απορρέει μόνο από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και τα συνεπακόλουθα της. Σε αυτό τον παράγοντα του LCC λαμβάνουμε υπόψη επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον από την απόρριψη των αντλιών ή μέρους αυτών (άχρηστα ανταλλακτικά) ή ακόμη από την αλλοίωση της χημικής σύστασης και καθαρότητας του αντλούμενου υγρού/νερού από τα βρεχόμενα μέρη της αντλίας.

### **Cm: Κόστος συντήρησης και επισκευής**

Είναι προφανές ότι έχει να κάνει με την συντήρηση και επισκευή της αντλίας π.χ. παροχή τεχνικής υποστήριξης, κόστος απασχόλησης ειδικευμένου τεχνικού, ανταλλακτικά, μεταφορά, δοκιμή σε δοκιμαστήριο και έλεγχος σωστής απόδοσης της επισκευασμένης αντλίας. Η βέλτιστη λύση για να έχουμε την μέγιστη διάρκεια ζωής μιας αντλίας αποκλείοντας ζημιές και έκτακτες βλάβες είναι η προληπτική συντήρηση σε τακτά χρονικά διαστήματα

### Cs: Κόστος απώλειας παραγωγής (downtime costs)

Εξαιρετικά σημαντικό είναι όταν η αντλία χρησιμοποιείται σε γραμμή βιομηχανικής παραγωγής ή καλείται να εξασφαλίσει την επιθυμητή θερμοκρασία χώρου σε ένα κτίριο γραφείων. Στην περίπτωση της βιομηχανίας το κόστος παύσης της παραγωγής λόγω βλάβης σε αντλία είναι απαγορευτικό ενώ στην περίπτωση του κτιρίου γραφείων οι επιπτώσεις στους εργαζομένους είναι αναπόφευκτα αρνητικές. Προκειμένου να διασφαλιστούμε σε κάθε εφαρμογή όπου δεν μπορούμε να διανοηθούμε αντλία χαλασμένη χωρίς άμεση κάλυψη, συνιστάται η εγκατάσταση εφεδρικών αντλιών οι οποίες εξασφαλίζουν την απρόσκοπτη και ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης.



*Η εφεδρική αντλία εξασφαλίζει την ασφαλή κάλυψη της εφαρμογής σε περίπτωση βλάβης της κύριας αντλίας*

Σε περιπτώσεις όπου ο διαθέσιμος χώρος είναι ελάχιστος και ο αριθμός των αντλιών μεγάλος, επιλέγουμε αντλίες δίδυμης κεφαλής με κοινό στόμιο αναρρόφησης/κατάθλιψης και ενδιάμεσο κλαπέ (αντεπίστροφο), αποφεύγοντας

τους συλλέκτες προσαγωγής/επιστροφής και περιορίζοντας κατά το ήμισυ τον αριθμό των απαιτούμενων βαλβίδων σύνδεσης.

### **Cd: Κόστος απόρριψης, διάθεσης**

Ουσιαστικά κρίνεται περισσότερο ο εκάστοτε κατασκευαστής αντλιών για το κόστος απόρριψης, παρά ο τελικός χρήστης. Να αναφέρουμε ότι υπάρχει πρότυπο περιβαλλοντικής διαχείρισης, το ISO EN 14001, που σκοπό έχει να βοηθήσει τους κατασκευαστές να ανακυκλώνουν τα άχρηστα υλικά κατά την παραγωγή μειώνοντας έτσι το κόστος απόρριψης.

## **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ**

Όπως αναφέραμε πιο πάνω παίρνοντας το άθροισμα των επιμέρους συντελεστών (C<sub>ic</sub>, C<sub>in</sub>, C<sub>e</sub>, C<sub>o</sub>, C<sub>env</sub>, C<sub>m</sub>, C<sub>s</sub>, C<sub>d</sub>) έχουμε το ζητούμενο LCC για την διάρκεια ζωής του εν λόγω αντλητικού συστήματος που τυπικά ανέρχεται σε 10 έως 20 έτη. Για τον κάθε αναλυτή κάποιοι παράγοντες θα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα από άλλους που πιθανόν να θεωρούνται αμελητέοι. Για αυτό τον λόγο από την αρχή τονίσαμε το ότι είναι σημαντικό η ανάλυση να γίνεται για την κάθε περίπτωση ξεχωριστά και η μαθηματική εξίσωση να προσαρμόζεται ανάλογα. Για σκοπούς παραδείγματος, θα πάρουμε τους πιο σημαντικούς και εύκολα μετρήσιμους από αυτούς τους παράγοντες. Για το παράδειγμα μας το κόστος κύκλου ζωής δίνεται από την πιο κάτω απλουστευμένη εξίσωση:

$$\mathbf{LCC = C_{ic} + C_e + C_m}$$

Ένα πολυτελές ξενοδοχειακό συγκρότημα εν όψει των Ολυμπιακών Αγώνων Αθήνα 2004, προέβη σε ριζική ανακαίνιση των συστημάτων ψύξης-θέρμανσης και στα δύο συγκροτήματά του. Το συγκεκριμένο έργο απαιτούσε αντλίες με

αυτόματη μεταβολή στροφών (inverter) προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας σε συνδυασμό με την πλήρη άνεση του χρήστη. Οι αρχικοί υπολογισμοί έγιναν λαμβάνοντας υπόψη ότι το κόστος αγοράς αντλιών με inverter θα ήταν σχεδόν διπλάσιο από το κόστος των αντλιών σταθερής ταχύτητας. Οι υπολογισμοί έδειξαν ότι η επιλογή αντλιών με inverter θα είχε σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας κατά 40%. Η επένδυση στο σύνολο της περιγράφεται ως εξής:

- 16 ώρες λειτουργίας ανά ημέρα
- 250 ημέρες λειτουργίας ετησίως
- κύκλος ζωής 10 ετών (περίοδος υπολογισμού)

Βασιζόμενοι σε αυτά τα στοιχεία ο υπολογισμός του κόστους κύκλου ζωής και στις δυο πιθανές λύσεις φαίνεται στον πιο κάτω πίνακα.

ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ	ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ
ΜΕΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ (kW)	658	437
ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΜΕΡΗΣΙΩΣ	16	16
ΗΜΕΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΤΗΣΙΩΣ	250	250
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ (ΕΤΟΣ)	10	10
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh)	26.320.000	17.480.000
ΤΙΜΗ (€/kWh)	0,07	0,07
ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ (€)	107.500	205.000
ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ (€)	10.000	10.000
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)	1.842.400	1.223.600
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)</b>	<b>1.959.900</b>	<b>1.438.600</b>



## Πίνακας 2: Στοιχεία κόστους

Από τον πιο πάνω πίνακα φαίνεται ότι η εξοικονόμηση χρημάτων από τη μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει από τη χρήση inverter ανέρχεται σε €618.800 (€1.842.400 - €1.223.600) που μεταφράζεται σε εξοικονόμηση €61.880 ετησίως. Έτσι το επιπλέον κόστος των €97.500 για την αγορά των ακριβότερων αντλιών αποσβένεται σε 1,5 περίπου χρόνο. Επιπρόσθετα, εφόσον αποσβεστεί το αρχικό επιπλέον κόστος, ο τελικός χρήστης κερδίζει ακόμη €525.980 στο υπόλοιπο διάστημα του κύκλου ζωής (10 χρόνια) από τη μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Αναλύοντας το συνολικό κόστος κύκλου ζωής των αντλιών είναι φανερό ότι η αρχικά ασύμφορη λύση (λαμβάνοντας υπόψη μόνο την τιμή αγοράς), είναι κατά 36% πιο συμφέρουσα από την άλλη. Αυτό αποτελεί από παράδειγμα για το πόσο μπορεί το αρχικό κόστος να μας παραπλανήσει και του πόσο χρήσιμη είναι η ανάλυση του Κόστους Κύκλου Ζωής των αντλιών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ανάλυση του παραδείγματος είχε καθαρά οικονομική πτυχή, ενώ αξιολογώντας μια πιθανή λύση θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας πολύ περισσότερους παράγοντες. Στο πιο πάνω παράδειγμα η κατά πολύ μειωμένη κατανάλωση ενέργειας έχει σαν αποτέλεσμα σημαντικά μειωμένες εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα με όλα τα θετικά συνεπακόλουθα. Επιπλέον με την επιλογή αντλιών με μετατροπέα συχνότητας προσφέρουμε στον τελικό χρήστη πλήρη άνεση διατηρώντας σταθερή αναλογική πίεση.

Έχοντας υπόψη μας όλα τα πιο πάνω, είναι φανερό ότι επιβάλλεται να γίνεται ανάλυση του Κόστους Κύκλου Ζωής των αντλιών και αντλητικών συστημάτων. Η αρχική τιμή από μόνη της, όπως αποδείχτηκε, δεν αποτελεί το πρωταρχικό κριτήριο επιλογής. Αντίθετα, η ανάλυση του κόστους κύκλου ζωής είναι ένα άριστο εργαλείο για σωστή αξιολόγηση της εκάστοτε προσφοράς που έχουμε

στα χέρια μας γιατί εκεί υπεισέρχονται παράγοντες τεράστιας σημασίας που κατά πάσα πιθανότητα έχουν αντίκτυπο στην αρχική τιμή αλλά όχι στο τελικά υπολογίσιμο κόστος.

Συνοψίζοντας, ο στόχος της ανάλυσης του Κόστους Κύκλου Ζωής είναι διπλός:

- ➡ Είναι **οικονομικός** αφού καθορίζει ποια λύση είναι συμφέρουσα, ποια λύση δίνει αξία στα χρήματά μας.
- ➡ Είναι **ωφέλιμη** από περιβαλλοντική άποψη αφού ελαχιστοποιεί την σπατάλη ενέργειας σε ένα σύστημα.

Ευχής έργο θα ήταν σύντομα ο καθένας που αξιολογεί προσφορές κάθε είδους να είναι σε θέση να αποφασίζει με βάση τα ορθά κριτήρια. Η ανάγκη μας για οικονομική ευμάρεια και η περιβαλλοντική ευαισθητοποίησή μας οδηγούν σε έξυπνες και συμφέρουσες λύσεις που θα τιμούν τον πωλητή, τον αγοραστή και το περιβάλλον. (Ελίζα Βασιλείου, Ινστιτούτο Hydraulic, Euroumps και γραφείο Βιομηχανικών Τεχνολογιών στο Αμερικανικό Τμήμα Ενέργειας.)

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ότι η παραπάνω ανάλυση περιέχει και πολλά τεχνικά στοιχεία είναι χρήσιμα για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου Διαχείρισης του Κόστους του Κύκλου Ζωής.

## 5.2 Διαχείριση Κόστους κύκλου ζωής Κτηρίων

### Ορισμός

Μέθοδος οικονομικής σύγκρισης εναλλακτικών επενδύσεων που βασίζεται στο συνολικό κόστος στη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος. Λαμβάνει υπ' όψη:

- Ⓢ Αρχικό κόστος – αρχική επένδυση, αγορά, εγκατάσταση
- Ⓢ Μελλοντικό κόστος – κόστος ενέργειας, λειτουργίας, συντήρησης, αντικατάστασης εξοπλισμού
- Ⓢ Τελικό κόστος – μεταπώληση, κόστος καταστροφής, αξία εκποίησης.

Η Βασική Σχέση την οποία καλούνται να επιλύσουν οι μέθοδοι / λογισμικό:

$$\mathbf{LCC = I + Repl + E + W + OM\&R - Res}$$

**Όπου:**

**LCC**= Συνολικό ΚΚΖ (Παρούσα Αξία) του επιλεγμένου σεναρίου/παραδείγματος

**I** = Παρούσα Αξία Επενδυτικού Κόστους

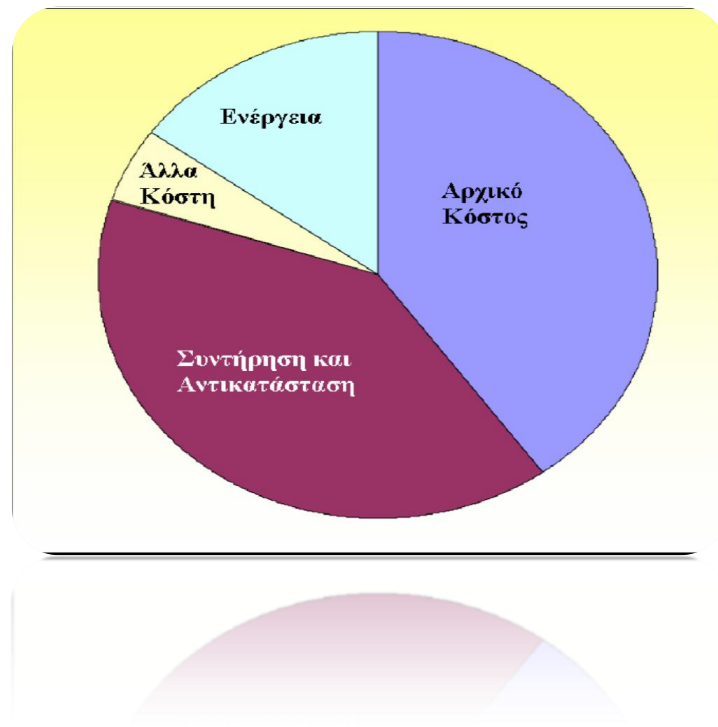
**Repl**= Παρούσα Αξία Απόσβεσης Κεφαλαίου

**E** = Παρούσα Αξία Κόστους Ενέργειας

**W**= Παρούσα Αξία Κόστους Ύδρευσης

**OM&R** = Παρούσα Αξία Κόστους Συντήρησης & Επισκευών

**Res**= Παρούσα Αξία Κόστους Διάθεσης (+ πώληση, –κόστος κατεδάφισης)



Διάγραμμα 16: Διάφορα κόστη

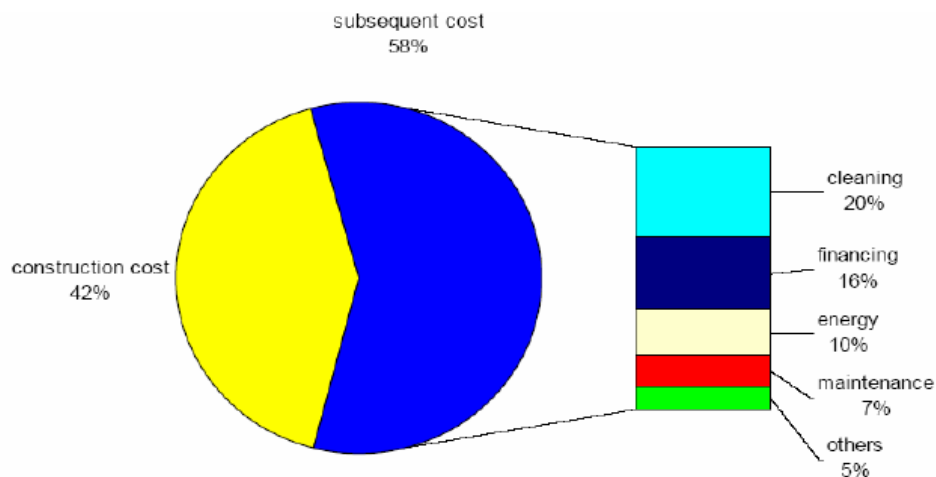
### Γιατί χρησιμοποιείται η ΑΚΚΖ στα κτίρια

Στην παρούσα προσέγγιση, το κόστος κατασκευής είναι το μοναδικό κριτήριο οικονομικότητας μιας επένδυσης. Συνήθως ο κατασκευαστής-επενδυτής δεν είναι ο μελλοντικός χρήστης του κτιρίου. Άρα στην περιορισμένη διάρκεια του χρόνου κατασκευής η επένδυση πρέπει να αποφέρει θετικά οικονομικά αποτελέσματα.

Η προσέγγιση θα πρέπει να αλλάξει όταν ο επενδυτής θα είναι και ο χρήστης του κτιρίου οπότε πρέπει να εξετάσουμε και το κόστος χρήσης.

## Κόστος χρήσης

Το κόστος χρήσης ενός κτιρίου στο συνολικό χρόνο ζωής του είναι μεγαλύτερο από το κόστος κατασκευής, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



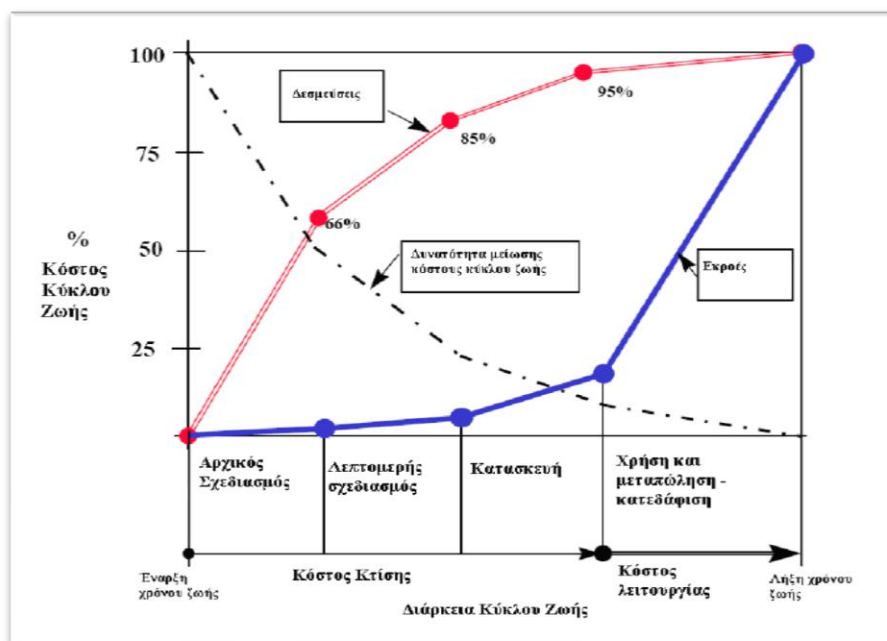
Διάγραμμα 17: Αναλογία διαφόρων ειδών κόστους

Άρα η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής είναι ένα ουσιαστικό εργαλείο στη διαδικασία σχεδιασμού που ελέγχει το αρχικό και το μελλοντικό κόστος.

- ✓ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε σημείο της διαδικασίας σχεδιασμού αλλά και για την αξιολόγηση υπαρχόντων κτιρίων.
- ✓ Δίνει τη δυνατότητα επιλογής μιας επένδυσης βασισμένη και σε άλλα κριτήρια όπως:
  - η οικονομικότητα,
  - η επίδραση στο περιβάλλον
  - η κατανάλωση ενέργειας
  - ο σχεδιασμός
  - η αποτελεσματικότητα

- ✓ Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας είναι ιδανικά για να αξιολογηθούν με LCCA.
- ✓ Η αρχική επένδυση και η εξοικονόμηση στο συνολικό χρόνο ζωής της επένδυσης μπορεί να συγκριθεί με την κατάσταση αναφοράς.
- ✓ Μπορεί να αξιολογηθεί η πιο αποδοτική επένδυση εξοικονόμησης ανάμεσα σε πολλές εναλλακτικές.
- ✓ Μπορεί να αξιολογηθεί η κατανομή χρηματοδότησης σε διαφορετικές επενδύσεις χρησιμοποιώντας το λόγο Εξοικονόμησης προς Επένδυση (SIR) ή το Προσαρμοσμένο Εσωτερικό Επιτόκιο Αναγωγής. (AIRR).

Η ΑΚΚΖ πρέπει να γίνεται όσο το δυνατό πιο νωρίς στη διαδικασία σχεδιασμού. Περίπου 2/3 του συνολικού κόστους ζωής καθορίζεται στη φάση του σχεδιασμού ενός έργου.



Διάγραμμα 18: Κόστος κύκλου ζωής ανά φάση

## Σύγκριση εναλλακτικών επενδύσεων με βάση το LCCA

+Αρχικό Κόστος (σχεδιασμός –κατασκευή)

+Ετήσιο Κόστος Ενέργειας

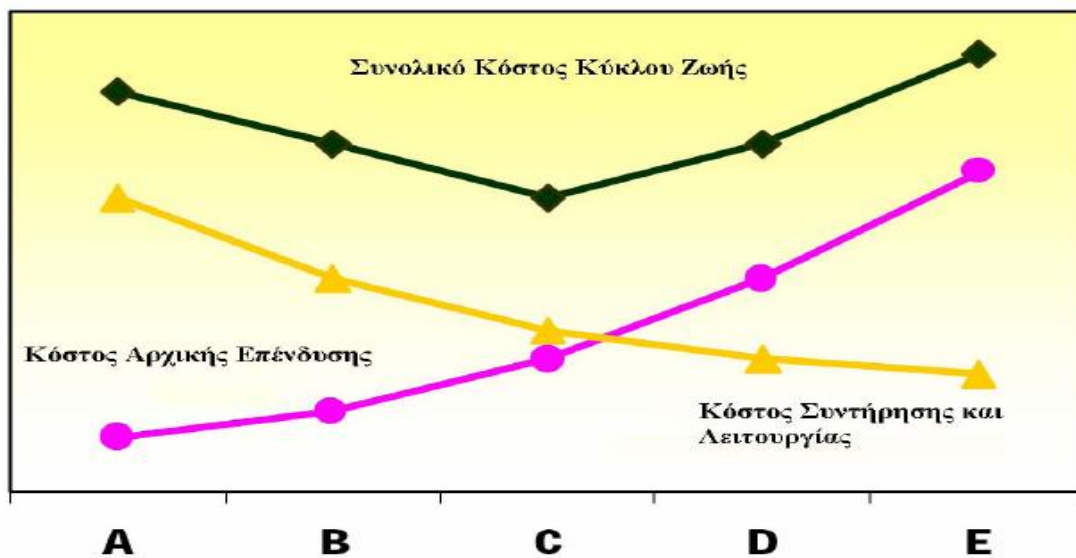
+Ετήσιο Κόστος Συντήρησης / Επισκευής

+Κόστος Αντικατάστασης –Εκσυγχρονισμού

+ Κόστος κατεδάφισης

**Συνολικό Κόστος Κύκλου Ζωής**

Ανηγμένα σε Παρούσα Αξία



Διάγραμμα 19: Συνολικό και Επιμέρους κόστη ζωής

## **Βήματα για την εφαρμογή της ΑΚΚΖ**

- 1.Καθορισμός Στόχων
- 2.Αναγνώριση Εναλλακτικών Επενδύσεων
- 3.Ορισμός υποθέσεων
- 4.Αποτίμηση κόστους και οφέλους
- 5.Υπολογισμός Παρούσας Αξίας
- 6.Επιλογή μιας επένδυσης

### **Βήμα 1: Καθορισμός Στόχων**

Καθορισμός κριτηρίων σχεδιασμού και μέτρησης της αποδοτικότητας της κάθε εναλλακτικής επένδυσης

- ✓ Μεγιστοποίηση χρόνου ζωής του κτιρίου
- ✓ Προσαρμοστικότητα του κτιρίου σε διαφορετικές χρήσεις
- ✓ Αρχές για την συντήρηση και αντικατάσταση του εξοπλισμού
- ✓ Περιβαλλοντικοί στόχοι
- ✓ Στόχοι για τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης

### **Βήμα 2: Αναγνώριση Εναλλακτικών Επενδύσεων**

Βρίσκονται εναλλακτικές σχεδιαστικές λύσεις με βάση τους στόχους που έχουν τεθεί στο προηγούμενο βήμα. Ο μόνος περιορισμός είναι η δημιουργικότητα της ομάδας σχεδιασμού



### **Βήμα 3: Υποθέσεις**

Μια και η ανάλυση ΚΚΖ αναφέρεται στη μελλοντική συμπεριφορά του κτιρίου πρέπει να γίνουν μερικές βασικές υποθέσεις σχετικά με το μέλλον, οι πιο συνηθισμένες είναι οι εξής:

- Χρόνος ζωής της επένδυσης
- Επιτόκιο αναγωγής
- Επιτόκιο δανεισμού
- Πληθωρισμός
- Ετήσιες δαπάνες συντήρησης εγκαταστάσεων
- Ετήσιες δαπάνες για ενέργεια
- Κόστος αντικατάστασης τμημάτων της εγκατάστασης

Θα πρέπει να αντιμετωπιστεί η αβεβαιότητα αυτών των υποθέσεων, υπάρχουν οι εξής δύο θεωρίες:

➤ Ντετερμινιστική

1. Συντηρητική εκτίμηση οφέλους –κόστους
2. Ανάλυση Ευαισθησίας
3. Επιτόκιο αναγωγής προσαρμοσμένο στον κίνδυνο

➤ Πιθανοτική

1. Δεδομένα εισόδου με κατανομές πιθανότητας
2. Προσομοίωση

### **Βήμα 4: Αποτίμηση Κόστους και Οφέλους**

Το κόστος και τα οφέλη της επένδυσης αναλύονται για κάθε χρόνο στον χρονικό ορίζοντα της επένδυσης.

### **Βήμα 5: Υπολογισμός Παρούσας Αξίας**

Για να είναι δυνατή η σύγκριση όλα τα έσοδα και έξοδα πρέπει να αναχθούν στον ίδιο χρόνο αναφοράς: Παρούσα Αξία

### **Βήμα 6: Επιλογή μιας επένδυσης**

Απλούστερη περίπτωση: Επιλογή της επένδυσης με το ελάχιστο κόστος κύκλου ζωής. Μπορούν όμως να υπάρχουν και άλλα κριτήρια που επηρεάζουν την τελική επιλογή

- Ελαχιστοποίηση κινδύνου
- Ευκολία υλοποίησης
- Πολιτική της εταιρείας
- Άλλες παράμετροι που δεν είναι εύκολα μετρήσιμες.

## **Περιορισμοί – Μειονεκτήματα**

### ➤ Περιορισμοί δεδομένων

Μια και η μέθοδος αναφέρεται σε μελλοντικό κόστος και οφέλη είναι πολύ δύσκολο να υπάρξουν αξιόπιστα δεδομένα π.χ.

- για τη μελλοντική συμπεριφορά των υλικών ή του εξοπλισμού
- για τη συχνότητα συντήρησης εγκαταστάσεων
- για το κόστος συντήρησης και λειτουργίας

Πολλές φορές είναι εφικτή μόνο μια λογική εκτίμηση. Είναι πιθανό αυτές οι εκτιμήσεις να πρέπει να μεταβληθούν στη διάρκεια ζωής του κτιρίου

- Περιορισμοί δεδομένων από τους κατασκευαστές υλικών  
Πολλές φορές οι κατασκευαστές δεν δίνουν δεδομένα για το συνολικό χρόνο ζωής των προϊόντων τους μια και αυτά εξαρτώνται από συνθήκες που δεν μπορούν να ελέγξουν.
- Χρονικοί περιορισμοί και περιορισμοί κόστους στη φάση σχεδιασμού. Μια Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής μπορεί να είναι πολύπλοκη και χρονοβόρα.

### Συμπερασματικά

#### Η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής

- Ⓢ είναι ιδανική για επενδύσεις σε κτίρια (κόστος επένδυσης μικρότερο από το ζωής).
  - Ⓢ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για αξιολόγηση κτιρίων ή για αξιολόγηση επιμέρους επενδύσεων.
  - Ⓢ Μπορεί να οδηγήσει στη βέλτιστη επιλογή με συνδυασμό οικονομικών κριτηρίων και κριτηρίων αποτελεσματικότητας
- Αλλά
- Ⓢ Απαιτεί δεδομένα που εμπεριέχουν μεγάλη αβεβαιότητα
  - Ⓢ Είναι χρονοβόρα και ακριβή

### 5.3 Φθαρμένα Ελαστικά

Σε όλο τον κόσμο κάθε χρόνο υπάρχουν τεράστιες ποσότητες φθαρμένων ελαστικών και η Νορβηγία δεν αποτελεί εξαίρεση. Μερικές περιοχές έχουν συστήματα που τα συλλέγουν και διαθέτουν, ανακυκλώνουν ,ή/και επαναχρησιμοποιούν τα ελαστικά, ενώ σε άλλα μέρη υπάρχει έλλειψη τέτοιων συστημάτων. Ανάλογα με το αν υπάρχει ένα τέτοιο σύστημα ή όχι, τα ελαστικά μπορεί να είναι είτε ένας χρήσιμος πόρος ή ένα σοβαρό πρόβλημα αποβλήτων.

Όταν τα ελαστικά αντιμετωπίζονται ως απόβλητα, τα προβλήματα οφείλονται στο γεγονός ότι τα ελαστικά είναι ογκώδη και δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να συμπιεστούν. Με τη σειρά του, αυτό δημιουργεί γόνιμο έδαφος για τα τρωκτικά και τα έντομα, ενώ ταυτόχρονα προκαλεί προβλήματα σταθερότητας για τους χώρους διάθεσης. Επίσης, η πιθανότητα πρόκλησης πυρκαγιών και περιβαλλοντικών κινδύνων κάνει τα ελαστικά ανεπιθύμητο υλικό για χώρους διάθεσης.

Η διάθεση των ελαστικών στο τέλος της ζωής τους, είναι σημαντική. Αυτή η μελέτη περίπτωσης διερευνά τι μπορεί να γίνει αν ένα σύστημα είναι ελλιπές, και είναι σε αναμονή ένας μεγάλος όγκος από ελαστικά. Η υπόθεση που παρουσιάζεται εδώ είναι μια αναδιατύπωση και επέκταση ενός σχεδίου που οι Randi Carlsen και Jon-Arve Røyset έκαναν κατά τη διάρκεια της άνοιξης του 2000 στο Πανεπιστήμιο του Όσλο στη Νορβηγία.

Υπάρχουν δύο χώροι διάθεσης για τα ανεπιθύμητα ελαστικά που βρίσκονται στην κομητεία του Ullensaker, στα βόρεια του Όσλο. Ο μεγαλύτερος είναι στο Østli, ο οποίος περιέχει περίπου 100.000 ελαστικά, ενώ ο χώρος στο Borgen είναι κάπως μικρότερος. Από το 1992, οι Αρχές του Ullensaker, το Statens Forurensingstilsyn (SFT), οι γαιοκτήμονες, η στρατιωτική βάση του Sessvollmoen και άλλες γειτονικές χώρες θέλησαν να αφαιρέσουν τα ελαστικά

(και άλλα απορρίμματα) από το Østli, αλλά χρειάστηκαν περίπου 10 χρόνια για να αφαιρεθούν.

Το ερώτημα ήταν τι πρέπει να γίνει σχετικά με το χώρο διάθεσης, και εάν τα ελαστικά αφαιρεθούν, ποιος θα ήταν ο καλύτερος τρόπος για την εξάλειψη τους από το Østli; Η επιλεγμένη προσέγγιση πρέπει να επιβαρύνει με την ελάχιστη δυνατή συνολική βλάβη για το περιβάλλον και την ενόχληση για τον άνθρωπο. Εξίσου σημαντικό είναι ότι η λύση πρέπει να είναι εξίσου αποτελεσματική από μακροοικονομικής άποψης. Λόγω της εν αναμονή της ιδιοκτησίας και των νομικών θεμάτων, η λύση πρέπει να σταθμιστεί με τις οικονομικές και περιβαλλοντικές πτυχές. Με άλλα λόγια, αυτή η υπόθεση είχε τρεις διαστάσεις

1. Οικονομική,
2. Περιβαλλοντική και
3. Νομική ,

Αυτή η μελέτη επικεντρώνεται στις οικονομικές πτυχές. Ο περιβαλλοντικός και νομικός παράγοντας περιλαμβάνονται μόνο στο βαθμό που έχουν οικονομικό αντίκτυπο.

Τα θέματα αυτά συζητήθηκαν διεξοδικά και έχουν βρεθεί πιθανές λύσεις στην έκθεση των Carlsen και Røyset. Στη συνέχεια θα το συζητήσουμε με περισσότερες λεπτομέρειες, αλλά πρώτα θα περιγράψει η ιστορία αυτού του έργου.

- ✓ Πρώτον, θα συζητήσουμε πώς μπορεί να εφαρμοστεί η προσέγγιση της παραδοσιακής κοστολόγησης του κύκλου ζωής (LCC). Θα περιλαμβάνει επίσης μια ανάλυση της αβεβαιότητας που χρησιμοποιούν οι κατανομές αβεβαιότητας και οι μέθοδοι Monte Carlo.

- ✓ Δεύτερον, πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προσέγγιση βάσει δραστηριοτήτων LCC.
- ✓ Τρίτον, μια συζήτηση της μελέτης περίπτωσης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το νόμισμα στη Νορβηγία είναι Norske κορώνες (NOK). Η συναλλαγματική ισοτιμία μεταξύ NOK και δολαρίων ΗΠΑ είναι περίπου 8:01 στη χρονική διάρκεια της μελέτης δηλαδή, 1 δολάριο ισούται με 8 NOK . Για να γίνει η ανάλυση ευκολότερη έχει αντικατασταθεί το NOK με USD (\$) χωρίς διόρθωση των διαφορών για την ισοτιμία και την αγοραστική δύναμη για να γίνουν κάποιες συγκρίσεις σε πραγματικό κόστος, τόσο οι συναλλαγματικές διαφορές, όσο και η αγοραστική δύναμη των διαφορών πρέπει να συμπεριληφθούν, αλλά αυτό δεν γίνεται εδώ επειδή αυτές διαφέρουν από χρόνο σε χρόνο.

Περιβαλλοντικά και νομικά ζητήματα της οικονομικής σημασίας θα εξηγηθούν όπου απαιτούνται καθώς προχωρά η μελέτη περίπτωσης. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει μια νομική διαφωνία σχετικά με το ποιος πρέπει να πληρώσει για τον καθαρισμό των χώρων. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται δεκτό ότι ο θα τα πληρώσει η Ullensaker. Οι εναλλακτικές λύσεις ως εκ τούτου διατυπώνονται από την προοπτική της Ullensaker.

### **Σχετικά με την απόφαση**

Αρκετές αποφάσεις πρέπει να ληφθούν σε αυτή την περίπτωση, ο αποφασίζον της Ullensaker πρέπει να εξετάζει τρεις πιθανές επιλογές.

- ❖ Η πρώτη είναι να συνεχίσει όπως πριν, δηλαδή, να μην κάνει τίποτα (**do nothing**). Αυτή η επιλογή, η οποία αποτελεί και τη βάση, συμβολίζεται ως Εναλλακτική 1. Αλλά ακριβώς επειδή δεν θα γίνει κάτι, αυτό δεν

σημαίνει δεν θα κινδυνεύει να συμβεί και τίποτα. Για παράδειγμα, τι θα γίνει αν τα ελαστικά να πιάσουν φωτιά, ή αν υπάρξει διαρροή τοξικών ουσιών στα υπόγεια ύδατα και τι θα γίνει αν συμβεί κάποιο ατύχημα, λόγω του γεγονότος ότι τα παιδιά συχνά παίζουν στη περιοχή; Μια φωτιά θα αυξήσει τον κίνδυνο των περιβαλλοντικών κινδύνων καθώς μια μεγάλη ποσότητα του μαύρου, τοξικού και ρυπογόνου καπνού και τέφρας θα κυκλοφορήσει κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς. Η ρύπανση θα αποτελούνται κυρίως από ουσίες όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), αιθάλη, το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), ουσίες που αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου. Εκτός αυτών των περιβαλλοντικών κινδύνων, ο καπνός μπορεί να κλείσει το αεροδρόμιο του κοντινού Όσλο έως ότου η φωτιά σβήσει. Το κλείσιμο του αεροδρομίου θα έχει σημαντικές οικονομικές συνέπειες. Τέλος, το καουτσούκ από τα λάστιχα είναι ένας πόρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αλλά στην Εναλλακτική λύση 1 είναι σπατάλη. Προφανώς, αν δεν κάνουμε τίποτα μπορεί να έχει σημαντικές αρνητικές συνέπειες. Από την άλλη τα έξοδα είναι λίγα και γνωστά, τουλάχιστον βραχυπρόθεσμα.

- ❖ Η δεύτερη επιλογή, Εναλλακτική λύση 2, είναι η **ανακύκλωση** των ελαστικών για να αξιοποιήσουν το καουτσούκ. Αυτή η εναλλακτική λύση περιλαμβάνει την αφαίρεση και τη μεταφορά των ελαστικών μακριά από τη σημερινή τους τοποθεσία, την αποστολή τους σε έναν ανακυκλωτή, ανακύκλωση του ελαστικού, και την εξάλειψη όλων των κινδύνων. Παρά το γεγονός ότι αυτή η επιλογή είναι πιθανώς η πιο δαπανηρή για το Ullensaker, είναι πιθανόν η καλύτερη επιλογή από μακροοικονομική άποψη.
- ❖ Η τρίτη επιλογή, Εναλλακτική λύση 3, είναι να βάλει τα ελαστικά **σε σωστό χώρο**. Αυτό είναι ουσιαστικά το ίδιο με Εναλλακτική 2, εκτός από

ότι τα ελαστικά μεταφέρονται σε κατάλληλο χώρο όπου ελέγχονται οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι και οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς μετριάζονται. Ο ενδεχόμενος κίνδυνος να τερματιστεί η λειτουργία του Διεθνές Αεροδρομίου του Όσλο έχει πρακτικά εξαλειφθεί ωστόσο, το καουτσούκ εξακολουθεί να είναι σπατάλη και τα νομικά ζητήματα παραμένουν. Η Εναλλακτική λύση 3 μπορεί, στην πραγματικότητα, να αποδειχθεί μη βιώσιμη λόγω των νομικών ζητημάτων.

Οι τρεις επιλογές συνοψίζονται στον πίνακα παρακάτω, ο οποίος απαριθμεί δυνατά και αδύνατα σημεία, ευκαιρίες που μπορεί να γίνουν μελλοντικά πλεονεκτήματα, ενώ και απειλές που είναι δυνητικά προβλήματα που μπορεί να ακολουθήσουν κάθε επιλογή.

Βλέπουμε ότι η Εναλλακτική λύση 2 είναι η καλύτερη από τη σκοπιά της διαχείρισης κινδύνου επειδή οι κίνδυνοι εξαλείφονται, ενώ η εναλλακτική λύση 3 είναι βασικά μια σημαντική διοικητική άσκηση κινδύνου. Το do nothing έχει δυνητικά μεγάλη ευθύνη, αλλά δεν κοστίζει τίποτα αυτή τη στιγμή. Έτσι, το Ullensaker βρίσκεται αντιμέτωπο με μια κλασική επιλογή μεταξύ των βραχυπρόθεσμων δαπανών και μακροπρόθεσμων οφελών.



ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕ Σ	ΔΥΝΑΜΕΙΣ	ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ	ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ
<b>Do nothing</b>	Εξοικονόμηση χρημάτων βραχυπρόθεσμα	Ένας πόρος σπαταλιέται Ο χώρος είναι παράνομος		Περιβαλλοντολο γικοί κίνδυνοι Κίνδυνος να κλείσει το αεροδρόμιο Oslo Gardermoen
<b>Ανακύκλωση</b>	Όλοι οι κίνδυνοι έχουν επαλειφθεί	Ίσως αποδειχθεί κοστοβόρα για το Ullensaker	Συνολικά μακροοικονομικά οφέλη από την ανακύκλωση ελαστικών	Έλλειψη χρηματοδότησης
<b>Κατάλληλη διάθεση ελαστικών</b>	Εμποδίζονται οι περιβαντολογικοί κίνδυνοι Μετριάζεται ο αντίκτυπος της πυρκαγιάς Εξαλείφεται ο κίνδυνος να κλείσει το αεροδρόμιο Oslo Gardermoen	Ένας πόρος σπαταλιέται		Εμποδίζονται οι κίνδυνοι αλλά δεν εξαλείφονται Πιθανά νομικά προβλήματα ίσως καθιστούν την εναλλακτική ανέφικτη Έλλειψη χρηματοδότησης

Πίνακας 3: SWOT ανάλυση εναλλακτικών

## Παραδοσιακή προσέγγιση LCC

Στη παραδοσιακή προσέγγιση LCC για τη λήψη αποφάσεων σε προβλήματα αυτού του είδους ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1. εντοπίζονται όλα τα στοιχεία κόστους και εσόδων που συνδέονται με την κάθε επιλογή.

2. Αναγνωρίζονται πιθανοί κίνδυνοι και βρίσκεται ένας κατάλληλος συντελεστής προεξόφλησης και χρονικός ορίζοντας.

Η συνολική οικονομική απόδοση υπολογίζεται ως Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV).

Για να βρεθεί η καλύτερη εναλλακτική λύση, γίνεται ανάλυση αβεβαιότητας, και να διερευνηθεί ποια αξία μπορεί να προσφέρει στην λήψη αποφάσεων. Αλλά πρώτα θα πρέπει να διευκρινιστεί ποια προοπτική χρησιμοποιούμε, οι δαπάνες και τα έσοδα είναι όλα μόνο θέμα της προοπτικής σε μια αλυσίδα αξίας. Έχει επιλέγει να γίνει η ανάλυση από την προοπτική του Ullensaker. Επίσης, περιλαμβάνονται κόστος, εκτός του Ullensaker, αλλά για τα οποία μπορεί να υποστηριχθεί ότι ευθύνεται το Ullensaker. Αυτά περιλαμβάνουν το κόστος που μπορεί να σχετίζεται με τα ατυχήματα και το κλείσιμο του Διεθνούς Αεροδρομίου του Όσλο.

### **Εναλλακτική 1: Do nothing**

Αν δεν γίνει τίποτα, 100.000 ελαστικά θα συνεχίσουν να βρίσκονται περίπου 20 χρόνια από τώρα. Αυτό θα έχει τρεις συνέπειες:

- ✘ ατυχήματα,
- ✘ πυρκαγιές, και
- ✘ περιβαλλοντικά προβλήματα.

Αυτές οι τρεις κατηγορίες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το πιθανό μελλοντικό κόστος αναλύονται διεξοδικότερα στη συνέχεια.

### **Πιθανό κόστος ατυχημάτων**

Ένα βουνό παλαιών ελαστικών είναι συχνά μια ενδιαφέρουσα παιδική χαρά για τα παιδιά, αλλά η εγγενή αστάθεια των ελαστικών μπορεί να προκαλέσει

ατυχήματα, ακόμα και θανατηφόρα. Ακόμα κι αν αυτό μπορεί να ακούγεται απαίσιο, σε ένα LCC πρέπει να ποσοτικοποιηθεί το κόστος.

Ιδιαίτερα τα παιδιά ηλικίας μεταξύ 7 και 15 μπορούν να βρουν αυτό το χώρο ενδιαφέρον. Η γειτονιά έχει περίπου 35 παιδιά αυτής της ηλικιακής ομάδας. Παρά το γεγονός ότι τα παιδιά δεν γνωρίζουν όλους τους κινδύνους που διατρέχουν, γνωρίζουν ότι πρέπει να είναι προσεκτικά στην χωματερή. Τα ατυχήματα που μπορεί να λάβουν χώρα είναι επομένως λιγότερο επικίνδυνα. Το κόστος των ατυχημάτων αυτών είναι δύσκολο να αξιολογηθεί επειδή εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το είδος του ατυχήματος.

Κατά την εκτίμηση του κόστους, περιοριζόμαστε σε θανατηφόρα ατυχήματα. Για να υπολογιστεί το κόστος μιας χαμένης ζωής, πρέπει να εισαχθεί η έννοια της στατιστικής ζωής.

Σύμφωνα με τον Schelling, «Δεν είναι η αξία της ανθρώπινης ζωής αλλά η διάσωσή της, για την πρόληψη του θανάτου». Και δεν είναι ένας συγκεκριμένος θάνατος, αλλά ένας στατιστικός θάνατος. Στη Νορβηγία, το Elvik έχει υπολογίσει την αξία μιας στατιστικής ζωής σε σχέση με θανάτους από τροχαία ατυχήματα να είναι 10 εκατομμύρια δολάρια και χρησιμοποιούμε τον ίδιο αριθμό αλλά πρέπει να εκτιμηθεί η πιθανότητα εμφάνισης από μια ζωή που χάνεται, επίσης. Σύμφωνα με τον Stale Navrud, η πιθανότητα μπορεί να υπολογιστεί περίπου 0,1 τοις εκατό ή 1 θάνατο σε 1.000 ζωές.

Για να εκτιμηθεί το κόστος της απώλειας μιας στατιστικής ζωής, πολλαπλασιάστε απλά την αξία μιας στατιστικής ζωής με την πιθανότητα της εμφάνισης, η οποία αποφέρει \$ 10.000. Αυτό που ουσιαστικά έχουν κάνει είναι υπολογισμό του μελλοντικής χρηματική αξία (EMV) της ζωής και στη συνέχεια εξηγούν ότι η απώλεια της ζωής, θα εμφανιστούν σε 1 στους 1.000 φορές.

## Του πιθανού κόστους από πυρκαγιές

Όποιος έχει δει μια πυρκαγιά ελαστικών δεν θα ξεχάσει ποτέ τον πολύ παχύ και μαύρο καπνό το ίδιο και οι κάτοικοι κοντά στο Østli κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς του 1995, όταν 20.000 έως 30.000 ελαστικά κάηκαν. Ευτυχώς, λόγω της ταχείας αντίδρασης η φωτιά περιορίστηκε και έσβησε μετά από μόνο πέντε ώρες. Η φωτιά, ωστόσο, κατάφερε να αναζωπυρωθεί δύο φορές κατά τη διάρκεια της εβδομάδας που ακολούθησε. Το κόστος των εργασιών αυτών ανήλθε σε 208.000 δολάρια, αλλά υπήρξαν επίσης κόστη που δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν ποσοτικά, όπως το κόστος ταλαιπωρίας για όλους τους κατοίκους και τις επιχειρήσεις της περιοχής. Στη μελέτη αυτή, οι δαπάνες αυτές αγνοούνται κατά τον υπολογισμό αλλά αναγνωρίζονται. Η εκτίμηση του κόστους μας λοιπόν είναι ελαφρώς αισιόδοξη.

Αν υποθέσουμε ότι οι πυρκαγιές στο μέλλον θα εμφανίζονται τόσο συχνά όσο στο παρελθόν, μπορούμε να πούμε ότι θα εμφανίζεται 1 στα 20 χρόνια. Με άλλα λόγια, υπάρχει ένα 5% πιθανότητα πυρκαγιάς. Αν χρησιμοποιούμε την έννοια EMV όπως και πριν, διαπιστώνουμε ότι το ετήσιο κόστος είναι 5% των \$ 208.000, ή \$ 10.400. Σήμερα, ωστόσο, το κόστος αναμένεται να είναι πολύ υψηλότερο, επειδή το 1996 το νέο διεθνές αεροδρόμιο της Νορβηγίας άνοιξε μόλις λίγα μίλια μακριά. Στο Όσλο το Διεθνές Αεροδρόμιο, έχει περίπου 300 αφίξεις και αναχωρήσεις κάθε μέρα. Εάν μια πυρκαγιά, όπως αυτή λάβει χώρα σήμερα, είναι σχεδόν εγγυημένο ότι η εναέρια κυκλοφορία θα επηρεαστεί. Το πόσο η εναέρια κυκλοφορία θα επηρεαστεί είναι πολύ δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί, δεδομένου ότι εξαρτάται σημαντικά από τις καιρικές συνθήκες και την ώρα της ημέρας και εβδομάδας. Όμως, στη χειρότερη περίπτωση θα ήταν ένα πλήρες κλείσιμο, κάτι που θα κόστιζε στις αεροπορικές εταιρείες περίπου 180 εκατομμύρια δολάρια ανά ημέρα σύμφωνα με τον

ελεγκτή εναέριας κυκλοφορίας στο Όσλο. Μετεωρολογικά δελτία από το Det Norske Meteorologiske Institutt (το νορβηγικό μετεωρολογικό ινστιτούτο) δείχνουν ότι ο καιρός πιθανό δεν είναι κατάλληλος το 20 % του χρόνου.

Αν συνδυάσουμε την πιθανότητα καιρού με την πιθανότητα πυρκαγιάς, βλέπουμε ότι υπάρχει το 1% πιθανότητα των πυρκαγιών που θα επηρεάσουν σημαντικά το αεροδρόμιο (κλείσιμο). Αυτό δίνει μια EMV των 1,8 εκατ. δολαρίων. Η συνολική EMV είναι απλώς το άθροισμα των παραπάνω EMVs, ή \$1.810.400.

### **Πιθανό κόστος άλλων περιβαλλοντικών προβλημάτων**

Μερικά από τα προφανή προβλήματα είναι ότι ο χώρος διάθεσης των ελαστικών είναι άσχημος, μειώνει την αξία των γύρω φυσικών οικοτόπων καθώς και των οικιστικών περιοχών, και μπορεί να αποτελέσει πηγή ατυχημάτων και πυρκαγιών. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές άλλες περιβαλλοντικές πτυχές από το βουνό των παλαιών ελαστικών.

Από τη στιγμή που δεν υπάρχουν συγκρίσιμα στοιχεία για το κόστος διάθεσης στη Νορβηγία, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα στοιχεία που βρέθηκαν σε μια μελέτη που έγινε στην πολιτεία της Καλιφόρνιας. Στην εν λόγω έκθεση, εκτιμάται ότι κοστίζει περίπου \$ 2,50 έως \$ 3,00 ανά ελαστικό ανά έτος για τη διάθεση σε χαμηλού επιπέδου καταλληλότητας τοποθεσίες (χωρίς περίφραξη, χωρίς την απομάκρυνση των λυμάτων, και ούτω καθεξής). Αυτό σημαίνει ότι τα 100.000 ελαστικά του Østli επιβαρύνονται με κόστος περίπου 250.000 δολάρια ετησίως. Αυτό είναι πιθανώς μία χαμηλή εκτίμηση, αφού οι καιρικές συνθήκες στην Καλιφόρνια είναι πολύ πιο ευνοϊκές από ότι στη Νορβηγία. Επιπλέον η έλλειψη της απομάκρυνσης των λυμάτων και οι πιθανές επιπτώσεις στον υδροφόρο ορίζοντα στη Νορβηγία.

## Εξοικονόμηση κόστους

Αν επιλέξουμε το do nothing έχουμε εξοικονομήσει το κόστος. Αυτές αφορούν κυρίως δύο θέματα:

- a. αφαίρεση των ελαστικών και ανακύκλωσή τους, και
- b. καθαρισμό του εδάφους, όπου τα ελαστικά καίγονται.

Για την αφαίρεση των ελαστικών, ψάχνουμε το λιγότερο δαπανηρό σενάριο. Περιλαμβάνει την καταβολή μιας τοπικής αθλητικής λέσχης \$40.000 για τη φόρτωση των ελαστικών σε φορτηγά και στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας τους στρατιώτες για τη μεταφορά των ελαστικών σε ανακυκλωτήρα. Ο λόγος που πιστεύουμε ότι τα ελαστικά θα πρέπει να ανακυκλωθούν κάποια στιγμή στο μέλλον, ως συνέπεια να καθυστερήσει η απόφαση τώρα, είναι ότι οι σημερινές τάσεις, οι οποίες αυξάνονται μέρα με τη μέρα, δείχνουν ότι στο μέλλον η ανακύκλωση θα είναι πιο σημαντική από ό, τι είναι σήμερα. Επιπλέον, η Νορβηγία έχει πολλούς περιορισμούς για τη διάθεση των ελαστικών σε χώρους αποβλήτων.

Οι στρατιώτες έρχονται από το Major Øyamo του νορβηγικού στρατού, που προσφέρθηκαν να τα μεταφέρουν ως μέρος της εκπαίδευσης των νεοσύλλεκτων. Η αξία αυτής της προσφοράς είναι περίπου \$ 60.000. Εάν το Ullensaker δεν δράσει τώρα, μπορεί να χάσει αυτήν την ευκαιρία.

Η τιμή της ανακύκλωσης στο Moreppen εξαρτάται από το αν τα ελαστικά καθαρίζονται ή όχι. Τα καθαρά ελαστικά έχουν κόστος 1.180 δολάρια ανά μετρικό τόνο, ενώ τα ελαστικά που πρέπει επίσης να καθαριστούν κοστίζουν 1.400 δολάρια ανά μετρικό τόνο. Περίπου, 125 ελαστικά είναι σε ένα μετρικό τόνο, και αν υποθέτουμε ότι το 10% των ελαστικών χρειάζονται καθαρισμό, το

συνολικό κόστος της ανακύκλωσης των ελαστικά ανέρχεται σε 965.000 δολάρια.

Μετά την πυρκαγιά το 1995, το χώμα είχε έντονη ρύπανση, και αυτό πρέπει να καθαριστεί. Η Deconterra, μια τοπική εταιρεία που καθαρίζει το έδαφος, κοστολογεί \$600 ανά μετρικό τόνο για τον καθαρισμό του εδάφους. Σύμφωνα με τον Major Oyamo, η καμένη έκταση είναι περίπου 25\*25\*1,5 μέτρα, ή 1.700 μετρικούς τόνους. Το συνολικό κόστος καθαρισμού θα είναι συνεπώς περίπου 1.020.000 δολάρια.

### **LCC Υπολογισμός**

Εάν συλλεχθούν οι πληροφορίες θα έχουμε τα ακόλουθα έξοδα και εξοικονόμηση όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Βλέπουμε ότι το περιθώριο είναι αρνητικό όλα αυτά τα χρόνια, το οποίο σημαίνει ότι αυτή η εναλλακτική λύση δεν είναι μια καλή ιδέα από οικονομική άποψη. Ακόμη και αν αγνοήσουμε το γεγονός ότι το Διεθνές Αεροδρόμιο του Όσλο μπορεί να πληγεί σοβαρά από πυρκαγιές, το άθροισμα των ετήσιων περιθωρίων θα εξακολουθεί να είναι αρνητικό. Όμως, λόγω της αρχής ότι είναι καλύτερο να κερδίσουν ένα δολάριο σήμερα από ένα αύριο, θα πρέπει επίσης να υπολογίσουμε την ΚΠΑ.

Παραδοσιακά, θα υπολογιστεί η καθαρή παρούσα αξία, παρά το γεγονός ότι η ιδέα πίσω από αυτή είναι η προεξόφληση στο μέλλον, μια προσέγγιση που δεν είναι συμβατή με τη βιώσιμη ανάπτυξη και με τις ιδέες της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα όταν οι φορείς λήψης αποφάσεων, οι πολιτικοί και οι δημόσιοι υπάλληλοι, επειδή είναι εξ ορισμού υπηρέτες του

λαού, αλλά και των μελλοντικών γενιών. Σε κάθε περίπτωση, για να υπολογιστεί η ΚΠΑ θα πρέπει να εξευρεθεί ένας παράγοντας προεξόφλησης.

Όταν ο λαμβάνον τις αποφάσεις είναι ένας δημόσιος οργανισμός, μπορεί να λειτουργεί σύμφωνα με τις λογιστικές αρχές, για παράδειγμα, να αγνοήσουμε τις αποσβέσεις όλα είναι καθαρά δαπανών. Υπό το πρίσμα αυτό, ο χρόνος – η αξία του χρήματος δεν έχει κανένα νόημα γιατί είναι μόνο το παρόν που μετράει. Ο συντελεστής προεξόφλησης θα πρέπει να είναι 0 τοις εκατό, αλλά δεν είναι αυτό που συνήθως κάνει. Παραδοσιακά, ο συντελεστής προεξόφλησης ορίζεται ως με ένα επιτόκιο της αγοράς, σαν να επενδύουν στην αγορά μια εναλλακτική επιλογή για την λήψη της απόφασης, η οποία δεν γίνεται στο δημόσιο τομέα. Στο έργο των Carlsen και Røyset επέλεξε αυτό να είναι 6%. Με συντελεστή προεξόφλησης 6%, η καθαρή παρούσα αξία \$ 23.200.000.

Με άλλα λόγια, τα οικονομικά του να επιλέξουν το do nothing είναι ιδιαίτερα αρνητικά σχεδόν ανεξάρτητα από το ποιος παράγοντας προεξόφλησης θα επιλεγεί. Στην πραγματικότητα, ή δη κατά το πρώτο έτος, το ετήσιο περιθώριο είναι αρνητικό (βλ. Πίνακα 4). Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στον κίνδυνο να τερματιστεί η λειτουργία του Διεθνούς Αεροδρομίου του Όσλο. Ωστόσο, αν ο κίνδυνος αγνοηθεί, το ΚΠΑ θα εξακολουθεί να είναι αρνητική (-\$1300000) κατά τη διάρκεια της περιόδου. Έτσι, το do nothing είναι ολοκληρωτικά αντιοικονομική απόφαση. Επιπλέον η πιθανή απώλεια ανθρώπινων ζώων, η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς και μια απώλεια στην αξία των ακινήτων.

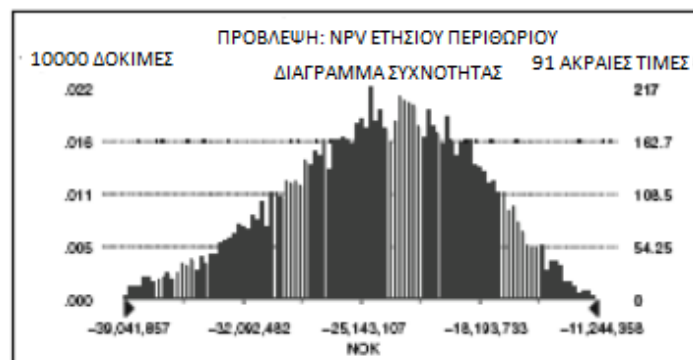


ΕΤΗΣΙΟΣ ΚΟΣΤΟΣ	1 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	2 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	.....	20 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	NPV (6 %)
ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	10.000	10.000		10.000	200.000	121.581
ΦΩΤΙΑ, ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	1.800.000	1.800.000		1.800.000	36.000.000	21.884.610
ΦΩΤΙΑ, ΠΛΗΡΩΜΑ	10.400	10.400		10.400	208.000	126.444
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	250.000	250.000		250.000	5.000.000	3.039.529
ΜΗ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ	60.000				60.000	60.000
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b>	<b>2.130.400</b>	<b>2.070.400</b>		<b>2.070.400</b>	<b>41.468.000</b>	<b>25.232.164</b>
ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗ			.....			
ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ	40.000				40.000	40.000
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ	965.000				965.000	965.000
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΛΑΦΟΥ	1.020.000				1.020.000	1.020.000
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗ</b>	<b>2.025.000</b>				<b>2.025.000</b>	<b>2.025.000</b>
<b>ΕΤΗΣΙΟ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ</b>	<b>-105.400</b>	<b>-</b>	<b>...</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
		<b>2.070.400</b>		<b>2.070.400</b>	<b>39.443.000</b>	<b>23.207.164</b>

Πίνακας 4: Κόστος, Αποταμίευση, NPV Εναλλακτικής 1

Το επόμενο βήμα στην ανάλυση είναι να συμπεριληφθεί η αβεβαιότητα και να εκτελεστεί ανάλυση ευαισθησίας. Παραδοσιακά, οι τιμές των συντελεστών προεξόφλησης και ορισμένοι άλλοι καίριοι παράμετροι έχουν αλλάξει συστηματικά, και οι αλλαγές στο αποτέλεσμα, στο ΚΠΑ σε αυτή τη περίπτωση, καταγράφονται χειροκίνητα. Εδώ έχει επιλεγεί μια πιο αποτελεσματική λύση από τη προσομοίωση Monte Carlo. Το ΚΠΑ με τη σχετική αβεβαιότητα φαίνεται στο Διάγραμμα 20. Η επιλογή είναι σαφής: Κάτι πρέπει να γίνει. Στη χειρότερη περίπτωση, να μην κάνουμε τίποτα μπορεί να προκαλέσει ένα κόστος

πιθανώς μέχρι και \$ 39 εκατ. ευρώ, αλλά πιο πιθανό \$25.100.000, ή στο Ullensaker μπορούν να ελπίζουν ότι το κόστος θα φτάσει τα 11,2εκατομμύρια δολάρια. Σε κάθε περίπτωση, η ΚΠΑ είναι πολύ αρνητική. Αυτό που είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί είναι ότι η ντετερμινιστική ΚΠΑ των \$23.200.000 είναι υψηλότερη από τη μέση της προσομοίωσης Monte Carlo (-\$25.100.000 ). Αυτό δείχνει ότι η αβεβαιότητα έχει πιθανότατα ένα μειονέκτημα. Με άλλα λόγια, η αβεβαιότητα είναι γενικά δυσμενής .Ως εκ τούτου, είναι πιο επικίνδυνο να μην ενεργήσει.



Διάγραμμα 20: NPV Ετήσιου περιθωρίου

## Εναλλακτική 2: Ανακύκλωση

Εάν το Ullensaker επιλέξει να ανακυκλώσει τα ελαστικά, όλα τα στοιχεία δαπανών και αποταμίευσης είναι στην πραγματικότητα τα ίδια με πριν. Εμφανίζονται διαφορετικά στην ισορροπία, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.Ο λόγος που Πίνακας 6.3 είναι σχεδόν σαν μια αρνητική εικόνα του πίνακα 2, ότι η βασική γραμμή στην Εναλλακτική λύση 1 είναι η ανακύκλωση, λόγω της πιθανότητας να γίνει ανακύκλωση και γίνεται η πιο εφικτή εναλλακτική λύση για κάποια στιγμή στο μέλλον. Η μεγαλύτερη διαφορά είναι επομένως ότι η

ανακύκλωση αποβάλλει πολλά πιθανά στοιχεία του παθητικού και ότι κάνει την ανακύκλωση μια πολύ οικονομικά υγιή εναλλακτική λύση με μια κατ' εκτίμηση καθαρή παρούσα αξία \$23,2 εκατομμυρίων. Εάν σκεφτόμαστε για την σχετική αβεβαιότητα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το σχήμα 6.1 και να αφαιρέσουμε απλά τις αρνητικές τιμές.

ΕΤΗΣΙΟΣ ΚΟΣΤΟΣ	1 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	2 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	.....	20 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	NPV (6 %)
ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ	40.000				40.000	40.000
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ	965.000				965.000	965.000
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΛΑΦΟΥ	1.020.000				1.020.000	1.020.000
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b>	<b>2.025.000</b>				<b>2.025.000</b>	<b>2.025.000</b>
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗ</b>						
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ	10.000				60.000	60.000
ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	1.800.000	10.000		10.000	200.000	121.581
ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΦΩΤΙΑΣ, ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	10.400	1.800.000		1.800.000	36.000.000	21.884.610
ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΦΩΤΙΑΣ, ΠΛΗΡΩΜΑ	250.000	10.400		10.400	208.000	126.444
ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	60.000	250.000		250.000	5.000.000	3.039.529
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗ</b>	<b>2.130.400</b>	<b>2.070.400</b>		<b>2.070.400</b>	<b>41.468.000</b>	<b>25.232.164</b>
<b>ΕΤΗΣΙΟ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ</b>	<b>105.400</b>	<b>2.070.400</b>	<b>....</b>	<b>2.070.400</b>	<b>39.443.000</b>	<b>23.207.164</b>

Πίνακας 5: Κόστος, Αποταμίευση, NPV Εναλλακτικής 2

### Εναλλακτική 3: Η κατάλληλη τοποθέτηση

Η εναλλακτική 3 είναι η μόνη επιλογή που είναι πραγματικά διαφορετική από την άποψη του κόστους και της εξοικονόμησης. Παρά το γεγονός ότι πολλές από τις δαπάνες και την εξοικονόμηση θα είναι όπως πριν, εμφανίζονται κάποια μοναδικά στοιχεία. Όχι μακριά από το χώρο τοποθέτησης των ελαστικών, είναι ένας υψηλών προδιαγραφών χώρος της διαχείρισης των αποβλήτων που ονομάζεται Dal Skog, αλλά περιπλέκει την κατάσταση ότι αυτός ο χώρος δεν δέχεται τα ελαστικά, λόγω των κανονισμών. Αυτό δεν είναι το τέλος, όμως, γιατί αν το Ullensaker υποβάλλει αίτηση για τη χορήγηση μιας άδειας και πάρει μια θετική απάντηση, η Dal Skog έχει συμφωνήσει να αποδεχθεί τα ελαστικά. Ωστόσο, η πιθανότητα μιας θετικής απάντησης είναι μικρή, επειδή σε παρόμοιες περιπτώσεις ήταν πολύ περιοριστικές. Για παράδειγμα, όταν ο HITRA έκανε αίτηση για την τοποθέτηση 1.700 ελαστικών, αρνήθηκαν την άδεια. Ωστόσο, εάν μια τέτοια άδεια χορηγηθεί στο Ullensaker, η Dal Skog θα δέχεται όλα τα ελαστικά με κόστος 850.000 δολάρια.

Το κόστος αυτό, ωστόσο, είναι πιθανώς πολύ χαμηλό σε σχέση με το πραγματικό κόστος της Dal Skog επειδή το κόστος για την τοποθέτηση των ελαστικών είναι δύο έως τρεις φορές υψηλότερη από την τοποθέτηση των άλλων αστικών αποβλήτων. Με άλλα λόγια, η Dal Skog επιδοτεί το Ullensaker γιατί απλά δεν τον χρεώνει για το κόστος των υπηρεσιών. Το πιο πιθανό είναι ότι η Dal Skog δεν θα λάβει υπόψη της το συνολικό κόστος.

Επειδή η Dal Skog έχει υψηλές προδιαγραφές, το περιβαλλοντικό κόστος της τοποθέτησης των ελαστικών θα είναι χαμηλότερο από την τρέχουσα θέση της. Οι χώροι αυτοί έχουν κατ' εκτίμηση περιβαλλοντικό κόστος των \$ 0,60 ανά ελαστικό ανά έτος. Αυτό συνεπάγεται ετήσιο κόστος των \$ 60.000, το οποίο

είναι σημαντικά μικρότερο από το ετήσιο κόστος των 250.000 δολαρίων που έχει η Østli. Ως εκ τούτου, από τη κοινωνική προοπτική, έχει περισσότερο νόημα να χειριστεί η DalSkog τα ελαστικά παρά η Østli. Έτσι, παίρνουμε το κόστος και την εξοικονόμηση πόρων για αυτή την εναλλακτική λύση, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 4.

ΕΤΗΣΙΟΣ ΚΟΣΤΟΣ	1 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	2 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	.....	20 <sup>ος</sup> ΧΡΟΝΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	NPV (6 %)
<b>ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ</b>	40.000				40.000	40.000
<b>ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ</b>	850.000				850.000	850.000
<b>ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΟΥ</b>	1.020.000				1.020.000	1.020.000
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΤΗΣΙΑ</b>	<b>1.910.000</b>				<b>1.910.000</b>	<b>1.910.000</b>
<b>ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗ</b>						
<b>ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ</b>	60.000				60.000	60.000
<b>ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ</b>	10.000	10.000		10.000	200.000	121.581
<b>ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΦΩΤΙΑΣ, ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ</b>	1.800.000	1.800.000		1.800.000	36.000.000	21.884.610
<b>ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΦΩΤΙΑΣ, ΠΛΗΡΩΜΑ</b>	10.400	10.400		10.400	208.000	126.444
<b>ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ</b>	250.000	250.000		250.000	5.000.000	3.039.529
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗ</b>	<b>2.130.400</b>	2.070.400		2.070.400	41.468.000	25.232.164
<b>ΕΤΗΣΙΟ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ</b>	220.400	2.070.400	....	2.070.400	39.558.000	23.322.164

Πίνακας 6: Κόστος, Αποταμίευση, NPV Εναλλακτικής 3

Βλέπουμε ότι η γενική εικόνα είναι αρκετά παρόμοια με το σενάριο της ανακύκλωσης. Η μεγαλύτερη διαφορά είναι ότι η τοποθέτηση των ελαστικών είναι λιγότερο δαπανηρή για το Ullensaker παρά η ανακύκλωσή τους. Η καθαρή τρέχουσα αξία της Εναλλακτικής 3 είναι κατά συνέπεια πιο οικονομική από ότι η εναλλακτική λύση 23,3 εκατομμύρια δολάρια έναντι 23,2 εκατομμυρίων δολαρίων, αντίστοιχα.

Κατά τρόπο ενδιαφέροντα, αυτό είναι μια άμεση συνέπεια του γεγονότος ότι η DAL Skog τιμολογεί τις υπηρεσίες της πάρα πολύ χαμηλά. Εάν η DAL Skog χρεώθηκε \$2 εκατομμύρια, τα οποία πιθανώς απεικονίζουν καλύτερα το πραγματικό κόστος, θα αντιστρέψει την κατάσταση. Αυτό επεξηγεί σαφώς τους κινδύνους των επιχορηγήσεων όσον αφορά την επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Όπως τονίζεται σε πολυάριθμες δημοσιεύσεις, αυτό δεν αποτελεί εξαίρεση, είναι μάλλον ο κανόνας στον κόσμο σήμερα. Από αυτό καταλαβαίνουμε ότι η LCC ως έννοια μπορεί να κρατήσει την μεγάλη υπόσχεση σε σχέση με τη διαχείριση του περιβάλλοντος καθώς και στη διαχείριση του κόστους.

Η προτιμώμενη εναλλακτική λύση για το Ullensaker είναι ωστόσο η εναλλακτική 3, την τοποθέτηση των ελαστικών στη Dal Skog. Όμως, λόγω των κανονιστικών περιορισμών που επιβάλλονται, είναι μια απίθανη επιλογή. Επίσης, γνωρίζοντας ότι η Dal Skog, μια εταιρεία που η περιοχή Ullensaker είναι συνιδιοκτήτρια με άλλες χώρες στην περιοχή, έχει πολύ χαμηλή τιμή, η συνολική καλύτερη επιλογή για την περιοχή Ullensaker είναι αναμφίβολα η ανακύκλωση των ελαστικών.

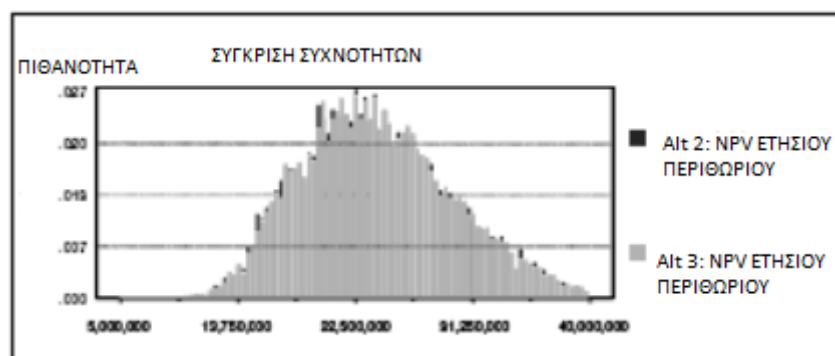
Συμπεραίνουμε ότι δεν είναι η οικονομική απόδοση αυτών των δύο εναλλακτικών λύσεων που κάνει τη διαφορά για την περιοχή Ullensaker, αλλά τα νομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα, και η ανακύκλωση έχει τα καλύτερα

αποτελέσματα και στα δύο. Κατά συνέπεια, η ανακύκλωση είναι η προτιμημένη εναλλακτική λύση.

### **Ανάλυση της αβεβαιότητας της προτεινόμενης Εναλλακτικής**

Κοιτάζοντας 20 χρόνια μπροστά υπολογίζοντας, βέβαια, κάποια αβεβαιότητα, γίνεται ποσοτικοποίηση πολλών και διάφορων εκτιμήσεων του κόστους, όπως το κόστος των ατυχημάτων και πυρκαγιών και των αντίστοιχων πιθανοτήτων τους. Αυτό μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους.

Ξεκινάμε από την εκτέλεση μιας ανάλυσης αβεβαιότητας της εναλλακτικής λύσης 2 με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών σε παραδοσιακές προσεγγίσεις. Στη συνέχεια παίρνουμε το επόμενο βήμα των προσομοιώσεων Monte Carlo, και όπως φαίνεται, αυτός είναι ο σωστός τρόπος.

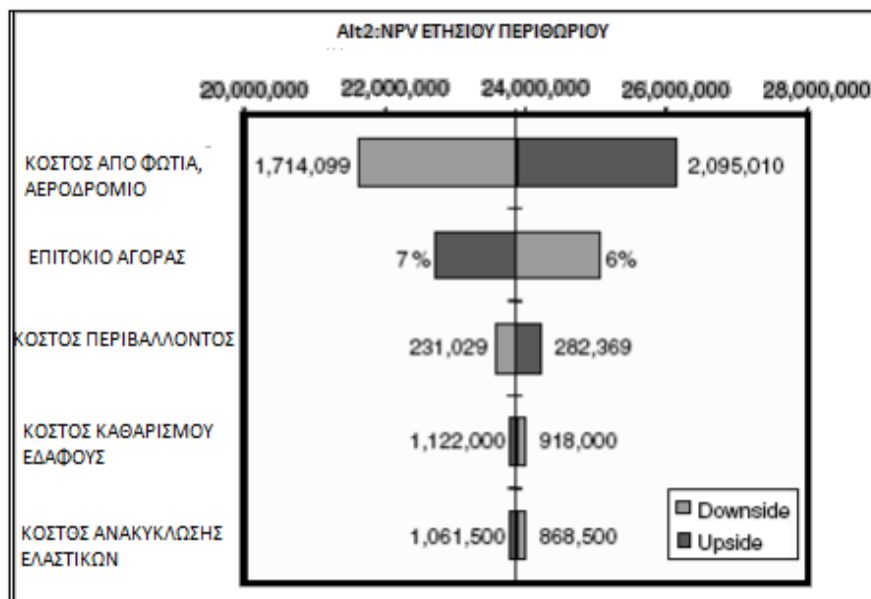


Διάγραμμα 21: NPV Περιθωρίου εναλλακτικών 2 και 3

### **Παραδοσιακή ανάλυση της αβεβαιότητας της εναλλακτικής λύσης 2**

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ένας τρόπος αντιμετώπισης της αβεβαιότητας είναι η χρησιμοποίηση της what-if τεχνικής. Η τεχνική αυτή είναι ειδικά προσαρμοσμένη στις αναλύσεις αβεβαιότητας / ευαισθησίας με το χέρι, αλλά οι υπολογιστές μπορούν σήμερα να το κάνουν με

απλό τρόπο. Οι θεμελιώδεις αδυναμίες της προσέγγισης όμως εξακολουθούν να υπάρχουν.



Διάγραμμα 22: NPV Ετήσιου Περιθωρίου Εναλλακτικής 2

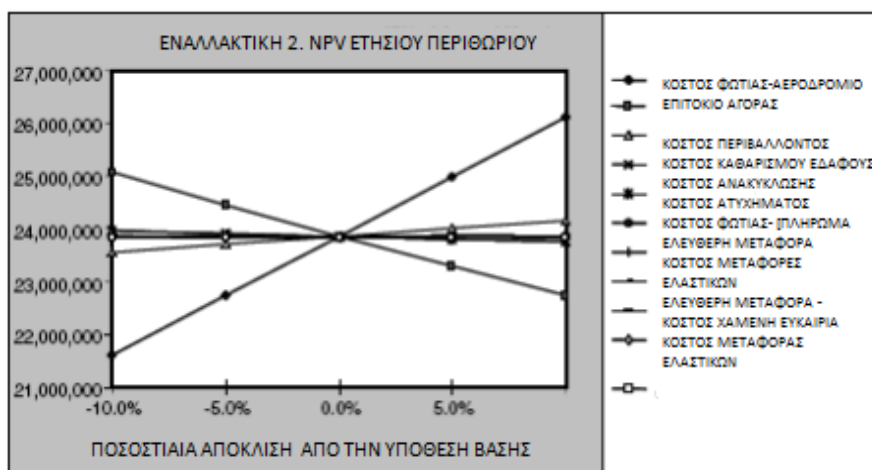
Μια ηλεκτρονική what-if ανάλυση της εναλλακτικής λύσης 2 μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας ένα tornado διάγραμμα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 21. Το συγκεκριμένο διάγραμμα tornado δημιουργείται με τη μεταβολή κάθε μεταβλητής μία προς μία κατά  $\pm 10\%$ , ceteris paribus. Βλέπουμε ότι η πιο σημαντική μεταβλητή είναι το κόστος που συνδέεται με τη φωτιά και τον αντίκτυπό της στο διεθνές αεροδρόμιο της πόλης Όσλο επειδή βρίσκεται στην κορυφή και έχει ευρύτερες μπάρες. Βλέπουμε επίσης ότι η αύξηση στη μεταβλητή αυτή έχει ανάποδα αποτελέσματα με σχέση με τις προβλεπόμενες μεταβλητές (εναλλακτική 2 ΚΠΑ της Ετήσιων Περιθωρίων). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αν το κόστος φωτιάς αποδειχθεί υψηλότερο από το αναμενόμενο, η περιοχή Ullensaker θα εξοικονομήσει περισσότερα χρήματα από το αναμενόμενο, επειδή αποφεύγεται το κόστος από την επιλογή της εναλλακτικής λύσης 2. Οι τιμές δίπλα στις μπάρες (όπως 2.095.010) είναι οι



μέγιστες τιμές που έλαβαν οι μεταβλητές όταν η πρόγνωση της μεταβλητής είχε μέγιστη αξία μεταξύ του  $\pm 10\%$  του εύρους διακύμανσης των κελιών.

Μπορούμε επίσης να δούμε ότι η ΚΠΑ είναι, όπως αναμενόταν, ευαίσθητη στο να επιλέξει παράγοντα προεξόφλησης, το επιτόκιο της αγοράς σε αυτή την περίπτωση. Εάν το επιτόκιο της αγοράς γίνεται 7%, η αντίστοιχη ΚΠΑ είναι περίπου 21.500.000 δολαρίων.

Το πλεονέκτημα του διαγράμματος tornado είναι ότι μπορεί να δώσει σαφείς απαντήσεις στα ερωτήματα σχετικά με το πόσο οι προβλεπόμενες μεταβλητές θα αλλάξουν ως συνέπεια μιας αλλαγής σε μια μεταβλητή εισόδου. Αυτή είναι, δυστυχώς, μια παραπλανητική ερώτηση επειδή βασίζεται στην υπόθεση ότι όλα τα άλλα παραμένουν σταθερά, από την δοκιμή μια-προς-μία μεταβλητή, οι αλληλεπιδράσεις αγνοούνται. Επιπλέον, η προσέγγιση είναι ευαίσθητη στο βασικό σενάριο, δηλαδή, τις αξίες που τέθηκαν στο υπολογιστικό φύλλο αρχικά. Έτσι ακόμα κι αν το διάγραμμα tornado είναι ένα δελεαστικό εργαλείο, είναι παραπλανητικό εάν στηρίζεται σε υπερβολικό βαθμό στους αριθμούς του. Έτσι, θα την εφαρμοστεί μόνο σε ειδικές περιπτώσεις.



Διάγραμμα 23: NPV Ετήσιου Περιθωρίου Εναλλακτικής 2

Ένας άλλος τρόπος παρουσίασης ουσιαστικά των ίδιων πληροφοριών είναι το γράφημα spider που φαίνεται στο Διάγραμμα 23. Το διάγραμμα spider, ωστόσο, είναι πιο εύκολο να ακολουθηθεί, και δεν παρουσιάζει αριθμητικές τιμές που προσποιούνται ότι είναι τα μέτρα των οποίων η μεταβλητή είναι σημαντική σε σχέση με τις προβλέψεις. Για παράδειγμα, βλέπουμε ότι αν το κόστος φωτιάς του αεροδρομίου είναι 10% κάτω από το βασικό σενάριο, η καθαρή παρούσα αξία θα είναι περίπου \$ 21.5 εκατομμύρια.

Εκτιμώντας τη σημασία μιας μεταβλητής στο διάγραμμα tornado αποδεικνύεται από το πλάτος των συνδεδεμένων μπαρών, σε ένα γράφημα spider είναι η κλίση της γραμμής που μετράει: όσο πιο απότομη είναι η κλίση, τόσο περισσότερος είναι ο αντίκτυπος. Το διάγραμμα spider, ωστόσο, πάσχει από τα ίδια προβλήματα με το διάγραμμα tornado, αλλά είναι λιγότερο παραπλανητικό, διότι δείχνει ότι μπορούμε μόνο να δούμε αποκλίσεις από το βασικό σενάριο. Επίσης, οι παραδοσιακές προσεγγίσεις είναι απλά ανίκανες για την παρουσίαση αβεβαιότητας, όπως φαίνεται στα σχήματα 1 και 2. Μπορούν να παρέχουν μόνο έναν πολύ περιορισμένο αριθμό διακριτών σημείων, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 23, και έχει προφανείς περιορισμούς.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιούμε τις μεθόδους Monte Carlo για να εκτελέσουμε μια ανάλυση της αβεβαιότητας της εναλλακτικής λύσης 2 επειδή οι προσομοιώσεις Monte Carlo έχουν μειώσει σημαντικά τις αδυναμίες των άλλων προσεγγίσεων.

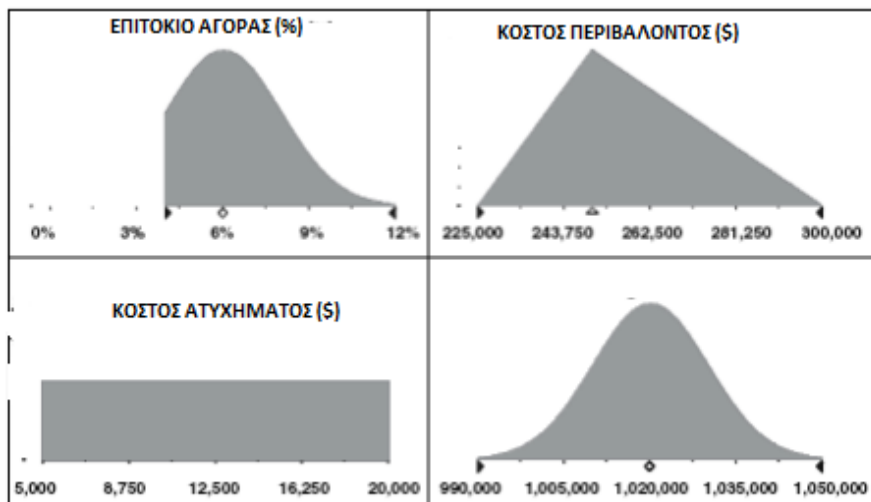
## Μέθοδοι Monte Carlo στην Ανάλυση αβεβαιότητας της εναλλακτικής λύσης 2

Με την χρησιμοποίηση των προσομοιώσεων Monte Carlo και των στατιστικών αναλύσεων ευαισθησίας, έχουμε μια πολύ ευρύτερη σειρά εργαλείων που όχι μόνο είναι αποτελεσματικότερα αλλά και είναι ουσιαστικά χωρίς εξαπάτηση. Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν οι μέθοδοι Monte Carlo, πρέπει πρώτα να προσδιορίσουμε τις μεταβλητές που είναι αβέβαιες και διαμορφώνουν την αβεβαιότητα, είτε ως κατανομές αβεβαιότητας είτε τυχαίους αριθμούς και διαστήματα. Όπως έχει εξηγηθεί, οι μέθοδοι Monte Carlo επηρεάζονται από την διαφορά μεταξύ των κατανομών αβεβαιότητας και των τυχαίων αριθμών και διαστημάτων επειδή η διαφορά βρίσκεται κυρίως στην ερμηνεία και όχι στην μορφή των κατανομών. Οι κατανομές αβεβαιότητας, οι τυχαίοι αριθμοί, τα τυχαία διαστήματα, και οι κατανομές δυνατότητας επομένως αναφέρονται συλλογικά ως κατανομές αβεβαιότητας.

Το υπόδειγμα ΚΠΑ της εναλλακτικής λύσης 2 είναι πολύ μικρό, με μόνο εννέα μεταβλητές, αλλά προκειμένου να τεκμηριωθεί η προσέγγιση, αρκεί να αποδείξει με συνοπτικά τέσσερις ευδιάκριτους διαφορετικούς τρόπους υποδειματοποίησης της αβεβαιότητας (βλ. Διάγραμμα 24). Μπορούμε να αρχίσουμε με την πιο κοινή προσέγγιση, η οποία είναι η κανονική κατανομή στην κάτω δεξιά εικόνα. Συνήθως επιλέγεται ένα υπόδειγμα αβεβαιότητας με τη μορφή μιας κανονικής κατανομής, εάν:

- Έχουμε τα στοιχεία από τα οποία μπορεί να προέλθει η κατανομή, αλλά αυτή δεν ισχύει σε αυτή τη περίπτωση.
- Έχουμε λόγο να πιστεύουμε ότι η μεταβλητή θα ασκήσει φυσιολογική συμπεριφορά πάνω χρόνο και/ή στο μέλλον.

Στην επάνω αριστερή εικόνα, βλέπουμε μια ενδιαφέρουσα εκδοχή μιας κανονικής κατανομής αβεβαιότητας. Γνωρίζουμε ότι το επιτόκιο της αγοράς με την πάροδο του χρόνου θα συμπεριφερθεί ως κανονική κατανομή, αλλά την ίδια στιγμή είμαστε αρκετά βέβαιοι ότι το επιτόκιο της αγοράς ποτέ δεν θα πέσει κάτω από το 4 % στη Νορβηγία. Ως εκ τούτου, έχουμε τεμαχίσει την κατανομή σε 4 %. Στο άλλο άκρο της κατανομής, θεωρούμε ότι είναι πολύ απίθανο το επιτόκιο να περάσει το 12%. Η τελευταία φορά που συνέβη ήταν στα μέσα της δεκαετίας του 1980, αλλά αυτό ήταν κάτω από ένα πιο σοσιαλιστικό νομισματικό καθεστώς. Δεδομένης της τάσης της Νορβηγικής πολιτικής κατά τα τελευταία 30 χρόνια, είναι μάλλον απίθανο ότι η Νορβηγία θα πάει ποτέ πίσω σε τέτοια καθεστάτα. Επίσης, μια επιστροφή σε ένα σοσιαλιστικό νομισματικό καθεστώς δεν είναι πιθανό υπό το φως της παγκόσμιας διαδικασίας της παγκοσμιοποίησης.



Διάγραμμα 24: Κατανομές αβεβαιότητας του NPV της Εναλλακτικής 2

Στην επάνω δεξιά εικόνα, βλέπουμε μια τριγωνική κατανομή αβεβαιότητας. Προτιμούμε το υπόδειγμα της αβεβαιότητας ως τριγωνική κατανομή, αν

πιστεύουμε ότι η μεταβλητή είναι κανονικά κατανεμημένη, αλλά η αβεβαιότητα είναι αρκετά μεγάλη. Όταν η αβεβαιότητα είναι αρκετά μεγάλη, μια κανονική κατανομή τείνει να τονίσει πάρα πολύ λίγο στις άκρες της κατανομής, και ότι δεν είναι επιθυμητή, αν είμαστε πολύ σίγουροι. Επίσης, τριγωνικές κατανομές χειρίζονται την ασυμμετρία καλύτερα από ότι οι κανονικές.

Αλλά αν έχουμε μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με μια μεταβλητή και ουσιαστικά δεν έχουμε καμία προτίμηση για ακόμη μια αναμενόμενη αξία, θα επιλεγεί η κανονική κατανομή. Βλέπουμε ότι σε αυτή τη περίπτωση, ακόμη και αν η ντετερμινιστική αξία του κόστους των ατυχημάτων είναι \$ 10.000, δεν έχουμε καμία ιδέα σχετικά με το πραγματικό κόστος ενός ατυχήματος, απλά γνωρίζουμε ότι κατά πάσα πιθανότητα θα βρίσκεται στην περιοχή των 5.000 έως \$ 20.000.

Με αυτό τον τρόπο χειρισμού της αβεβαιότητας είναι σαφώς πολύ πιο ρεαλιστικός από το να αναγκάζεται για να καταλήξει σε ένα μόνο αριθμό ή ακόμη και μια σειρά αριθμών. Αλλά το πιο σημαντικό, επειδή η αβεβαιότητα μπορεί να αντιμετωπιστεί με ευκολία, μπορούμε να επικεντρωθούμε σε εύρεση πιθανής κατανομής αβεβαιότητας αντί να ψάχνουν αυτόν τον μαγικό αριθμό. Έτσι, έχουμε αυξήσει την μαθηματική αβεβαιότητα του υποδείγματος, αλλά έχουμε μειώσει τον κίνδυνο του να δώσουμε κακή ή λανθασμένη υποστήριξη της λήψης αποφάσεων.

Μετά από την υποδειγματοποίηση της αβεβαιότητας, προχωράμε στο δεύτερο βήμα της μεθόδου Monte Carlo, δηλαδή τον εντοπισμό των μεταβλητών πρόβλεψης. Οι μεταβλητές πρόβλεψης είναι οι μεταβλητές που θέλουμε να μελετήσουμε, ως εκ τούτου, θα μπορούσαν να είναι οποιοδήποτε είδους. Οι μεταβλητές αυτές είναι σημαντικό να ονομαστούν σωστά, έτσι ώστε μετά την

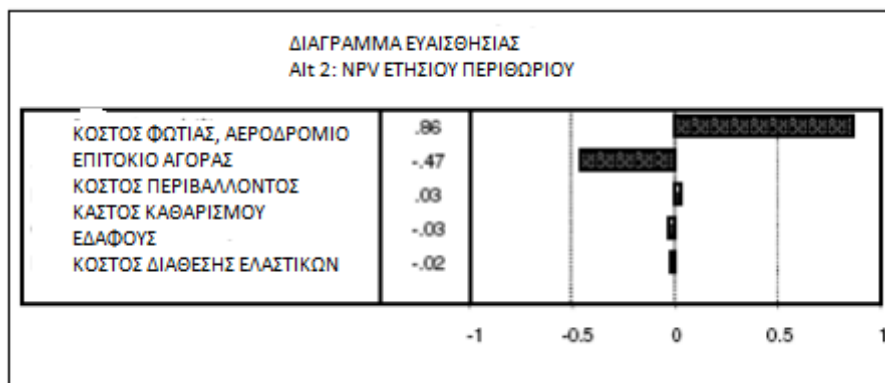
προσομοίωση, να είναι εύκολο να βρεθούν τα αποτελέσματα και η ερμηνεία τους. Αυτό είναι, φυσικά, ζωτικής σημασίας για τα μεγάλα υποδείγματα με αρκετές εκατοντάδες μεταβλητών πρόβλεψης.

Το επόμενο βήμα είναι η επιλογή μιας διαδικασίας δειγματοληψίας και πόσες φορές η προσομοίωση πρόκειται να υπολογίσει εκ νέου το υπόδειγμα. Στο βήμα αυτό, είναι σημαντικό να εντοπιστούν οι δυνατότητες του υπολογιστή πρώτα. Πριν από πέντε χρόνια, ο υπολογιστής έπρεπε να σταματήσει πολύ νωρίς (ως προς την τήρηση των τυχαίων σφαλμάτων χαμηλά), επειδή η μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM) ήταν πολύ μικρή. Σήμερα, ωστόσο, η RAM είναι τόσο προσιτή που δεν είναι πλέον ένα ζήτημα για τις προσομοιώσεις Monte Carlo που χρησιμοποιούνται για σκοπούς LCC. Για το λόγο αυτό επιλέγεται πάντα η καλύτερη διαδικασία δειγματοληψίας, η οποία είναι λατινικός υπερκύβος δειγματοληψίας (LHS) παρά το γεγονός ότι απαιτεί πολύ περισσότερη μνήμη RAM από μια απλή τυχαία δειγματοληψία (SRS). Το πλεονέκτημα είναι ότι δεν χρειάζονται όσες δοκιμές όπως προηγουμένως για να επιτευχθεί ένα ορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης, αλλά και πάλι, λόγω της δύναμης των σύγχρονων υπολογιστών που τρέχουν πάντα ένα μεγάλο αριθμό δοκιμών (10.000). Στην πραγματικότητα, η τελευταία φορά που χρειάστηκε να μειώσουμε τον αριθμό των δοκιμών λόγω των περιορισμών του υπολογιστή ήταν το 1996. Στη συνέχεια, ένας φορητός υπολογιστής με επεξεργαστή Pentium 120 MHz και 16 MB μνήμη RAM και αξιοποιώντας ένα SRS Monte Carlo υπόδειγμα έκανε περίπου 4.000 δοκιμές.

Αφού η διαδικασία δειγματοληψίας και ο αριθμός των δοκιμών έχουν επιλεγεί, εκτελείται η προσομοίωση. Ανάλογα με το μέγεθος του υποδείγματος και την χρήση των λογικών δοκιμών και μακροεντολών, μια προσομοίωση μπορεί να διαρκέσει από 10 δευτερόλεπτα έως αρκετές ώρες.

Στα Διαγράμματα 20 και 21, βλέπουμε τα αποτελέσματα αυτής της προσομοίωσης. Στο Διάγραμμα 20, βλέπουμε ότι η κατανομή αβεβαιότητας της εναλλακτικής λύσης 1 είναι λοξή προς τα αριστερά, το οποίο σημαίνει ότι είναι πιο πιθανό ότι η ΚΠΑ θα είναι υψηλότερη (από τη μέση τιμή) από ό, τι χαμηλότερη.

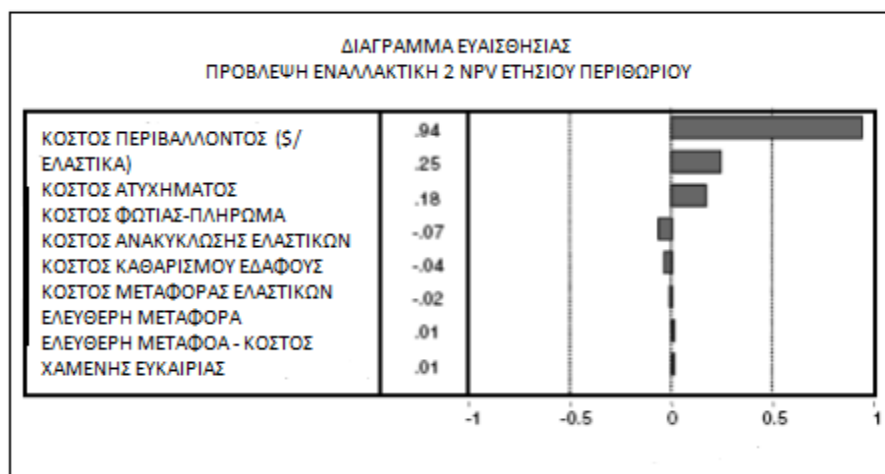
Από το διάγραμμα ευαισθησίας στο Διάγραμμα 25, βλέπουμε ότι η πιθανή κατάργηση του κόστους που σχετίζεται με τη φωτιά και τον αντίκτυπό της στο διεθνές αεροδρόμιο της πόλης Όσλο είναι η αιτία αυτής της αλλαγής. Αυτό είναι εμφανές από το γεγονός ότι αν αυξηθεί το κόστος φωτιάς, θα αυξηθεί η ΚΠΑ. Με απλά λόγια, όσο υψηλότερο είναι το κόστος φωτιάς, τόσο καλύτερα για την περιοχή Ullensaker, δεδομένου ότι έχει αποφύγει τα στοιχεία του παθητικού (ως συνέπεια της ανακύκλωσης των ελαστικών). Επίσης, ο τρόπος που διαμορφώθηκε το επιτόκιο της αγοράς διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ασυμμετρίας καθώς και στο συνολικό ποσό της αβεβαιότητας. Το επιτόκιο της αγοράς είναι, δυστυχώς, πέρα από τον έλεγχο της περιοχής Ullensaker. Αυτό είναι ένας παράγοντας με τον οποίο θα πρέπει να προσαρμοστεί.



Διάγραμμα 25: Διάγραμμα ευαισθησίας Εναλλακτικής 1

Σε αντίθεση με τα διαγράμματα tornado και spider που παρουσιάστηκαν νωρίτερα, το γράφημα ευαισθησίας παράγεται από τη μέτρηση της στατιστικής ανταπόκρισης (στην περίπτωση αυτή από το βαθμό συσχέτισης της μεθόδου) της μεταβλητής πρόβλεψης δεδομένης της αβεβαιότητας σε όλες τις μεταβλητές εισόδου (προς τα αριστερά στο διάγραμμα). Ως εκ τούτου, δεν ισχύει κανένας από τους περιορισμούς των διαγραμμάτων tornado και spider.

Δεδομένου ότι το διάγραμμα ευαισθησίας δημιουργείται χρησιμοποιώντας στατιστικά στοιχεία, παρουσιάζονται σφάλματα, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα. Τα σφάλματα αυτά είναι αμελητέα για τις μεταβλητές με συντελεστή συσχέτισης μεγαλύτερο από περίπου 0,05 όπως είναι το επιτόκιο της αγοράς του οποίου ο συντελεστής συσχέτισης είναι 0.47. Ως εκ τούτου, το γεγονός ότι το περιβαλλοντικό κόστος εμφανίζονται στο Διάγραμμα 25 μπορεί να οφείλεται σε τυχαία σφάλματα επειδή ο συντελεστής συσχέτισης είναι μόνο 0,03. Για να δούμε εάν η κατάταξη του περιβαλλοντικού κόστους είναι πραγματική ή οφείλεται σε τυχαίο γεγονός, πρέπει να αφαιρεθούν οι δύο κυρίαρχες μεταβλητές από το υπόδειγμα και να ξαναεκτελεστεί. Στη συνέχεια, οι άλλες μεταβλητές θα εμφανίζονται όπως στο Διάγραμμα 26.



Διάγραμμα 26: Διάγραμμα Ευαισθησίας Εναλλακτικής 2



Από το Διάγραμμα 26, έχουμε εντοπίσει μια άλλη τυχαία επίδραση που πρέπει να έχουμε υπόψη μας όταν χρησιμοποιούμε στατιστικές προσεγγίσεις, δηλαδή μεταβλητές που δεν έχουν απολύτως καμία σχέση με μια ορισμένη μεταβλητή πρόβλεψη που μπορεί να εμφανιστεί. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μια στατιστική συσχέτιση έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης προσομοίωσης μεταξύ της μεταβλητής και της μεταβλητής πρόβλεψης. Ευτυχώς, τα αποτελέσματα αυτά εμφανίζονται μόνο για τις μεταβλητές με πολύ χαμηλό συντελεστή συσχέτισης (λιγότερο από 0,05), όπως για το κόστος διάθεσης των ελαστικών και θα εξαφανίζονται ή παραμένουν ασήμαντες αν επαναληφθεί το υπόδειγμα για μια ακόμη φορά, μετά την αφαίρεση της πιο κυρίαρχης μεταβλητής. Μια κυρίαρχη μεταβλητή είναι μια μεταβλητή με συντελεστή συσχέτισης πάνω από 0.10.

Και οι δύο παραπάνω επισημάνσεις οφείλονται σε τυχαίο γεγονός. Ωστόσο, εάν υπάρχει επίγνωση των αποτελεσμάτων που μπορεί να παράγει ένα τυχαίο γεγονός, δεν μπορεί να γίνει κάποιο λάθος με τη στατιστική ανάλυση ευαισθησίας. Απλά θα εκτελεστούν ξανά τα υποδείγματα μετά την εξάλειψη της κυρίαρχης μεταβλητής ώστε να γίνει έλεγχος για το αν η μεταβλητή που εμφανίζεται είναι πραγματική ή όχι.

Ο ίδιος λόγος ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα για τυχαίες επιδράσεις, δηλαδή, ότι οι στατιστικές προσεγγίσεις δεν στηρίζονται σε άμεσες σχέσεις μεταξύ μεταβλητών και μεταβλητών πρόβλεψης, κάνοντας μόνο τις στατιστικές μεταβλητών που είναι χαλαρά συνδεδεμένες, όπως στα πολύπλοκα συστήματα. Αυτός είναι ο λόγος που οι στατιστικές διαδραματίζουν τόσο σημαντικό ρόλο σε πολλούς τομείς. Η δημιουργία ενός συστήματος εξισώσεων δεν είναι δυνατή λόγω της πολυπλοκότητας. Αυτό σημαίνει ότι ο τρόπος για να

εκτελεστεί μια ανάλυση της αβεβαιότητας μπορεί να χειριστεί όχι μόνο σχέσεις αιτίας αποτελέσματος αλλά και περιορισμένες σχέσεις μεταξύ πολλών μεταβλητών. Αυτό είναι κάτι που ένα διάγραμμα tornado ή ένα διάγραμμα spider δεν μπορεί να κάνει γιατί στηρίζονται σε σχέσεις που διαμορφώνονται ως συστήματα εξισώσεων. Αυτό κάνει τα διαγράμματα ευαισθησίας το τέλει εργαλείο για τον εντοπισμό των κρίσιμων παραγόντων επιτυχίας, που στην προκειμένη περίπτωση είναι κατά κύριο λόγο η αποφυγή πυρκαγιών. Έτσι, αν η περιοχή Ullensaker αποφασίζει να μην το ακολουθήσει, θα πρέπει τουλάχιστον να κάνουν σχέδια για ταχεία αντίδρασης στις πυρκαγιές. Δεν μπορεί να βασιστεί την τύχη που είχε το 1995.

### **LCC με βάσει τη δραστηριότητα**

Η LCC με βάσει τη δραστηριότητα σε αυτήν την απλή περίπτωση φαίνεται να είναι υπερβολή, και είναι με πολλούς τρόπους (όχι γενικά έξοδα, χωρίς την κατανομή του κόστους των προϊόντων, και ούτω καθεξής). Όμως, όπως θα δούμε, η LCC με βάσει τη δραστηριότητα θα παρέχει πρόσθετη αντίληψη και αξία. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, αυτή η αντίληψη θα μπορούσε επίσης να έχει παραχθεί με παραδοσιακά μέσα, αλλά τίποτα συνυφασμένο με τις παραδοσιακές μεθόδους δεν την υποστηρίζει. Στη δραστηριότητα με βάση LCC, η εικόνα δεν μπορεί να αποφευχθεί, διότι είναι συνυφασμένη με το σύστημα. Αυτό είναι το σημείο, διότι, όπως ο Robert Lutz το θέτει, «κοινή λογική. . . δεν είναι όλα αυτά κοινά».

Η ανάλυση ακολουθεί τα ίδια βήματα όπως πάντα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 8 . Πριν προχωρήσουμε στα βήματα, θα πρέπει να καθοριστούν οι στόχοι της εφαρμογής. Μοναδικός σκοπός αυτής της εφαρμογής είναι η παροχή υποστήριξης αποφάσεων σχετικά με το τι θα κάνουμε με το χώρο τοποθέτησης

ελαστικών της Østli. Με άλλα λόγια, πρέπει μόνο να βρούμε μια απάντηση σε μια ερώτηση, και όχι να παρέχουμε συνεχές κόστος διαχείρισης. Ένα υπόδειγμα υποστήριξης αποφάσεων, πρέπει να περιλαμβάνει τη διαχρονική αξία του χρήματος αν είναι σχετικό. Επειδή η λήψη αποφάσεων, της περιοχής Ullensaker, είναι μια δημόσια οργάνωση που δεν ακολουθεί τις συνήθεις λογιστικές διαδικασίες με τις αποσβέσεις και ούτω καθεξής, η διαχρονική αξία του χρήματος και ο κίνδυνός του δεν έχει κανένα νόημα. Περισσότερο σημαντικό, ωστόσο, είναι ότι οι δημόσιοι οργανισμοί υποχρεούνται να σκέφτονται περισσότερο σε γενικές γραμμές από τους ιδιώτες φορείς λήψης αποφάσεων, και σε αυτή την περίπτωση το θέμα της βιωσιμότητας είναι συναφές. Βασικά, χώρα, πολιτεία, κυβέρνηση, ή εκλεγμένοι ή φορείς εξυπηρέτησης δεν μπορούν να προεξοφλούν το μέλλον ή τις μελλοντικές γενεές. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή προσέγγιση, η δραστηριότητα με βάση την LCC θα απορρίψει εκ τούτου την έννοια των προεξοφλητικών συντελεστών στη συγκεκριμένη περίπτωση, ακόμα κι αν είναι ένα υπόδειγμα απόφασης-υποστήριξης.

### **Βήμα 1<sup>ο</sup>: Καθορισμός του πεδίου εφαρμογής του υποδείγματος και του αντίστοιχων αντικειμένων κόστους**

Το πεδίο εφαρμογής ορίστηκε νωρίτερα. Στην περίπτωση αυτή, τα αντικείμενα κόστους είναι ότι οι πιθανές εναλλακτικές λύσεις, επειδή οι δραστηριότητες στο υπόδειγμα LCC έχουν σχεδιαστεί αποκλειστικά για την παροχή υποστήριξης στη λήψη αποφάσεων για την επιλογή μεταξύ αυτών εναλλακτικών λύσεων.

## Βήμα 2<sup>ο</sup>: Εύρεση και καθορισμός του Καταλόγου Υλικών (Bill Of Materials)

Σε ένα υπόδειγμα υποστήριξης αποφάσεων, το αντικείμενο του κόστους είναι η απόφαση που πρέπει να ληφθεί, η αξιολόγηση πρέπει συνεπώς να περιστρέφεται μόνο γύρω από ό, τι χρειάζεται για να αποφασίσει. Σε αυτή την περίπτωση, το Ullensaker πρέπει να αποφασίσει αν θα κάνει τίποτα ή όχι, και αν λειτουργεί, πρέπει να αποφασίσει αν θα γίνει ανακύκλωση ή μεταφορά των ελαστικών σε άλλο κατάλληλο μέρος. Το θέμα αυτό συζητήθηκε διεξοδικά νωρίτερα.

## Βήμα 3<sup>ο</sup>: Καθορισμός και ποσοτικοποίηση των παραγωγικών πόρων

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΟΡΩΝ (\$ 1 ΧΡΟΝΟ)	ΟΔΗΓΟΙ ΠΟΡΩΝ
A11	10.400	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΩΤΙΑΣ * ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΦΩΤΙΑΣ
	1.800.000	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΩΤΙΑΣ * ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΦΩΤΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΡΟΥ
A12	10.000	ΑΞΙΑ ΖΩΗΣ* ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ
A13	250.000	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ
A21	40.000	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
A22	60.000	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ
A23	1.020.000	ΜΑΖΑ ΜΟΛΥΣΜΕΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
A241	100.000	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ
	10%	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ ΠΛΥΣΙΜΟ
A242	850.000	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ

Πίνακας 7: Δραστηριότητες, Πόροι, Οδηγοί πόρων

Εδώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε άμεσα τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην ενότητα "Παραδοσιακή Εφαρμογή LCC". Για λόγους συντομίας, θα δείξουμε τα στοιχεία αυτά μαζί με τους οδηγούς τους στο Βήμα 5 στον πίνακα 7. Ο λόγος είναι ότι ο όγκος των πληροφοριών είναι τόσο μικρός που δεν χρειάζεται να διαχωριστούν τα βήματα 3 και 5.

#### **Βήμα 4ο: Δημιουργία ιεράρχησης δραστηριοτήτων και δικτύου**

Για να δημιουργήσετε μια ιεραρχία δραστηριοτήτων, πρέπει να σκεφτούμε ποιες δραστηριότητες προκύπτουν ως συνέπεια των διαφόρων εναλλακτικών αποφάσεων. Ξεκινήστε με βάση την υπόθεση, η οποία είναι να μην κάνουν τίποτα (do nothing), και στη συνέχεια να διερευνούνται οι διάφορες αποφάσεις. Εννοιολογικά, μπορούμε να δημιουργήσουμε μια ιεραρχία απόφαση που περιγράφει τις αποφάσεις που εμπλέκονται, αλλά θα ήταν υπερβολή για αυτήν την περίπτωση. Παρ' όλα αυτά, βλέπουμε ότι ουσιαστικά δύο αποφάσεις εμπλέκονται (στον πίνακα 8 παρουσιάζεται η αντίστοιχη ιεραρχία δραστηριοτήτων):

1. Η κύρια απόφαση αφορά το κατά πόσον ή όχι το Ullensaker πρέπει να κάνει κάτι, συμβολίζεται ως D1.
2. Να αποφασίσουν να αφαιρεθούν τα ελαστικά, η απόφαση αυτή συμβολίζεται ως D2.

Σε αντίθεση με ένα συνηθισμένο δίκτυο δραστηριοτήτων των οποίων ο σκοπός είναι να παρουσιάσει τις διάφορες διαδρομές και επιλογές σε σχέση με τα αντικείμενα κόστος, μια απόφαση δραστηριότητα σε δίκτυο απεικονίζει τις συνέπειες της απόφασης όσον αφορά τις διάφορες διαδρομές και επιλογές που μπορεί να προκύψουν. Είναι ένα απλό εργαλείο για την κατανόηση των συνεπειών της απόφασης.

<b>ΕΠΙΠΕΔΟ 1 (ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΠΟΦΑΣΗΣ)</b>	<b>ΕΠΙΠΕΔΟ 2 (ΣΥΝΕΠΕΙΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ 1)</b>	<b>ΕΠΙΠΕΔΟ 3 (ΣΥΝΕΠΕΙΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ 2)</b>
<b>Do nothing A1</b>	ΤΑ ΕΛΑΣΤΙΚΑ ΙΣΩΣ ΑΝΑΨΟΥΝ ΦΩΤΙΑ A11	
	ΙΣΩΣ ΣΥΜΒΟΥΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ A12	
	ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΥΠΟΒΑΘΜΙΖΕΤΑΙ A13	
<b>Do something A1</b>	ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ A21	
	ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ A22	
	ΚΑΘΑΡΙΣΜΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ A23	
	ΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ 24	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ A241
		ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ A242

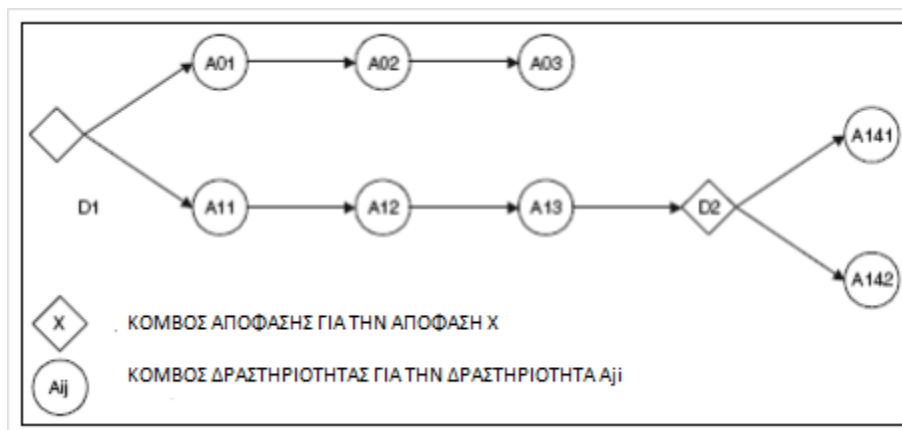
Πίνακας 8: Ιεραρχία δραστηριοτήτων

Η κατάσταση στο Østli μπορεί να παρουσιαστεί όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 26, δεδομένων των ορισμών της τελικής δραστηριότητας στον πίνακα 7. Οι δραστηριότητες μεταξύ D1 και D2 είναι απλώς δραστηριότητες που είναι απαραίτητες για να πραγματοποιηθεί η D2 . Αυτές οι δραστηριότητες είναι ως εκ τούτου είναι μη προστιθέμενης αξίας για την άποψη του ιθύνοντα. Το ίδιο ισχύει και για όλες τις δραστηριότητες.

Είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε ότι τα δίκτυα δραστηριοτήτων δεν λένε τίποτα για την αλληλουχία μεταξύ των κόμβων απόφασης. Με άλλα λόγια, η A22 δραστηριότητα δεν πρέπει να ακολουθεί την A21. Σε αυτή την περίπτωση, όμως βλέπουμε ότι οι δραστηριότητες A241 και A242

αλληλοαποκλείονται, διότι μόνο ένα θα ακολουθηθεί μετά την D2 απόφαση επειδή είναι οι δύο πιθανές εκβάσεις της D2 απόφαση.

Οι αποφάσεις που επιβαρύνονται με το μεγαλύτερο αριθμό δραστηριοτήτων πρέπει να είναι πιο επικίνδυνες από ό, τι εκείνοι με λίγες δραστηριότητες υπό την έννοια ότι περισσότερα πράγματα μπορούν να πάνε στραβά. Ωστόσο, αυτό δεν λέει τίποτα για τον πιθανό αντίκτυπο. Σε αυτή την περίπτωση, βλέπουμε καθαρά ότι αυτή η διαφορά, γιατί αν και η ανακύκλωση έχει περισσότερες δραστηριότητες που συνδέονται με αυτή, είναι λιγότερο επικίνδυνο από ό, τι να μην κάνουμε τίποτα, λόγω των δυνητικών επιπτώσεων της δραστηριότητας A11 (τα ελαστικά μπορεί να πιάσουν φωτιά) που επισκιάζουν όλες τις άλλες δραστηριότητες.



Διάγραμμα 27: Δίκτυο Δραστηριοτήτων

## **ΒΗΜΑ 5: Καθορισμός και ποσοτικοποίηση των οδηγών παραγωγικών πόρων, οδηγών δραστηριοτήτων και τις έντασής τους**

Τα στοιχεία των πόρων που συλλέγονται είναι στον πίνακα 7. Οι οδηγοί πόρων δείχνουν πώς οι αλλαγές στα επίπεδα δραστηριότητας επιβαρύνουν την

κατανάλωση των πόρων. Για παράδειγμα, το κόστος της A23 εξαρτάται από το μέγεθος της περιοχής που έχει μολυνθεί και, συνεπώς, πρέπει να καθαριστεί. Λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα περιοχή, αυτό εκτιμάται ότι θα κοστίσει 1.020.000 δολάρια.

Δεδομένου ότι όλα τα έξοδα συνδέονται με το αντικείμενο του κόστους, δεν χρειαζόμαστε τους οδηγούς δραστηριοτήτων. Επιπλέον, καθορίζονται οι εντάσεις κατανάλωσης, επειδή είναι αποσπάσματα τιμών από άλλους οργανισμούς. Χρησιμοποιούνται οι ίδιες εκτιμήσεις πιθανότητας όπως προηγουμένως για να εκτιμηθεί η EMV. Επίσης, η έννοια της στατιστικής ζωής χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της αξία μιας ζωής.

Με δεδομένες αυτές τις παραδοχές, μπορούμε να δημιουργήσουμε τις εντάσεις κατανάλωσης και τις τιμές από τους οδηγούς των πόρων, όπως φαίνεται στον πίνακα 9. Αν πολλαπλασιάσουμε τις τιμές οδηγού με τις εντάσεις, θα έχουμε την κατανάλωση πόρων στον πίνακα 7.

## **Βήμα 6<sup>ο</sup>**

Το βήμα 6 παραλείπεται επειδή δεν είναι ούτε θέμα του σχεδιασμού, ούτε οδηγοί δραστηριοτήτων χρησιμοποιούνται σε αυτή την περίπτωση. Έχουμε, συνεπώς, όλα τα δεδομένα εισόδου που χρειαζόμαστε, προκειμένου να δημιουργηθεί το υπόδειγμα. Πρέπει απλώς να υποδειγματοποιηθεί την αβεβαιότητας πρώτα, η οποία γίνεται στη συνέχεια.

## **Βήμα 7<sup>ο</sup>: Υποδειγματοποίηση Αβεβαιότητας**

Πώς υποδειγματοποιείται η αβεβαιότητα συζητήθηκε στις μεθόδους Monte Carlo για την Ανάλυση της Αβεβαιότητας της Εναλλακτικής 2. Ως εκ τούτου,



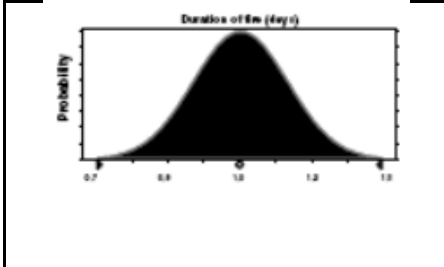
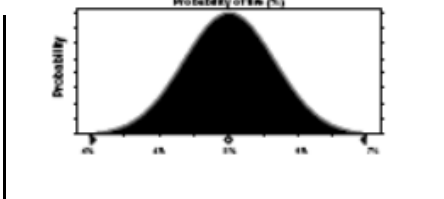
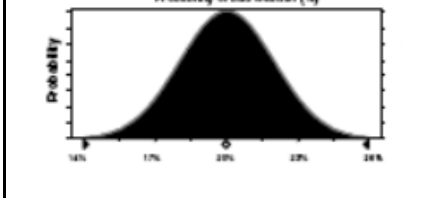
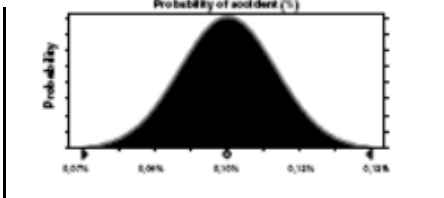
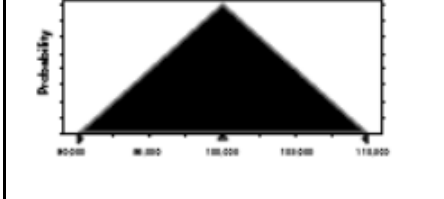
παρουσιάζουμε απλά το πώς έχουμε ως πρότυπο την αβεβαιότητα στον πίνακα 8. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μπορούμε να τοποθετηθούν αυτές οι πληροφορίες σε ένα φύλλο Excel διότι υπάρχουν πάρα πολλές πληροφορίες για την παρουσίαση, αλλά το υπόδειγμα αυτό είναι τόσο μικρό ώστε εδώ οι κατανομές αβεβαιότητα μπορεί να παρουσιαστούν χωρίς προβλήματα.

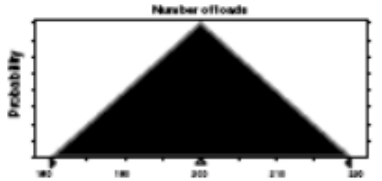
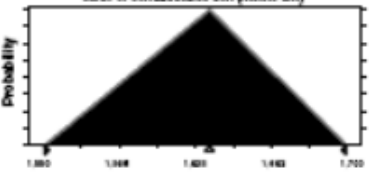
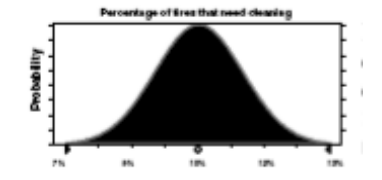

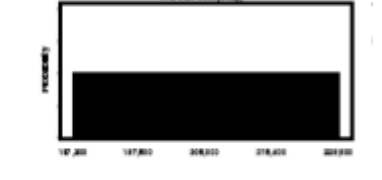
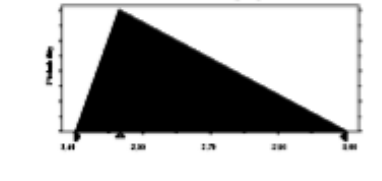
Εκτός από την υποδειγματοποίηση της αβεβαιότητας όσο το δυνατόν ακριβέστερα, χρησιμοποιούμε συμμετρική, οριοθετείται, και  $\pm 10$  τοις εκατό τριγωνικές κατανομές αβεβαιότητας για τον εντοπισμό του σκοπούς. Έχουμε εισάγει ένα στοιχείο αβεβαιότητας στο υπόδειγμα με σκοπό να εντοπίσουν την πραγματική σημασία των διαφόρων κελίων υπόθεσης (μεταβλητές εισόδου). Αυτό είναι σημαντικό για την εύρεση των κρίσιμων παραγόντων επιτυχίας, ανεξάρτητα από το αν είναι αβέβαιη ή όχι.

Μπορούμε στη συνέχεια να προχωρήσουμε με τα αποτελέσματα που παράγονται κατά τα βήματα 7 έως 9. Πρώτα, όμως, θα πρέπει να αξιολογηθεί η ποιότητα των μοντέλων και να αποφασιστεί εάν πρέπει να επαναληφθεί (Βήμα 10) ή όχι. Το υπόδειγμα λαμβάνει όλες τις σχετικές οικονομικές πτυχές της απόφασης D1 και D2 και κατά συνέπεια πληροί τις ανάγκες του Ullensaker. Η μεγαλύτερη αδυναμία της ανάλυσης είναι το ποσό της αβεβαιότητας σχετικά με την ενδεχόμενη ευθύνη του, αλλά αν δεν κάνει τίποτα για 'αυτό, εκτός από το υπόδειγμα της αβεβαιότητας.

<b>ΟΔΗΓΟΣ ΠΟΡΩΝ</b>	<b>ΑΞΙΑ ΟΔΗΓΟΥ ΠΟΡΩΝ</b>	<b>ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ</b>
<b>ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΩΤΙΑΣ *</b> <b>ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΦΩΤΙΑΣ</b>	1*5%	208.000 \$/ΜΕΡΑ
<b>ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΩΤΙΑΣ *</b> <b>ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΦΩΤΙΑΣ</b> <b>ΚΑΙ ΚΑΙΡΟΥ</b>	1*5%*20%	180.000 \$/ ΜΕΡΑ
<b>ΑΞΙΑ ΖΩΗΣ*</b> <b>ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ</b> <b>ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ</b>	0,10%	10.000.000 \$/ΖΩΗ
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ</b>	100.000	2.50 \$/ ΕΛΑΣΤΙΚΟ
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ</b>	1	40.000 \$/ ΕΡΓΑΣΙΑ
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ</b>	200	300\$/ ΦΟΡΤΙΟ
<b>ΜΑΖΑ ΜΟΛΥΣΜΕΝΟΥ</b> <b>ΕΛΑΦΟΥΣ (ΤΟΝΟΙ)</b>	1,632	625 \$/ΤΟΝΟ
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ</b>	100.000	9.50 \$/ ΕΛΑΣΤΙΚΟ
<b>ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ</b> <b>ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ</b> <b>ΠΛΥΣΙΜΟ</b>	10%	3,00 \$/ ΕΛΑΣΤΙΚΟ
<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ</b>	100.000	8.50 \$/ ΕΛΑΣΤΙΚΟ

Πίνακας 9: Οδηγοί πόρων και ένταση κατανάλωσης

 <p>A normal distribution curve titled "Duration of fire (day)". The x-axis ranges from 0.7 to 1.3 with major ticks at 0.7, 0.9, 1.0, 1.2, and 1.3. The y-axis is labeled "Probability". The curve is centered at 1.0.</p>	<p>Υποθέτουμε ότι εάν υπάρχει μια πυρκαγιά, θα χρειαστεί περίπου μία ολόκληρη εργάσιμη μέρα για την κατάσβεσή της κατά μέσο όρο. Μπορεί, ωστόσο, να χρειαστεί μόνο 0,7 ημέρες ή 1,3 ημέρες στη χειρότερη περίπτωση. Έχουμε επιλέξει ένα κανονικό σχήμα, επειδή οι μεταβλητές που συσχετίζονται με τον χρόνο έχουν κανονική κατανομή.</p>
 <p>A normal distribution curve titled "Probability of fire (%)". The x-axis ranges from 3 to 7 with major ticks at 3, 4, 5, 6, and 7. The y-axis is labeled "Probability". The curve is centered at 5.</p>	<p>Κατά τα τελευταία 20 χρόνια έχει εκδηλωθεί μόνο μία πυρκαγιά. Αν υποθέσουμε ότι το μέλλον θα είναι κάπως παρόμοιο με το παρελθόν, θεωρούμε ότι σε 1 από τα επόμενα 20 χρόνια θα υπάρξει μια πυρκαγιά, δηλαδή, ποσοστό 5 % του χρόνου. Εδώ χρησιμοποιείται μια κανονική κατανομή αβεβαιότητας, επειδή ταιριάζει με την πραγματικότητα.</p>
 <p>A normal distribution curve titled "Probability of bad weather (%)". The x-axis ranges from 14 to 26 with major ticks at 14, 17, 20, 23, and 26. The y-axis is labeled "Probability". The curve is centered at 20.</p>	<p>Η αναμενόμενη αξία του % βασίζεται σε δελτία καιρού, αλλά επιτρέπουν ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό αβεβαιότητας</p>
 <p>A normal distribution curve titled "Probability of accident (%)". The x-axis ranges from 0,07 to 0,13 with major ticks at 0,07, 0,08, 0,10, 0,12, and 0,13. The y-axis is labeled "Probability". The curve is centered at 0,10.</p>	<p>0,10 % είναι μια ειδική πρόβλεψη που λαμβάνεται από τον κ. Navgud, Ωστόσο, όπως και με άλλες εκτιμήσεις πιθανότητας υπάρχει πιθανότητα πρόσθετης ανασφάλειας. Λέγεται ότι υπάρχουν πιθανότητες γύρω από την εκτίμηση των πιθανοτήτων.</p>
 <p>A triangular distribution curve titled "Number of tires". The x-axis ranges from 90.000 to 110.000 with major ticks at 90.000, 100.000, and 110.000. The y-axis is labeled "Probability". The distribution is centered at 100.000.</p>	<p>Ο υπολογισμός του αριθμού των ελαστικών σε ένα μεγάλο όγκο ελαστικών δεν είναι εύκολος, αλλά είμαστε αρκετά βέβαιοι ότι δεν υπάρχουν περισσότερα από 110.000 ελαστικά και όχι λιγότερα από 90.000. Χρησιμοποιούμε ένα τριγωνικό σχήμα για να δηλώσουμε ότι έχουμε μια ιδέα γύρω από τον μέσο όρο, αλλά ότι εμείς δεν είμαστε αρκετά σίγουροι.</p>

	<p>Το σκεπτικό είναι παρόμοιο και για τον αριθμό των ελαστικών.</p>
	<p>Για να εκτιμηθεί η μάζα του εδάφους είναι αρκετά απλό θεωρητικά, αλλά στην πράξη καμία περιοχή δεν θα σκαφτεί όπως ακριβώς όπως είχε προγραμματιστεί.</p>
	<p>Πόσα ελαστικά πρέπει να καθαρίζονται δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί, αλλά εκτιμάται ότι το 10% των ελαστικών χρειάζονται καθαρισμό. Μια έρευνα είναι σαν ένα πείραμα και ως εκ τούτου ένα κανονικό σχήμα είναι δικαιολογημένο.</p>
	<p>Η εκτίμηση του κόστους παύσης της λειτουργίας του Διεθνές Αεροδρομίου του Όσλο είναι συνδεδετα με μεγάλη αβεβαιότητα. Συνεπώς χρησιμοποιείται ενιαίο σχήμα, γιατί ουσιαστικά δεν υπάρχει καμία προτίμηση μεταξύ του εύρους των εκτιμήσεων.</p>
	<p>Η ίδια λογική ισχύει και για το κόστος κλεισίματος του Διεθνές Αεροδρομίου του Όσλο.</p>
	<p>Το περιβαλλοντικό κόστος που συνδέεται με τους χώρους υγειονομικής ταφής είναι μεταξύ \$2,50 έως \$ 3 ανά ελαστικό. Πιστεύουμε ότι \$ 2,50 είναι ίσως το πιο πιθανό, και ίσως ακόμη λίγο χαμηλότερα, αλλά εμείς περιμένουμε αρκετά πιο υψηλό κόστος από ό, τι αναμενόταν.</p>

## **Βήμα 8<sup>ο</sup>: Εκτίμηση του Καταλόγου Υλικών (BillOfMaterials)**

Στην περίπτωση αυτή, ο κατάλογος υλικών (BOA) είναι απλός. Ο BOA βρίσκεται στον πίνακα 9. Επειδή χρησιμοποιούμε συχνότητα της πιθανότητας το χρονικό πλαίσιο είναι αρκετά σημαντικό. Οι δραστηριότητες που έχουν χρονικό ορίζοντα ενός έτους γίνονται μόνο μία φορά, στην αρχή της περιόδου. Βλέπουμε, για παράδειγμα, ότι οι πέντε δραστηριότητες A11, A13, A23, A24, και A242 κυριαρχούν στο BOA. Η A11 είναι ιδιαίτερα μεγάλη και συνεπώς πρέπει να την αποφύγουν. Πρέπει να σημειωθεί ότι εμφανίζονται μόνο οι ντετερμινιστική αξίες, δεν εμφανίζεται πώς υποδειγματοποιείται η αβεβαιότητα.

## **Βήμα 9<sup>ο</sup>: Εκτίμηση του κόστους των αντικειμένων κόστους και απόδοση σε μέτρα**

Σε αυτή την περίπτωση οι διάφορες εναλλακτικές λύσεις που σχετίζονται άμεσα με τις διάφορες δραστηριότητες, όπως φαίνεται στον Πίνακα 10. Ως εκ τούτου, υπολογίζεται το κόστος και η εξοικονόμηση των αντικειμένων κόστους απλά από την άθροιση των δαπανών και εξοικονόμηση πόρων για τις δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν από τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις. Σημειώνεται ότι όλοι οι αριθμοί είναι ντετερμινιστικοί.

## **Βήμα 10<sup>ο</sup>: Εκτέλεση προσομοιώσεων Monte Carlo και σχετικών αναλύσεων**

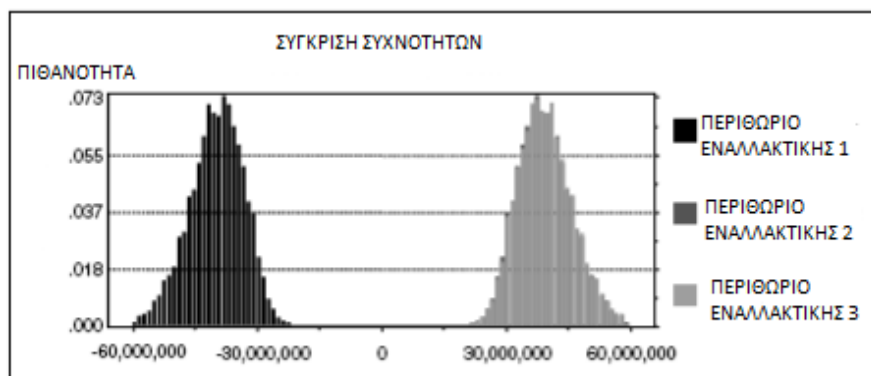
Η προσομοίωση Monte Carlo γίνεται με εμπορικά διαθέσιμο λογισμικά: MS Excel και το Crystal Ball. Το λογισμικό Crystal Ball χρησιμοποιείται για να χειριστεί την αβεβαιότητας στο υπόδειγμα και, κυρίως, για τον εντοπισμό των κρίσιμων παραγόντων επιτυχίας.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΧΡΟΝΙΑ)	ΠΟΡΟΙ (\$)
A11	20	36.208.000
A12	20	200.000
A13	20	5.000.000
A21	1	40.000
A22	1	60.000
A23	1	1.020.000
A241	1	965.000
A242	1	850.000

Πίνακας 10: Κατάλογος υλικών

### Αποτελέσματα

Πρώτον, συγκρίνουμε τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις για να αποφασίσει ποια είναι η καλύτερη πριν συζητηθεί η καλύτερη εναλλακτική λύση με μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Από το Διάγραμμα 28, βλέπουμε ότι η Εναλλακτική λύση 1 είναι κατά πολύ κατώτερη από τις άλλες δύο, οι οποίες είναι σχεδόν ταυτόσημες. Οι λόγοι για αυτό μπορεί να διαπιστωθούν από το διάγραμμα ευαισθησία στο Διάγραμμα 29. Η εναλλακτική λύση 1 απλά συνδέεται με πάρα πολλούς κινδύνους αστικής ευθύνης. Μπορεί να μην συμβεί κανένας από αυτούς τους κινδύνους, δηλαδή πυρκαγιές ή δυσμενείς καιρικές συνθήκες, αλλά δεν ξέρουμε.



Διάγραμμα 28: Σύγκριση Εναλλακτικών

Ωστόσο, το οποία είναι καλύτερη η Εναλλακτική 2 ή 3; Αποδεικνύεται ότι η Εναλλακτική 3 έχει ελαφρώς καλύτερο περιθώριο από την εναλλακτική λύση 2. Ωστόσο, υπενθυμίζουν ότι το Ullensaker πρέπει να υποβάλει αίτηση για ειδική άδεια για τη διάθεση των ελαστικών στο Dal Skog και ότι η άδεια είναι μάλλον απίθανο να χορηγηθεί. Επίσης, δεδομένου ότι το Ullensaker είναι μερικώς συνιδιοκτήτρια του Dal Skog, δεν θα ήταν φρόνιμο να χρησιμοποιηθεί ένα δυσανάλογο ποσό της ικανότητας του τόπο διάθεσης των αποβλήτων, όταν το δυναμικό εξοικονόμησης είναι ήσσονος σημασίας. Η Εναλλακτική λύση 2 φαίνεται ότι ως εκ τούτου είναι η συνολικά καλύτερη εναλλακτική λύση.

#### Ανάλυση της αβεβαιότητας της εναλλακτικής λύσης 2

Ο σκοπός μιας ανάλυσης αβεβαιότητας, στην περίπτωση αυτή είναι να διασφαλιστεί ότι, όταν όλα τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στο υπόδειγμα είναι αβέβαια, το περιθώριο της εναλλακτικής λύσης 2 εξακολουθεί να είναι ικανοποιητικό. Σε περίπτωση που διαφανεί ότι δεν είναι η περίπτωση, πρέπει να είμαστε σε θέση εκτίμησης της πιθανότητας ενός θετικού περιθωρίου. Από το Διάγραμμα 30, βλέπουμε την κατανομή αβεβαιότητα της εναλλακτικής λύσης 2, το περιθώριο είναι πάντα θετικό με ένα περιθώριο μεγαλύτερο από \$21 εκατ. ευρώ. Με άλλα λόγια, η Εναλλακτική λύση 2 είναι μια οικονομικά βιώσιμη εναλλακτική λύση κάτω από όλες τις δυνατές συνθήκες. Επειδή η Εναλλακτική 2 είναι η άρνηση της Λύση 1, εξ ορισμού, στην περίπτωση αυτή, το διάγραμμα ευαισθησίας της αβεβαιότητας της εναλλακτικής λύσης 2 θα μοιάζει με έναν καθρέφτη του Διαγράμματος 29 δηλαδή, οι συντελεστές συσχέτισης που είναι αρνητικοί στο Διάγραμμα 29 θα είναι θετικοί για την Εναλλακτική 2 και το αντίστροφο. Ως εκ τούτου, το γράφημα έχει παραλειφθεί εδώ.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ	A11	A12	A13	A21	A22	A23	A241	A242	ΚΟΣΤΟΣ
1	36.208.000	200.000	5.000.000		60.000				41.468.000
2				40.000		1.020.000	965.000		2.025.000
3				40.000		1.020.000		850.000	1.910.000

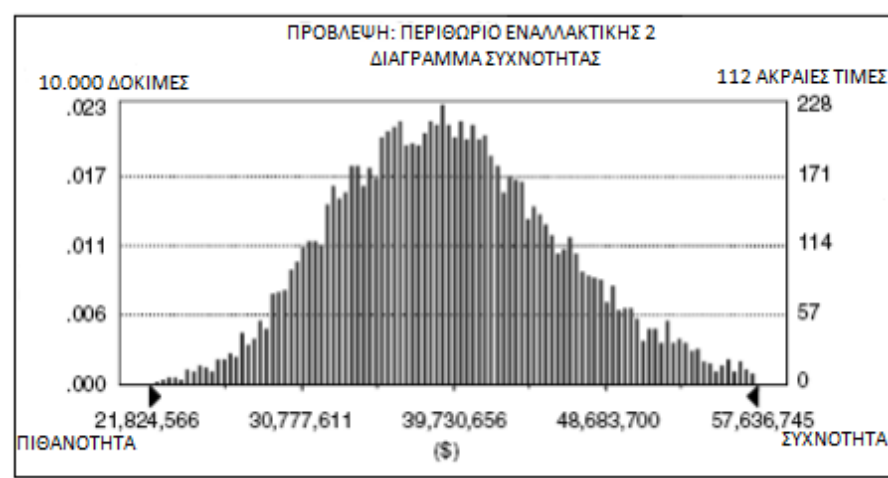
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ	A01	A02	A03	A11	A12	A13	A141	A142	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ
1				40.000		1.020.000	965.000		2.025.000
2	36.208.000	200.000	5.000.000		60.000				41.468.000
3	36.208.000	200.000	5.000.000		60.000				41.468.000

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ	ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ
1	-39.443.000	3
2	39.443.000	2
3	39.558.000	1





Διάγραμμα 29: Ανάλυση ευαισθησίας Εναλλακτικής 1

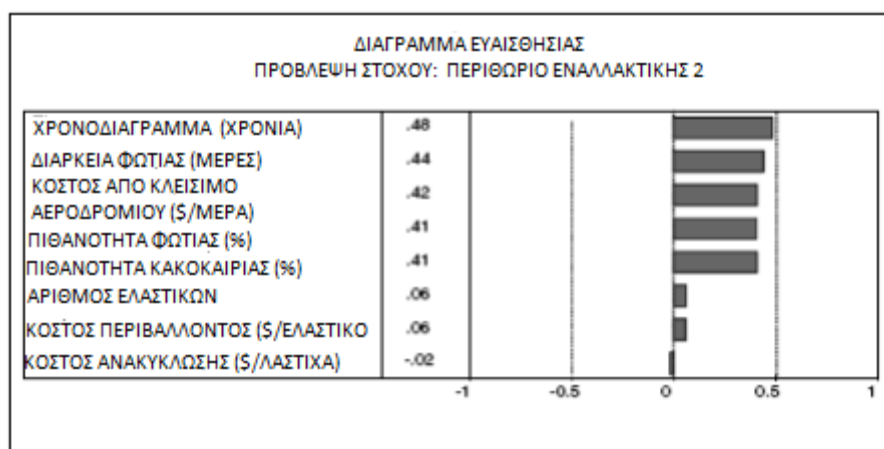


Διάγραμμα 30: Κατανομή αβεβαιότητας Εναλλακτικής 2

Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η εναλλακτική 2 είναι πράγματι η καλύτερη επιλογή, το Ullensaker πρέπει να διαχειρίζεται τους πόρους του καλά. Για να βοηθήσει στη συγκεκριμένη περίπτωση αυτό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα ευαισθησίας στο Διάγραμμα 31.

Δυστυχώς, το Ullensaker μπορεί να επηρεάσει ουσιαστικά μόνο έναν παράγοντα, δηλαδή την διάρκεια μιας πυρκαγιάς. Το Ullensaker μπορεί επίσης να εντείνει την επιτήρηση του χώρου του Østli για την πρόληψη των πυρκαγιών από την εκκίνηση μέχρι να ανακυκλωθούν όλα τα ελαστικά, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα εμφάνισης καθώς επίσης και τη διάρκεια. Σύμφωνα με προηγούμενες συζητήσεις ο λόγος για σημαντικές δαπάνες, όπως το κόστος από τη διακοπή λειτουργίας του αεροδρομίου εμφανίζονται με θετικό

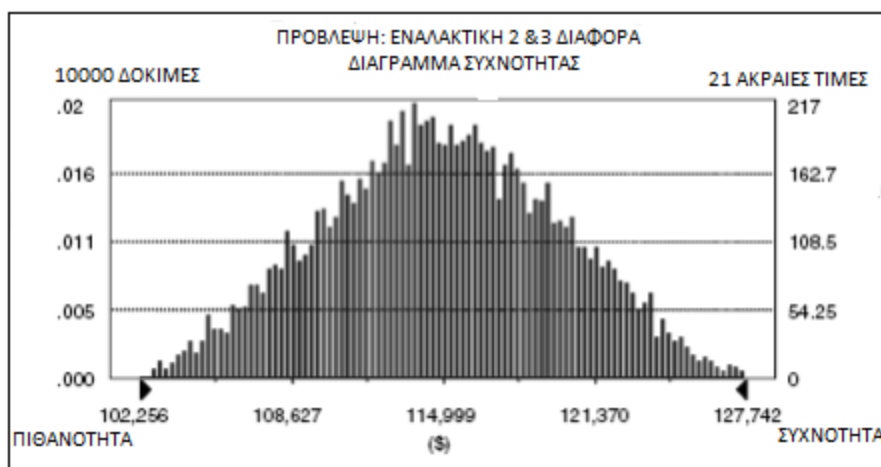
συντελεστές συσχέτισης ότι οι πιθανές δαπάνες ευθύνη του να μην κάνουμε τίποτα. Ως εκ τούτου, αν ανακυκλωθούν τα ελαστικά, για την αποφυγή αυτών των δυνητικών οφειλών, και ότι έχει θετική οικονομική αξία. Ο λόγος για αυτή την επιχειρηματολογία μπορεί να προκαλέσει σύγχυση διότι συχνά υπάρχει η σιωπηρή παραδοχή ότι το μηδέν είναι, μια ελαττωματική υπόθεση στις περισσότερες περιπτώσεις. Επίσης, μπορούμε να εξετάσουμε την επίδραση του χρονικού πλαισίου, δηλαδή, υπό την έννοια ότι η επέκταση ή η μείωση του χρονικού διαστήματος που έχει στο περιθώριο.



Διάγραμμα 31: Διάγραμμα Ευαισθησίας Εναλλακτικής 2

Βλέπουμε ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο χρονικός ορίζοντας, τόσο μεγαλύτερο είναι το περιθώριο. Αν συνοψίσουμε τα ευρήματά μας, βλέπουμε ότι τα μεγαλύτερα οφέλη για το Ullensaker προκύπτουν από το να κάνουν κάτι, όχι κατ'ανάγκη να κάνει "το σωστό." Το θέμα είναι το Ullensaker ότι πρέπει να κάνει κάθε δυνατή προσπάθεια για την πρόληψη των πυρκαγιών από τις μεγάλες ενδεχόμενες υποχρεώσεις, ιδιαίτερα αν ο καιρός είναι δυσμενής, έτσι ώστε να στο αεροδρόμιο να μην ασφυκτιούν στο καπνό. Ο μόνος τρόπος για να γίνει αυτό είναι να δράσουν, και όσο πιο γρήγορα τόσο το καλύτερο. από την ανάλυσή μας υποδεικνύει ότι η πιο εφικτή λύση είναι η ανακύκλωση τους. Οι λόγοι είναι δύο:

1. Ιδιοκτησιακού καθεστώτος, νομικό και κανονιστικό δυσκολίες μπορεί να προκύψουν όσον αφορά τη διάθεση των ελαστικών.
2. Η ανακύκλωση των ελαστικών είναι σχεδόν τόσο οικονομικά βιώσιμο όσο και η διάθεση των ελαστικών. Η διαφορά στην ντετερμινιστική περίπτωση είναι μόνο \$115,000, αλλά η εκτίμηση του αποκλείει το κόστος της σπατάλης στο Dal Skog. Αν συμπεριλάβουμε την αβεβαιότητα, θα είναι κάπου μεταξύ \$ 102.000 και \$ 128.000 (Διάγραμμα 32).



Διάγραμμα 32: Οικονομικές διαφορές εναλλακτικών 2&3

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Ε. Βασιλείου, «Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) Αντλητικών Συγκροτημάτων», Ινστιτούτο Hydraulic, Eurorumps και γραφείο Βιομηχανικών Τεχνολογιών στο Αμερικανικό Τμήμα Ενέργειας

Ε. Μαθάς , «Μέθοδοι Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής Κτηρίων», Διεύθυνση Ενεργειακής Αποδοτικότητας,

Α. Ραφαηλίδης «Διαχείριση Κόστους Κύκλου Ζωής Προϊόντος ή Υπηρεσίας », Ιούνιος 2007

<http://el.wikipedia.org> λήμμα cost-plus pricing

[http://www.helex.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=66&Itemid=159](http://www.helex.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=66&Itemid=159)

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

G. Bannock, R.E. Baxter, and E. Davis, *Dictionary of Economics*. London: Penguin Books, 1999, p. 439.

H.P. Barringer, “Why You Need Practical Reliability Details to Define Life Cycle Costs for Your Products and Competitors Products!” New Orleans, LA: The 16<sup>th</sup> International Titanium Annual Conference & Exhibition, October 9—10, 2000.

H.P. Barringer and D.P. Weber, “Life Cycle Cost Tutorial,” Fifth International Conference on Process Plant Reliability. Houston, TX: Gulf Publishing Company and Hydrocarbon Processing, 1996.

N. Bowie and H. Owen, “An Investigation into the Relationship Between Quality Improvement and Financial Performance.” United Kingdom: Certified Accountants

Educational Trust, 1996, “The Financial Effects of ISO 9000 Registration for Danish Companies.” *Managerial Auditing Journal* 15 (No. 1 & 2), 2000, pp. 47—52.

J.A. Brimson, “Feature Costing: Beyond ABC,” *Journal of Cost Management for the Manufacturing Industry*, January/February 1998, pp. 6—12.

R. Cooper and R.S. Kaplan, “The Promise—and Peril—of Integrated Cost Systems.” *Harvard Business Review*, July/August 1998, pp. 109 —119.

A.J. Dodd’s, “The Just-in-Time Environment” in *The Handbook of Cost Management*, ed. by B.J. Brinker, Boston, MA:Warren, Gorham & Lamont, 1997, pp. A3-1—A3-35.

G.S. Fishman, *Monte Carlo Concepts, Algorithms, and Applications*. New York: Springer-Verlag, 1996, p. 698.

S.K. Fuller and S.R. Petersen, *Life Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1996, p. 210.

S. Godfrey and R. Espinosa, “A Practical Approach to Calculating Costs of Equity for Investments in Emerging Markets,” *Journal of Applied Corporate Finance*, vol. 9, Fall 1996, pp. 80—89

T.G. Greenwood and J.M. Reeve, “Activity Based Cost Management for Continuous Improvement: A Process Design Framework,” *Journal of Cost Management for the Manufacturing Industry* 5 (4) Winter 1992, pp. 22—40.

M. O’ Guin, “Focus the Factory with Activity-Based Costing.” *Management Accounting*, February 1990, pp. 36—41.

S.M. Hronec and S.K. Hunt, “Quality and Cost Management,” *Handbook of Cost Management*, ed, J.B. Edwards. Boston, MA: Warren, Gorham & Lamont, 1997, pp. A1.1—A1.42.

B.R. James, J.P. Gwo, and L. Toran, "Risk: Cost Decision Framework for Aquifer Remediation Design." *Journal of Water Resources Planning and Management* 122 (No. 6), November/December 1996, pp. 414—420.

D.N. James, "The Trouble I've Seen." *Harvard Business Review* 80, March 3, 2002, pp. 42—49.

M.E. Jones and G. Sutherland, "Implementing Turnbull: A Boardroom Briefing." London: The Center for Business Performance, The Institute of Chartered Accountants in England and Wales (ICAEW), 1999, p. 34.

H.T. Johnson and R.S. Kaplan, *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1987, p. 269 and Chapters 2 & 4.

H.T. Johnson, "It's Time to Stop Overselling Activity-Based Concepts." *Management Accounting*, September 1992.

J. Kandampully and R. Duddy, "Competitive Advantage Through Anticipation, Innovation and Relationships," *Management Decision* 37 (1), 1999, pp. 51—56.

A. Kaufmann, "Advances in Fuzzy Sets: An Overview." *Advances in Fuzzy Sets, Possibility Theory, and Applications*, ed. P.P. Wang. New York: Plenum Press, 1983.

T. Levitt, "Exploit the Product Life Cycle," *Harvard Business Review*, November- December 1965, pp. 81—94.

A.M. Liebtrau and M.J. Scott, "Strategies for Modeling the Uncertain Impacts of Climate Change." *Journal of Policy Modeling* 13 (2), 1991, pp. 185—204.

R.A. Lutz, "Lutz's Laws: A Primer for the Business Side of Engineering." Atlanta, GA: George W. Woodruff Annual Distinguished Lecture. Georgia Institute of Technology, 1998.

P. Maccarrone, "Activity-based Management and the Product Development Process," *European Journal of Innovation Management* 1 (3), 1998, pp. 148-156.

A.W. Marshall, "An Introductory Note." In *Symposium on Monte Carlo Methods*, ed H.A. Meryer. New York: John Wiley & Sons, 1954.

J.A. Miller, "Designing and Implementing a New Cost Management System." *Journal of Cost Management*, Winter 1992, pp. 41—53.

J. Pettit, *EVA & Strategy*, New York: Stern Steward & Co., 2000, p. 17.

M.E. Porter, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, New York: The Free Press, 1985, p. 557.

R.Y. Rubinstein, *Simulation and the Monte Carlo Method*. New York: John Wiley & Sons, 1981, p. 278.

J.K. Shank and V. Govindarajan, "Strategic Cost Management and the Value Chain," *Handbook of Cost Management*, ed. B.J. Brinker, Boston, MA:Warren, Gorham & Lamont, 1997, pp. D1-1—D1-37.

N. Shepherd, "The Bridge to Continuous Improvement." *CMA*. March 1995, pp. 29—32. 15.

R.A. Lutz, "Lutz's Laws: A Primer for the Business Side of Engineering." The George W. Woodruff Annual Distinguished Lecture, 1998. Atlanta, GA: Georgia Institute of Technology.

M.D. Shields, "An Empirical Analysis of Firms' Implementation Experiences with Activity-Based Costing." *Journal of Management Accounting Research* 7, Fall 1995, pp. 148—166.

Y.A. Shreider, N.P. Buslenko, D.I. Golenko, I.M. Sobol, and V.G. Sragovich, *The Monte Carlo Method*. Oxford: Pergamon Press, 1966.

G. Taguchi and D. Clausing, "Robust Quality," *Harvard Business Review*, January- February 1990, pp. 65—75.

G. Tsatsaronis, L. Lin, and J. Pisa, "Exergy Costing in Exergoeconomics," *Journal of Energy Resources Technology* 115, March 1993, pp. 9—16.

M. Walker's, "Activity Based Costing Using Product Attributes," *Management Accounting* (UK), October 1991, pp. 34—35, and "Attribute Based Costing," *Australian Accountant*, March 1992, pp. 42—45.

R.I. Winner, J.P. Pennell, H.E. Bertrand, and M.M.G. Slusarczuk, *The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition*, Alexandria, VA: Institute for Defense Analyses, 1988.

Tellus Institute's "Disposal Cost Fee Study: Final Report," Boston, MA, 1991.

"Globalisation and Its Critics: A Survey of Globalisation." *The Economist*, 2001, p. 34  
Government Asset Management Committee, "Life Cycle Costing Guideline," Sydney, New South Wales: Government Asset Management Committee, 2001, p. 15