

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ  
ΠΟΛΥΣΤΑΔΙΑΚΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΑΓΓΕΛΟΣ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ, ΣΤΑΜΑΤΙΝΑ ΘΕΟΔΩΡΟΥ,  
ΜΠΟΥΡΧΑΝ ΣΟΥΛΕΪΜΑΝ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΙΧΑΛΗΣ ΦΩΤΕΙΝΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2016**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	5
1.1 ΘΕΩΡΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	5
Εισαγωγή.....	5
Ορθολογικότητα και λήψη αποφάσεων.....	6
Στάδια κατά τη λήψη απόφασης.....	7
Ιστορικά στοιχεία.....	8
1.2 Καταγραφή του προβλήματος στη λήψη αποφάσεων.....	12
1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ.....	13
1.4 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ.....	14
1.5 ΜΗΤΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	15
1.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΗΤΡΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΥ.....	18
2.1 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ.....	18
2.2 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΙΣΚΟΥ.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ.....	24
3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΟ LAPLACE.....	26
3.2 ΚΡΙΤΗΡΙΟ MINIMAX ή MAXIMIN.....	28
3.3 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ HURWICZ.....	30
3.4 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ SAVAGE.....	32
3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ.....	35
3.6 ΔΕΝΤΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	40
4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΩΤΟ, ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΕΡΔΟΥΣ.....	40
4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ, ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΟΛΥΣΤΑΔΙΑΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ.....	54
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	54
4.2 Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ.....	55
4.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΗΡ.....	56
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1.1.....	10
ΣΧΗΜΑ 1.2.....	11
ΣΧΗΜΑ 3.1.....	39
ΣΧΗΜΑ 4.1.....	46
ΣΧΗΜΑ 4.2.....	53

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία αυτή έχει σκοπό την παρουσίαση των αρχών της θεωρίας λήψης αποφάσεων και την εφαρμογή τους στις επιχειρήσεις. Στο πρώτο κεφάλαιο θα γίνει μια ανάλυση των βασικών αρχών και εννοιών. Θα αναφέρουμε την έννοια του προβλήματος και της καταγραφής του. Θα παρατεθούν ιστορικά στοιχεία για την ανάπτυξη της θεωρίας. Μετά θα εξετάσουμε τις δομές που υπάρχουν, όπως η μήτρα αποτελεσμάτων και θα δώσουμε και ένα παράδειγμα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τη διαδικασία λήψης αποφάσεων υπό συνθήκες βεβαιότητας, που δεν υπάρχουν στο αληθινό οικονομικό περιβάλλον, και για τη λήψη αποφάσεων σε συνθήκες ρίσκου. Κατά τις συνθήκες ρίσκου υπάρχει μια πληροφόρηση για τους παράγοντες επιρροής, αλλά είναι ελλιπής. Θα παρουσιάσουμε τα τρία βασικά κριτήρια λήψης αποφάσεων σε συνθήκες ρίσκου.

Στο τρίτο κεφάλαιο, όπου είναι και το σημαντικότερο, θα παρουσιάσουμε τη διαδικασία λήψης απόφασης σε συνθήκες αβεβαιότητας, όπου δεν έχουμε γνώση των πιθανοτήτων εμφάνισης των παραγόντων επιρροής. Θα αναλύσουμε όλα τα βασικά κριτήρια επιλογής και θα παρουσιάσουμε και τα δέντρα αποφάσεων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα εφαρμόσουμε τα παραπάνω σε δύο υποθετικές εταιρίες: μια εταιρία πώλησης καπνού και μια εταιρία που δραστηριοποιείται στον κλάδο των τροφίμων. Τα παραδείγματα αυτά εξετάζουν τα αποτελέσματα των κριτηρίων και από την πλευρά κέρδους, αλλά και από πλευράς κόστους. Θα εξετάσουμε επίσης, τη σύγκλιση ή απόκλιση μεταξύ των κριτηρίων. Σε κάθε περίπτωση θα παρουσιαστεί και το αντίστοιχο δέντρο απόφασης.

Στα συμπεράσματα θα συνοψίζονται όσα αναφέραμε στο κύριο μέρος της εργασίας και θα γίνει ανασκόπηση της προόδου του συγκεκριμένου κλάδου στις επιχειρήσεις. Στο τέλος θα παρατίθεται συνολικά η βιβλιογραφία με τη μορφή APA, η οποία βέβαια θα υπάρχει και εντός κειμένου.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## 1.1 ΘΕΩΡΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

### Εισαγωγή

Η Θεωρία Λήψης Αποφάσεων είναι ο κλάδος που ασχολείται με την βελτιστοποίηση των συνθηκών λήψης ή τη λήψη μιας απόφασης μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού όταν υπάρχουν παραπάνω από μια δυνατές εναλλακτικές επιλογές. Συνήθως στις επιχειρήσεις το άτομο που είναι υπεύθυνο για μια επιλογή είναι ο διευθυντής ή ο ιδιοκτήτης. Κάθε επιλογή επηρεάζει προφανώς την μελλοντική κατάσταση της επιχείρησης ή του οργανισμού, και πρέπει να υπολογίζονται οι πιθανές εξελίξεις στην επιλογή της απόφασης. Τα μελλοντικά σενάρια απαιτείται να μην οδηγούν σε βέβαια αποτελέσματα για να υπάρχει ανάγκη λήψης απόφασης.

Κατά τη δημιουργία ενός συστήματος λήψης αποφάσεων είναι απαραίτητο αρχικά να προσδιοριστεί με σαφήνεια το πρόβλημα και να καταγραφούν οι πιθανές εναλλακτικές αποφάσεις. Απαραίτητο βέβαια είναι να υπάρχει και κάποιο πρόβλημα στο οποίο απαιτείται λήψη απόφασης. Πρέπει όμως αρχικά να προσδιορίσουμε την έννοια της απόφασης.

Απόφαση ονομάζουμε την επιλογή μιας πρακτικής μετά από σκέψη ή επεξεργασία των δυνατών επιλογών. Η απόφαση, επειδή απαιτείται να υπάρχουν περισσότερες από μια δυνατότητες ή επιλογές, μπορεί να θεωρηθεί αποκλεισμός των υπόλοιπων επιλογών και επικράτηση μίας. Η απόφαση είναι κομμάτι της γνώσης καθώς αποτελεί το αποτέλεσμα της σκέψης και επεξεργασίας των διαθέσιμων δεδομένων. Μετά την επεξεργασία αυτή θεωρούμε ότι έχει παραχθεί νέα γνώση (Παναγιώτου, 2011).

Ωστόσο, μια φαινομενικά ορθή απόφαση δεν σημαίνει ότι είναι δεδομένο ότι οδηγεί στο σωστό αποτέλεσμα. Επηρεάζεται και από τον χρόνο που θα ληφθεί, το άτομο που θα την λάβει, και τη μορφή της πρακτικής που θα έχει. Συνεπώς, θεωρούμε ότι είναι ένα εξαιρετικά πολυπαραγοντικό ζήτημα. Έτσι τελικά μπορούμε να θεωρήσουμε την απόφαση ως μια επιλογή εκ πολλών δυνατών επιλογών για την επίλυση κάποιου πρακτικού προβλήματος. Στις καθημερινές αποφάσεις υπάρχουν τελείως διαφορετικές συνθήκες, καθώς λαμβάνονται τις περισσότερες φορές αυτόματα, χωρίς ιδιαίτερη σκέψη. Αυτό συμβαίνει γιατί είτε είναι προφανής η επιλογή, είτε γιατί είναι ασήμαντο το πρόβλημα που προέκυψε. Υπάρχουν όμως και ζητήματα που απαιτούν την εκτενή μελέτη και επεξεργασία των δεδομένων.

Η Θεωρία Λήψης Αποφάσεων είναι ο κλάδος που ασχολείται με τη λήψη σημαντικών αποφάσεων σε σημαντικά προβλήματα, μέσω επεξεργασίας των δεδομένων ή προβλέψεων, για την βέλτιστη δυνατή επιλογή σε συνθήκες που ενέχουν αβεβαιότητα.

Η Θεωρία Αποφάσεων ασχολείται με την εφαρμογή αλγορίθμων και μεθόδων για τη λήψη σημαντικών αποφάσεων για τις οποίες δεν είναι προφανές τι ενέργεια πρέπει να γίνει, δεδομένου ότι οι αποφάσεις πρέπει να ληφθούν κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας. Η διαδικασία αυτή είναι συνήθως μια εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία, ιδιαίτερα όταν εμπεριέχει πολλές εναλλακτικές λύσεις.

Μέσω αλγορίθμων προσπαθούμε να κωδικοποιήσουμε τη διαδικασία και να δημιουργήσουμε ένα μηχανισμό πρόβλεψης και επιλογής των δυνατών αποτελεσμάτων. Η διαδικασία θα πρέπει να αξιολογεί και τα βραχυπρόθεσμα και τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Η λήψη μιας απόφασης οδηγεί στην αποσταθεροποίηση ενός συστήματος και την σταθεροποίηση σε ένα άλλο με την αποκατάσταση μιας ισορροπίας. Στις επιχειρήσεις η λήψη της ορθής απόφασης είναι ο σημαντικότερος παράγοντας επιτυχίας, φυσικά χωρίς να ξεχνάμε την πιθανότητα της τυχαίας επίδρασης.

Σημαντικό για τις επιχειρήσεις είναι και να είναι σωστός ο χρόνος λήψης της απόφασης (Παναγιώτου, 2011).

## Ορθολογικότητα και λήψη αποφάσεων

Στις επιχειρήσεις ο κύριος υπεύθυνος είναι ο μάνατζερ ή ο ιδιοκτήτης, στις περιπτώσεις που αναλαμβάνει το συγκεκριμένο πόστο. Ο μάνατζερ θα πρέπει να καθορίσει τι θα γίνει και το χρόνο στον οποίο θα γίνει μια συγκεκριμένη επιχειρηματική κίνηση μετά από την αντίστοιχη επιχειρηματική απόφαση. Η λήψη μιας απόφασης είναι η κυριότερη εργασία που πρέπει να κάνει ένας μάνατζερ μιας επιχείρησης. Η εξέλιξη κάθε εταιρίας και των εργαζόμενων εξαρτάται από μια σειρά αποφάσεων που πρέπει να ληφθούν από τους υπεύθυνους.

Για να μπορέσουμε όμως να εξετάσουμε όλα τα δεδομένα με τρόπο ορθολογικό, και μαθηματικοποιημένο θα πρέπει να μπορούν όλοι οι παράγοντες να υπεισέλθουν στη συνάρτηση. Αυτό όμως είναι αδύνατον για αρκετούς λόγους:

1. Για να βρούμε την βέλτιστη δυνατή απόφαση θα πρέπει να υπολογίσουμε με βάση μελλοντικές προβλέψεις, που ως γνωστόν είναι εντελώς αβέβαιες
2. Είναι αδύνατον να υπολογιστούν όλες οι εναλλακτικές λύσεις ενός ζητήματος
3. Είναι αδύνατον να αναλυθεί κάθε εναλλακτική και να ποσοτικοποιηθεί ώστε να υπολογιστεί στον αλγόριθμο
4. Τέλος, η πληροφόρηση και τα δεδομένα που λαμβάνονται είναι πάντα ελλιπή και συνεπώς υπάρχουν παράγοντες που δεν μπορούν να υπολογιστούν

Μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τις αποφάσεις σε δύο είδη : τις προκαθορισμένες αποφάσεις οι οποίες τις περισσότερες φορές λαμβάνονται αυτόματα και καθορίζονται από την πολιτική μιας επιχείρησης, και τις μη προκαθορισμένες αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν σε ιδιαίτερες συνθήκες όπως μια αλλαγή στην αγορά ή η εισαγωγή στην αγορά ενός νέου προϊόντος ή υπηρεσίας. Ένα μέρος των μη προκαθορισμένων αποφάσεων είναι οι στρατηγικές αποφάσεις.

Οι τρεις μεταβλητές με τις οποίες πρέπει να υπολογιστεί αν αξίζει να ληφθεί μια απόφαση είναι το ρίσκο, η βεβαιότητα και η αβεβαιότητα (Clemen, 1996).

Αναλυτικότερα:

Η περίπτωση της βεβαιότητας είναι αυτή που υπάρχει επαρκής πληροφόρηση, ανάλυση των δεδομένων και έχει βγει συμπέρασμα κατά το οποίο φαίνεται να μην υπάρχει κάποιος κίνδυνος. Συνεπώς είναι μονόδρομος η λήψη της απόφασης. Κατά αυτή την περίπτωση έχουμε εξακριβώσει τις σχέσεις αιτίας και αιτιατού.

Η δεύτερη περίπτωση είναι η περίπτωση ύπαρξης κάποιου κινδύνου, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει βεβαιότητα για την έκβαση της λήψης της απόφασης. Ο μάνατζερ σε αυτή την

περίπτωση καλείται να λειτουργήσει με βάση την αντίληψή του. Θεωρούμε ότι υπάρχει πληροφόρηση αλλά όχι πλήρης.

Η τρίτη και τελευταία περίπτωση είναι η περίπτωση της αβεβαιότητας όπου υπάρχει ή πολύ μικρή πληροφόρηση, έως έλλειψη πληροφόρησης, ή πάρα πολλές εναλλακτικές λύσεις, που δεν επιτρέπουν τη λήψη απόφασης με τη χρήση εμπειρίας. Σε αυτή την περίπτωση ο υπεύθυνος θα πρέπει να λάβει την απόφαση με βάση το ένστικτό του ή χρησιμοποιώντας κάποια μέθοδο που σχετίζεται με τη θεωρία παιγνίων.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις δεν μπορούν οι υπεύθυνοι να αποφασίσουν με ορθολογικότητα και η απόφαση εναπόκειται περισσότερο στα προσωπικά τους κριτήρια (Διακουλάκη, 2003).

## Στάδια κατά τη λήψη απόφασης

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα παρουσιάσουμε συνοπτικά τα στάδια που πρέπει να κάνουμε κατά τη λήψη αποφάσεων, που θα τα χρησιμοποιήσουμε αργότερα για τη δημιουργία αλγόριθμων πρόβλεψης ή αποκλεισμού εναλλακτικών. Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερα αρχικά σημαντικά στάδια:

- Ανάλυση της κατάσταση και συλλογή των δεδομένων
- Εντοπισμός των πιθανών εναλλακτικών λύσεων
- Αξιολόγηση των εναλλακτικών και εύρεση της καλύτερης
- Εφαρμογή της απόφασης

Αναλυτικότερα:

Στο πρώτο στάδιο θα πρέπει να προσδιορίσουμε το πρόβλημα και τις συνθήκες στις οποίες συμβαίνει. Επίσης θα πρέπει να γίνει συλλογή των διαθέσιμων δεδομένων. Αν δεν προσδιοριστεί ορθά το πρόβλημα είναι λογικό ότι θα καταλήξουμε σε εσφαλμένα συμπεράσματα και λύσεις που δεν θα βοηθήσουν. Ένα παράδειγμα είναι η μείωση των πωλήσεων κάποιου προϊόντος. Το προϊόν δεν είναι απαραίτητα το πρόβλημα, το οποίο μπορεί να είναι η κακή διαφήμιση. Κατά την ανάγνωση ενός προβλήματος θα πρέπει να είμαστε ενήμεροι ότι δυο παράγοντες που εμφανίζουν γραμμική συσχέτιση δεν εμφανίζουν πάντοτε σχέση αίτιου και αιτιατού. Αυτή η παρανόηση είναι ο λόγος για πολλά σφάλματα. Η αναγνώριση του προβλήματος ωστόσο είναι από τα ζητήματα που ανάγονται περισσότερο στον ανθρώπινο παράγοντα.

Μετά την αναγνώριση του προβλήματος πρέπει να αναγνωριστούν οι στόχοι. Οι στόχοι στην περίπτωση των επιχειρήσεων είναι σχετικά σαφείς και εύκολα αναγνωρίσιμοι. Θα πρέπει όμως οι στόχοι να είναι αντίστοιχοι των διαθέσιμων λύσεων.

Το δεύτερο στάδιο είναι η αναγνώριση των διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων. Όσο περισσότερες είναι οι εναλλακτικές βέβαια, τόσο πιο δύσκολο καθίσταται να βρεθεί η καλύτερη δυνατή λύση. Αυτό δεν σημαίνει ωστόσο ότι η αναγνώριση πολλών λύσεων δεν βοηθάει την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου συστήματος.

Τρίτο στάδιο είναι η αξιολόγηση των διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων. Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι κυρίως αυτό το στάδιο. Δηλαδή η εύρεση των καλύτερων δυνατών μεθόδων αξιολόγησης.

Υπάρχουν τρεις κυρίως τρόποι επιλογής της καλύτερης δυνατής απόφασης μετά την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων:

- Επιλογή λόγω πείρας
- Επιλογή μέσω πειραματισμού
- Επιλογή μέσω έρευνας

Ο συχνότερος τρόπος επιλογής είναι μέσω της πείρας του υπευθύνου. Αυτός ο τρόπος όμως ενέχει κάποια προβλήματα, καθώς βασίζεται μόνο σε παλαιότερες καταστάσεις και δεν περιέχει τον παράγοντα του συνεχώς εξελισσόμενου μέλλοντος.

Τέταρτο στάδιο είναι η εφαρμογή της απόφασης. Σε αυτό το στάδιο ο υπεύθυνος θα πρέπει να επανεξετάζει τις δυνατότητες εφαρμογής, καθώς στο πρακτικό μέρος μπορεί να εμφανιστούν ζητήματα που δεν είχαν υπολογιστεί. Στην περίπτωση που μια λύση θεωρείται ανέφικτη τότε θα πρέπει να ανατρέξουμε στις προηγούμενες εναλλακτικές λύσεις και να τις αξιολογήσουμε ξανά.

Στον κόσμο των επιχειρήσεων τα πράγματα είναι αρκετά πιο πολύπλοκα. Μια απόφαση μπορεί να έχει πολλαπλάσιο κόστος από μια άλλη αλλά επίσης και μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας. Η κατάρτιση προϋπολογισμών και σχεδίου είναι μια από τις σημαντικότερες διαδικασίες στην εφαρμογή μιας απόφασης. Πολλές φορές δε, μια επιχείρηση μπορεί να λάβει μια εναλλακτική μιας απόφασης λόγω σύγκρισης του κόστους με τα αντίστοιχα πιθανά οφέλη.

Σε κάθε βήμα εφαρμογής μιας απόφασης θα πρέπει να γίνεται έλεγχος. Αν το πλάνο εφαρμογής ή ο οικονομικός προϋπολογισμός απέχουν πολύ από την πραγματικότητα τότε η απόφαση πρέπει ίσως να αναθεωρηθεί (Λούκης, Ευριπίδης).

## Ιστορικά στοιχεία

Η Θεωρία λήψης αποφάσεων μπορεί να απαιτεί σύγχρονα μαθηματικά εργαλεία αλλά ως θεωρία και αρχική σκέψη είχε ξεκινήσει πολλούς αιώνες πριν.

Ο όρος Ανάλυση Αποφάσεων πρωτοχρησιμοποιήθηκε τη δεκαετία του '60 από τον Howard. Η ανάλυση αποφάσεων εμπεριέχει και τη διαδικασία λήψης απόφασης αλλά και τα εργαλεία που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Η πρώτη μορφή της θεωρίας αυτής εμφανίστηκε τον 17<sup>ο</sup> αιώνα. Η πρώτη μορφή της σχετιζόταν με τον όρο αναμενόμενη αξία. Πρώτος την επικαλέστηκε ο Blaise Pascal το 1670. Κατά τη μέθοδο της αναμενόμενης αξίας κάθε εναλλακτική είχε μια συγκεκριμένη πιθανότητα εμφάνισης και συγκεκριμένα αποτελέσματα. Μετά από πολλαπλασιασμό της πιθανότητας με το αποτέλεσμα προέκυπε η αναμενόμενη αξία κάθε εναλλακτικής απόφασης. Ακολούθως, ο Bernoulli προσπάθησε να αποδείξει ότι ο τρόπος αυτός υπολογισμού της προσδοκώμενης αξίας είναι λανθασμένος. Το 1738 εξέδωσε εργασία κατά την οποία με χρήση παραδειγμάτων εμφανίζεται ο τρόπος αυτός να καταλήγει σε λάθος συμπεράσματα, και την αντικαθιστά από την έννοια της αναμενόμενης χρησιμότητας.

Ο τομέας κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα δεν εμφάνισε κάποια σημαντική ανάπτυξη, αλλά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, σχεδόν όπως όλοι οι επιστημονικοί τομείς εμφάνισε εκ νέου άνθιση. Το 1939 ο Abraham



Wald συσχέτισε τη θεωρία των αποφάσεων με τη στατιστική. Τον όρο Θεωρία Αποφάσεων όμως τον χρησιμοποίησε πρώτη φορά ο Lehmann το 1950.

Η ανάπτυξη των μαθηματικών, της στατιστικής και των πιθανοτήτων στην πορεία έδωσαν τρομερή ώθηση στην θεωρία της απόφασης. Αρχικά έγινε συνδυασμός με τη θεωρία αναμενόμενης χρησιμότητας του Bernoulli με τις νέες στατιστικές θεωρίες. Αυτή όμως η προσπάθεια αποδείχθηκε λάθος, καθώς θεωρούσε ότι ο κόσμος συμπεριφέρεται ορθολογικά. Πρακτικώς όμως αυτή η θεώρηση που προέκυψε από την τότε ανάπτυξη της οικονομικής δεν λειτούργησε με τα προσδοκώμενα αποτελέσματα.

Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε από τη μελέτη των Maurice Allais και Daniel Ellsberg. Πιο πρόσφατα οι Castagnoli και LiCalzi (1996) και Bordley και LiCalzi (2000) απέδειξαν ότι σε ένα σύστημα αβεβαιότητας, είναι προτιμότερο να έχουμε αβέβαιες αποφάσεις. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με αύξηση της αναμενόμενης χρησιμότητας.

Η Θεωρία Λήψης Αποφάσεων όμως είχε πολύ μικρότερη επιτυχία και πολύ λιγότερη χρήση από ότι αναμενόταν στον τομέα των επιχειρήσεων. Γι' αυτό το αποτέλεσμα πιθανώς να οφείλεται η λάθος διατύπωση του προβλήματος. Πάνω σε αυτό το ζήτημα έχουν γίνει έρευνες από τους Kunreuther και Schoemaker.

Υπάρχουν όμως και αρκετά πετυχημένα παραδείγματα χρήσης της θεωρίας. Στην πραγματικότητα τα ζητήματα της οικονομίας είναι αρκετά πολυπαραγοντικά και έπρεπε να υπάρξει ταυτόχρονη ανάπτυξη των μεθόδων επεξεργασίας, όσο βελτιωνόταν και η θεωρία. Πλέον, η θεωρία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να δώσει απαντήσεις σε δύσκολες και περίπλοκες καταστάσεις (Βάϊνα, 2008).

Έχουν διατυπωθεί ανά τα χρόνια πολλές διαφορετικές θεωρίες για τα στάδια λήψης απόφασης. Κατά τον Dewey είναι τα πέντε παρακάτω στάδια:

1. Αναγνώριση κάποιας δυσκολίας
2. Προσδιορισμός της δυσκολίας
3. Συλλογή και πρόταση των πιθανών λύσεων
4. Αξιολόγηση των λύσεων
5. Επιπλέον έλεγχος για την αξιολόγηση και τις δυνατότητες εφαρμογής των προτάσεων

Κατά τον Herbert Simon (1960) τα στάδια λήψης απόφασης είναι τα παρακάτω τρία (αναφέρονται πιο ειδικά στις επιχειρήσεις):

1. Εύρεση των περιπτώσεων που πρέπει να ληφθεί κάποια απόφαση
2. Αναγνώριση των πιθανών εναλλακτικών λύσεων
3. Επιλογή ενός τρόπου δράσης

Τα παραπάνω στάδια τα ονόμασε κατά σειρά συλλογή πληροφοριών σκοπιμότητας (intelligence), το δεύτερο σχεδιασμό (design) και το τρίτο το ονόμασε επιλογή (choice).

Κατά τους Tiedeman και O'Hara η διαδικασία λήψης απόφασης χωρίζεται σε δύο φάσεις με τα αντίστοιχα στάδια, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

## Α. Η Διαδικασία Απόφασης Κατά τη Θεωρία των Tiedeman & O' Hara

Φάσεις	Στάδια
Φάση ΙΙ Υλοποίησης και Προσαρμογής	7. Ολοκλήρωση - Συντήρηση
	6. Αναμόρφωση
	5. Είσοδος
Φάση Ι Προετοιμασίας (Προεπαγγελματική)	4. Διασάφηση
	3. Επιλογή
	2. Αποκρυστάλλωση
	1. Διερεύνηση

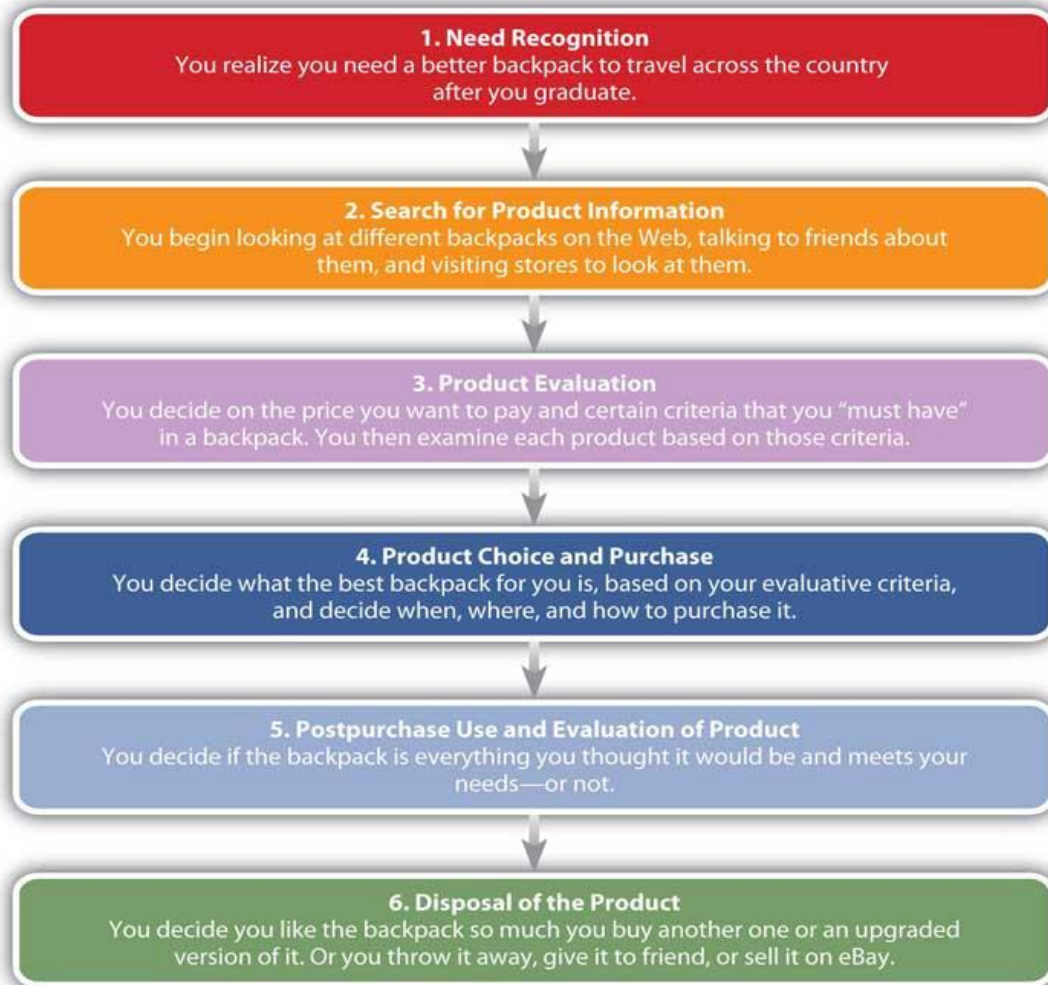
Σχήμα 1.1 Διαδικασία λήψης αποφάσεων κατά τους Tiedeman και O'Hara (Δημακάκου Δ. & Αργυροπούλου Α. & Δρόσος Ν., 2008)

Μια άλλη θεώρηση των βημάτων της διαδικασίας λήψης αποφάσεων δόθηκε από τους Brim et al (1962). Διαχωρίζεται στα ακόλουθα πέντε βασικά βήματα:

- Ταυτοποίηση του προβλήματος
- Συλλογή κατάλληλων πληροφοριών
- Ανάπτυξη πιθανών λύσεων
- Αξιολόγηση των πιθανών λύσεων
- Επιλογή της προσφορότερης στρατηγικής

Αργότερα προστέθηκε ένα επιπλέον βήμα που σχετιζόταν με τον τρόπο εφαρμογής της απόφασης.

Βέβαια όλες οι παραπάνω απόψεις έχουν το κοινό ότι χωρίζουν τη διαδικασία λήψης απόφασης σε διακριτά στάδια. Αυτό βέβαια δεν είναι απαραίτητο ότι συμβαίνει, αλλά έχει περισσότερο πρακτικό χαρακτήρα. Άλλοι ερευνητές όπως ο Witte θεωρούν ότι δεν υπάρχει διαδικασία με διακριτά στάδια, αλλά τα στάδια που περιεγράφηκαν συνυπάρχουν και εξελίσσονται μέχρι τη λήψη της απόφασης (Βάινα, 2008).



Σχήμα 1.2 Τα στάδια λήψης απόφασης στην περίπτωση πώληση προϊόντος (<http://paroutsas.jmc.gr/swed/gottsund.htm>)

Ένα από τα μοντέλα που προτάθηκαν είναι το μοντέλο Mintzberg, Raisinghani, και Theoret (1976). Κατά αυτή τη θεώρηση υπάρχουν διακριτές φάσεις αλλά όχι με σειρά ή με διαδοχικότητα. Οι φάσεις αυτές είναι οι παρακάτω τρεις:

- Ταυτοποίηση (intention) (sic)
- Ανάπτυξη (development)
- Επιλογή (selection)

## 1.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

### Καταγραφή του προβλήματος

Πρώτο βήμα στην επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος απόφασης είναι η καταγραφή του προβλήματος. Όπως αναφέραμε και πριν κάθε πρόβλημα πρέπει να προσδιορίζεται με σαφήνεια, όπως και οι συνθήκες στις οποίες υπάρχει. Η λάθος αναγνώριση του προβλήματος οδηγεί σχεδόν βέβαια σε λάθος απόφαση. Κατόπιν θα πρέπει να γίνει αναγνώριση των πιθανών αποφάσεων με βάση το πρόβλημα που προσδιορίσαμε. Μία από αυτές τις εναλλακτικές αποφάσεις θα επιλεγεί από τον υπεύθυνο ως τελική απόφαση.

Παράδειγμα:

*d1(decision 1) = επιλογή απόφασης πρώτης*

*d2(decision 2) = επιλογή απόφασης δεύτερης*

*d3(decision 3) = επιλογή απόφασης τρίτης*

Η επιλογή κάθε απόφασης εξαρτάται από τη φύση του ίδιου του προβλήματος, την πολιτική της εταιρίας και το χρόνο που απαιτεί, τουλάχιστον ως κύριους παράγοντες. Ο υπεύθυνος που θα κληθεί να επιλέξει θα πρέπει να έχει προφανώς μια πρόβλεψη για την έκβαση κάθε επιλογής. Όμως οι προβλέψεις ενέχουν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας, και συνεπώς θα πρέπει να προσδιορίσει και να καταγράψει τις πιθανές αυτές εκβάσεις. Υπάρχουν και παράγοντες μελλοντικοί οι οποίοι είναι αναμενόμενοι ή μη και μπορούν να επηρεάσουν την τελική έκβαση. Αυτούς τους μελλοντικούς παράγοντες θα τους ονομάζουμε παράγοντες επιρροής του προβλήματος (states of nature).

Όταν αναφερόμαστε σε μια επιχείρηση η οποία εμπορεύεται κάποιο προϊόν μπορεί αυτοί οι παράγοντες να είναι η αποδοχή του προϊόντος ή η συνολική εικόνα της οικονομίας κτλ. Τους παράγοντες αυτούς θα τους συμβολίζουμε με  $s_i$ . Παράδειγμα:

*s1(state of nature 1)= 1ος παράγοντας επιρροής*

*s2(state of nature 2)= 2ος παράγοντας επιρροής*

*s3(state of nature 3)= 3ος παράγοντας επιρροής*

Άρα μέχρι αυτό το σημείο μπορούμε να συνδυάσουμε μια επιλογή με κάποιον παράγοντα επιρροής. Για παράδειγμα θα μπορούσαμε να εξετάσουμε τα πιθανά αποτελέσματα της απόφασης  $d1$  με τον παράγοντα επιρροής  $s2$ . Ο υπεύθυνος σε αυτό το στάδιο έχει τη δυνατότητα να εξετάσει πληροφορίες που αφορούν τις πωλήσεις ή κάποιον άλλο παράγοντα με βάση τις δυο παραπάνω μεταβλητές.

Σε αυτό το σημείο ο μάνατζερ μπορεί να καταγράψει στον λεγόμενο Πίνακα Απολαβών ή ανά περίπτωση Μήτρα Αποτελεσμάτων, όλους τους δυνατούς συνδυασμούς μεταξύ αποφάσεων και παραγόντων επιρροής, καθώς και τις προβλέψεις για τα αποτελέσματα τους. Ο πιο απλός παράγοντας αποτελέσματος μιας κατάστασης είναι οι απολαβές. Συνεπώς θα ονομάσουμε  $A(d_i, s_j)$  τα αποτελέσματα σε κάθε ξεχωριστή περίπτωση. Για παράδειγμα αν ο υπεύθυνος λάβει την απόφαση  $d_2$  και υπάρχει ο παράγοντας επιρροής  $s_3$  τότε το αποτέλεσμα απολαβών θα συμβολίζεται ως  $A(d_2, s_3)$ .

Πιο πρακτικά, θα μπορούσαμε ως απόφαση να τοποθετήσουμε μια επένδυση σε κάποιο προϊόν και τα αντίστοιχα χρήματα που απαιτεί η επένδυση, ως παράγοντα επιρροής τις διακυμάνσεις των τιμών του προϊόντος και ως αποτέλεσμα τα αναμενόμενα έσοδα (Hertz, 1979).

Παρακάτω θα δούμε πιο αναλυτικά τον τρόπο λήψης και αξιολόγησης των πιθανών αποφάσεων.

### 1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

Η ανάλυση απόφασης είναι ουσιαστικά ο τομέας όπου γίνεται η επεξεργασία των διαθέσιμων στοιχείων, ιδίως στην περίπτωση που δεν υπάρχουν συνθήκες βεβαιότητας. Ακολούθως αναπτύσσεται ένα κανονικό πρότυπο που αντιπροσωπεύει το πρόβλημα, υπολογίζει τους διαθέσιμους παράγοντες και παράγει ένα πλάνο δράσης για τους υπευθύνους. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται περισσότερο σε καταστάσεις διοίκησης που είναι δύσκολο να παρθεί απόφαση εκ της πείρας του μάνατζερ.

Κατόπιν παράγεται το επίσημο πρότυπο, που περιέχει τις δυνατές στρατηγικές επίλυσης του προβλήματος. Κατά τον Καραμανίδη (2005) μια τυπική ανάλυση απόφασης αποτελείται σε συνθήκες αβεβαιότητας από τα παρακάτω:

#### Καθορισμός και Αντιπροσώπηση Προβλήματος

1. Το Παράδειγμα Ανάλυσης Απόφασης
2. Διατύπωση και Ερμηνεία Προτύπου
3. Μήτρες και Δέντρα Απόφασης (πρότυπη αντιπροσώπηση)
4. Θεωρία Απόφασης
5. Στοιχειώδεις Πρότυπα και Κυριαρχία
6. Κριτήριο Αισιόδοξων (Wald)(Maximax/Minimim)
7. Κριτήριο Απαισιόδοξων (Wald)(Maximin/minimax)
8. Κριτήριο Hurwicz
9. Minimax Κριτήριο «Θλίψης» του Savage
10. Κριτήριο Laplace «ανεπαρκούς αιτίας»
11. Κριτήριο Μέγιστης Πιθανότητας

#### Αναμενόμενα Πρότυπα Αξίας

1. Εννοιολογικές Προσεγγίσεις στην Πιθανότητα

2. Υποκειμενικές Πιθανότητες Αξιολόγησης
3. Πρότυπα EMV & EOL
4. VPI (αναμενόμενη αξία των τέλειων πληροφοριών)
5. Ανάλυση ευαισθησίας

### Σχεδιασμός Bayes

1. Θεώρημα Bayes
2. Κωδικοποίηση Πιθανοτήτων (Bayes 1)
3. Πίνακες Πιθανότητας (Bayes 2)
4. Δέντρα Πιθανότητας (Bayes 3)
5. Προγενέστερη Ανάλυση
6. Μεταγενέστερη Ανάλυση
7. EVII (αναμενόμενη αξία των ατελών πληροφοριών) & ENGE

### Διαμόρφωση Χρήσης

1. EV Παράδοξα
2. Θεωρία Χρησιμότητας

Με βάση τα παραπάνω ως τυπική ανάλυση απόφασης μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα πολύ σημαντικότερα της παραδοσιακής λήψης απόφασης, δηλαδή μέσω διαίσθησης και πείρας του υπευθύνου. Με χρήση στατιστικής ακολουθίας μπορούμε να παράγουμε μήτρα αποτελεσμάτων, δηλαδή μια δομή ανάλυσης και λήψης των αποφάσεων. Πριν προχωρήσουμε όμως θα πρέπει να γίνει μια παρουσίαση των σημαντικότερων εννοιών που θα χρησιμοποιήσουμε (David R. Anderson, Dennis J. Sweeney, Thomas A. Williams and R. Kipp Martin, 2008).

## 1.4 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Σε αυτό το σημείο θα αναφέρουμε κάποιες βασικές έννοιες που έχουμε χρησιμοποιήσει ήδη ή θα χρησιμοποιήσουμε στην πορεία.

**Απόφαση:** Ως απόφαση πλέον θα ορίζουμε την επιλογή μιας εκ παραπάνω της μιας εναλλακτικών επιλογών για τη λύση ενός προβλήματος.

**Ανάλυση απόφασης:** Ως ανάλυση απόφασης θα εννοούμε την ορθολογική προσέγγιση για τη λήψη μιας απόφασης, μέσω της εξαγωγής ενός επίσημου προτύπου. Το επίσημο πρότυπο παρουσιάζει διάφορα σχέδια δράσης, πιθανές εκβάσεις κάθε απόφασης και δεδομένα πάνω στο πρόβλημα που επεξεργαζόμαστε. Αυτά θα βοηθήσουν για την επιλογή της στρατηγικής για τη λήψη της βέλτιστης δυνατής απόφασης.

**Επίσημο πρότυπο:** Το επίσημο πρότυπο είναι η “ρητή (αντικειμενική) αντιπροσώπευση ενός συστήματος, σε αντιδιαστολή με μια καθαρώς διανοητική (υποκειμενική) σύλληψη. Τα επίσημα πρότυπα μπορούν να ταξινομηθούν ως περιγραφικά, προληπτικά ή καθοδηγητικά (επίσης λέγονται κανονιστικά)”.

**Κανονιστικό πρότυπο:** Η καταγραφή και αποτύπωση ενός συστήματος με τρόπο τέτοιο που να καθορίζει ένα συνιστάμενο σχέδιο δράσης και συχνά αποκαλείται καθοδηγητικό πρότυπο.

**Κίνδυνος:** Για την έννοια του ρίσκου υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις αλλά εμείς θα το προσδιορίσουμε ως την πιθανότητα απώλειας.

**Στρατηγική:** Ως στρατηγική ονομάζουμε ένα καθορισμένο πλάνο για τη λήψη μιας απόφασης που θα οδηγήσει στην επίτευξη κάποιου στόχου.

**Βεβαιότητα:** Η σίγουρη έκβαση ενός γεγονότος σε συγκεκριμένη κατεύθυνση.

**Αβεβαιότητα:** Η έλλειψη βεβαιότητας για την έκβαση μιας απόφασης ή ενός γεγονότος. Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει σύστημα βεβαιότητας.

## 1.5 ΜΗΤΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Υπάρχουν τρεις βασικές συνθήκες που μπορούμε να λάβουμε απόφαση, και συνεπώς τρεις βασικοί τρόποι λήψης απόφασης. Η κατηγοριοποίηση βασίζεται στις διαθέσιμες πληροφορίες που έχουμε και υπολογίζονται και οι παράγοντες επιρροής. Έτσι μπορούμε να διαχωρίσουμε τρεις τύπους λήψης απόφασης:

1. Λήψη απόφασης υπό συνθήκες βεβαιότητας. Σε αυτή την περίπτωση όλοι οι παράγοντες επιρροής είναι γνωστοί και είναι η πιο εύκολη περίπτωση λήψης απόφασης
2. Λήψη απόφασης υπό συνθήκες ρίσκου. Είναι γνωστοί κάποιοι παράγοντες επιρροής και απαιτείται εκτενής επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων
3. Λήψη απόφασης κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας: Είναι η διαδικασία λήψης απόφασης, όταν οι παράγοντες επιρροής (states of nature) είναι άγνωστοι

Βέβαια, υπάρχουν και άλλοι τρόποι κατηγοριοποίησης όπως αυτός που αναγνωρίζει μόνο συνθήκες βεβαιότητας και συνθήκες αβεβαιότητας.

Όλα τα προβλήματα θα πρέπει να αναλύονται με μια δομή για την εξαγωγή μιας απόφασης. Σε όποια από τις τρεις κατηγορίες υπόκειται το πρόβλημα και συνεπώς ο τύπος της απόφασης θα πρέπει να αναλυθεί σε μια δομή, δηλαδή σε μια μήτρα αποτελεσμάτων. Η δομή αυτή περιέχει είτε όλα είτε μερικά από τα παρακάτω συστατικά στοιχεία:

**Σε όλους τους τύπους απόφασης:**

1. Τον στόχο που θέλει ο υπεύθυνος να επιτευχθεί. Η λήψη της απόφασης και η στρατηγικής αποσκοπούν στην επίτευξή του
2. Τη στρατηγική που θα χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη του στόχου
3. Τα αποτελέσματα των στρατηγικών, που μπορούν να εκφραστούν σε χρήματα ή άλλο τρόπο μέτρησης

**Στους τύπους απόφασης υπό καθεστώς ρίσκου ή αβεβαιότητας**

Τις πιθανές εκβάσεις των αποφάσεων, και τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε έκβασης. Επίσης, πρέπει να υπολογίζονται και μη αναμενόμενοι παράγοντες.

Τα κριτήρια επιλογής της απόφασης. Το κριτήριο επιλογής είναι ο τρόπος με τον οποίο θα επιλέξουμε μία συγκεκριμένη απόφαση. Μπορούμε να έχουμε είτε μήτρα αποτελεσμάτων, είτε δέντρα αποφάσεων.

## 1.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΗΤΡΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Έστω ότι έχουμε την περίπτωση εταιρίας που εμπορεύεται κάποιο είδος προϊόντος. Τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή υπάρχει η περίπτωση απεργίας αορίστου χρόνου. Η εταιρία καλείται να αγοράσει αποθέματα τα οποία έχουν συγκεκριμένο χρόνο λήξης. Αν η απεργία διαρκέσει παραπάνω από κάποιες μέρες υπάρχει η πιθανότητα καταστροφής των αποθεμάτων. Αν η απεργία διαρκέσει λίγες ημέρες, υπάρχει η πιθανότητα να μην επαρκούν τα αποθέματα αν έχουν αγοραστεί λίγα. Η εταιρία καλείται να λάβει μια απόφαση. Οι υπεύθυνοι δεν μπορούν να προβλέψουν τη διάρκεια της απεργίας.

Έχουμε τις εξής αποφάσεις:

**d1: Να μην γίνει καμία προμήθεια**

**d2: Να γίνει προμήθεια για 1 εβδομάδα**

**d3: Να γίνει προμήθεια για 2 εβδομάδες**

**d4: Να γίνει προμήθεια για 3 εβδομάδες**

Αν συνδυάσουμε τις παραπάνω αποφάσεις με την πιθανή διάρκεια της απεργίας μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα για τη συμφερότερη λύση. Αντιστοίχως Ονομάζουμε  $s_1, s_2, s_3, s_4$  τα ενδεχόμενα η απεργία να κρατήσει μια, δυο, τρεις ή τέσσερις εβδομάδες αντίστοιχα.

Διάρκεια απεργίας (εβδομάδες)	$s_0=0$	$s_1=1$	$s_2=2$	$s_3 = 3$	$s_4=4$
Επιπλέον απόθεμα d					
d0	0	20	5	5	10
d1=1	5	6	7	5	8
d2=2	8	8	8	8	8
d3=3	9	17	5	5	12
d4=4	12	12	5	9	15

Με αυτόν τον πίνακα μπορούμε να υπολογίσουμε το κόστος που θα έχει ο επιχειρηματίας αν λάβει την απόφαση d2 και η απεργία διαρκέσει π.χ. 2 εβδομάδες, δηλαδή η πιθανότητα του ενδεχομένου  $s_2$ . Βέβαια αυτή είναι μια σχετικά εύκολη περίπτωση μόνο δύο παραγόντων. Το παράδειγμα αυτό φυσικά δεν αντιστοιχεί στην πραγματικότητα και τα νούμερα είναι προϊόν τυχαίας επιλογής.



Η γενική μορφή μιας μήτρας αποτελεσμάτων είναι:

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
$s \rightarrow$	$s_0=0$	$s_1=1$	$s_2=2$	$s_3 = 3$	$s_4=4$
$d \downarrow$					
$d_0$	A11	A12	A13	A14	A15
$d_1=1$	A21	A22	A23	A24	A25
$d_2=2$	A31	A32	A33	A34	A35
$d_3=3$	A41	A42	A43	A44	A45
$d_4=4$	A51	A52	A53	A54	A55

Όπου ως  $d_i$  συμβολίζουμε την απόφαση, ως  $s_i$  συμβολίζουμε μία από τις πιθανές καταστάσεις που μπορούν να συμβούν στο γεγονός  $s$ . Ως  $A_{i,j}$  συμβολίζουμε τα αποτελέσματα των συνδυασμών απόφασης  $d$  και καταστάσεων του γεγονότος  $s$ . Τέλος ως  $P$  συμβολίζουμε την πιθανότητα να συμβεί κάθε κατάσταση του γεγονότος  $s_i$ .

Δεν χρησιμοποιήσαμε στο παράδειγμα την πιθανότητα  $P$ , και ο λόγος είναι ότι η πιθανότητα εμφανίζεται μόνο σε συνθήκες ρίσκου ή αβεβαιότητας, ενώ δεν θέσαμε κάποιον τέτοιο παράγοντα στο παράδειγμά μας (Καραμανίδης, Γεώργιος, 2005).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

### 2.1 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

Σε αυτή την περίπτωση είναι γνωστοί όλοι οι παράγοντες επιρροής. Είναι λοιπόν για την εταιρία προφανές ότι η μια απόφαση είναι μονόδρομος. Μπορούν βεβαίως να υπάρχουν επιλογές παραπάνω από μια ή απλώς μια επιλογή. Όταν λοιπόν θα κάνουμε την αναπαράσταση αυτής της λήψης απόφασης θα παρουσιάσουμε τις αποφάσεις ως  $d1, d2$  κτλ. και έναν μόνο γνωστό παράγοντα επιρροής. Μπορούμε κατόπιν να φτιάξουμε πίνακα απολαβών ή μήτρα αποτελεσμάτων. Έστω λοιπόν εταιρία που  $A$  που καλείται να πάρει απόφαση για ένα ζήτημα ανάμεσα σε τρεις αποφάσεις και έναν γνωστό παράγοντα επιρροής. Η μορφή θα είναι αντίστοιχη με την παρακάτω:

$s \rightarrow$	<b>s1</b>
$d \downarrow$	
$d1=1$	A11
$d2=2$	A21
$d3=3$	A31

Αν λοιπόν έχουμε γνωστό παράγοντα επιρροής, ίδιο ρίσκο σε όλες τις αποφάσεις και παραδείγματος χάριν η απόφαση  $d1$  απέφερε το μεγαλύτερο κέρδος από τις άλλες αποφάσεις είναι προφανές ότι η εταιρία θα επέλεγε την απόφαση  $d1$ . Αυτός ο τύπος λήψης απόφασης βέβαια δεν υπάρχει στην πραγματικότητα καθώς είναι αδύνατον να γνωρίζουμε όλους τους παράγοντες επιρροής, όπως εξηγήσαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο (Smith J.E. and Nau R.F., 1995).

### 2.2 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΙΣΚΟΥ

Όταν αναφερόμαστε σε ρίσκο τότε θεωρούμε ότι ο μάνατζερ ή υπεύθυνος για τη λήψη αποφάσεων γνωρίζει ότι υπάρχουν περισσότεροι από έναν παράγοντες επιρροής, που έχουν διαφορετικές πιθανότητες, με μερικές να είναι συμφερότερες για την επιχείρηση. Γνωρίζοντας τα παραπάνω μπορεί να λάβει με βάση κάποια κριτήρια την ορθότερη απόφαση.

Και σε αυτή την περίπτωση μπορεί να έχουμε μεγαλύτερο βαθμό σιγουριάς από τις συνθήκες πλήρους αβεβαιότητας, αλλά κανένας υπεύθυνος δεν είναι σε θέση να γνωρίζει όλους τους παράγοντες επιρροής. Στις περισσότερες των περιπτώσεων ο υπεύθυνος καλείται να αποφασίσει με κριτήριο την προσωπική του εμπειρία και όχι αντικειμενικούς και ποσοτικοποιήσιμους παράγοντες. Οι πιθανότητες επίσης ενός αποτελέσματος κάποιας επιλογής είναι δύσκολα προσδιορίσιμες. Για την αξιολόγηση των πιθανοτήτων και των αποφάσεων θα χρησιμοποιήσουμε κάποια συγκεκριμένα κριτήρια (Ying He and Rui-Hua Huang, 2007).

#### ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ (EXPECTED VALUE)

Όταν ασχολούμαστε με συνθήκες ρίσκου θα πρέπει από την επιχείρηση να επιλεγεί η συμφερότερη λύση. Αυτή τις περισσότερες φορές εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες. Πιο συγκεκριμένα όταν μιλάμε για κέρδος προφανώς επιλέγεται η απόφαση με το μεγαλύτερο δυνατό αναμενόμενο κέρδος και όταν μιλάμε για κόστος η επιλογή με το μικρότερο δυνατό. Η γνώση όμως του κέρδους ή του κόστους δεν αρκεί, καθώς θα πρέπει να ξέρουμε και τις πιθανότητες εμφάνισης κάθε παράγοντα επιρροής. Ένας χαρακτηριστικός τρόπος αξιολόγησης των επιλογών είναι ο πολλαπλασιασμός του αναμενόμενου κόστους ή κέρδους με την πιθανότητα εμφάνισης του παράγοντα επιρροής. Τα νούμερα που προκύπτουν μπορούν να εξεταστούν από τον υπεύθυνο για την εξαγωγή συμπερασμάτων, και ονομάζονται σταθμισμένα. Αν αθροίσουμε τις πιθανότητες εμφάνισης με το προσδοκώμενο κόστος κάθε επιλογής τότε έχουμε την αναμενόμενη αξία. Την αναμενόμενη αξία θα την ονομάσουμε  $AvA$  και θα υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$AvA = \sum A_{ij}P_j$$

Όπου  $A_{ij}$  είναι το εκάστοτε αποτέλεσμα που εξαρτάται από κάποιον παράγοντα επιρροής και την απόφαση, και  $P_j$  είναι η πιθανότητα να εμφανιστεί κάποιος παράγοντας επιρροής. Με βάση ένα πρόβλημα που περιέχει 5 αποφάσεις και 5 παράγοντες επιρροής με τυχαία νούμερα, θα είχαμε την παρακάτω μήτρα αποτελεσμάτων:<sup>1</sup>

	<b>P1=0,20</b>	<b>P2=0,10</b>	<b>P3=0,30</b>	<b>P4=0,30</b>	<b>P5=0,10</b>
s→	s1	s2	s3	s4	s5
d↓					
d1	12	21	8	0	9
d2	22	54	23	9	25
d3	34	65	43	35	31
d4	5	7	4	4	0

<sup>1</sup> Στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν διαφορές ως προς το νόημα της έννοιας του ρίσκου ή κινδύνου. Εμείς χρησιμοποιούμε την αγγλική έννοια "risk" που δεν έχει πάντα αρνητική διάσταση

d5	11	0	3	32	4
----	----	---	---	----	---

Πριν υπολογίσουμε την αναμενόμενη αξία κάθε απόφασης ξεχωριστά και τις συγκρίνουμε πρέπει να εξετάσουμε αν κάποια απόφαση είναι εμφανώς κυρίαρχη κάποιας άλλης. Αν κάποια απόφαση είναι για κάποιον λόγο κυρίαρχη μιας άλλης απόφασης τότε πρέπει να διαγραφεί εξ αρχής. Οι λόγοι αυτοί μπορεί να είναι υποκειμενικοί ή αντικειμενικοί και εξαρτώνται από την κρίση του υπευθύνου. Με τύπους θα μπορούσαμε να πούμε ότι αν ένα πρόβλημα εκφράζεται σε κέρδος και κάθε αποτέλεσμα μιας απόφασης είναι μεγαλύτερο από την άλλη, και ταυτόχρονα κάθε πιθανότητα είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη σε κάθε παράγοντα επιρροής τότε μπορούμε απλά να εξαλείψουμε όλη τη γραμμή από τη μήτρα αποφάσεων. Στο παράδειγμά μας η απόφαση d3 είναι εμφανώς ισχυρότερη όλων των άλλων αποφάσεων καθώς έχει μεγαλύτερο ποσοστό κέρδους σε κάθε παράγοντα επιρροής. Συνεπώς μπορούμε εξ αρχής να διαγράψουμε όλες τις υπόλοιπες. Αν δεν είναι εμφανές πρέπει να υπολογίσουμε όλες τις αναμενόμενες αξίες κάθε απόφασης ξεχωριστά. Αναλυτικά για την απόφαση d1:

$$AvA(d1) = A_{11} \times P_1 + A_{12} \times P_2 + A_{13} \times P_3 + A_{14} \times P_4 + A_{15} \times P_5 =$$

$$12 \times 0,2 + 21 \times 0,1 + 8 \times 0,3 + 0 \times 0,3 + 9 \times 0,1 = 7,8$$

Αφού κάνουμε τις πράξεις για κάθε περίπτωση ξεχωριστά τότε επιλέγουμε την επιλογή με τη μέγιστη αναμενόμενη αξία. Αν φυσικά μιλάμε για κόστος και όχι για κέρδος κάνουμε τη διαδικασία ψάχνοντας το μικρότερο δυνατό κόστος. Αυτή η διαδικασία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να αυτοματοποιηθεί πλήρως, και στο επίπεδο εισαγωγής των δεδομένων και φυσικά στο επίπεδο των πράξεων και προφανώς εύρεσης της συμφερότερης λύσης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι εμφανές ότι τη μέγιστη αναμενόμενη αξία θα έχει η επιλογή d3 καθώς προσφέρει το μεγαλύτερο κέρδος σε κάθε παράγοντα επιρροής ξεχωριστά με κοινές πιθανότητες. Πρέπει όμως οι υπολογισμοί να υπόκεινται και σε εμπειρικό έλεγχο του υπευθύνου, ειδικά σε περιπτώσεις που ένας παράγοντας επιρροής έχει συντριπτικές πιθανότητες να συμβεί και τα αποτελέσματα είναι σχετικά κοντά (Καραμανίδης, 2005).

#### *ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ*

Ένας άλλος τρόπος που μπορούμε να υπολογίσουμε την καλύτερη δυνατή επιλογή σε ένα πρόβλημα είναι να εντοπίσουμε την καλύτερη στρατηγική με βάση αυτά που θα χάσουμε από τα υπόλοιπα ενδεχόμενα. Στην πραγματικότητα υπολογίζουμε θεωρητικά αυτό που θα είχαμε σε κάθε διαφορετική επιλογή και συγκρίνουμε τι χάσαμε όταν συμβεί η μια πιθανότητα. Καλύτερα μπορούμε να το εξηγήσουμε ωστόσο μέσω παραδείγματος. Παράδειγμα εφαρμογής του κριτηρίου αναμενόμενης απώλειας.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Το κριτήριο αυτό είναι στην πραγματικότητα ίδιο με το Κριτήριο Αναμενόμενης Αξίας αντεστραμμένο για συντηρητικό λήπτη απόφασης

Έστω η μήτρα αποτελεσμάτων με τα τυχαία νούμερα πολυχρησιμοποιήσαμε πριν:

	<b>P1=0,20</b>	<b>P2=0,10</b>	<b>P3=0,30</b>	<b>P4=0,30</b>	<b>P5=0,10</b>
s→	s1	s2	s3	s4	s5
d↓					
d1	12	21	8	0	9
d2	22	54	23	9	25
d3	34	65	43	35	31
d4	5	7	4	4	0
d5	11	0	3	32	4

Αν είμαστε σίγουροι ότι θα εμφανιστεί ο παράγοντας επιρροής s2 τότε θα είχαμε επιλέξει την επιλογή d3. Κατόπιν μπορούμε να υπολογίσουμε τι θα χάναμε αν επιλέγαμε την d1, d2, d4 και d5.

**Απώλεια από την επιλογή της d1= 65-21=44**

**Απώλεια από την επιλογή της d2= 65-54=11**

Αφού κάνουμε την παραπάνω διαδικασία για όλα τα αποτελέσματα μπορούμε να δημιουργήσουμε μια νέα μήτρα αποτελεσμάτων που εκφράζει τις πιθανές απώλειες και ότι τα πιθανά κέρδη:

	<b>P1=0,20</b>	<b>P2=0,10</b>	<b>P3=0,30</b>	<b>P4=0,30</b>	<b>P5=0,10</b>
s→	s1	s2	s3	s4	s5
d↓					
d1	22	44	35	35	22
d2	12	11	20	26	6
d3	0	0	0	0	0
d4	29	58	39	31	31
d5	23	65	40	3	27

Τη αναμενόμενη απώλεια θα την ονομάζουμε ΑνΑπ και μπορούμε να την υπολογίσουμε με τον ίδιο τρόπο όπως την αναμενόμενη αξία, δηλαδή προσθέτουμε το γινόμενο απώλειας με την αντίστοιχη πιθανότητα να συμβούν οι παράγοντες επιρροής. Για παράδειγμα:

$$AvA(d1) = A_{11} \times P_1 + A_{12} \times P_2 + A_{13} \times P_3 + A_{14} \times P_4 + A_{15} \times P_5 = 22 \times 0,2 + 44 \times 0,1 + 35 \times 0,3 + 35 \times 0,3 + 22 \times 0,1 = 32$$

Σύμφωνα με αυτό το κριτήριο είναι προφανές ότι ψάχνουμε το μικρότερο δυνατό νόμισμα για να επιλέξουμε, καθώς σημαίνει μικρότερη δυνατή απώλεια. Στην πραγματικότητα τα δύο αυτά κριτήρια είναι ίδια αλλά με διαφορετική λογική όσον αφορά την περίπτωση επιχειρήσεων.

Με αυτή λοιπόν τη μέθοδο μπορούμε να υπολογίσουμε το μικρότερο δυνατόν χαμένο κέρδος που θα έχουμε αν λάβουμε μια επιλογή. Τα κριτήρια αυτά εξαρτώνται καθαρά από τις πιθανότητες κέρδους που μπορούμε να έχουμε. Όμως όσο καλύτερη είναι η πληροφόρηση τόσο καλύτερη προσέγγιση των πιθανοτήτων εμφάνισης έχουμε κάθε παράγοντα επιρροής, και συνεπώς τόσο μεγαλύτερη πιθανότητα να κάνουμε τη σωστή επιλογή. Η πληροφόρηση όμως πάνω σε μια επένδυση είναι αρκετά κοστοβόρος διαδικασία.

Γεννάται λοιπόν το ζήτημα του κατά πόσο είναι σκόπιμο και συμφέρον να συγκεντρώσουμε κι άλλες πληροφορίες που θα μας βοηθήσουν ίσως στην επιλογή της καλύτερης λύσης και ποιο είναι το ύψος της δαπάνης που είναι σκόπιμο να μην υπερβούμε για την συγκέντρωση επιπλέον πληροφοριών.

Από τα παραπάνω κριτήρια μπορούμε να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα για τις παραπάνω ερωτήσεις. Παίρνουμε το καλύτερο αποτέλεσμα από τους παράγοντες επιρροής και το πολλαπλασιάζουμε με την πιθανότητα εμφάνισης. Αυτό που λαμβάνουμε ονομάζεται αναμενόμενη αξία με πλήρη πληροφόρηση. Από το αποτέλεσμα αυτό αφαιρούμε την αξία της καλύτερης στρατηγικής από το προηγούμενο κριτήριο και λαμβάνουμε ένα μέγεθος που ονομάζεται αξία πλήρους πληροφόρησης. Αυτό το μέγεθος είναι χαρακτηριστικό του ύψους επένδυσης που πρέπει να γίνει ώστε να βελτιωθούν οι όροι λήψης της απόφασης.

Μπορούμε να δημιουργήσουμε πίνακα που συνοψίζουμε τα αποτελέσματα των παραπάνω κριτηρίων (Ζάρκος Σ.Κ. ,2003).

#### *ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ*

Κάθε επιλογή ωστόσο δεν κρίνεται μόνο από το αναμενόμενο κέρδος ή την πιθανή απώλεια κέρδους. Θα πρέπει ανάλογα με την πολιτική της εκάστοτε επιχείρησης να κρίνεται και η πιθανότητα ζημιάς. Σε πολλές περιπτώσεις μια επιχείρηση καλείται να επιλέξει λιγότερο αναμενόμενο κέρδος, αλλά με μεγαλύτερη εξασφάλιση. Το κριτήριο αυτό εξετάζει τη συμφερότερη δυνατή λύση, αλλά συνυπολογίζοντας και το ζήτημα των πιθανών ζημιών που θα προκύψουν. Αναλυτικότερα με παράδειγμα:

Θεωρούμε ότι μια επιχείρηση καλείται να κάνει μια επένδυση με αναμενόμενο κέρδος 100 και πιθανότητα επιτυχίας 0,50. Αν όμως η επένδυση αποτύχει τότε η εταιρία θα έχει ζημιά 50. Τότε μπορούμε να υπολογίσουμε το αναμενόμενο κέρδος ως εξής:

$$AvA = 100 \times 0,5 + (-50 \times 0,5) = 25$$

Θεωρητικά είναι μια καλή επένδυση καθώς το αναμενόμενο κέρδος είναι αρκετό. Ωστόσο δεν μπορεί κάθε επιχείρηση να ανταποκριθεί ανά πάσα στιγμή σε μια απώλεια, και ανάλογα το ύψος της επένδυσης σε σχέση με τις άμυνες κινδύνου της εταιρίας, μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες. Συνεπώς υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν εκτός του αναμενόμενου κέρδους.

Κάθε στρατηγική που έχει η επιχείρηση θα πρέπει να λαμβάνει πολλούς παράγοντες υπ' όψιν, και πρέπει επίσης να εισαχθούν και νέα κριτήρια επιλογής αποφάσεων. Ένα τέτοιο κριτήριο είναι η αναμενόμενη χρησιμότητα. Για να γίνει ένα κριτήριο όμως η χρησιμότητα με αντίστοιχο τρόπο που είδαμε στα προηγούμενα κριτήρια θα πρέπει να μπορεί να εκφραστεί σε αριθμούς, και να προσδιοριστεί όσο ακριβέστερα γίνεται. Πρέπει δηλαδή να βρεθεί τρόπος μέτρησης της χρησιμότητας.

Ως χρησιμότητα, τουλάχιστον ακολουθώντας την αγγλική ορολογία utility, θα μπορούσαμε να την ορίσουμε ως τον βαθμό ικανοποίησης του ατόμου από τη λήψη ή χρήση πόρων, χρηματικών ή μη, και των τεχνικών ικανοτήτων και της ενεργητικότητας του με σκοπό να πάρει σαν αντάλλαγμα αγαθά ή αμοιβές. Ωστόσο ένας τέτοιος ορισμός είναι δύσκολο να μας οδηγήσει σε μια ποσοτική σχέση, κυρίως γιατί η ικανοποίηση είναι θέμα υποκειμενικό. Η χρησιμότητα με τον ορισμό που δώσαμε είναι εξαιρετικά πολύπλοκο ζήτημα ώστε να μπει κάτω από κοινά ποσοτικά ισοδύναμα.

Έστω ότι υπάρχουν τρία στελέχη μιας επιχείρησης που καλούνται να πάρουν μια λύση σε ένα πρόβλημα. Ονομάζουμε  $k_1$ ,  $k_2$  και  $k_3$  τα στελέχη με πρώτο το στέλεχος που έχει στρατηγική αυξημένου ρίσκου, ο δεύτερος στρατηγική σύνεσης μεταξύ ρίσκου και απώλειας και τέλος ο τρίτος είναι συντηρητικός στη λήψη αποφάσεων. Μπορούμε να δημιουργήσουμε την παρακάτω μήτρα αποτελεσμάτων:

	<b>P1=0,50</b>	<b>P2=0,50</b>
$s \rightarrow$	$s_1$	$s_2$
$k \downarrow$		
$k_1$	22	44
$k_2$	12	11
$k_3$	10	9

Έχοντας πλέον τη μήτρα αποτελεσμάτων μπορούμε να υπολογίσουμε το αναμενόμενο κέρδος με κάθε επιλογή και προφανώς την αναμενόμενη ζημιά. Από τις τρεις επιλογές η επιχείρηση μπορεί να επιλέξει είδος στρατηγικής και να υπολογίσει με βάση τις ανάγκες της την αναμενόμενη χρησιμότητα.

Ο τρόπος αυτός βέβαια δεν είναι αντίστοιχος των προηγούμενων, καθώς βασίζεται περισσότερο στην υποκειμενική κρίση του υπευθύνου για επιλογή στρατηγικής αυξημένου ρίσκου ή πιο συντηρητική. Είναι όμως ένας χρήσιμος τρόπος καταγραφής των πιθανών επιλογών που έχει μια επιχείρησης σε σχέση με τους παράγοντες επιρροής (Κόλλια, 2012)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

### ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

Σε αυτή την περίπτωση, υπάρχει κάποιο πρόβλημα που απαιτεί λύση, αλλά δεν υπάρχουν καθόλου πληροφορίες ή οι πληροφορίες που διαθέτουμε είναι ασήμαντες. Υπάρχουν όμως αρκετοί παράγοντες επιρροής, που δεν γνωρίζουμε τίποτα για τις πιθανότητες εμφάνισης τους ή ελάχιστα. Αυτές οι συνθήκες είναι οι συνθήκες αβεβαιότητας κατά τη λήψη αποφάσεων.

Ο μόνος τρόπος λοιπόν που μπορούμε να λειτουργήσουμε ώστε να παραχθεί ένα ορθολογικό συμπέρασμα είναι μέσω της Θεωρίας Παιγνίων. Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες παιγνίων:

- Παίγνια μεταξύ ανθρώπου και φύσης ή καταστάσεων
- Παίγνια μεταξύ ανθρώπων

Τα κριτήρια που θα χρησιμοποιήσουμε αρχικά είναι:

1. Το κριτήριο του Laplace
2. Το κριτήριο minimax ή maximin του Wald
3. Το κριτήριο του Hurwicz
4. Το κριτήριο του Savage

Επειδή όπως αναφέραμε δεν υπάρχουν πληροφορίες ή στοιχεία τα οποία θα μας δώσουν τη δυνατότητα να εξάγουμε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα, τα κριτήρια με τα οποία θα γίνεται η λήψη αποφάσεων θα είναι υποκειμενικά. Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάσαμε μια περίπτωση όπου ο τρόπος λήψης απόφασης εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από τις διαθέσιμες ρίσκου του υπευθύνου. Και σε αυτή την περίπτωση θα επιλέγουμε τύπο απόφασης με βάση το παραπάνω κριτήριο.

Έτσι, θα υπάρχουν δυο βασικοί παράγοντες στην λήψη της τελικής απόφασης: οι συνθήκες του περιβάλλοντος και η πολιτική του υπευθύνου ή της εταιρίας. Τα κριτήρια που θα χρησιμοποιήσουμε θα μας βοηθήσουν να διαλευκανθεί το πρόβλημα και να συσχετίσουμε κάθε απόφαση με μια συγκεκριμένη πολιτική ρίσκου. Τα σημαντικότερα κριτήρια που θα μελετήσουμε είναι κριτήρια λήψης αποφάσεων κάτω από αβεβαιότητα και με την προϋπόθεση ότι οι κατανομές πιθανοτήτων δεν είναι γνωστές. Το κάθε κριτήριο που θα επιλεγεί εξαρτάται από το βαθμό συντηρητικότητας του υπευθύνου. Με σειρά συντηρητικότητας προβλέψαμε το κριτήριο Laplace ως το λιγότερο συντηρητικό ή αλλιώς περισσότερο αισιόδοξο, κριτήριο Minimax λιγότερο αισιόδοξο και το κριτήριο Hurwicz ως αυτό που μπορεί να εφαρμοστεί και στις αισιόδοξες και στις απαισιόδοξες προβλέψεις. Άρα μπορούμε να πούμε το εξής: τα κριτήρια προσπαθούν να ποσοτικοποιήσουν μια κατάσταση που όμως από τη φύση της είναι υποκειμενική και εξαρτάται από ποιο θα επιλέξει ο μάνατζερ. Τα κριτήρια αυτά μπορούν εφαρμοστούν και στις δυο περιπτώσεις παιγνίων. Κατά την πρώτη ο υπεύθυνος είναι απέναντι σε μια κατάσταση ή φύση, όπου δεν χαρακτηρίζεται από ευφυΐα. Στη δεύτερη και πιο περίπλοκη περίπτωση, ο υπεύθυνος είναι ενάντια σε πρόσωπο με ευφυΐα που μπορεί να εξετάζει και να αλλάζει τις πράξεις του με βάση τις αλλαγές και αποφάσεις του υπευθύνου. Η Θεωρία



Παιγνίων όμως έχει δώσει ικανοποιητικές απαντήσεις και στις δύο περιπτώσεις (Παναγιώτου, 2011).

Η μήτρα αποτελεσμάτων σε αυτή την περίπτωση αναπαρίσταται από πίνακα με στήλες και γραμμές, όπου:

- Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν αποφάσεις
- Οι στήλες παράγοντες επιρροής ή καταστάσεις της φύσης ενός συστήματος

Ένα παράδειγμα είναι αυτό που έχουμε αναφέρει ήδη: οι στήλες αντιπροσωπεύουν μέρες απεργίας, και οι γραμμές απόθεμα σε εβδομάδες που καλείται να αγοράσει η εταιρία. Η διαφορά με το προηγούμενο παράδειγμα είναι ότι δεν γνωρίζουμε τις πιθανότητες που έχει κάθε περίπτωση ημερών απεργίας. Οι στήλες αναπαριστούν εβδομάδες απεργίας και οι γραμμές αποφάσεις όπως φαίνεται παρακάτω:

Διάρκεια απεργίας (εβδομάδες) $s \rightarrow$	<b>s1</b>	<b>s2</b>	<b>s3</b>	<b>s4</b>	<b>s5</b>
Επιπλέον απόθεμα $d \downarrow$					
d1	<b><math>a(d_1, s_1)</math></b>	...			
d2	...				
d3					
d4					
d5					

Προφανώς, σε κάθε επιλογή κάθε παράγοντα επιρροής αντιστοιχεί ένα αποτέλεσμα, που σε αυτή την περίπτωση θα το ονομάσουμε  $a(d_i, s_j)$ . Το αποτέλεσμα είναι μια συνάρτηση μεταξύ των δύο παραγόντων, της απόφασης και του παράγοντα επιρροής (Καραμανίδης, Γεώργιος, 2005).

### 3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΟ LAPLACE

Κατά αυτό το κριτήριο δεν υπολογίζουμε την υποκειμενική κρίση του ατόμου που θα λάβει την απόφαση, αλλά αυτό επιλέγεται στην περίπτωση που θέλει ο υπεύθυνος να λάβει μια απόφαση υπό συγκεκριμένη οπτική. Θεωρούμε ότι δεν είναι γνωστές οι πιθανότητες να συμβεί οποιοσδήποτε από τους παράγοντες επιρροής. Με βάση λοιπόν την αρχή της ανεπαρκούς αιτίας του Bernoulli θεωρούμε ότι όλοι οι παράγοντες έχουν ίδιες πιθανότητες εμφάνισης. Συνεπώς αφού όλες οι καταστάσεις είναι ισοπίθανες επιλέγεται η κατάσταση με το μεγαλύτερο κέρδος, αν αυτό φυσικά εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες. Είναι εμφανές ότι το κριτήριο αυτό είναι προϊόν ορθολογισμού. Συνεπώς μπορούμε να πούμε το εξής:

$$P(s1) = P(s2) = P(s3) = \dots = \frac{1}{n}$$

Όπου  $P(s_i)$  είναι η πιθανότητα εμφάνισης κάθε παράγοντα επιρροής και  $n$  είναι ο αριθμός των καταστάσεων επιρροής. Άρα στην περίπτωση του παραπάνω παραδείγματος εισάγεται πιθανότητα της μορφής:

	<b>P1=0,20</b>	<b>P2=0,20</b>	<b>P3=0,20</b>	<b>P4=0,20</b>	<b>P5=0,20</b>
s→	s1	s2	s3	s4	s5
d↓					
d1	<b><math>\alpha(d0,s0)</math></b>	...			
d2	...				
d3					
d4					
d5					

Έτσι από τα παραπάνω μπορούμε να βρούμε το min και το max των αποτελεσμάτων ως συνάρτηση φυσικά των  $s$  και  $d$ .

Ως παράδειγμα αποτελεσμάτων μπορούμε είτε να χρησιμοποιήσουμε χρηματικές μονάδες που αντιπροσωπεύουν κέρδος είτε κόστος:

	<b>P1=0,20</b>	<b>P2=0,20</b>	<b>P3=0,20</b>	<b>P4=0,20</b>	<b>P5=0,20</b>
s→	s1	s2	s3	s4	s5
d↓					
d1	22	44	35	35	22
d2	12	11	20	26	6
d3	0	0	0	0	0
d4	29	58	39	31	31
d5	23	65	40	3	27

Συνεπώς και με βάση τα παραπάνω μπορούμε να θεωρήσουμε συμφερότερη επιλογή αυτή που συνολικά παρέχει το μεγαλύτερο κέρδος. Βγάζοντας ως κοινό παράγοντα την πιθανότητα έχουμε τα εξής αποτελέσματα αναμενόμενης αξίας:

$$AvA(d1) = 0,2 \times (22 + 44 + 35 + 35 + 22) = 30,6$$

$$MaxAvA(d4) = 0,2 \times (29 + 58 + 39 + 31 + 31) = 37,2$$

$$MinAvA(d3) = 0,2 \times (0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0$$

Είναι λοιπόν προφανές ότι όταν μιλάμε για περιπτώσεις χρηματικών μονάδων κέρδους θα επιλέγουμε το Max και όταν αναφερόμαστε σε χρηματικές μονάδες κόστους θα επιλέγουμε το Min. Μπορούμε επίσης στις πράξεις να μην βάλουμε την υπολογισμένη πιθανότητα αλλά τον παράγοντα  $1/n$ , στην περίπτωση μας  $1/5$ .

Το παρόν κριτήριο έχει το πρόβλημα ότι δεν υπολογίζει τις πιθανότητες. Αυτό βέβαια συμβαίνει επειδή δεν τις γνωρίζουμε στις περισσότερες περιπτώσεις. Ωστόσο, στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων η υπόθεση ότι όλες οι πιθανότητες είναι ίσες είναι ψευδής. Στην περίπτωση που έχουμε κάποια ενημέρωση περί των πιθανοτήτων κάποιου παράγοντα επιρροής, ή υπάρχει κάποια ένδειξη ότι μια πιθανότητα είναι μεγαλύτερη της άλλης θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε άλλο κριτήριο. Το δεύτερο πρόβλημα που έχει το συγκεκριμένο κριτήριο σχετίζεται με του παράγοντες επιρροής και τον καθορισμό τους. Αν για παράδειγμα ένας παράγοντας επιρροής είναι συμπληρωματικός του άλλου είναι αδύνατον το άθροισμα τους να είναι μικρότερο του 100%. Αν επίσης ένας παράγοντας επιρροής διασπαστεί σε δύο είναι αδύνατον η πιθανότητα που είχαν και οι δυο μαζί να είναι μισή του καθενός ξεχωριστά. Άρα ανάλογα τους παράγοντες επιρροής που θα θέσουμε στο πρόβλημα κρίνεται και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του κριτηρίου (Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S. Nieto & Ray, T, 1998).

## 3.2 ΚΡΙΤΗΡΙΟ MINIMAX ή MAXIMIN

Κατά το κριτήριο αυτό εξετάζουμε τις καλύτερες δυνατές επιλογές με βάση το μικρότερο δυνατό κόστος στην περίπτωση αποτυχίας. Δηλαδή, το κριτήριο αυτό είναι το πιο συντηρητικό και βασίζεται στην πιο απαισιόδοξη πρόβλεψη. Κρίνουμε λοιπόν τις επιλογές με βάση τη δυσμενέστερη περίπτωση. Υπάρχουν δυο περιπτώσεις αποτελεσμάτων, η μια που αφορά κέρδος και η άλλη που αφορά κόστος. Για την περίπτωση του κέρδους ονομάζουμε το αποτέλεσμα  $\max\min A$  και στην περίπτωση κόστους  $\min\max A$ , όπου και τα δύο αποτελούν συναρτήσεις των παραγόντων επιρροής και των δυνατών επιλογών. Παρακάτω ακολουθεί αναλυτικό παράδειγμα:

Διάρκεια απεργίας (εβδομάδες)	$s_0=0$	$s_1=1$	$s_2=2$	$s_3 = 3$	$s_4=4$
Επιπλέον απόθεμα $d$					
$d_1$	0	22	5	5	10
$d_2$	5	6	7	5	8
$d_3$	8	8	9	8	8
$d_4$	9	19	5	5	12
$d_5$	12	12	5	9	16

Θα χρησιμοποιήσουμε το ήδη γνωστό παράδειγμα με τις ημέρες απεργίας, ώστε να είναι ευκολότερη η σύγκριση με τα υπόλοιπα κριτήρια που αναφέραμε ήδη. Από τις παραπάνω επιλογές επιλέγουμε αυτές με τα μεγαλύτερα αποτελέσματα ανεξάρτητα από τους παράγοντες επιρροής, και ξαναφτιάχνουμε πίνακάκι με τα παρακάτω:

Διάρκεια απεργίας (εβδομάδες)	$s_j$
Επιπλέον απόθεμα $d$	
$d_1$	22
$d_2$	8
$d_3$	9
$d_4$	19
$d_5$	16

Έτσι και χωρίς επιπλέον ανάλυση επιλέγουμε τη στρατηγική που έχει τη μικρότερη τιμή από αυτές με τις μεγαλύτερες τιμές, που στην περίπτωσή μας είναι η στρατηγική d2. Επειδή αφορά κόστος χρησιμοποιήσαμε το κριτήριο minmax.

Στην περίπτωση που τα παραπάνω νούμερα από τον ίδιο πίνακα αναπαριστούσαν κέρδος τότε θα κάναμε τις εξής πράξεις:

s→	s0=0	s1=1	s2=2	s3 = 3	s4=4
d↓					
d1	0	22	5	5	10
d2	5	6	7	5	8
d3	8	8	9	8	8
d4	9	19	5	5	12
d5	12	12	5	9	16

Από το πινακάκι αυτό θα εξάγουμε πινακάκι με τις μικρότερες τιμές, που θα είχε τη μορφή:

s→	Sj
d↓	
d1	0
d2	5
d3	8
d4	5
d5	5

Από τις τιμές αυτές θα επιλέγαμε τη μεγαλύτερη τιμή, συνεπώς την επιλογή d3 με τιμή 8. Αυτό το κριτήριο ονομάζεται maxmin. Ωστόσο και αυτό το κριτήριο έχει σοβαρά προβλήματα, καθώς βλέπουμε να καταλήγει στο ανορθολογικό συμπέρασμα ότι ο επιχειρηματίας δεν επιθυμεί το κέρδος. Αν ωστόσο το χρησιμοποιήσουμε στην αισιόδοξη εκδοχή του μπορούμε να βγάλουμε επιπλέον συμπεράσματα.

### 3.3 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ HURWICZ

Το κριτήριο Hurwicz είναι μια μορφή κριτηρίου που δεν βασίζεται στις αισιόδοξες ή απαισιόδοξες προβλέψεις του υπευθύνου ξεχωριστά αλλά συνυπολογίζει και τις δυο στρατηγικές. Στα αποτελέσματα του κριτηρίου προς επιλογή συμπεριλαμβάνουμε και την αισιόδοξη αλλά και την πιο απαισιόδοξη πρόβλεψη.

Στους υπολογισμούς εισάγουμε τον δείκτη  $\alpha$  που ονομάζεται δείκτης αισιοδοξίας. Μπορεί να πάρει τιμές από 0 μέχρι 1, για την πιο απαισιόδοξη ως την πιο αισιόδοξη άποψη αντίστοιχα. Για κάθε απόφαση που αφορά κέρδος τύπος υπολογισμού της βέλτιστης επιλογής έχει τη μορφή:

$$\alpha \times (\max A) + (1 - \alpha) \times (\min A)$$

Και για κάθε απόφαση που αφορά κόστος, ο τύπος υπολογισμού της βέλτιστης επιλογής έχει τη μορφή:

$$\alpha \times (\min A) + (1 - \alpha) \times (\max A)$$

Προφανώς για την περίπτωση κέρδους επιλέγουμε τη μέγιστη τιμή κι για την περίπτωση κόστους της ελάχιστη τιμή. Θα χρησιμοποιήσουμε όπως και στις άλλες περιπτώσεις το παράδειγμα ημερών απεργίας και αποθέματος. Όπως θα δούμε και παρακάτω το κριτήριο αυτό έχει δυο βασικά προβλήματα: δεν υπολογίζονται οι ενδιάμεσες τιμές της μέγιστης και της ελάχιστης και υπάρχει σοβαρή αδυναμία προσδιορισμού του συντελεστή  $\alpha$ . Ο συντελεστής αυτός είναι ένας ποιοτικός συντελεστής που δύσκολα μπορεί να ανταποκριθεί στην πραγματική πρόθεση του υπευθύνου με μια μόνο τιμή (Βάινα, 2008).

Διάρκεια απεργίας (εβδομάδες)	s0=0	s1=1	s2=2	s3 = 3	s4=4
Επιπλέον απόθεμα d					
d1	0	22	5	5	10
d2	5	6	7	5	8
d3	8	8	9	8	8
d4	9	19	5	5	12

d5	12	12	5	9	16
----	----	----	---	---	----

Από τα παραπάνω εξάγουμε πινάκκι με τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές:

Διάρκεια απεργίας (εβδομάδες)	MinA	MaxA
Επιπλέον απόθεμα d		
d1	0	22
d2	5	8
d3	8	9
d4	5	19
d5	5	16

Επειδή αφορά κόστος θα χρησιμοποιήσουμε το δεύτερο τρόπο υπολογισμού και συνεπώς θα έχουμε τις εξής τιμές, στην περίπτωση που αυθαίρετα θεωρήσουμε την αισιόδοξη τιμή του  $\alpha=0,1$  και την απαισιόδοξη  $0,9$ :

$$d1=0,9X0+0,1X22=2,2$$

$$d2=0,9X5+0,1X8=5,3$$

$$d3=0,9X8+0,1X9=8,1$$

$$d4=0,9X5+0,1X19=6,4$$

$$d5=0,9X5+0,1X16=6,1$$

Συνεπώς και αφού αναφέρονται σε κόστος θα θεωρήσουμε ότι η καλύτερη δυνατή επιλογή είναι η d1 που έχει το μικρότερο κόστος 2,2.

### 3.4 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟΥ SAVAGE

Για να μπορέσουμε να εργαστούμε σε αυτό το νέο κριτήριο θα πρέπει να εισάγουμε την αγγλική έννοια regret. Ως regret θα ορίζουμε τη διαφορά μεταξύ του αποτελέσματος που συνέβη στην πραγματικότητα και του αποτελέσματος που θα μπορούσαμε να έχουμε αν ο υπεύθυνος γνώριζε εκ των προτέρων την έκβαση των παραγόντων επιρροής. Πρακτικώς θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η διαφορά στη λήψη απόφασης μεταξύ συνθηκών βεβαιότητας και αβεβαιότητας. Είναι επίσης κάτι αρκετά σχετικό με την απώλεια ευκαιρίας ή τη διαφορά προσδοκώμενου κέρδους που συναντήσαμε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο. Για να μπορέσουμε να εισάγουμε τη νέα αυτή έννοια στη μήτρα αποτελεσμάτων θα πρέπει να αντικαταστήσουμε τα αποτελέσματα  $A$  με τη νέα έννοια που θα συμβολίζουμε με  $R$ . Προφανώς και το  $R$  είναι συνάρτηση των δύο παραγόντων που εξετάζουμε, δηλαδή των επιλογών και των πιθανοτήτων εμφάνισης των παραγόντων επιρροής.

Σύμφωνα με το κριτήριο Savage, διαμορφώνεται νέα μήτρα αποτελεσμάτων, που ονομάζεται «μήτρα θλίψης» και όπου η  $A(a_{ij})$  αντικαθίστανται από τη «θλίψη» με τον εξής τρόπο:

Αν πρόκειται για κέρδος τα αποτελέσματα μετασχηματίζονται σε:

$$R_i = \max A - A_i$$

Αν πρόκειται για κόστος ή ζημιά τα αποτελέσματα μετασχηματίζονται σε:

$$R_i = A_i - \min A$$

Ως παράδειγμα παραθέτουμε την ήδη γνωστή μήτρα αποτελεσμάτων που εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες κόστους:

Διάρκεια απεργίας (εβδομάδες)	s0=0	s1=1	s2=2	s3 = 3	s4=4
Επιπλέον απόθεμα d					
d1	0	22	5	5	10
d2	5	6	7	5	8
d3	8	8	9	8	8
d4	9	19	5	5	12
d5	12	12	5	9	16
MinA	0	6	5	5	8



Αφού βρούμε τα  $\min A_i$  για κάθε αποτέλεσμα  $A_i$  τότε αντικαθιστούμε όλα τα αποτελέσματα κάνοντας τις πράξεις με τις αντίστοιχες τιμές regret. Η μήτρα αποτελεσμάτων θα έχει την παρακάτω μορφή:

Διάρκεια απεργίας (εβδομάδες)	s0=0	s1=1	s2=2	s3 = 3	s4=4
Επιπλέον απόθεμα d					
d1	0	16	0	0	2
d2	5	0	2	0	0
d3	8	2	4	3	0
d4	9	13	0	0	4
d5	12	9	0	4	8
minA	0	6	5	5	8

Οι τιμές που βρίσκονται πλέον στον πίνακα δεν είναι αποτελέσματα αλλά τιμές regret. Αφού κάνουμε αυτές τις πράξεις μπορούμε να φτιάξουμε νέα μήτρα αποτελεσμάτων με τις μέγιστες τιμές του παράγοντα regret:

D	MaxRegret
d1	16
d2	5
d3	8
d4	13
d5	12

Με βάση τον παραπάνω πίνακα επιλέγουμε τη στρατηγική που δίνει τη μικρότερη από τις μεγαλύτερες τιμές του regret. Με βάση τα παραπάνω η ορθότερη απόφαση είναι η απόφαση d2 με τιμή 5 και η περισσότερο απευκταία απόφαση είναι η απόφαση d1 με τιμή 16. Στην περίπτωση κέρδους επιλέγουμε την ελάχιστη επίσης από το πινακάκι με τις μέγιστες συνολικές τιμές regret.

Έστω μήτρα αποτελεσμάτων με τα παραπάνω τυχαία νούμερα που εκφράζει όμως χρηματικές μονάδες κέρδους:

s→	s0=0	s1=1	s2=2	s3 = 3	s4=4
d↓					
d1	0	22	5	5	10
d2	5	6	7	5	8
d3	8	8	9	8	8
d4	9	19	5	5	12
d5	12	12	5	9	16
maxA	12	22	9	9	16

Η μήτρα αποτελεσμάτων θα μετασχηματιστεί μετά τις πράξεις αντικατάστασης των αποτελεσμάτων με τον παράγοντα regret στην παρακάτω:

s→	s0=0	s1=1	s2=2	s3 = 3	s4=4
d↓					
d1	12	0	4	4	6
d2	7	16	2	4	8
d3	4	14	0	1	8
d4	3	3	4	4	4
d5	0	10	4	0	0

Ακολουθώς μπορούμε να δημιουργήσουμε μήτρα αποτελεσμάτων με τις μέγιστες τιμές του δείκτη regret.

D	MaxRegret
d1	12
d2	16
d3	14
d4	4
d5	10

Είναι προφανές ότι η επικρατέστερη στρατηγική με βάση τα παραπάνω είναι η d4 με τιμή regret ίση με 4. Το συγκεκριμένο κριτήριο είναι εξαιρετικά απαισιόδοξο, καθώς υπολογίζει μόνο τις πιθανότητες απώλειας κέρδους ή τις πιθανότητες ζημιάς. Με βάση αυτό η επιλογή γίνεται σχεδόν με την προϋπόθεση ότι ο υπεύθυνος θα κάνει τη λάθος επιλογή. Τα περισσότερα από τα παραπάνω κριτήρια βέβαια, είναι απλές πράξεις πιθανοτήτων και σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να είναι ενδεικτικά μιας απόφασης σε ένα πολυπαραγοντικό ζήτημα (Καραμανίδης, 2005).

### 3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

Για να γίνει ορθή σύγκριση των κριτηρίων θα χρησιμοποιήσουμε το ίδιο υποθετικό παράδειγμα σε κάθε περίπτωση και θα λάβουμε τα αποτελέσματα κάθε κριτηρίου. Θα δούμε πιο κριτήριο οδηγεί σε ποια επιλογή και θα συζητήσουμε τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες καθενός. Στο παράδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε μήτρα αποτελεσμάτων με τυχαία νούμερα και χρηματικές μονάδες κέρδους.

Κάθε κριτήριο βεβαίως έχει συγκεκριμένες προϋποθέσεις χρήσης, αλλά στη σύγκριση δεν θα λάβουμε υπ' όψιν τις προθέσεις του υπευθύνου.

s→	s1	s2	s3
d↓			
d1	0	4	4
d2	16	2	4
d3	14	0	1

Με βάση το κριτήριο του Laplace θα επιλέξουμε την επιλογή με τη μεγαλύτερη αναμενόμενη αξία. Είναι εμφανές ότι η καλύτερη επιλογή, εφόσον οι παράγοντες επιλογής είναι ισοπίθανοι είναι η d2. Αναλυτικά:

$$\mathbf{MaxAvA(d2) = \frac{1}{3} \times (16 + 2 + 1) = 6,33}$$

Με βάση το κριτήριο maxmin εύκολα μπορούμε να δούμε ότι θα έπρεπε να επιλέξουμε τη μέγιστη μεταξύ των ελάχιστων επιλογών. Συνεπώς ως ελάχιστες θα είχαμε τις:

$$\mathbf{min(d1) = 0}$$

$$\mathbf{min(d2) = 2}$$

$$\mathbf{min(d3) = 0}$$

Συνεπώς θα επιλέγαμε ως καλύτερη επιλογή την d2. Χωρίς να αναφερθούμε εκτενώς μπορούμε εύκολα να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι με το κριτήριο minmax θα καταλήγαμε στην επιλογή d1, ανάμεσα από τα μέγιστα 4, 16 και 14. Μέχρι εδώ το κριτήριο Laplace και maxmin έχουν σύγκλιση.

Με βάση το κριτήριο του Hurwicz, και θέτοντας αυθαίρετα την τιμή του  $\alpha=0,9$  στην πρώτη περίπτωση και  $\alpha=0,2$  στη δεύτερη περίπτωση θα έχουμε τα εξής αποτελέσματα:

*Για  $\alpha=0,9$*

$$\mathbf{d1=0,9 \times 4 + 0,1 \times 0 = 3,6}$$

$$\mathbf{d2=0,9 \times 16 + 0,2 \times 2 = 14,8}$$

$$\mathbf{d3=0,9 \times 14 + 0,1 \times 0 = 12,6}$$

Όπου γίνεται εμφανές ότι επικρατέστερη άποψη είναι η d2. Αντίστοιχα αποτελέσματα αναμένουμε και σε ένα απαισιόδοξο σενάριο όπου το  $\alpha$  ισούνται με 0,2:

*Για  $\alpha=0,2$*

$$\mathbf{d1=0,2 \times 4 + 0,8 \times 0 = 0,8}$$

$$\mathbf{d2=0,2 \times 16 + 0,8 \times 2 = 4,8}$$

$$\mathbf{d3=0,2 \times 14 + 0,8 \times 0 = 2,8}$$

Και σε αυτή την περίπτωση επικρατέστερη επιλογή είναι η d2, όπως και σε όλα τα προηγούμενα κριτήρια πλην του minmax. Τέλος για το κριτήριο του Savage θα πρέπει να αναδιαμορφώσουμε τη μήτρα αποτελεσμάτων ώστε να περιέχει τις τιμές του παράγοντα regret.

s→	s1	s2	s3
d↓			
d1	0	4	4
d2	16	2	4
d3	14	0	1
maxA	16	4	4

Ο πίνακας κατόπιν θα πάρει την ακόλουθη μορφή:

s→	s1	s2	s3
d↓			
d1	16	0	0
d2	0	2	0
d3	2	4	3
maxA	16	4	4

Βλέπουμε ότι για την επιλογή d1 η μέγιστη τιμή regret είναι 16, για την δεύτερη επιλογή η μέγιστη τιμή είναι 2 και τέλος για την Τρίτη επιλογή η μέγιστη τιμή είναι 4. Συνεπώς, και με αυτό το κριτήριο η επικρατέστερη επιλογή είναι η d2. Αυτό που μπορούμε να δούμε με βεβαιότητα είναι ότι τα παραπάνω κριτήρια, επειδή βασίζονται σε απλές εφαρμογές των πιθανοτήτων, είτε είναι ίδια είτε καταλήγουν σε παρόμοια συμπεράσματα. Μόνο η περίπτωση του minmax διαφέρει που όπως είπαμε και πριν συχνά καταλήγει και σε ανορθολογικά συμπεράσματα.

### 3.6 ΔΕΝΤΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Τα δεδομένα κάθε προβλήματος μπορούν να αναπαρασταθούν με γραφική μέθοδο μέσω του δέντρου απόφασης. Πρακτικώς, είναι μια γραφική παράσταση που παρουσιάζονται όλοι οι παράγοντες επιρροής και οι δυνατές επιλογές ενός προβλήματος, αλλά και περισσότερων του ενός προβλήματος ανά περίπτωση

Με τα δέντρα αποφάσεων μπορεί ο υπεύθυνος να έχει μια καλύτερη εικόνα των περιβλημάτων και τι προηγείται και έπεται αυτών. Συνήθως κάθε απόφαση ενός προβλήματος ακολουθείται από συγκεκριμένες εναλλακτικές λύσεις για τις οποίες πρέπει να είμαστε ενήμεροι κατά τη λήψη αποφάσεων. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στην περίπτωση που λαμβάνουμε κάποια απόφαση υπό συνθήκες αβεβαιότητας και στην περίπτωση που λαμβάνουμε κάποια απόφαση υπό συγκεκριμένο χρόνο. Κάθε δέντρο απόφασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης και να παράγεται αυτόματα.

Υπάρχουν δυο πιθανές πορείες για τη δημιουργία δέντρων απόφασης:

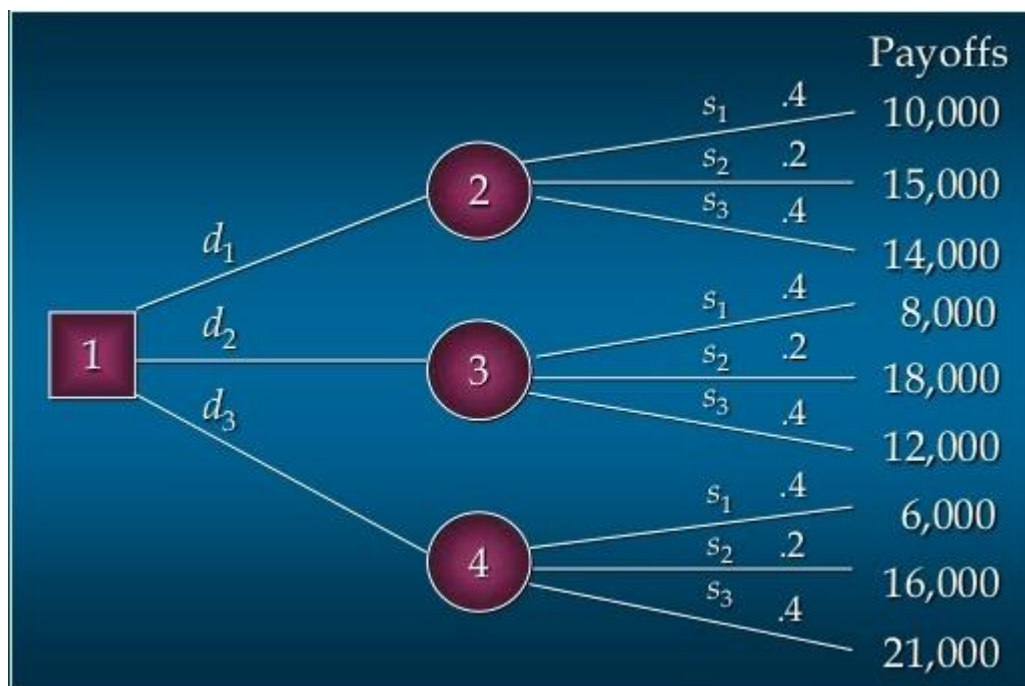
Η πορεία προς τα εμπρός, στην οποία συμμετέχει και ο λήπτης της απόφασης. Στην πορεία αυτή φαίνεται η διάρθρωση και οι διακλαδώσεις του προβλήματος. Σε κάθε διακλάδωση απαιτείται μια απόφαση, και θα πρέπει να γίνει εκτενής υπολογισμός των χρηματικών απολαβών σε κάθε βήμα της πορείας, για να γίνει ορθή επιλογή. Επίσης, θα πρέπει να γίνεται καταγραφή και των πιθανοτήτων εμφάνισης των παραγόντων επιρροής.

Η προς τα πίσω πορεία, η οποία προσφέρεται για ανάλυση του προβλήματος και ανάγνωση των δυσκολιών λύσης του. Αυτή η διαδικασία είναι σχετικώς αντιστροφή της παραπάνω, αλλά δεν είναι απαραίτητη η παρουσία του λήπτη κατά τη διαδικασία αυτή.

Παρακάτω ακολουθεί παράδειγμα δέντρου απόφασης όπου διαφαίνονται τα στοιχεία της μήτρας αποφάσεων:

Κάθε δέντρο αποφάσεων αποτελείται από κόμβους και κλαδιά. Κάθε κόμβος αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα και κάθε κλαδί μια συγκεκριμένη επιλογή. Επίσης κάθε κλαδί μπορεί αν αντιπροσωπεύει ένας παράγοντας επιλογής. Αν ο κόμβος αντιπροσωπεύει μια επιλογή  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  κτλ. τότε ονομάζεται κόμβος απόφασης. Αν αντιπροσωπεύει παράγοντα επιρροής ονομάζεται κόμβος παραγόντων επιρροής.

Αν έχει την περίπτωση κόμβων απόφασης τότε ο υπεύθυνος καλείται να διαλέξει μια οδό που αντιστοιχεί σε ένα κλαδί που με την σειρά του αντιπροσωπεύει την βέλτιστη επιλογή. Σε αυτή την περίπτωση ο ρόλος του υπεύθυνου είναι ενεργητικός. Αν ο κόμβος αντιπροσωπεύει παράγοντα επιρροής τότε ο υπεύθυνος δεν μπορεί να επιλέξει, και η επιλογή κλαδιού καθορίζεται από τις πιθανότητες εμφάνισης του συγκεκριμένου παράγοντα. Σε αυτή την περίπτωση ο ρόλος του υπεύθυνου είναι παθητικός. Για την επιλογή της βέλτιστης απόφασης σε κάθε κόμβο ο υπεύθυνος μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα από τα παραπάνω κριτήρια([www.palisade.com](http://www.palisade.com)).



Σχήμα 3.1 Δέντρο απόφασης με τρεις αποφάσεις και τρεις παράγοντες επιρροής (<http://amsdecisiontreeanalysis.weebly.com/how-to-solve-problems.html>)

#### Μειονεκτήματα της χρήσης δέντρων απόφασης

Όπως παραπάνω αναφέραμε, η χρησιμότητα των δέντρων αποφάσεων είναι μεγάλη και μπορεί να οδηγήσει τον λήπτη αποφάσεων στην αντιμετώπιση κάποιου προβλήματος απόφασης αλλά και επιλογής της ευνοϊκότερης λύσης. Ωστόσο, τα δέντρα αποφάσεων έχουν δεχθεί αρκετές κριτικές και έχουν συχνά αποδοκιμαστεί από τους αναλυτές όσον αφορά την χρησιμότητα τους. Κάποιοι αναλυτές τα χαρακτήρισαν μικρής αξίας ή και δύσκολης εφαρμογής σε πραγματικές καταστάσεις. Προσπαθώντας να συγκεντρώσουμε τα κυριότερα μειονεκτήματα της χρήσης δέντρων αποφάσεων, καταλήξαμε στα εξής:

- Δυσκολία εκτίμησης των πιθανοτήτων που αφορούν τα διάφορα πιθανά σενάρια για το μέλλον, αφού η λήψη απόφασης χαρακτηρίζεται από το στοιχείο της αβεβαιότητας
- Δυσκολία αναπαράστασης του προβλήματος ώστε να απεικονίζεται και να ανταποκρίνεται στις πραγματικές συνθήκες που αναπτύσσεται
- Πολυπλοκότητα δόμησης προβλημάτων με πολλούς παράγοντες
- Πολλές εναλλακτικές αποφάσεις (Κόλλια, 2012)<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Τα δέντρα αποφάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για απεικόνιση ενός προβλήματος λήψης απόφασης, είτε να χρησιμοποιηθούν ως σχηματικό πρότυπο δημιουργίας αλγορίθμων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

### 4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΩΤΟ, ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΕΡΔΟΥΣ

Για να καταστήσουμε κατανοητότερο τον τρόπο λήψης αποφάσεων με τα εργαλεία που παρουσιάσαμε θα δημιουργήσουμε πρακτικό παράδειγμα με θεωρητική επιχείρηση. Η εταιρία Α ασχολείται με πώληση ειδών καπνού, στη συγκεκριμένη περίπτωση τρία διαφορετικά είδη καπνού. Έστω λοιπόν ότι η εταιρία έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα σε τρία θεωρητικά προϊόντα τα οποία έχουν ένα θεωρητικό αναμενόμενο κέρδος σε δύο διαφορετικούς παράγοντες επιρροής. Επαναλαμβάνουμε ότι ως παράγοντα επιρροής μπορούμε να ονομάζουμε επίσης καταστάσεις της φύσης (εκ του αγγλικού όρου state of the nature). Οι δυο αυτοί παράγοντες επιρροής είναι η αντίδραση του αγοραστικού κοινού, στην περίπτωση υψηλής αποδοχής και στην περίπτωση χαμηλής αποδοχής.

Η εταιρία ωστόσο μπορεί να επιλέξει μόνο ένα εκ των τριών προϊόντων στην συγκεκριμένη απόφαση. Συνεπώς ονομάζουμε τις παρακάτω επιλογές  $d1, d2$  και  $d3$  όπου αντιπροσωπεύουν τα παρακάτω:

*$d1$  = Επιλογή η εταιρία να διαθέσει στην αγορά το προϊόν “ κανονικός καπνός”*

*$d2$  = Επιλογή η εταιρία να διαθέσει στην αγορά το προϊόν “ αρωματικός καπνός”*

*$d3$  = Επιλογή η εταιρία να διαθέσει στην αγορά το προϊόν “ ελαφρύς καπνός”*

*Οι αντίστοιχοι παράγοντες επιρροής είναι:*

*$s1$  = Το προϊόν έχει χαμηλή αποδοχή από την αγορά*

*$s2$  = Το προϊόν έχει υψηλή αποδοχή από την αγορά*

θα εξετάσουμε όλες τις πιθανές συνθήκες λήψης απόφασης, δηλαδή υπό συνθήκες βεβαιότητας, κινδύνου και αβεβαιότητας. Τα νούμερα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ενδεικτικά νούμερα κέρδους, που αντιστοιχούν φυσικά στην πρόβλεψη των χρημάτων που θα κερδίσει η επιχείρηση αν επιλέξει το εκάστοτε προϊόν με τον αντίστοιχο παράγοντα επιρροής. Τα ποσά που αναφέρονται είναι σε χιλιάδες ευρώ ανά εβδομάδα κυκλοφορίας του προϊόντος.



	<b>p1</b>	<b>p2</b>
s→	s1	s2
d↓		
d1	50	90
d2	100	110
d3	70	120

#### *ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ*

Σε συνθήκες βεβαιότητας γνωρίζουμε ποιος παράγοντας επιρροής θα συμβεί. Προφανώς ο άλλος παράγοντας επιρροής δεν έχει αξία ώστε να υπάρχει στη μήτρα αποτελεσμάτων. Για το παράδειγμα αυτό θα θεωρήσουμε ότι λόγω εξωτερικών παραγόντων ο παράγοντας επιρροής που έχει βέβαιη πιθανότητα εμφάνισης είναι ο παράγοντας χαμηλής αποδοχής. Αυτό στο συγκεκριμένο είδος προϊόντων θα μπορούσε να συμβεί λόγω αντικαπιλιστικής καμπάνιας ή γενικών προβλημάτων της αγοράς και κατανάλωσης. Η μορφή της μήτρας αποτελεσμάτων θα είναι η παρακάτω, όπου είναι προφανής η βέλτιστη επιλογή:

	<b>p1=1</b>
s→	s1
d↓	
d1	50
d2	<b>100</b>
d3	70

Η επικρατέστερη επιλογή είναι η επιλογή d2 που αντιστοιχεί στον αρωματικό καπνό. Στην περίπτωση μονάδων κόστους θα επιλέγαμε τη μικρότερη.

## ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

Σε αυτή την περίπτωση δεν έχουμε χρήση πιθανοτήτων. Για να επιλέξουμε θα χρησιμοποιήσουμε κατά σειρά τα κριτήρια Laplace, MINMAX, MAXMIN, Hurwicz σε δύο περιπτώσεις αισιοδοξίας και τέλος το κριτήριο Savage. Η μήτρα αποτελεσμάτων θα έχει τη μορφή:

	p1	p2
s→	s1	s2
d↓		
d1	50	90
d2	100	110
d3	70	120

Αφού θεωρούμε όλους τους παράγοντες επιρροής ισοπίθανους, κατά το κριτήριο Laplace λαμβάνουμε τα εξής αποτελέσματα:

$$AvA(d1) = 0,5 \times (50 + 90) = 70$$

$$AvA(d2) = 0,5 \times (100 + 110) = 105$$

$$AvA(d3) = 0,5 \times (70 + 120) = 95$$

Συνεπώς καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι και στην περίπτωση άγνοιας των πιθανοτήτων εμφάνισης των παραγόντων επιρροής, η επικρατέστερη επιλογή είναι ο αρωματικός καπνός. Με βάση το κριτήριο MINMAX επιλέγουμε τις μικρότερες δυνατές τιμές κάθε επιλογής και από αυτές επιλέγουμε τη μεγαλύτερη. Συνεπώς, τα αποτελέσματα στην περίπτωση μας έχουν την παρακάτω μορφή:

s→	<b>sMIN</b>
d↓	
d1	50
d2	<b>100</b>
d3	70

Η επιλογή είναι προφανής. Και σε αυτή την περίπτωση η επικρατέστερη επιλογή είναι η d2 που αντιπροσωπεύει το προϊόν αρωματικός καπνός. Με αντίστοιχο τρόπο θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα του κριτηρίου MAXMIN χωρίς επιπλέον ανάλυση.

s→	<b>sMAX</b>
d↓	
d1	<b>90</b>
d2	<b>110</b>
d3	<b>120</b>

Σε αυτή την περίπτωση η επικρατέστερη επιλογή είναι η d2 που αντιπροσωπεύει το προϊόν κανονικός καπνός. Βέβαια στο αποτέλεσμα εμφανίζεται αρκετά μη ορθολογικό, καθώς επικρατέστερη είναι η επιλογή με το μικρότερο κέρδος. Αυτό όμως οφείλεται στο ότι το κριτήριο αυτό χρησιμοποιείται σε ιδιαίτερες περιπτώσεις συντηρητικής αντιμετώπισης της λήψης απόφασης, που συχνά το υψηλό κέρδος ταυτίζεται με το υψηλό ρίσκο.

Το κριτήριο του Hurwicz εξαρτάται από τον παράγοντα  $\alpha$  που αντιπροσωπεύει την αισιοδοξία του υπευθύνου λήψης της απόφασης. Συνεπώς, για να έχουμε σφαιρική εικόνα των αποτελεσμάτων θα χρησιμοποιήσουμε δύο περιπτώσεις: την αισιόδοξη όπου το  $\alpha$  ισούται με 0,6 και την απαισιόδοξη όπου το  $\alpha$  ισούται με 0,2. Στην πρώτη περίπτωση η μήτρα αποτελεσμάτων ανασχεδιάζεται στην παρακάτω, με τρόπο που δείξαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για  $\alpha=0,6$ :

s→	<b>s(Hurwicz)</b>
d↓	

d1	<b>74</b>
d2	<b>106</b>
d3	<b>100</b>

Η επικρατέστερη επιλογή είναι η d2, στην περίπτωση όπου η αισιόδοξη εκδοχή προτιμάται κατά τη λήψη της απόφασης. Κατά την περίπτωση που το  $\alpha=0,2$  και εκφράζεται η απαισιόδοξη εκδοχή, η μήτρα αποτελεσμάτων παίρνει την παρακάτω μορφή:

s→	<b>s(Hurwicz)</b>
d↓	
d1	<b>58</b>
d2	<b>102</b>
d3	<b>80</b>

Επικρατέστερη είναι η επιλογή d2, και στην περίπτωση του απαισιόδοξου σεναρίου, που στην περίπτωσή μας ταυτίζεται με τον παράγοντα επιρροής s1, δηλαδή της περιορισμένης αποδοχής των προϊόντων από το αγοραστικό κοινό. Τέλος, στην περίπτωση αβεβαιότητας θα πρέπει να αναφέρουμε και το κριτήριο του Savage. Κατά το κριτήριο αυτό η μήτρα αποτελεσμάτων ανασχεδιάζεται στην παρακάτω μετά από τις απαραίτητες πράξεις:

s→	<b>s1</b>	<b>s2</b>
d↓		
d1	<b>50</b>	<b>30</b>
d2	<b>0</b>	<b>10</b>
d3	<b>30</b>	<b>0</b>

Όπου επιλέγεται η d2, που εκφράζει το προϊόν αρωματικός καπνός, λόγω μικρότερης δυνατής αναμενόμενης απώλειας, που εκφράζεται από τον δείκτη regret. Σε μεγάλο βαθμό όλα τα

κριτήρια αβεβαιότητας συγκλίνουν στην επιλογή d2, λόγω προφανώς της τυχαίας επιλογής των τιμών. Το κριτήριο MAXMIN που κατέληξε σε άλλο αποτέλεσμα θεωρείται ακατάλληλο για το συγκεκριμένο παράδειγμα.

#### ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Σε αυτή την περίπτωση θα κάνουμε χρήση πιθανοτήτων. Θα θεωρήσουμε αυθαίρετα ότι η πιθανότητα εμφάνισης του παράγοντα επιρροής s1 ισούται με 0,6, και προφανώς η συμπληρωματική πιθανότητα που εκφράζει τον παράγοντα s2 θα ισούται με 0,4. Η μήτρα αποτελεσμάτων με την εισαγωγή πιθανοτήτων θα έχει τη μορφή:

	p1=0,6	p2=0,4
s→	s1	s2
d↓		
d1	50	90
d2	100	110
d3	70	120

Σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε μόνο τα κριτήρια αναμενόμενης αξίας και αναμενόμενης απώλειας. Θα παρακάμψουμε το κριτήριο αναμενόμενης χρησιμότητας λόγω του υποκειμενικού χαρακτήρα του, που δεν μας επιτρέπει να βγάλουμε ορθολογικό συμπέρασμα χωρίς τον καθορισμό των προθέσεων του υπευθύνου. Με βάση το κριτήριο αναμενόμενης αξίας θα έχουμε τα εξής αποτελέσματα:

$$AvA(d1) = 0,6 \times 50 + 0,4 \times 90 = 66$$

$$AvA(d2) = 0,6 \times 100 + 0,4 \times 110 = 104$$

$$AvA(d3) = 0,6 \times 70 + 0,4 \times 120 = 90$$

Συνεπώς, επικρατέστερη επιλογή στην περίπτωση που επικρατέστερος είναι ο παράγοντας επιρροής χαμηλής αποδοχής, είναι η d2 δηλαδή ο αρωματικός καπνός. Στην περίπτωση του κριτηρίου αναμενόμενης απώλειας ευκαιρίας η μήτρα αποτελεσμάτων ανασχεδιάζεται στην παρακάτω μορφή:

	<b>p1=0,6</b>	<b>p2=0,4</b>
s→	s1	s2
d↓		
d1	<b>50</b>	<b>30</b>
d2	<b>0</b>	<b>10</b>
d3	<b>30</b>	<b>0</b>

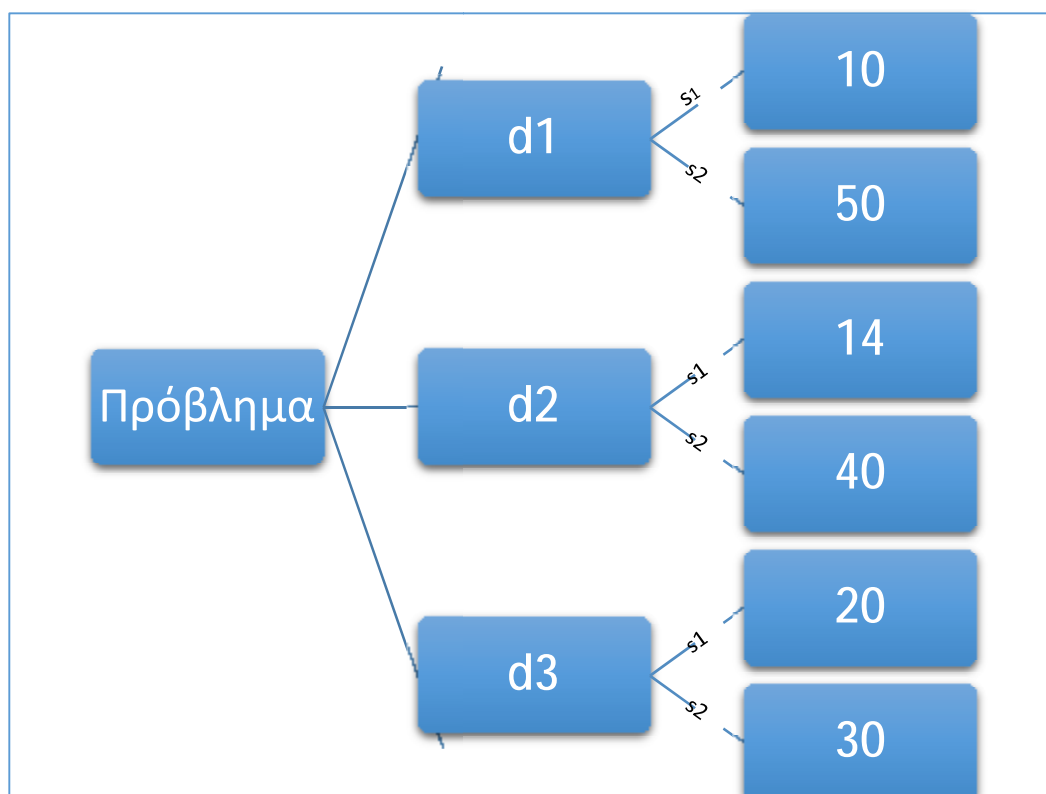
Αυτό το κριτήριο είναι ακριβώς το ίδιο με το κριτήριο αναμενόμενης αξίας αλλά παρουσιασμένο αντίστροφα. Προφανώς είναι λογικό να έχουμε την ίδια επιλογή. Τα αποτελέσματα αναμενόμενης απώλειας ευκαιρίας είναι:

$$\mathbf{An\text{A}\pi(d1) = 0,6 \times 50 + 0,4 \times 30 = 42}$$

$$\mathbf{An\text{A}\pi(d2) = 0,6 \times 0 + 0,4 \times 10 = 4}$$

$$\mathbf{An\text{A}\pi(d3) = 0,6 \times 30 + 0,4 \times 0 = 18}$$

#### ΔΕΝΤΡΟ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ



Σχήμα 4.1 Η μορφή του δέντρου αποφάσεων του παραπάνω προβλήματος

Συμπερασματικά, σε κάθε περίπτωση η επικρατέστερη απόφαση είναι η d2 για το συγκεκριμένο παράδειγμα.

## 4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ, ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΟΣΤΟΥΣ

Για το δεύτερο παράδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε χρηματικές μονάδες κόστους. Η θεωρητική επιχείρηση μας είναι εταιρία παραγωγής χυμών που σκοπεύει να κάνει μια μεγάλη επένδυση σε αγορά κτημάτων με οπωροφόρα δέντρα. Στο παράδειγμά μας εμφανίζεται το κόστος της επιχείρησης στο τέλος του πρώτου χρόνου σε δεκάδες χιλιάδες ευρώ.

Στην πρώτη περίπτωση που συμβολίζεται με την επιλογή d1, η επιχείρηση αγοράζει κτήματα με πορτοκαλιές, στην δεύτερη περίπτωση που συμβολίζεται με την επιλογή d2 η εταιρία αγοράζει λεμονιές και τέλος στην τρίτη περίπτωση με την επιλογή d3 η εταιρία αγοράζει κτήματα με ροδακινιές.

Και στις τρεις περιπτώσεις η επένδυση είναι του ίδιου ύψους, αλλά με διαφορετικά κόστη στο τέλος του έτους, λόγω διαφοράς στην τιμή των προϊόντων. Γι' αυτό το λόγο οι παράγοντες επιρροής είναι ο καιρός που θα κάνει κατά τη διάρκεια του έτους και συνεπώς η προσδοκώμενη παραγωγικότητα. Η εταιρία έχει τη δυνατότητα να κάνει μόνο μια επένδυση, δηλαδή να κάνει μία επιλογή σε οπωροφόρο δέντρο, που δεν μπορεί να είναι συνδυαστική. Αναλυτικά:

*d1= Επιλογή η εταιρία να αγοράσει πορτοκαλιές*

*d2= Επιλογή η εταιρία να αγοράσει λεμονιές*

*d3= Επιλογή η εταιρία να αγοράσει ροδακινιές*

*Οι αντίστοιχοι παράγοντες επιρροής είναι:*

*s1= Η περίπτωση καλού καιρού κατά τη διάρκεια του έτους*

*s1= Η περίπτωση κακού καιρού κατά τη διάρκεια του έτους*

Όπως και στο πρώτο παράδειγμα θα παρουσιάσουμε τη μήτρα αποτελεσμάτων, όπου θα έχει την παρακάτω μορφή:

	<b>p1</b>	<b>p2</b>
--	-----------	-----------

s→	s1	s2
d↓		
d1	10	50
d2	15	40
d3	20	30

### ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

Όπως σε κάθε αντίστοιχη περίπτωση σε συνθήκες βεβαιότητας θεωρούμε ότι γνωρίζουμε ποιος παράγοντας επιρροής θα συμβεί. Στο παράδειγμα αυτό θα θεωρήσουμε ότι τη χρονιά αυτή αναμένεται να έχει κακοκαιρία, και συνεπώς βέβαιος είναι ο παράγοντας επιρροής s2. Είναι λοιπόν προφανές ότι θα επιλέξουμε την επιλογή με το μικρότερο δυνατό κόστος. Στην περίπτωση μας είναι η d3, δηλαδή η επένδυση σε ροδακινιές, με κόστος τριακόσιες χιλιάδες ευρώ. Υπενθυμίζουμε ότι οι υποθετικοί αριθμοί αντιστοιχούν σε δεκάδες χιλιάδες ευρώ.

Αναμένονται λοιπόν αυξημένα κόστη. Η μήτρα αποτελεσμάτων αφού αφαιρέσουμε τον παράγοντα επιρροής s1 και τα αποτελέσματα του έχει τη μορφή:

	<b>p1=1</b>
s→	s1
d↓	
d1	<b>50</b>
d2	<b>40</b>
d3	<b>30</b>

### ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση για να επιλέξουμε θα χρησιμοποιήσουμε κατά σειρά τα κριτήρια Laplace, MINMAX, MAXMIN, Hurwicz σε δύο περιπτώσεις αισιοδοξίας και τέλος το κριτήριο Savage. Η μήτρα αποτελεσμάτων θα έχει τη μορφή:



	<b>p1</b>	<b>p2</b>
s→	s1	s2
d↓		
d1	10	50
d2	15	40
d3	20	30

Θεωρούμε ότι δεν είναι γνωστές οι πιθανότητες να κάνει καλό ή κακό καιρό, και συνεπώς θα θεωρούμε όλους τους παράγοντες επιρροής ισοπίθανους, Κατά το κριτήριο Laplace λαμβάνουμε τα εξής αποτελέσματα:

$$AvA(d1) = 0,5 \times (50 + 10) = 30$$

$$AvA(d2) = 0,5 \times (15 + 40) = 27,5$$

$$AvA(d3) = 0,5 \times (20 + 30) = 25$$

Συνεπώς καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι και στην περίπτωση άγνοιας των πιθανοτήτων εμφάνισης των παραγόντων επιρροής, η επικρατέστερη επιλογή είναι η μικρότερη δυνατή, δηλαδή η επιλογή των ροδάκινων.

Όμοια με την πρώτη περίπτωση θα εφαρμόσουμε το κριτήριο MINMAX, και θα λάβουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

s→	<b>sMIN</b>
d↓	
d1	<b>10</b>
d2	<b>15</b>
d3	<b>30</b>

Σε αυτή την περίπτωση καταλήγουμε στο ορθολογικό αποτέλεσμα των ροδάκινων, αλλά με ανορθολογικό τρόπο. Το κριτήριο αυτό δεν ενδείκνυται να χρησιμοποιείται αν δεν υπάρχει προκαθορισμένη πολιτική επενδύσεων.

s→	<b>sMAX</b>
d↓	
d1	<b>50</b>
d2	<b>40</b>
d3	<b>30</b>

Με αντίστοιχα ανορθολογικό τρόπο καταλήγουμε στο ίδιο συμπέρασμα και με το κριτήριο MAXMIN. Η επικρατέστερη επιλογή είναι η d3 δηλαδή η επένδυση σε ροδάκινα. Μπορούμε να πούμε ότι σε περίπτωση κέρδους το MINMAX παράγει λογικότερα αποτελέσματα, και στην περίπτωση μονάδων κόστους το MAXMIN.

Και σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε το κριτήριο του Hurwicz με δύο διαφορετικά  $\alpha$  για να έχουμε σφαιρικότερη εικόνα των αποτελεσμάτων. Στην αισιόδοξη το  $\alpha$  ισούται με 0,6 και στην απαισιόδοξη το  $\alpha$  ισούται με 0,2. Στην πρώτη περίπτωση η μήτρα αποτελεσμάτων ανασχεδιάζεται στην παρακάτω, με τρόπο που δείξαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για  $\alpha=0,6$ :

s→	<b>s(Hurwicz)</b>
d↓	
d1	<b>34</b>
d2	<b>30</b>
d3	<b>26</b>

Η επικρατέστερη επιλογή είναι η d3, δηλαδή η επιλογή των ροδάκινων, στην περίπτωση καλοκαιρίας. Κατά την περίπτωση που το  $\alpha=0,2$  και εκφράζεται η απαισιόδοξη εκδοχή, η μήτρα αποτελεσμάτων παίρνει την παρακάτω μορφή:

s→	<b>s(Hurwicz)</b>	
d↓		
d1		<b>18</b>
d2		<b>20</b>
d3		<b>22</b>

Εδώ έχουμε την πρώτη σημαντική ανατροπή αποτελεσμάτων. Η επικρατέστερη επιλογή στην περίπτωση που θα έχει κακοκαιρία, με παράγοντα αισιοδοξίας 0,2 , είναι η επιλογή d1, δηλαδή η αγορά πορτοκαλεώνων. Τέλος, στην περίπτωση αβεβαιότητας θα πρέπει να αναφέρουμε και το κριτήριο του Savage. Κατά το κριτήριο αυτό η μήτρα αποτελεσμάτων ανασχεδιάζεται στην παρακάτω μετά από τις απαραίτητες πράξεις:

s→	<b>s1</b>	<b>s2</b>
d↓		
d1	<b>0</b>	<b>20</b>
d2	<b>5</b>	<b>10</b>
d3	<b>10</b>	<b>0</b>

Σε αυτό το κριτήριο κατόπιν επιλέγουμε τις μέγιστες τιμές της κάθε επιλογής, και από αυτές επιλέγουμε την τιμή με το μικρότερο ύψος. Το μέγεθος των τιμών εκφράζει τον παράγοντα regret. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε ίδιες τιμές για τις λεμονιές και τις ροδακινιές. Η τιμή είναι 10. Συνεπώς, οι επικρατέστερες επιλογές είναι η d2 και d3.

#### *ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ*

Στις συνθήκες κινδύνου έχουμε κάποια πληροφόρηση αλλά όχι πλήρη για την πιθανότητα εμφάνισης των παραγόντων επιρροής. Στο παράδειγμα αυτό έχουμε πιθανότητα να κάνει

καλοκαιρία 20% και πιθανότητα να κάνει κακοκαιρία 80%. Θεωρούμε αρκετά απαισιόδοξο το σενάριο. Η μήτρα αποτελεσμάτων με την εισαγωγή πιθανοτήτων θα έχει τη μορφή:\

	<b>p1=0,2</b>	<b>p2=0,8</b>
s→	s1	s2
d↓		
d1	<b>10</b>	<b>50</b>
d2	<b>15</b>	<b>40</b>
d3	<b>20</b>	<b>30</b>

Θα χρησιμοποιήσουμε το κριτήριο αναμενόμενης αξίας και αναμενόμενης απώλειας ευκαιρίας, αλλά με αντίστροφο τρόπο, αυτόν του κόστους. Συνεπώς, οι επικρατέστερες τιμές θα είναι οι μικρότερες και όχι οι μεγαλύτερες όπως στο προηγούμενο παράδειγμα.

Αναλυτικά:

$$AvA(d1) = 0,2 \times 10 + 0,8 \times 50 = 42$$

$$AvA(d1) = 0,2 \times 15 + 0,8 \times 40 = 35$$

$$AvA(d1) = 0,2 \times 20 + 0,8 \times 30 = 28$$

Συνεπώς, επικρατέστερη επιλογή στην περίπτωση που επικρατέστερος είναι ο παράγοντας κακοκαιρίας, είναι η d3 δηλαδή τα ροδάκινα. Στην περίπτωση του κριτηρίου αναμενόμενης απώλειας ευκαιρίας η μήτρα αποτελεσμάτων ανασχεδιάζεται στην παρακάτω μορφή:

	<b>p1=0,2</b>	<b>p2=0,8</b>
s→	s1	s2
d↓		
d1	<b>10</b>	<b>0</b>
d2	<b>5</b>	<b>10</b>

d3	0	20
----	---	----

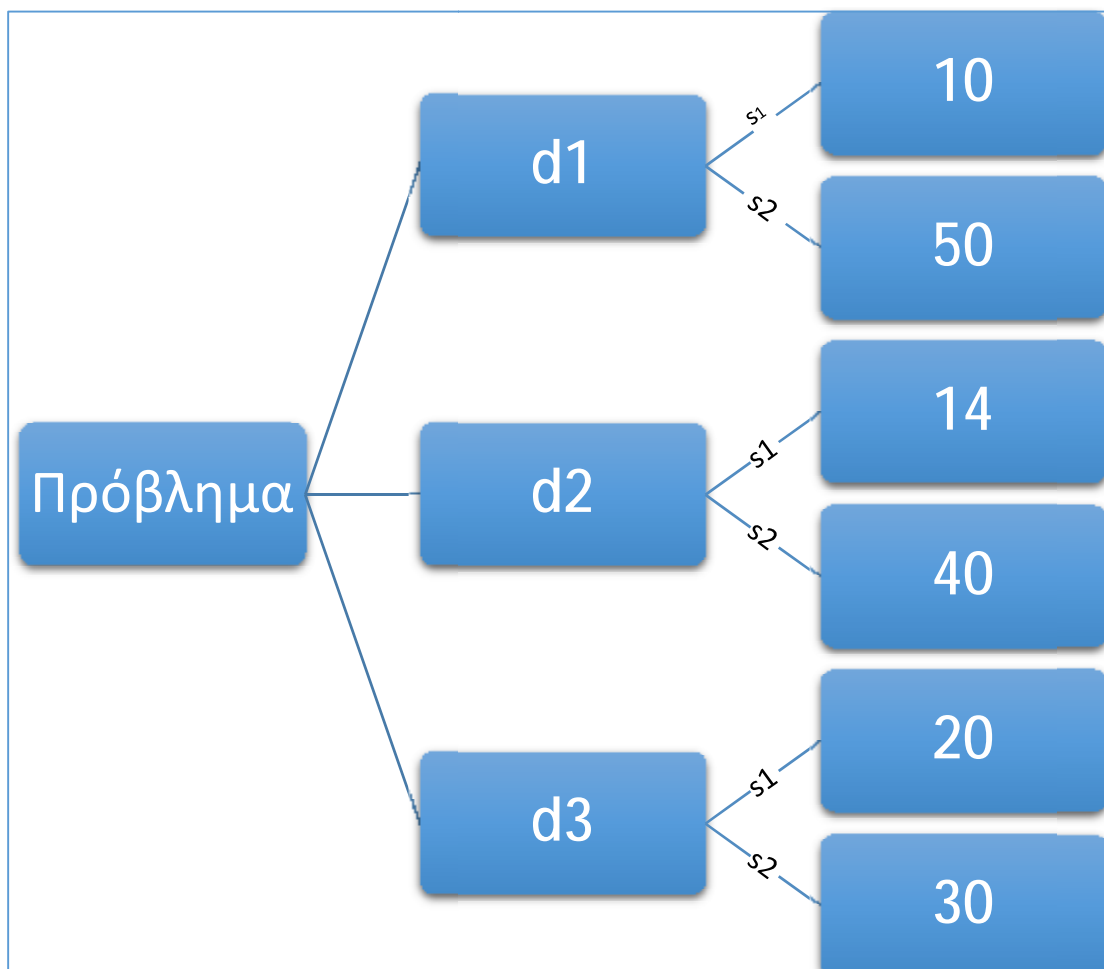
$$ΑνΑπ(d1) = 0,2 \times 10 + 0,8 \times 0 = 2$$

$$ΑνΑπ(d2) = 0,2 \times 5 + 0,8 \times 10 = 9$$

$$ΑνΑπ(d3) = 0,2 \times 0 + 0,8 \times 20 = 16$$

Αυτό το κριτήριο είναι ακριβώς το ίδιο με το κριτήριο αναμενόμενης αξίας αλλά παρουσιασμένο αντίστροφα. Προφανώς είναι λογικό να έχουμε την ίδια επιλογή, όπου είναι η d3.

#### ΔΕΝΤΡΟ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ



*Σχήμα 4.2 Η μορφή του δέντρου αποφάσεων του παραπάνω προβλήματος για την περίπτωση όπου λειτουργούμε σε συνθήκες ρίσκου*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΟΛΥΣΤΑΔΙΑΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παραπάνω δείξαμε περιπτώσεις προβλημάτων που απαιτούν λύση μέσω λήψης μιας απόφασης που όμως έχουν μόνο ένα στάδιο. Οι πολυσταδιακές αποφάσεις είναι περιπτώσεις όπου μια απόφαση οδηγεί σε ένα κόμβο όπου παρουσιάζονται προβλήματα με περισσότερες της μιας δυνατής επιλογής. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος για να γίνει ανάλυση πολυσταδιακών αποφάσεων είναι η ιεραρχική ανάλυση ή αλλιώς AHP. Αυτός ο τρόπος ανάλυσης έχει σκοπό την κατασκευή μοντέλων που θα βοηθήσουν στην λήψη απόφασης σε πολυσταδιακά προβλήματα.

Για να είναι όμως ρεαλιστικό ένα μοντέλο θα πρέπει να χρησιμοποιεί όλους τους δυνατούς παράγοντες επιρροής για κάθε πρόβλημα. Στην περίπτωση πολυσταδιακών αποφάσεων θα πρέπει να γίνονται οι απαραίτητες κατηγοριοποιήσεις των προβλημάτων με βάση τη σημαντικότητα τους ή το χρονικό διάστημα στο ποιο εμφανίζονται.

Όπως και στις παραπάνω περιπτώσεις αποφάσεων υπάρχει πάντα το ζήτημα της ποσοτικοποίησης των παραγόντων επιρροής. Στην Ιεραρχική Ανάλυση Αποφάσεων μπορούμε να έχουμε είτε ποιοτικά είτε ποσοτικά αποτελέσματα. Σε αυτό βοήθησε η έρευνα του Saaty, που βασίζεται σε μια κλίμακα κατάταξης των προβλημάτων.

Η συγκεκριμένη μέθοδος ανάλυσης ταξινομείται στην Ανάλυση πολυσταδιακών αποφάσεων με βάση το πρόβλημα. Αυτές οι μέθοδοι ονομάζονται και Multi-Attribute Decision Methods (M.A.D.M's).

Η χρήση της παραπάνω μεθόδου δεν εξαντλείται στο οικονομικό πεδίο. Έχει χρησιμότητα σε ένα μεγάλο εύρος τομέων, όπως η κοινωνιολογία, η μηχανική και γενικά σε όποιο πεδίο απαιτείται λήψη μιας σημαντικής απόφασης. Για παράδειγμα η δομή του κράτους ή η συνολική δομή της οικονομίας είναι στην πραγματικότητα ένα πρόβλημα πολυσταδιακών αποφάσεων. Στο οποίο πρέπει να γίνει ορθή ιεράρχηση των προβλημάτων.

Μέσα από την ανάλυση και τη σταδιακή επίλυση των προβλημάτων, εντοπίζονται οι στόχοι που απαιτούν μεγαλύτερη προσοχή, οι εναλλακτικές λύσεις και τέλος η βέλτιστη δυνατή απόφαση.

## 4.2 Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Κατά τη μέθοδο του Saaty αρχικά θα πρέπει να γίνουν συγκρίσεις μεταξύ των προβλημάτων ώστε να καθοριστούν οι προτεραιότητες και συνεπώς η δομή του πολυσταδιακών προβλήματος. Οι συγκρίσεις αυτές είναι δυαδικού τύπου. Υπάρχουν τρεις βασικές αρχές στις οποίες βασίζεται η μέθοδος:

1. Αποσύνθεση
2. Σχετικές συγκρίσεις
3. Σύνθεση των προτεραιοτήτων

### Αποσύνθεση

Αναλυτικότερα κατά την αποσύνθεση πριν δημιουργηθεί η ιεραρχία των προβλημάτων πρέπει να αναλυθεί το πρόβλημα στα βασικά του στοιχεία. Το κάθε πρόβλημα μπορεί να αναλυθεί στις βασικές του δομές και να παρασταθεί με τη μορφή ενός δέντρου, παρόμοιου με το δέντρο αποφάσεων που είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Στο κεντρικό σημείο του δέντρου βρίσκεται η απόφαση στην οποία θέλουμε να καταλήξουμε. Οι κόμβοι του δέντρου αναπαριστούν τα υποκριτήρια, και καθώς μεγαλώνει το δένδρο εμφανίζονται ,και άλλα υποκριτήρια, αντίστοιχα με τους παράγοντες επιρροής. Ο λόγος που ονομάζουμε αποσύνθεση τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι επειδή σε κάθε κόμβο γίνεται μια ανάλυση κάθε παράγοντα επιρροής στα συστατικά του μέρη. Με αυτό τον τρόπο θα καταλήξουμε στις απλούστερες δομές του κάθε προβλήματος. Στο τελευταίο επίπεδο είναι οι πιθανές αποφάσεις. Με αυτό τον τρόπο καταφέρνουμε ασαφείς και γενικές έννοιες να είναι διαχειριστικές ποσοτικά.

### Σχετικές συγκρίσεις

Κατά τη διαδικασία αυτή, μετά την αποσύνθεση του προβλήματος στα συστατικά του μέρη, γίνεται ποσοτικοποίηση των πιθανών εναλλακτικών και των παραγόντων επιρροής. Έτσι μπορούμε πλέον να διαχειριστούμε τον κάθε κόμβο και να προχωρήσουμε με ορθολογική μέθοδο στο επόμενο επίπεδο. Η σημασία του κάθε κτηρίου ή υποκριτηρίου είναι αυτή που καθορίζει το βάρος κάθε προβλήματος ή εναλλακτικής επιλογής. Μετά από αυτή τη διαδικασία μπορούμε να καταρτίσουμε πίνακα με τα παραπάνω, και τα σχετικά βάση κάθε απόφαση ή παράγοντα επιρροής.

### Σύνθεση των προτεραιοτήτων

Μετά την κατασκευή του πίνακα με τα σχετικά βάρη κάθε απόφαση η παράγοντα επιρροής ή υποκριτηρίου μπορούμε να προχωρήσουμε στη φάση της ιεράρχησης των προβλημάτων.

Θα μπορούσαμε να εξηγήσουμε αυτή τη διαδικασία ως τη δημιουργία ενός μικρόκοσμου, που αντιστοιχεί σε ένα πρόβλημα, και λαμβάνοντας κάθε εναλλακτική λύση και αναλύοντας την, να παρακολουθούμε την επίδραση που έχει στο υπόλοιπο σύστημα. Τα πράγματα βέβαια γίνονται πολύ πιο περίπλοκα όταν ένα κριτήριο έχει επίδραση σε παραπάνω από ένα προβλήματα. Ο τρόπος δόμησης της ιεραρχίας μπορεί να έχει κοινή δομή, αλλά στην πραγματικότητα εξαρτάται από το πεδίο με το οποίο ασχολούμαστε. Στην κοινωνιολογία θα

είναι εξαιρετικά διαφορετικά από ένα οικονομικό ζήτημα. Η ιεραρχία είναι ένας ιδιαίτερος τύπος συστήματος, ο οποίος βασίζεται στην υπόθεση ότι οι οντότητες οι οποίες έχουν προσδιοριστεί μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ασυνεχή - ασύνδετα σύνολα, με τις οντότητες της μιας ομάδας να επηρεάζουν μόνο μια άλλη ομάδα και να επηρεάζονται αντίστοιχα από μια μόνο άλλη ομάδα (Κόλλια, 2012).

Για να μπορέσουμε όμως να λειτουργήσουμε με ιεραρχία, αλλά χωρίς να περιπλέκονται ιδιαίτερα οι παράγοντες επιρροής, θα υποθέσουμε αρχικά ότι τα στοιχεία ενός προβλήματος και τα υποκριτήρια που το αποτελούν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Πως όμως μπορούμε να συγκρίνουμε με ορθολογικό τρόπο τα κριτήρια; Σε πολλές περιπτώσεις τα κριτήρια δεν μπορούν να εκφραστούν σε χρηματικές οι άλλες μονάδες, γεγονός που καθιστά δύσκολη την ποσοτικοποίησή τους. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να αγνοήσουμε τη μονάδα μέτρησης και απλά να τοποθετούμε απόλυτους αριθμούς ως δείκτη σημαντικότητας του κάθε κριτηρίου. Στην περίπτωση δυαδικής σύγκρισης τότε απλά μπορούμε με δύο αριθμούς να δούμε πιο κριτήριο είναι προτιμότερο και σε ποιο βαθμό (Thomas L. Saaty, 1980).

Η πολυσταδιακή ανάλυση μπορεί να γίνει μέσω πολλών προγραμμάτων, από τα οποία τα περισσότερα ασχολούνται σχεδόν αποκλειστικά με την Ιεραρχική Ανάλυση. Υπάρχουν πολλά υπολογιστικά προγράμματα όπως το πρόγραμμα Expert Choise, που όμως λειτουργούν ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή με τη μέθοδο του Saaty. Εμείς θα κάνουμε την ανάλυση με χρήση του λογισμικού Excel της Microsoft, δημιουργώντας τους πίνακες με χρήση εντολών.

## 4.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΗΡ

Το παράδειγμα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι παρόμοιο με τα προηγούμενα. Η εταιρία μας θέλει να κάνει μια επένδυση σε καλλιέργεια εσπεριδοειδών. Μόνο που σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν κριτήρια διαφορετικού βάρους και τέσσερις δυνατές μη ισότιμες επιλογές. Η μέθοδος που χρησιμοποιούμε είναι μέσω εύρεσης του ιδιοδιανύσματος. Παρακάτω παρουσιάζονται τα τρία βασικά βήματα.

### **Εύρεση του στόχου:**

Η επιλογή της κατάλληλης καλλιέργειας

### **Προσδιορισμός των κριτηρίων:**

1. Ευαισθησία
2. Αρχικό κόστος (Α.Κ.)
3. Χρόνος εκκίνησης (Χ.Ε.)
4. Αποδοχή

### **Προσδιορισμός των εναλλακτικών λύσεων:**

1. Πορτοκάλια
2. Μανταρίνια
3. Βερίκοκα
4. Ροδάκινα

**Η κλίμακα για το πόσο σημαντικό θεωρείται κάθε κριτήριο αναλύεται παρακάτω:**



1 = ισοδύναμο

3 = ασθενής προτίμηση

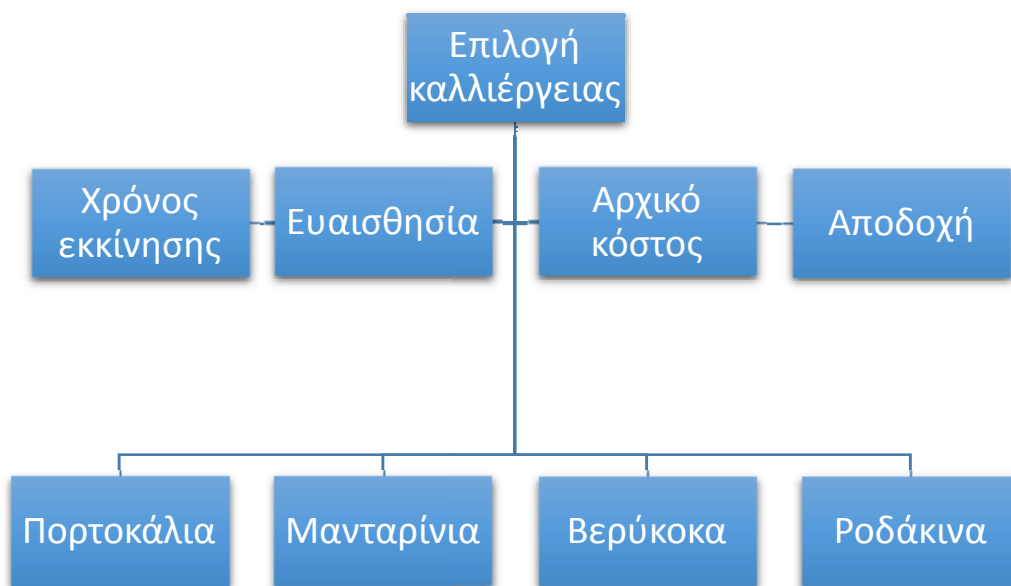
5 = ισχυρή προτίμηση

7 = πολύ ισχυρή προτίμηση

9 = απόλυτη προτίμηση<sup>4</sup>

Αν για παράδειγμα το δεύτερο κριτήριο εμφανίζεται σε πίνακα και είναι τριπλάσιο του πρώτου αυτομάτως θεωρούμε ότι το κριτήριο αυτό θεωρείται ασθενώς σημαντικότερο του πρώτου κριτηρίου. Αν το τρίτο κριτήριο είναι το μισό του πρώτου τότε θεωρούμε ότι υπάρχει πολύ ασθενής υπεροχή του πρώτου.

Στο πρώτο βήμα θα παρουσιάσουμε το δέντρο απόφασης του συγκεκριμένου παραδείγματος και τον πίνακα με τις τυχαίες επιλογές σημαντικότητας των κριτηρίων του παραδείγματος.



	Ευαισθησία	Α.Κ.	Χ.Ε.	Αποδοχή
Ευαισθησία	1,00000	2,00000	3,00000	4,00000
Α.Κ.	0,50000	1,00000	1,50000	2,00000
Χ.Ε.	0,33333	0,66667	1,00000	1,33333
Αποδοχή	0,25000	0,50000	0,75000	1,00000

Όπως μπορούμε να δούμε θεωρούμε τα κριτήρια σημαντικότερα με ασθενείς διαφορές κατά σειρά από το πρώτο στο τελευταίο. Αφού φτιάξαμε τον πίνακα με τον καθορισμό σημαντικότητας των κριτηρίων θα πρέπει στο πρώτο βήμα να τον υψώσουμε στο τετράγωνο με πολλαπλασιασμό πινάκων.

<sup>4</sup> Η παραπάνω κλίμακα είναι βασισμένη στην εργασία του Thomas L. Saaty (1980)

Από ην παραπάνω πράξη προκύπτει ο πίνακας:

4	8	12	16
2	4	6	8
1,333333	2,666667	4	5,333333
1	2	3	4

Από το παραπάνω πίνακα ακολουθεί ο υπολογισμός του πρώτου ιδιοδιανύσματος. Αρχικά αθροίζονται οι σειρές και μετά αθροίζονται τα ποσά του συνόλου των σειρών. Κατόπιν υπολογίζεται το ποσοστό συμμετοχής του κάθε αριθμού στο συνολικό, που αντιστοιχεί στο βάρος κάθε κριτηρίου:\

4	8	10,33333	16	<b>38,33333</b>
1,722222	3,444444	4,333333	6,888889	<b>16,38889</b>
1,333333	2,666667	3,444444	5,333333	<b>12,77778</b>
1	2	2,583333	4	<b>9,583333</b>
8,055556	16,11111	20,69444	32,22222	<b>77,08333</b>

Από τα παραπάνω προκύπτει το βάρος κάθε κριτηρίου που παρουσιάζεται στο παρακάτω πίνακα:

<b>Ευαισθησία</b>	0,104505
<b>Α.Κ.</b>	0,209009
<b>Χ.Ε.</b>	0,268468
<b>Αποδοχή</b>	<b>0,418018</b>

Αυτή η διαδικασία πρέπει να επαναλαμβάνεται στα επόμενα βήματα έως ότου βρεθούν τα ίδια βάρη κάθε κριτηρίου, αλλά με τη χρήση τους ως στοιχεία της πρώτης στήλης:

	<b>Ευαισθησία</b>	<b>A.K.</b>	<b>X.E.</b>	<b>Αποδοχή</b>
<b>Ευαισθησία</b>	1,00000	2,00000	2,568966	4
<b>A.K.</b>	0,50000	1,00000	1,28448	2,00000
<b>X.E.</b>	0,38926	0,77852	1,00000	1,55705
<b>Αποδοχή</b>	0,25000	0,50000	0,64224	1,00000

Ο πίνακας αυτός πήρε τη μορφή αυτή αφού τοποθετήθηκαν τα βάρη που υπολογίσαμε αλλά έγινε ανασχεδιασμός ώστε το πρώτο κριτήριο να έχει την τιμή 1. Αυτή η πράξη δεν αλλάζει τα τελικά αποτελέσματα που θα προκύψουν από τον πίνακα. Κατόπιν, κάνουμε ακριβώς τη ίδια διαδικασία με πριν μέχρι να καταλήξουμε σε εκ νέου υπολογισμό των βαρών:

4	8	10,27586	16	<b>38,27586</b>
2	4	5,137932	8	<b>19,13793</b>
1,557047	3,114093	4	6,228187	<b>14,89933</b>
1	2	2,568966	4	<b>9,568966</b>
8,557047	17,11409	21,98276	34,22819	<b>81,88209</b>

Και προκύπτουν τα νέα βάρη:

<b>Ευαισθησία</b>	0,104505
<b>A.K.</b>	0,209009
<b>X.E.</b>	0,268468
<b>Αποδοχή</b>	<b>0,418018</b>

Όπου παρατηρούμε ότι είναι ακριβώς ίδια, και συνεπώς μπορούμε να συνεχίσουμε στο επόμενο βήμα. Αν είχαμε διαφορετικά αποτελέσματα θα έπρεπε να επαναλάβουμε τη διαδικασία ώσπου να είναι ίδια. Πλέον έχουμε καθορίσει τα βάρη των κριτηρίων και μπορούμε να προχωρήσουμε στο επόμενο βήμα, που είναι η αξιολόγηση των δυνατών επιλογών. Κάθε επιλογή εσπεριδοειδούς έχει μια τιμή σε τέσσερις πίνακες για κάθε ένα από τα τέσσερα κριτήρια.

Το πρώτο κριτήριο είναι η ευαισθησία με τις τιμές που παρουσιάζονται στον πίνακα παρακάτω:

*Κριτήριο ευαισθησίας*

Οι τιμές της κάθε επιλογής είναι:

	<b>Πορτοκάλια</b>	<b>Μανταρίνια</b>	<b>Βερίκοκα</b>	<b>Ροδάκινα</b>
<b>Πορτοκάλια</b>	1,00000	0,50000	2	3
<b>Μανταρίνια</b>	2,00000	1,00000	4,00000	6,00000
<b>Βερίκοκα</b>	0,50000	0,25000	1,00000	1,50000
<b>Ροδάκινα</b>	0,33333	0,16667	0,66667	1,00000

Τα ροδάκινα που έχουν τη μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζονται ισχυρότερα στο συγκεκριμένο κριτήριο, και πιο ανίσχυρη η επιλογή των μανταρινιών. Η διαδικασία για τον υπολογισμό των βαρών κάθε επιλογής στο κριτήριο ευαισθησίας είναι η ίδια που χρησιμοποιήσαμε πριν:

4	2	8	12	<b>26</b>
8	4	16	24	<b>52</b>
2	1	4	6	<b>13</b>
1,333333	0,666667	2,666667	4	<b>8,666667</b>
<b>15,33333</b>	<b>7,666667</b>	<b>30,66667</b>	<b>46</b>	<b>99,66667</b>

Το βάρος κάθε επιλογής στο κριτήριο ευαισθησίας είναι:

<b>Πορτοκάλια</b>	0,153846
<b>Μανταρίνια</b>	0,076923
<b>Βερίκοκα</b>	0,307692
<b>Ροδάκινα</b>	<b>0,461538</b>

*Κριτήριο αρχικού κόστους*

Για όλα τα κριτήρια θα γίνει η ίδια διαδικασία. Οι τιμές παρουσιάζονται παρακάτω:

	<b>Πορτοκάλια</b>	<b>Μανταρίνια</b>	<b>Βερίκοκα</b>	<b>Ροδάκινα</b>
<b>Πορτοκάλια</b>	1,00000	0,33333	0,33333	1,50000
<b>Μανταρίνια</b>	3,00000	1,00000	1,00000	4,50000
<b>Βερίκοκα</b>	3,00000	1,00000	1,00000	4,50000
<b>Ροδάκινα</b>	0,66667	0,22222	0,22222	1,00000

Στο δεύτερο βήμα υπενθυμίζουμε ότι υψώνουμε στο τετράγωνο με πολλαπλασιασμό πινάκων. Ακολουθεί ο υπολογισμός του πρώτου ιδιοδιανύσματος. Αρχικά αθροίζονται οι σειρές και μετά αθροίζονται τα ποσά του συνόλου των σειρών. Κατόπιν υπολογίζεται το ποσοστό συμμετοχής του κάθε αριθμού στο συνολικό, που αντιστοιχεί στο βάρος κάθε κριτηρίου:

4	1,333333	1,333333	6	<b>12,66667</b>
12	4	4	18	<b>38</b>
12	4	4	18	<b>38</b>
2,666667	0,888889	0,888889	4	<b>8,444444</b>
<b>30,66667</b>	<b>10,22222</b>	<b>10,22222</b>	<b>46</b>	<b>97,11111</b>

Προκύπτουν τα παρακάτω βάρη για το κριτήριο αρχικού κόστους:

<b>Πορτοκάλια</b>	0,315789
<b>Μανταρίνια</b>	0,105263

<b>Βερίκοκα</b>	0,105263
<b>Ροδάκινα</b>	<b>0,473684</b>

*Κριτήριο χρόνου εκκίνησης*

	<b>Πορτοκάλια</b>	<b>Μανταρίνια</b>	<b>Βερίκοκα</b>	<b>Ροδάκινα</b>
<b>Πορτοκάλια</b>	1,00000	2,50000	1,50000	2,00000
<b>Μανταρίνια</b>	0,40000	1,00000	0,60000	0,80000
<b>Βερίκοκα</b>	0,66667	1,66667	1,00000	1,33333
<b>Ροδάκινα</b>	0,50000	1,25000	0,75000	1,00000

Δεύτερο βήμα:

4	10	6	8	<b>28</b>
1,6	4	2,4	3,2	<b>11,2</b>
2,666667	6,666667	4	5,333333	<b>18,66667</b>
2	5	3	4	<b>14</b>
<b>10,26667</b>	<b>25,66667</b>	<b>15,4</b>	<b>20,53333</b>	<b>71,86667</b>

Και τελικώς προκύπτουν τα βάρη κάθε εναλλακτικής στο συγκεκριμένο κριτήριο:

<b>Πορτοκάλια</b>	0,142857
-------------------	----------

<b>Μανταρίνια</b>	<b>0,357143</b>
<b>Βερίκοκα</b>	0,214286
<b>Ροδάκινα</b>	0,285714

*Κριτήριο αποδοχής από το αγοραστικό κοινό*

	<b>Πορτοκάλια</b>	<b>Μανταρίνια</b>	<b>Βερίκοκα</b>	<b>Ροδάκινα</b>
<b>Πορτοκάλια</b>	1,00000	0,50000	0,20000	0,33333
<b>Μανταρίνια</b>	2,00000	1,00000	0,40000	0,66667
<b>Βερίκοκα</b>	5,00000	2,50000	1,00000	1,66667
<b>Ροδάκινα</b>	3,00000	1,50000	0,60000	1,00000

Δεύτερο βήμα:

4	2	0,8	1,333333333	<b>8,133333333</b>
8	4	1,6	2,666666667	<b>16,266666667</b>
20	10	4	6,666666667	<b>40,666666667</b>
12	6	2,4	4	<b>24,4</b>
<b>44</b>	<b>22</b>	<b>8,8</b>	<b>14,666666667</b>	<b>89,466666667</b>

Τελικώς προκύπτουν τα βάρη κάθε εναλλακτικής στο κριτήριο αποδοχής από το αγοραστικό κοινό που είναι και το σημαντικότερο:

<b>Πορτοκάλια</b>	<b>0,491803279</b>
<b>Μανταρίνια</b>	0,245901639
<b>Βερίκοκα</b>	0,098360656
<b>Ροδάκινα</b>	0,163934426

Το επόμενο στάδιο είναι η λήψη της τελικής απόφασης. Για τη λήψη θα χρειαστούμε δύο πίνακες, έναν με το βάρος κάθε κριτηρίου και ένα με τα τελικά βάρη κάθε επιλογής στο κάθε κριτήριο:

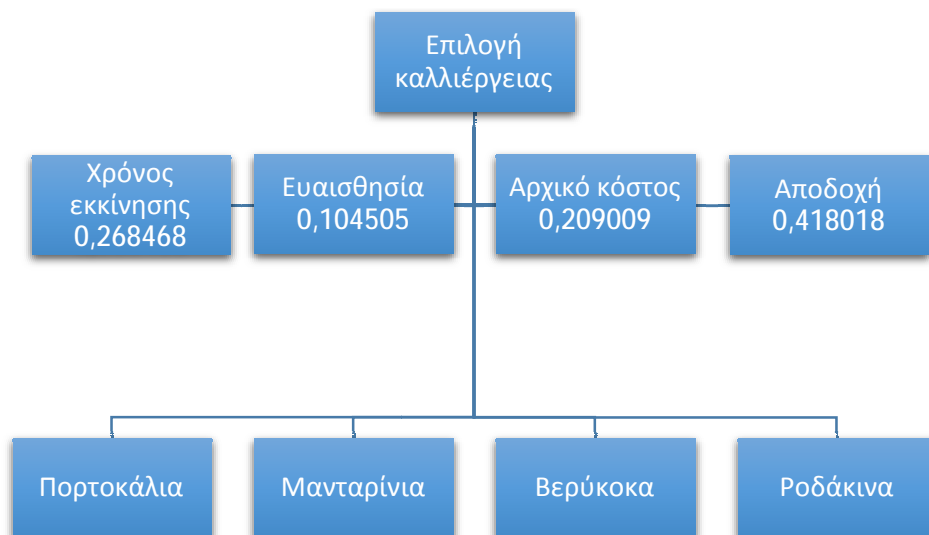
	<b>Βάρη Κριτηρίων</b>
<b>Ευαισθησία</b>	0,104505
<b>Α.Κ.</b>	0,209009
<b>Χ.Ε.</b>	0,268468
<b>Αποδοχή</b>	0,418018

Και ο συνδυαστικός πίνακας:

	<b>Ευαισθησία</b>	<b>Α.Κ.</b>	<b>Χ.Ε.</b>	<b>Αποδοχή</b>
<b>Πορτοκάλια</b>	0,153846	0,315789	0,142857	0,491803
<b>Μανταρίνια</b>	0,076923	0,105263	0,357143	0,245902
<b>Βερίκοκα</b>	0,307692	0,105263	0,214286	0,098361
<b>Ροδάκινα</b>	0,461538	0,473684	0,285714	0,163934

Σε αυτή τη φάση το δέντρο λήψης απόφασης έχει την παρακάτω μορφή:





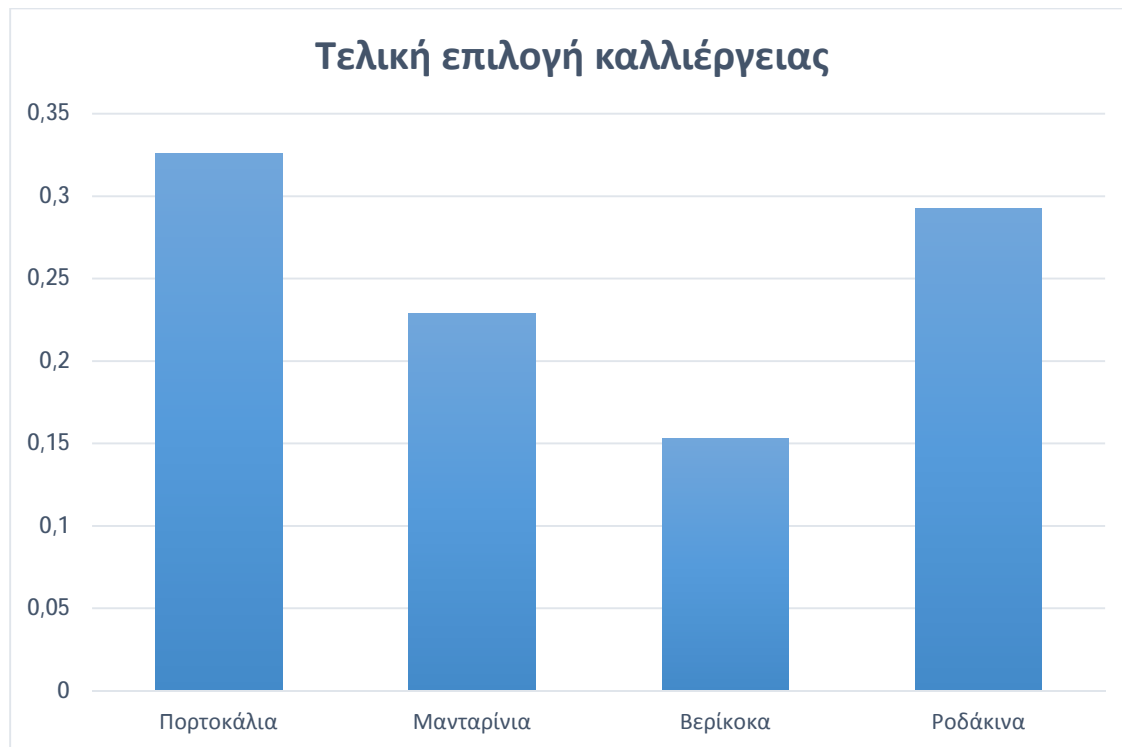
5

Για να δούμε ποια είναι η επικρατέστερη εναλλακτική λύση κάνουμε πολλαπλασιασμό των παραπάνω δύο πινάκων, ξεκινώντας από τον πίνακα 1X4 με τον πίνακα 4X4 και προκύπτει ότι:

<b>Πορτοκάλια</b>	<b>0,326016</b>
<b>Μανταρίνια</b>	0,228713
<b>Βερίκοκα</b>	0,152802
<b>Ροδάκινα</b>	0,29247

Όπου εμφανίζεται ως επικρατέστερη επιλογή η καλλιέργεια πορτοκαλιών. Το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται ορθολογικό καθώς είναι η επικρατέστερη επιλογή στο κριτήριο με το μεγαλύτερο βάρος, που είναι η αποδοχή από το αγοραστικό κοινό.

<sup>5</sup> Οι παραπάνω μήτρες αποτελεσμάτων και δέντρα αποφάσεων δεν αποτελούν πίνακες και δεν αναγράφονται στα περιεχόμενα πινάκων, καθώς αποτελούν μαθηματικές πράξεις



Παρακάτω παρατίθεται οι διαδικασίες που έγιναν στο πρόγραμμα Microsoft Excel για την παραγωγή των πινάκων και των διαγραμμάτων. Δυστυχώς θα πρέπει να παρατεθούν σε οριζόντια διάταξη, λόγω αδυναμίας κάθετης μορφοποίησης:







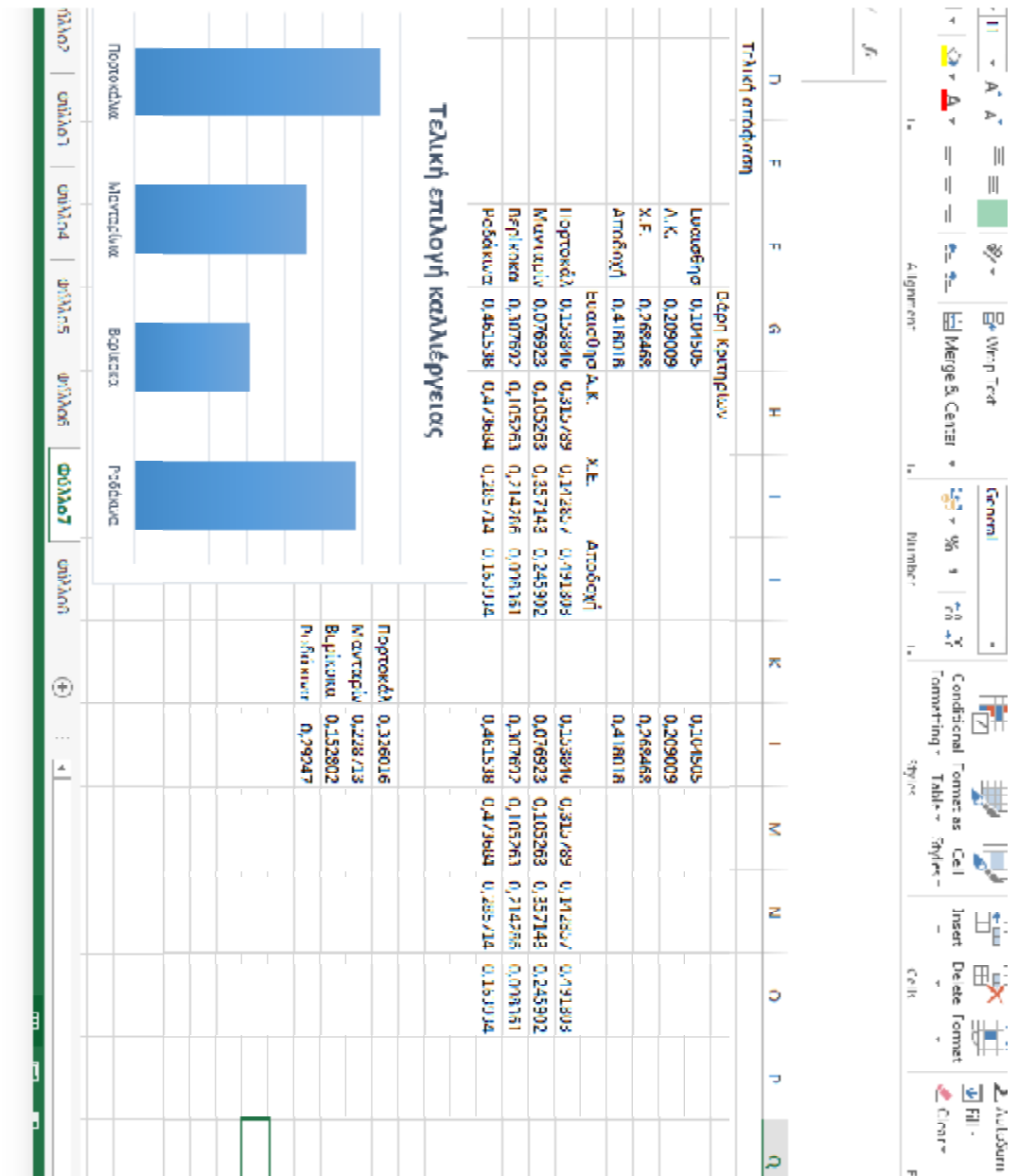


Κε

D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Κρίσιος φακίγιση		1.25/1	1.5/1	2/1								
	Ποποτικά Μεταρπλη Βαπλίκονα Ροδάκινα											
Ποποτικά	1,00000	2,50000	1,50000	2,00000								
Μεταρπλη	0,40000	1,00000	0,60000	0,80000								
Βαπλίκονα	0,66667	1,66667	1,00000	1,33333								
Ροδάκινα	0,50000	1,25000	0,75000	1,00000								
	1	2,5	1,5	2								
	0,4	1	0,6	0,8								
	0,66667	1,66667	1	1,33333								
	0,5	1,25	0,75	1								
	4	10	6	8								
	1,6	4	2,4	3,2								
	2,66667	6,66667	4	5,33333								
	2	5	3	4								
	10,26667	25,66667	15,4	20,53333								
Ποποτικά	0,142857											
Μεταρπλη	0,357143											
Βαπλίκονα	0,214286											
Ροδάκινα	0,285714											

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
		1 1/2	1 1/3	1 1/3									
	Продукция/Метроды/Безопасность/Поддержка												
	Поток/м³	1,00000	0,50000	0,20000	0,33333								
	Метражи	2,00000	1,00000	0,40000	0,66667								
	Испытания	5,00000	2,50000	1,00000	1,66667								
	Поддержка	3,00000	1,50000	0,60000	1,00000								
		1	0,5	0,2	0,33333								
		2	1	0,4	0,66667								
		3	1,5	1	1,66667								
		4	2	0,8	1,33333	8,33333							
		8	4	1,6	2,66667	16,66667							
		20	10	4	6,66667	40,00000							
		12	6	2,4	4	24,0							
		44	22	8,8	14,66667	88,00000							
				0,491503									
				0,245752									
				0,098361									
				0,163534									





## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είδαμε τα περισσότερα από τα διαθέσιμα εργαλεία λήψης αποφάσεων και μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σαφής χρησιμότητα. Στο δεύτερο παράδειγμα είδαμε ότι αν υπάρχουν μικρές αλλαγές στις πιθανότητες εμφάνισης ενός παράγοντα επιλογής, μπορεί να αλλάξει και η συμφερότερη λύση, συμπέρασμα που δύσκολα θα καταλήγαμε βασιζόμενοι μόνο στην εμπειρία. Μπορούμε να συνοψίσουμε τα πλεονεκτήματα των εργαλείων λήψης απόφασης στα παρακάτω:

1. Η επιλογή της κάθε απόφασης μπορεί να κριθεί και με αντικειμενικούς τρόπους, αλλά και εμπεριέχοντας της προθέσεις του λήπτη της απόφασης. Τέτοιο κριτήριο είναι το κριτήριο αναμενόμενης χρησιμότητας
2. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν τρόπος αιτιολόγησης κατά τη λήψης μιας απόφασης, και να παρουσιαστούν σε τρίτους

3. Μπορούν να συνδυαστούν πολλές αποφάσεις ξεχωριστά, στις οποίες η μια απόφαση μπορεί να είναι παράγοντας επιρροής για την άλλη. Με αυτό τον τρόπο, και με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορούμε να συνδυάσουμε προβλήματα που η ανθρώπινη εμπειρία θα ήταν αδύνατον να καταφέρει

Παρά τα παραπάνω πλεονεκτήματα όμως, δεν μπορεί κάποιος να έχει απόλυτη εμπιστοσύνη στα εργαλεία αυτά. Αρχικά γιατί τα προβλήματα είναι πολυπαραγοντικά, και υπάρχει συγκεκριμένος αριθμός παραγόντων επιρροής που μπορούν να εισέλθουν σε μια τέτοια μήτρα αποτελεσμάτων. Δεύτερον είναι εξαιρετικά δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν οι παράγοντες επιρροής, και να εκφραστούν σε χρηματικές μονάδες.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η βέλτιστη μέθοδος θα ήταν τα εργαλεία αυτά να χρησιμοποιούνται συνδυαστικά με την ανθρώπινη εμπειρία για τη λήψη απόφασης, καθώς μπορούν να προσφέρουν ασφαλέστερους τρόπους επιλογής αλλά δεν μπορούν να συμπεριλάβουν τις ιδιαιτερότητες κάθε ξεχωριστής επιχείρησης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Νικόλαος Α. Παναγιώτου. (2011). Εισαγωγή στην Ανάλυση Αποφάσεων. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο . Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών. Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας
- Καραμανίδης, Γεώργιος. (2005). Θεωρία λήψης αποφάσεων υπό συνθήκες αβεβαιότητας. ΤΕΙ καβάλας, Τμήμα Διαχείρισης Πληροφοριών
- Διακουλάκη, Δ. (2003). ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ. Εκδόσεις ΕΜΠ

- Λούκης, Ευριπίδης. (Δεν αναφέρεται ημερομηνία). Συστήματα υποστηρίξης αποφάσεων. Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Βάινα, Ευτυχία. (2008). «ΜΕΘΟΔΟΙ ΛΗΨΗΣ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ». ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
- David R. Anderson, Dennis J. Sweeney, Thomas A. Williams and R. Kipp Martin .(2008). An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making. Thomson South-Western
- Ying He and Rui-Hua Huang. (2007). “Decision making under risk”. European Journal of Operational Research
- Κόλλια, Ηλιάννα.(2012). Ιεραρχική ανάλυση αποφάσεων (AHP), ένα μοντέλο λήψης αποφάσεων σε συνθήκες πολλαπλών κριτηρίων. Πανεπιστήμιο Πατρών
- Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S. Nieto & Ray, T. (1998). Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach. Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, (J.G. Webster, Ed.), John Wiley & Sons, New York
- Clemen R. (1996). Making Hard Decisions, Duxbury
- Hertz D. (1979). Risk Analysis in Capital Investment, Harvard Business Review
- Precision Tree, ([www.palisade.com](http://www.palisade.com))
- Smith J.E. and Nau R.F. (1995). Valuing risky projects: option pricing theory and decision analysis, Management Science
- Vlahos K. (1997). Taking the risk out of uncertainty, Mastering Management, PT Pitman Publishing
- Ζάρκος Σ.Κ. (2003). Η αξιολόγηση των επενδυτικών αποφάσεων, Οικονομικός Ταχυδρόμος
- Δημακάκου Δ. & Αργυροπούλου Α. & Δρόσος Ν. (2008). Πρόγραμμα ανάπτυξης δεξιοτήτων λήψης εκπαιδευτικών και επαγγελματικών αποφάσεων. Αθίνα

- Thomas L. Saaty. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. ISBN 0-07-054371-2, McGraw-Hill

*Τα σχήματα 1.2 και 3.1 πάρθηκαν από τους διαδικτυακούς τόπους:*

<http://paroutsas.jmc.gr/swed/gottsund.htm>

<http://amsdecisiontreeanalysis.weebly.com/how-to-solve-problems.html>