



UNIVERSITY OF  
**PATRAS**  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ



**D.I.M.A**

ΠΜΣ "Ψηφιακή Καινοτομία  
και Διοίκηση"  
MSc in Digital Innovation  
and Management

## ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

### ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ»

#### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Ευφυή συστήματα Διαχείρισης Ανθρώπινου  
Δυναμικού»*

Επιμέλεια: Γεώργιος – Γεράσιμος Σιακαμπέτης  
Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Γιωτόπουλος

## *Ευχαριστίες*

Με την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, ένα ταξίδι, ένα μάλιστα άγνωστο ταξίδι για εμένα στο χώρο της τεχνολογίας, φτάνει στο τέλος. Τίποτα όμως δεν τελειώνει αν δεν ξεχαστεί. Και αυτό το ταξίδι δε θα τελειώσει ποτέ...

Υπήρξαν αρκετοί που με βοήθησαν να ξεκινήσω αυτό το πρόγραμμα. Όλα, όμως, ξεκίνησαν από ένα “αίσθημα αδικίας” στον επαγγελματικό μου χώρο. Ίσως έπρεπε να γίνει έτσι...

Πέρα από αυτά, αρχικά πρέπει να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου, Αλεξάνδρα Τσίρκα, για την στήριξη αλλά και υπομονή που έδειξε όλο αυτό το διάστημα.

Δε γίνεται να μην ευχαριστήσω τον υιό μου, το μικρό Θεόφιλο, που και αυτός παρακολουθούσε τα μαθήματα σαν να ήταν συμφοιτητής μου. Δεν ήταν λίγες οι φορές που παρενέβη και ο ίδιος στα μαθήματα. Το χαμόγελό του, πάντα μου έδινε κουράγιο.

Εν συνεχεία, ευχαριστώ από καρδιάς την οικογένειά μου, που για άλλη μια φορά με στήριξε απεριόριστα.

Ένα ξεχωριστό και με μεγάλο ευχαριστώ στη συνάδελφό μου, Πωλίνα Χουρίδου, που με παρακίνησε να ξεκινήσω αυτό το πρόγραμμα.

Ένα ξεχωριστό ευχαριστώ στο Γραφείο Προσωπικού του ΚΕΤΧ για τις χρήσιμες πληροφορίες που μου διέθεσε.

Επίσης, ευχαριστώ τα μέγιστα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Κωνσταντίνο Γιωτόπουλο και τους συνεργάτες του, για την αύρα ηρεμίας που μου εξέπεμπαν στις συναντήσεις μας.

Τέλος, ευχαριστώ ολόψυχα τους συμμαθητές μου της τάξης ΣΣΕ 2008, αλλά και τους συναδέλφους μου Αξιωματικούς, γιατί όταν χρειάστηκε ήταν πάντα εδώ.

«Από τα όνειρα ξεκινούν οι ευθύνες»

(Βαρβάρα Σπίνουλα, Καθηγήτρια Φιλολόγος ΣΣΕ)

«Never back down, never surrender...legends never die»

(Άγνωστος)

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια οι Τεχνολογίες της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) απέκτησαν αλλά και συνεχώς αποκτούν όλο και μεγαλύτερο πεδίο δράσης εντός των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων (ΕΕΔ). Η χρήση των τεχνολογιών αυτών, πέρα από την ήδη υπάρχουσα χρήση τους, σε επιπλέον τομείς όπως η διαχείριση ανθρωπίνου προσωπικού θα προσφέρει ένα τεράστιο κέρδος χρόνου αλλά και μια ορθολογικότερη αξιοποίηση του υπάρχοντος ανθρωπίνου προσωπικού. Ταυτόχρονα, είναι πιθανές μελλοντικές προεκτάσεις της χρήσης των ΤΠΕ και συγκεκριμένα της χρήσης Ευφυών Συστημάτων στην αξιοκρατικότερη αξιολόγηση και πρόσληψη νέων στελεχών που θα χρειαστεί να επανδρώσουν τις ΕΕΔ. Τα Ευφυή Συστήματα μπορούν να προσδώσουν ένα σοβαρό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην ηγεσία των ΕΕΔ σε όλα τα κλιμάκια Διοίκησης, όπου είναι εφικτό, αναπτύσσοντας νέες, πιο ευέλικτες οργανωτικές διαδικασίες και πρακτικές αξιολόγησης του προσωπικού, μειώνοντας τους χρόνους λήψης απόφασης, γρήγορα και ανέξοδα. Λαμβάνοντας υπόψιν, στα πλαίσια του δυνατού για τις ΕΕΔ, το ανθρώπινο προσωπικό ως παραγωγικό συντελεστή, η κατάλληλη και ορθολογική αξιοποίηση της ποιότητας αυτού, είναι μια στρατηγική λύση που επηρεάζει θετικά την αποδοτικότητα του οργανισμού των ΕΕΔ, την ικανοποίηση του ίδιου του προσωπικού, την καινοτομία, τον υγιή ανταγωνισμό αλλά και την παραγωγικότητα εν γένει. **Σκοπός**, εν τέλει, αυτής της εργασίας είναι να αναλύσει τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαχείριση προσωπικού, την αξιολόγηση και αξιοποίησή του καθώς επίσης στο να μειωθεί το κενό ανάμεσα επιθυμητό/ευκαταίο αποτέλεσμα και στις ικανότητες του υπάρχοντος προσωπικού. **Η μεθοδολογία** που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει τις παραμέτρους εκείνες οι οποίες θα εξεταστούν και θα μας οδηγήσουν στο να κατανοήσουμε την εξέλιξη της έρευνας. Τα βήματα που θα ακολουθηθούν είναι δύο. Το πρώτο βήμα είναι η ανάπτυξη ενός εννοιολογικού μοντέλου, το οποίο θα προκύψει από την επεξεργασία της βιβλιογραφίας. Το δεύτερο βήμα είναι μελέτη περίπτωσης που θα εξετάσουμε. **Τα συμπεράσματα** που θα προκύψουν καταδεικνύουν την προσοχή που πρέπει να δοθεί στη χρήση των ευφυών συστημάτων στη διαχείριση προσωπικού για την καλύτερη αξιοποίηση αυτού. Ταυτόχρονα, η εργασία αυτή είναι **πρακτικά** είναι χρήσιμη, ως εργαλείο για την ηγεσία των ΕΔ, προκειμένου να σχεδιάσει επιχειρήσεις αλλά και τρέχουσες εργασίες, αξιοποιώντας στο μέγιστο το υπάρχον δυναμικό που διαθέτει. **Οι περιορισμοί** που εμφανίζονται είναι η δημιουργία μιας μεγάλης ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων του προσωπικού, τόσο στα υψηλά κλιμάκια διοίκησης (Γενικά Επιτελεία) όσο και στα χαμηλότερα, στα οποία δεν είναι πάντα εφικτό να υπάρχει. Επίσης, απαιτείται υψηλή διαλειτουργικότητα, σε όλες τις εκφράσεις της, ανάμεσα στα κλιμάκια διοίκησης.

**Λέξεις κλειδιά:**

Ευφυή Συστήματα, Διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού, Αξιοποίηση Προσωπικού, Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις, Πρακτικές Αξιολόγησης.

**Abstract**

In recent years, Information and Communication Technologies (ICT) have acquired and continue to acquire an increasing field of action within the Hellenic Armed Forces. The use of these technologies, more than their existing use, in additional areas such as human resource management will offer a huge saving of time but also a more rational utilization of existing human resources. At the same time, there are possible future extensions of the use of ICT and in particular the use of Intelligent Systems in the more meritocratic evaluation and recruitment of new executives who will need to staff the Hellenic Armed Forces. Intelligent Systems can give a serious competitive advantage to ADR leadership at all levels of Management, where possible, by developing new, more flexible organizational processes and staff appraisal practices, reducing decision-making times quickly and inexpensively. Taking into account, as far as possible for ADR, the human staff as a productive factor, the appropriate and rational utilization of this quality, is a strategic solution that positively affects the efficiency of the ADR organization, the satisfaction of the staff itself, the innovation, healthy competition but also productivity in general. The purpose of this paper is to analyze the factors that affect personnel management, its evaluation and utilization as well as to reduce the gap between the desired / desirable result and the skills of existing staff. The methodology used includes those parameters that will be examined and will lead us to understand the evolution of the research. There are two steps to follow. The first step is to develop a conceptual model, which will emerge from the processing of the literature. The second step is a case study that we will consider. The conclusions that will emerge indicate the attention that should be paid to the use of intelligent systems in personnel management to make the best use of it. At the same time, this work is practically useful, as a tool for the leadership of the ED, in order to plan businesses and current work, making the most of its existing potential. The limitations that appear are the creation of a large electronic database of staff, both at the highest levels of management (General Staffs) and at the lower levels, in which it is not always possible to exist. Also, high interoperability is required, in all its expressions, between the levels of administration.

**Keywords:**

Intelligent Systems, Human Resources Management, Personnel Utilization, Hellenic Armed Forces, Evaluation Practices.

## Περιεχόμενα

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1	Πρόλογος	8
1.2	Εισαγωγή	8
1.3	Κύριο Μέρος	8
1.4	Ορισμός του Προβλήματος	9
1.5	Ερευνητικά Ερωτήματα	10
1.6	Συνεισφορά της Έρευνας	10
1.7	Διάρθρωση της Εργασίας	11

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1	Εισαγωγή	12
2.2	Σημασία Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης	13
2.3	Αναζήτηση Προηγούμενων Βιβλιογραφικών Ανασκοπήσεων	13
2.4	Μεθοδολογία Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης	13
2.4.1	Επιλογή Μεθοδολογίας	13
2.4.2	Περιγραφή Μεθόδου Webster and Watson	14
2.5	Ευφυή Συστήματα στη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού	15
2.6	Συμπεράσματα	16

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>. ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.1	Εισαγωγή	16
3.2	Ορισμός	17
3.3	Είδη Ευφύων Συστημάτων	17
3.3.1	Μηχανική Μάθηση	18
3.3.1.1	Είδη Μηχανικής Μάθησης	19
3.3.2	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα	20
3.3.2.1	Βασικές Έννοιες Νευρωνικού Υπολογισμού	21
3.3.3	Ασαφή Συστήματα	24
3.3.3.1	Ασαφής Σχέση	25
3.3.3.2	Ασαφής Λογική	25
3.3.3.3	Υπολογισμός Ασαφούς Συμπεράσματος	26

3.3.3.4	Ασαφή Μοντέλα τύπου Mamdani και Sugeno	27
3.3.3.5	Μέθοδος Mamdani	27
3.3.3.6	Μέθοδος Sugeno	28
3.3.4	Νευρω – Ασαφή Συστήματα	30
3.3.5	Εξόρυξη Γνώσης	31
3.3.5.1	Ορισμός Εξόρυξης Δεδομένων	32
3.3.5.2	Στάδια Διαδικασίας Ανακάλυψης Γνώσης	33
3.3.5.3	Εργασίες Εξόρυξης Γνώσης - Δεδομένων	36
3.3.5.4	Πεδία Εφαρμογής της ΕΔ σήμερα	38
3.3.6	Εξελικτικός Υπολογισμός	41
3.3.6.1	Βασικές Αρχές Βελτιστοποίησης	42
3.3.6.2	Βασικές Έννοιες Εξελικτικού Υπολογισμού	43
3.3.6.3	Γενετικοί Αλγόριθμοι	44
3.3.6.4	Βασικές Αρχές	45
3.3.6.5	Βασική Δομή Γενετικού Αλγόριθμου	46
3.3.7	Ευφυείς Πράκτορες	47
3.3.7.1	Ορισμοί Πρακτόρων	49
3.3.7.2	Κοινά Χαρακτηριστά Πρακτόρων	50
3.3.7.3	Κατηγορίες Ευφύων Πρακτόρων	53
3.3.7.4	Ορθολογικοί Πράκτορες	55
3.3.7.5	Σύγχρονες Θεωρήσεις Πρακτόρων	55
3.3.8	Έμπειρα Συστήματα	56
3.3.8.1	Δομή ενός Έμπειρου Συστήματος Βασισμένου σε Κανόνες	58
3.3.8.2	Χαρακτηριστά Έμπειρου Συστήματος	60
3.3.8.3	Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος	61
3.4	Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων	63
3.4.1	Σχισιακά Μοντέλα	65
3.4.1.1	Μέθοδοι οικογένειας Electre	65
3.4.1.2	Μέθοδος Regime	68
3.4.1.3	Μέθοδος Naiade	68
3.4.1.4	Μέθοδος Evamix	69
3.4.1.5	Μέθοδοι οικογένειας Promethee	69
3.4.2	Συναρτησιακά Μοντέλα	70
3.4.3	Αναλυτικά Μοντέλα	71
3.4.4	Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία	72

3.4.5	Μέθοδος TOPSIS	73
3.5	Εφαρμογή των Ευφύων Συστημάτων στη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού	73
3.6	Συμπεράσματα	76
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΛΟΜΕΝΩΝ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΙΣ ΕΕΔ</b>		
4.1	Εισαγωγή	76
4.2	Σκοπός και Βασικοί Στόχοι Διαχείρισης του Ανθρώπινου Δυναμικού στις ΕΕΔ	77
4.3	Λειτουργίες της Διαχείρισης του Ανθρώπινου Δυναμικού	79
4.4	Το Προσωπικό στις ΕΕΔ	81
4.4.1	Κατηγορίες Προσωπικού	81
4.4.2	Ιεραρχία στις ΕΕΔ	84
4.4.3	Υφιστάμενη Αξιολόγηση στις ΕΕΔ	88
4.4.4	Ατομικά Έγγραφα	91
4.4.5	Ουσιαστικά Προσόντα	93
4.4.6	Ετήσια Υπηρεσιακή Αξιολόγηση	94
4.4.7	Κριτήρια Προαγωγών	99
4.4.8	Σχολεία ΕΕΔ	103
4.5	Σύνοψη και αποτίμηση υφιστάμενης αξιολόγησης	105
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°. ΠΡΑΚΤΙΚΉ ΕΦΑΡΜΟΓΗ</b>		
5.1	Εισαγωγή	107
5.2	Ερευνητικό Μέρος – Fuzzy Logic σε Matlab	107
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°. ΕΠΙΛΟΓΟΣ</b>		
6.1	Εισαγωγή	116
6.2	Συμπεράσματα	116
6.3	Περιορισμοί - Προκλήσεις	117
6.4	Μελλοντική Έρευνα	118

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1 Πρόλογος**

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και των ΤΠΕ σε συνάρτηση με τις συνεχώς αυξανόμενες και μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των ΕΕΔ, καθιστούν αναγκαία την ευρεία χρήση Ευφυών Συστημάτων στη διαχείριση του ανθρωπίνου δυναμικού. Ο συνεχής εκσυγχρονισμός των ΕΔ τα τελευταία χρόνια, ειδικότερα λόγω των συνθηκών της πανδημίας SARS COVID-19, προσφέρει τις δυνατότητες και ιδανικές συνθήκες για τη χρήση Ευφυών Συστημάτων στη διοίκηση και ηγεσία.

Σκοπός αυτής της εργασίας λοιπόν, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως είναι να αναλυθούν παράγοντες που επηρεάζουν τη διαχείριση προσωπικού, με κύριο στόχο τη βελτίωση της οργανωτικής διαδικασίας και αποτελεσματικότητας μέσω της βέλτιστης επιλογής και αξιολόγησης του προσωπικού καθώς επίσης και της ατομικής απόδοσης. Γενικότερα, το συγκεκριμένο αντικείμενο έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών μελετητών, οι οποίοι διερευνούν τη σχέση τεχνολογίας – ατόμου – οργανωτικών επιδόσεων στα πλαίσια ενός οργανισμού, διαμέσου της μοντελοποίησης και ανάλυσης πληροφοριών με τη χρήση (FIS - Ασαφών Συστημάτων Απόφασης) σε περιβάλλον MATLAB.

### **1.2 Εισαγωγή**

**Αντικείμενο** της έρευνας είναι η μέτρηση των ικανοτήτων του ανθρωπίνου δυναμικού των ΕΔ, όσον αφορά την ανάθεση εργασιών αλλά και η αξιολόγησή του σύμφωνα με αυτές. Σκοπός είναι, μέσα από αυτή την έρευνα, να βελτιωθούν οι διαδικασίες αξιοποίησης του προσωπικού με τη χρήση της τεχνολογίας και να μετρηθούν ποσοτικά οι ικανότητές του. Τελικός στόχος είναι η κάθε εργασία – αποστολή να ανατίθεται στο κατάλληλο στέλεχος και όταν υπάρχουν πολλές παράλληλες εργασίες να γίνεται ο βέλτιστος καταμερισμός των εργασιών για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

### **1.3 Κύριο μέρος**

Τα τελευταία χρόνια έχουμε όλο και πιο ευρεία χρήση την ευφυών συστημάτων σε πολλούς τομείς, όπως η βιομηχανία, οι κατασκευές, η ιατρική και η διαχείριση προσωπικού γενικότερα. Ταυτόχρονα, η δομή και ο τρόπος λειτουργίας των ΕΕΔ είναι παρόμοιος με αυτόν των οργανισμών και των επιχειρήσεων - εταιρειών. Έχουν πολλά κοινά σημεία. Πολλοί ορισμοί και διαδικασίες των επιχειρήσεων να απαντώνται και σε αυτές επίσης. Αυτό είναι το οποίο θα ακολουθήσουμε και εδώ.



Σύμφωνα με τη θεωρία Πόρων και ικανοτήτων του Porter, η επιτυχία των επιχειρήσεων, και εδώ συγκεκριμένα των ΕΕΔ, αποδίδεται στην ικανότητα της επιχείρησης να προσαρμόζει τον στρατηγικό σχεδιασμό της ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του εξωτερικού επιχειρησιακού περιβάλλοντος. Στον ιδιαίτερο χώρο των ΕΕΔ το εξωτερικό περιβάλλον που τις περιβάλλει μεταβάλλεται με ταχύς ρυθμούς. Επιπροσθέτως, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που αυτές διαθέτουν από συνθήκης, συνθέτουν μια ιδιαίτερος στέρεα βάση για τη σχεδίαση και την εφαρμογή της στρατηγική τους. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι **πόροι** διακρίνονται σε υλικούς, άυλους, ανθρώπινους και συστήματα, στα πλαίσια της έρευνάς μας θα εστιάσουμε και θα ασχοληθούμε με τους **ανθρώπινους πόρους**, έναν πόρο που αποτελεί έναν εκ των θεμελιωδών – μοναδικών ικανοτήτων του προς μελέτη οργανισμού. Η αναγνώριση, λοιπόν, του ανθρώπινου δυναμικού ως θεμελιώδης ικανότητα αναλύεται σε 4 διαστάσεις:

- Γνώσεις και ικανότητες εργαζόμενων (εν προκειμένω τα στελέχη των ΕΕΔ)
- Εμπέδωση γνώσεων και ικανοτήτων μέσα από Τεχνικά συστήματα.
- Έλεγχος γνώσεων και ικανοτήτων μέσα από Διοικητικά συστήματα.
- Αναφορά γνώσεων και ικανοτήτων σε Άξιες και κανόνες

Ταυτόχρονα, στην **αλυσίδα αξίας** των ΕΔ, το ανθρώπινο δυναμικό – ανθρώπινοι πόροι, διακατέχουν έναν σημαίνοντα ρόλο, παράλληλα με τα οπτικά συστήματα, ως **Κέντρο Βάρους**. Σύμφωνα πάντα με τον ορισμό, Ως Κέντρο Βάρους σε έναν οργανισμό - εταιρεία ορίζουμε το τμήμα της αλυσίδας της αξίας της που είναι το σημαντικότερο για αυτήν. Σε αυτό το τμήμα έχουν συσσωρευτεί οι μεγαλύτερες εμπειρίες, δυνατότητες και οι βασικές ικανότητες της. Αυτό μας δίνει να καταλάβουμε τη σημαντικότητα του ανθρώπινου δυναμικού αλλά και της προσφορότερης αξιοποίησής του από την ηγεσία των ΕΔ αλλά και από τους επιμέρους Διοικητές σε όλα τα κλιμάκια Διοικήσεως.

#### **1.4 Ορισμός του Προβλήματος**

Οι ΤΠΕ και τα πληροφοριακά συστήματα έχουν εισχωρήσει αλλά και εισχωρούν όλο και πολύ στο δημόσιο τομέα, με τις ΕΔ να μην αποτελούν εξαίρεση, και αποκτούν όλο και μεγαλύτερη βαρύτητα. Ο κύριος στόχος – σκοπός των διοικήσεων πρέπει να είναι η μέγιστη κεφαλαιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού των ΕΔ και η βελτίωση των οργανικών δομών, μέσω της βελτίωσης της ατομικής απόδοσης και ατομικής βελτίωσης του προσωπικού. Κύριο μέλημα όμως, όπως έχει προαναφερθεί, πρέπει να είναι η ορθολογικότερη αξιοποίησή του, λαμβάνοντας υπόψιν τα προσόντα

του. Ένα μέλημα που υπάρχει κατά τη φάση της στρατολόγησης του προσωπικού αλλά και κατά τη φάση της ανταμοιβής αυτού.

Έρευνες έχουν δείξει ότι μέσω στοχοποιημένης αξιολόγησης και μεθόδων αξιολόγησης του προσωπικού με ευφυή συστήματα, τα καταλληλότερα, κατά περίπτωση, στελέχη μπορούν να αξιοποιηθούν στις καταλληλότερες για αυτούς θέσεις, ανάλογα με τα ταλέντα – ικανότητες και τα προσόντα που διαθέτουν, μειώνοντας τα λάθη και αυξάνοντας την εργασιακή ικανοποίηση και απόδοση.

### **1.5 Ερευνητικά Ερωτήματα**

Τα ερευνητικά ερωτήματα που ανακύπτουν είναι κατά πόσο τα αποτελέσματα της εν λόγω έρευνας θα τύχουν της αποδοχής τους από τις ΕΔ αλλά και της εφαρμογής τους από αυτές, ειδικότερα στα χαμηλά κλιμάκια διοίκησης, εξαιτίας των αυξημένων υποχρεώσεων που υπάρχουν, καθώς επίσης και των εκ φύσεως ιδιαιτεροτήτων των ΕΔ. Τα ερωτήματα που ανακύπτουν είναι τα κάτωθι:

- Κατά πόσον πλέον το υπάρχον σύστημα αξιολόγησης των ΕΕΔ μπορεί να ανταποκριθεί στην υπάρχουσα κατάσταση και να αξιολογήσει ορθά τα στελέχη
- Ποιες βελτιώσεις μπορούν να υπάρξουν μες τη χρήση ΕΣ
- Συνεισφορά των ΕΣ στην επιλογή προσωπικού για τις ΕΕΔ
- Επιλογή καταλληλότερου προσωπικού για τις παρουσιαζόμενες προκλήσεις - εργασίες που εμφανίζονται
- Αξιοποίηση του προσωπικού στην καταλληλότερη για αυτόν θέση
- Επεκτάσεις της χρήσης των ΕΣ στις ΕΕΔ

### **1.6 Συνεισφορά της Έρευνας**

Η συνεισφορά της έρευνας μπορεί να εντοπιστεί στη συγκέντρωση γνώσης στη διαχείριση του προσωπικού των ΕΔ και την ορθολογικότερη αξιοποίησή του από όλα τα κλιμάκια διοικήσεως.

Πράγματι, η συγκεκριμένη έρευνα μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην αξιοποίηση των στελεχών ΕΔ, δίνοντας την απαραίτητη "χείρα βοηθείας" στους επιμέρους διοικητές ώστε να ανεβάσουν σημαντικά την απόδοση της Μονάδας τους. Η εγκατάσταση και χρήση των απαραίτητων

πληροφοριακών συστημάτων, καθώς επίσης και η συνεχής ενημέρωσή τους, όσον αφορά τα προσόντα των στελεχών, είναι απαραίτητη για την επιτυχία της προσπάθειας αυτής. Η χρήση των ευφυών συστημάτων, σε συνδυασμό με εσωτερικές παραμέτρους των ΕΔ, μπορούν να βοηθήσουν στη συνολική αξιοποίηση του προσωπικού. Βέβαια, αυτό το εγχείρημα δεν είναι εύκολα υλοποιήσιμο, λόγω των ιδιαιτεροτήτων και της φύσεως της αποστολής των ΕΔ, κάποιων ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και νομικών περιορισμών που διέπουν αυτές. Μπορεί να αποτελέσει τη βάση για αρχική αξιοποίηση, σε μικρά ή επιμέρους κλιμάκια διοικήσεως και μελλοντικά να επεκταθεί και να χρησιμοποιηθεί ευρέως.

### **1.7 Διάρθρωση της Εργασίας**

Η εργασία απαρτίζεται από έξι (6) κεφάλαια. Αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια πρώτη εισαγωγή του υπό μελέτη θέματος, στις βασικές έννοιες του οι οποίες πρόκειται να αναπτυχθούν στην εργασία αυτή. Γίνεται αναφορά του σκοπού της έρευνας, ενός σκοπού που προέκυψε μέσα από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, αλλά και του ορισμού του προβλήματος, το οποίο θα εξετάσουμε στα επόμενα κεφάλαια. Συν τοις άλλοις αναφέρονται τα ερευνητικά ερωτήματα που θα αναπτυχθούν, το θεωρητικό μοντέλο που υποστηρίζει αυτή την έρευνα αλλά και τη συνολική προσφορά της έρευνας τόσο σε θεωρητικό αλλά και πρακτικό επίπεδο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια εκτεταμένη μελέτη και ανάλυση της ήδη υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Η μελέτη αυτή γίνεται μέσω της παρουσίασης της μεθοδολογίας των Webster and Watson (2002), καθώς επίσης και εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής στην υπάρχουσα βιβλιογραφική ανασκόπηση. Εν συνεχεία, γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων από την ανάλυση και τη σύνθεση των πηγών από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Στην εν λόγω φάση, οι έννοιες που αναπτύσσονται αμέσως μετά είναι Ευφυή Συστήματα, Διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού, Αξιοποίηση Προσωπικού στις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις και Αξιολόγηση προσωπικού.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των Ευφυών Συστημάτων και της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων. Αναφέρονται τα χαρακτηριστικά που διαθέτει κάθε Ευφύς Σύστημα αλλά και σε ποια πεδία βρίσκει κατά κόρον εφαρμογή. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού, αναλύουμε τη χρήση των Ευφυών Συστημάτων στη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση όσον αφορά τη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού γενικά. Επίσης υλοποιείται μια εισαγωγή στη δομή, όσον αφορά το προσωπικό, των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων και του συστήματος προαγωγών του προσωπικού. Επιπροσθέτως, το κεφάλαιο

αυτό περιλαμβάνει μια εκτενής αναφορά σχετικά με το υπάρχον σύστημα αξιολόγησης, τα προσόντα του προσωπικού αλλά και δυσχέρειες του υπάρχοντος συστήματος αξιολόγησης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο έχουμε την πρακτική εφαρμογή. Μέσα από μια Βάση Δεδομένων ενός δείγματος του προσωπικού των Ενόπλων δυνάμεων, με τη χρήση Fuzzy Logic και συγκεκριμένα της μεθόδου Mamdani, θα αξιολογήσουμε το προσωπικό αυτό βάσει συγκεκριμένων μεταβλητών. Οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσουμε είναι τα χρόνια σε θέσεις ευθύνης, η τελευταία αξιολόγηση του προσωπικού αλλά και τα ουσιαστικά προσόντα που διαθέτει το προσωπικό, όπως οι ξένες γλώσσες και οι συνολικές επιδόσεις στα βασικά σχολεία εκπαίδευσης του Στρατού Ξηράς.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μια αποτίμηση των συμπερασμάτων που προέκυψαν κατά το προηγούμενο κεφάλαιο, δυνατότητες και ευχέρειες της χρήσης Ευφυών Συστημάτων στη διαχείριση προσωπικού των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων αλλά και προκλήσεις που υπάρχουν, οι οποίες προκαλούν αλλά και θα προκαλέσουν δυσχέρειες και αγκυλώσεις στην εφαρμογή αυτού του εγχειρήματος. Το κεφάλαιο αυτό κλείνει με τον επίλογο όλου του πονήματος.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

### **2.1 Εισαγωγή**

Η αναζήτηση και η αξιολόγηση της διατιθέμενης βιβλιογραφίας στο θέμα που θα ασχοληθούμε αλλά και γενικότερα, γίνεται με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Ως βιβλιογραφική ανασκόπηση ορίζεται μια ερευνητική εργασία η οποία αξιοποιεί την υφιστάμενη επιστημονική γνώση και τα αντίστοιχα ερευνητικά δεδομένα. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δεν ξεκινά από το μηδέν. Επίσης η έρευνα που θα διεξάγουμε είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί στον χώρο μαζί με άλλες αντίστοιχες και σχετικές έρευνες και να αναδειχθεί η συνεισφορά της μαζί με αυτές, τις ήδη υπάρχουσες.

Στις επόμενες ενότητες θα αναδείξουμε τη σημαντικότητα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης,, τις προηγούμενες βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις αντίστοιχα, τη μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης που υιοθετήθηκε στην εξαγωγή συμπερασμάτων στην εργασία αυτή και την εφαρμογή που γίνεται πάνω στο θέμα που πραγματεύεται η μελέτη.

### **2.2 Σημασία Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης**

Χωρίς βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι δύσκολο να αποκτήσουμε πρόσβαση στην προγενέστερη γνώση. Είναι το απαραίτητο βήμα για να κατανοήσουμε τη φύση του προβλήματος - μελέτης που θα ερευνήσουμε. Μια απλή βιβλιογραφική ανασκόπηση είθισται να περιλαμβάνει μια συλλογή από περιλήψεις άρθρων ή μια σύνθετη σχολιασμένη βιβλιογραφία πολλών ερευνητικών εγγράφων (Webster and Watson, 2002). Από την άλλη πλευρά όμως, μια ποιοτικότερη βιβλιο-γραφική ανασκόπηση έχει ως βασικά στοιχεία το ανάλογο εύρος, την αντίστοιχη αυστηρότητα και συνέπεια, σαφήνεια, εμπειριστατωμένη ανάλυση και σύνθεση. Γίνεται η τεκμηρίωση της συγκεκριμένης προσέγγισης του θέματος ότι η συγκεκριμένη εργασία προσφέρει κάτι καινούριο στην επιστημονική έρευνα (Hart, 1998). Η κατανόηση των προβλημάτων και, κατ'επέκταση, η επεξή-γηση των λύσεων δομείται πάνω σε μια κραταιή θεωρητική βάση, η οποία έχει στηριχθεί πάνω επίσης σε βιβλιογραφικούς πόρους (Levy and Ellis, 2006).

Συνοψίζοντας, η επιλογή της κατάλληλης βιβλιογραφικής ανασκόπησης έχει μια βαρύνουσα σημασία. Μια σημασία ιδιαίτερη, με σκοπό να αναδειχθούν τα χαρακτηριστικά της έρευνας, καθώς επίσης και να αναδειχθούν τυχόν κενά που μπορεί να υπάρχουν στην έρευνα γενικότερα.

### **2.3 Αναζήτηση Προηγούμενων Βιβλιογραφικών Ανασκοπήσεων**

Η παραπομπή και αναζήτηση σε υπάρχουσες βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις είναι αναγκαία ώστε να γίνει μια τεκμηριωμένη μελέτη πάνω στα ευφυή συστήματα. Η όλη διαδικασία έγινε μέσω της ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων Scopus, της Google Scholar και του ηλεκτρονικού αποθετηρίου «Κάλλιπος». Έγινε αναζήτηση άρθρων με τη ρήση λέξεων – κλειδιά: "intelligent systems", "fuzzy logic – fuzzy logic approach", "Neuro fuzzy systems", "Ευφυή Συστήματα", "Μηχανική Μάθηση" και Διοίκηση Ανθρωπίνου Δυναμικού.

### **2.4 Μεθοδολογία Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης**

#### **2.4.1 Επιλογή Μεθοδολογίας**

Γενικότερα, είναι κοινώς αποδεκτό ότι κάθε έρευνα έχει ως στόχο να βοηθήσει να κατανοηθεί ο κόσμος, υλικός και άυλος, προσθέτοντας κάθε φορά νέα γνώση πάνω στην υπάρχουσα. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι το μέσο που θα μας βοηθήσει στο να συγκεντρώσουμε ιδέες οι οποίες θα μας βοηθήσουν στο να αναπτύξουμε και να αναδείξουμε ένα θέμα. Για το λόγο αυτό, σημαντικό ρόλο παίζει η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιήσουμε, με στόχο τη δημιουργία μιας αξιόπιστης βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Στη συγκεκριμένη έρευνα επιλέχθηκε να ακολουθηθεί η μέθοδος Webster and Watson. Θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος αυτή γιατί η έρευνα αυτή βασίστηκε και

στηρίχθηκε σε χαρακτηριστικά όπως η εννοιοκεντρική ανασκόπηση αλλά και η ελευθερία κινήσεων σε πηγές και έρευνες.

#### 2.4.2 Περιγραφή Μεθόδου Webster and Watson

Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί αποτελείται από τα εξής στάδια:

- 1ο Στάδιο: Επιλογή λέξεων – κλειδιά. Με αυτές τις λέξεις θα γίνει η αναζήτηση άρθρων, καταλλήλων βάσεων αναζήτησης και κριτηρίων αναζήτησης.
- 2ο Στάδιο: Αναζήτηση προς τα πίσω. Γίνεται η μελέτη της βιβλιογραφίας των άρθρων, τα οποία αναζητήθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο.
- 3ο Στάδιο: Αναζήτηση προς τα εμπρός. Γίνεται η εξέταση των άρθρων τα οποία αναφέρονται στα επιλεγμένα άρθρα στο πρώτο στάδιο, αυτό της επιλογής λέξεων – κλειδιά.

Με το πέρας της ολοκλήρωσης της προαναφερθείσας διαδικασίας, καταλήγουμε σε ένα σύνολο άρθρων τα οποία μας ενδιαφέρουν και είναι χρήσιμα για την έρευνά μας. Κατόπιν, γίνεται ομαδοποίηση των άρθρων αυτών, σύμφωνα με τις κεντρικές θέσεις – ιδέες τους.

Προηγουμένως, αναφέραμε ότι η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας είναι εννοιοκεντρική. Αυτό σημαίνει ότι οι έννοιες καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει η οργάνωση της ανασκόπησης. Απεναντίας, η συγγραφειοκεντρική προσέγγιση είναι μια προσέγγιση η οποία μας παρουσιάζει περιληπτικά τα άρθρα τα οποία μας αφορούν.

Οι πίνακες που ακολουθούν δίνουν μια σύντομη αλλά περιεκτική προσέγγιση των δύο εννοιών, της εννοιοκεντρικής και της συγγραφοκεντρικής.

Οι πίνακες αυτοί λειτουργούν ως τα “εργαλεία” που θα βοηθήσουν τον εκάστοτε ερευνητή να συλλέξει τα απαραίτητα στοιχεία μέσα σε ένα πεδίο αλλά και να καταλάβει τις διαφορετικές οπτικές γωνίες του θέματος που διερευνάται. Με τον τρόπο αυτό τονίζονται βασικά χαρακτηριστικά του υπό διερεύνηση θέματος, αποφεύγεται η επανάληψη και προκύπτουν – εμφανίζονται νέα θέματα – προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

Table 1. Approaches to Literature Reviews	
Concept-centric	Author-centric
Concept X ... [author A, author B, ...]	Author A ... concept X, concept Y, ...
Concept Y ... [author A, author C, ...]	Author B ... concept X, concept W, ...

Table 2. Concept Matrix					
Articles	Concepts				
	A	B	C	D	...
1		*	*		*
2	*	*			
...			*	*	

Table 3. Concept Matrix Augmented with Units of Analysis															
Articles	Concepts														
	A			B			C			D			...		
Unit of analysis	O	G	I	O	G	I	O	G	I	O	G	I	O	G	I
1					*				*						*
2	*				*	*		*							
...								*	*			*			

Legend: O (organizational), G (group), I (individual)

Σχήμα 1 Πίνακες χαρακτηριστικών εννοιοκεντρικής – συγγραφοκεντρικής προσέγγισης

## 2.5 Ευφυή Συστήματα στη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού

Η Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού (ΔΑΑ), ως λειτουργία των επιχειρήσεων και των οργανισμών, τείνει να γίνει από τις πλέον σημαντικές, μαζί με την Έρευνα και Ανάπτυξη (Research and Development). Σε μια παγκοσμιοποιημένη κοινωνία και οικονομία, με τις τεχνολογικές εξελίξεις να τρέχουν, όλα είναι ευμετάβλητα και αλλάζουν γρήγορα. Οι θεμελιώδεις ικανότητες των οργανισμών όλο και λιγοστεύουν, με τον ανθρώπινο παράγοντα όμως να παραμένει σταθερός και σημείο αναφοράς. Μια θεμελιώδη ικανότητα που είναι δύσκολο να αντιγραφεί. Η ΔΑΑ έχει ως κύριους στόχους, όπως θα αναλύσουμε και εκτενέστερα πιο κάτω, την εύρεση, επιλογή, εκπαίδευση – συνεχή εξέλιξη και απασχόληση ανθρώπινων πόρων υψηλού επιπέδου.

Όπως εξάγεται από τα ανωτέρω, η ΔΑΑ έχει μια σημαντική αποστολή. Την εύρεση ανάλογου προσωπικού για μια θέση εργασίας και την επιλογή των καταλληλότερων για τη θέση αυτή, μέσω μιας διαδικασίας (Talent Management). Έπειτα η εκπαίδευση του νεοπροσληφθέντος προσωπικού αλλά και η συνεχής μετεκπαίδευση του υπάρχοντος, ώστε να μην απαξιώνεται και είναι παρωχημένο, όσον αφορά τις τεχνολογικές εξελίξεις. Τέλος, η αξιοποίηση των ικανοτήτων – ταλέντων που διαθέτει το προσωπικό και η απασχόλησή του σε θέσεις που συμβαδίζουν με τις ικανότητες αυτές, λαμβάνοντας υπόψιν τις τρέχουσες και μακροπρόθεσμες ανάγκες της εταιρείας – οργανισμού.

Για την υλοποίηση αυτών των διαδικασιών, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η χρήση ΕΣ. Ο χρόνος είναι σημαντικός παράγοντας και όλες οι διαδικασίες, ειδικά η εύρεση και η επιλογή προσωπικού, πρέπει να γίνουν *τάχιστα*. Τα ΕΣ προσδίδουν αυτή τη δυνατότητα, ώστε και να κερδηθεί χρόνος αλλά και να μη χαθεί προσωπικό, το οποίο όχι μόνο μπορεί να χαθεί, αλλά υπάρχει περίπτωση να προσληφθεί από κάποιον ανταγωνιστή.

## **2.6 Συμπεράσματα**

Συνοψίζοντας, βλέπουμε τη σημαντικότητα των ΕΣ σε μερικές μόνο λειτουργίες της ΔΑΑ. Η σημαντικότητα είναι μεγάλη και μέρα με τη μέρα θα αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη αξία. Η εκτενέστατη πλέον χρήση των μέσων και πλατφορμών κοινωνικής δικτύωσης και η "αλίευση" εν δυνάμει προσωπικού από αυτά, μας δίνει έναν επιπλέον λόγο να καταλάβουμε τη σημαντικότητα της χρήσης των ΕΣ. Σε ένα κόσμο που ολοένα ψηφιοποιείται και κινείται σε ένα παγκοσμιοποιημένο δίκτυο, τα ΕΣ θα παίζουν αλλά και παίζουν πρωτεύοντα ρόλο. Όποιος οργανισμός δεν τα ακολουθεί και δεν τα χρησιμοποιεί είναι καταδικασμένος, αν όχι να χαθεί, να παραμείνει μικρός.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>. ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

### **3.1 Εισαγωγή**

Είναι γεγονός ότι οι πόλεμοι και γενικότερα η πολεμικές προετοιμασίες, έγιναν πολλές φορές η αιτία για να γίνουν νέες εφευρέσεις και να ανακαλυφθούν νέες τεχνολογίες. Ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος, δε θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση σε αυτό ο γεγονός. Στη Μεγάλη Βρετανία, ο Alan Turing στην προσπάθεια του να αποκρυπτογραφήσει τα μηνύματα που είχε υποκλέψει από το Γερμανικό στρατό, προς όφελος των Βρετανικών μυστικών υπηρεσιών, ανακάλυψε την πρώτη υπολογιστική μηχανή και το γνωστό πλέον TURING TEST, θέτοντάς τον σαν τον πατέρα της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN). Όμως, τίποτα δεν σταμάτησε εκεί. Το 1950, ο ISAAC ASIMOV δημιούργησε τους τρεις νόμους της ρομποτικής. Το 1981, η τεχνητή νοημοσύνη έχει πλέον εισαχθεί στις επιχειρήσεις και, φθάνοντας στο 1993, δημιουργείται το πρώτο ρομπότ με ανεπτυγμένη συμπεριφορά. Εν συνεχεία δημιουργείται το πρώτο πρόγραμμα-μηχανή από την IBM, το DEEP BLUE, το οποίο θα νικήσει στο σκάκι τον παγκόσμιο πρωταθλητή GARRY KASPAROV, σε έναν σκακιστικό αγώνα – σταθμό και το 1999 δημιουργείται το πρώτο οικιακό ρομπότ από τη SONY.

Η TN αρκέστηκε να περιοριστεί αποκλειστικά και μόνο στη βιομηχανία. Οι νέες ανακαλύψεις εισχώρησαν ενδότερα στο εσωτερικό των βιομηχανιών, δίνοντας μεγάλη βαρύτητα σε πραγματικές εφαρμογές. Πλέον, στην εποχή που ζούμε, στη μετα-μοντέρνα περίοδο της TN, η TN εξελίχθηκε και



εξελίσσεται έχοντας διευρυνθεί σε ένα μεγάλο αριθμό κατηγοριών. Μία, λοιπόν, εκ των εξελίξεων αυτών είναι και τα Ευφυή Συστήματα (ΕΣ).

### 3.2 Ορισμός

Αρχικά πρέπει να ορίσουμε τι είναι τα Ευφυή Συστήματα. Ευφυή Συστήματα ονομάζουμε τα συστήματα εκείνα τα οποία επιδεικνύουν λογική, εμπειρική μάθηση αλλά και ικανότητες λήψης λογικών αποφάσεων χωρίς την ύπαρξη μεσολάβησης του ανθρώπου. Ο στόχος των συστημάτων αυτών είναι να κατανοήσουν αλλά και να αναπαραγάγουν κατά το δυνατό, τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι, τα ζώα και άλλοι βιολογικοί οργανισμοί εξελίσσονται και αναπτύσσουν ικανότητες επίλυσης και αντιμετώπισης δύσκολων προβλημάτων. Για το σχεδιασμό και την υλοποίηση τέτοιων συστημάτων χρησιμοποιούνται, πέραν της παραδοσιακής επεξεργασίας αριθμητικών και συμβολικών αναπαραστάσεων της γνώσης, και πλείστες άλλες τεχνολογίες. Τέτοιες τεχνολογίες είναι τα Νευρωνικά Δίκτυα, τα Ασαφή Συστήματα και οι Εξελικτικοί Αλγόριθμοι. Τα παραπάνω συστήματα μας επιτρέπουν να έχουμε στα χέρια μας ένα νέο «εργαλείο», μια νέα εναλλακτική προσέγγιση στην αντιμετώπιση των προβλημάτων.

### 3.3 Είδη Ευφυών Συστημάτων

Τα είδη – κατηγορίες ευφυών συστημάτων, ειδικότερα για την έρευνα που μας απασχολεί, είναι τα παρακάτω:

1. Μηχανική Μάθηση
2. Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα
3. Ασαφή Συστήματα
  - α. Ασαφής Λογική
  - β. Μέθοδος Mamdani
  - γ. Μέθοδος Sugeno
4. Νευρο – Ασαφή Συστήματα
5. Εξόρυξη Γνώσης
6. Εξελικτικός Υπολογισμός

7. Ευφυείς Πράκτορες
8. Έμπειρα Συστήματα
9. Πολυκριτήρια Ανάλυση
  - α. Σχεσιακά Μοντέλα
  - β. Συναρτησιακά Μοντέλα
  - γ. Αναλυτικά Μοντέλα
  - δ. Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία
  - ε. Μέθοδος TOPSIS

### **3.3.1 Μηχανική Μάθηση**

Ως Μηχανική Μάθηση θεωρείται η ικανότητα που έχει ένα υπολογιστικό σύστημα, με σκοπό τη δημιουργία είτε μοντέλων είτε προτύπων μέσα από ένα σύνολο από δεδομένα. Η Μηχανική Μάθηση, ως αναπόσπαστο μέρος της ΤΝ, ασχολείται με τη μελέτη αλγορίθμων που έχουν τη δυνατότητα να κάνουν καλύτερη τη συμπεριφορά τους σε όποια ανάθεση εργασίας τους ορίστηκε. Αυτό το κάνουν χρησιμοποιώντας την εμπειρία τους. Στον τομέα της Μηχανικής Μάθησης έχει αναπτυχθεί επίσης η Εξελικτική Μάθηση (Evolutionary Learning). Αυτή έχει την ικανότητα μίμησης των διαδικασιών της φυσικής αναπαραγωγικής, όπως συμβαίνει στα έμβια όντα. Η μέθοδος αυτή βρίσκει χρήση πρωτίστως σε προβλήματα βελτιστοποίησης, κάνοντας παράλληλα ευρεία χρήση των γενετικών αλγορίθμων. Επίσης, από τις επιτεύξεις της Μηχανικής Μάθησης επωφελούνται κλάδοι της επιστήμης όπως οι: Εξόρυξη Δεδομένων, Πιθανότητες - Στατιστική, Θεωρία της Πληροφορίας, Αριθμητική Βελτιστοποίηση, Θεωρία της Πολυπλοκότητας, Θεωρία Ελέγχου (προσαρμοστική), Ψυχολογία (εξελικτική και γνωστική), Νευροβιολογία και Γλωσσολογία.

#### **3.3.1.1 Είδη Μηχανικής Μάθησης**

Υπάρχουν τρεις τρόποι μάθησης. Ο διαχωρισμός τους εξαρτάται ανάλογα με τον τρόπο που μαθαίνει ένας άνθρωπος. Οι τρόποι αυτοί είναι η επιβλεπόμενη, η μη επιβλεπόμενη και η ενισχυτική μάθηση. Αναλυτικότερα:

Επιβλεπόμενη Μάθηση (Supervised Learning). Ο αλγόριθμος κατασκευάζει μια συνάρτηση που απεικονίζει δεδομένες εισόδους (σύνολο εκπαίδευσης) σε γνωστές επιθυμητές εξόδους. Έχει σαν τελικό στόχο, να γενικευτεί αυτή η συνάρτηση και για εισόδους με άγνωστη έξοδο. Χρησιμοποιείται σε προβλήματα Ταξινόμησης (Classification), Πρόγνωσης (Prediction) και Διερμηνείας (Interpretation).

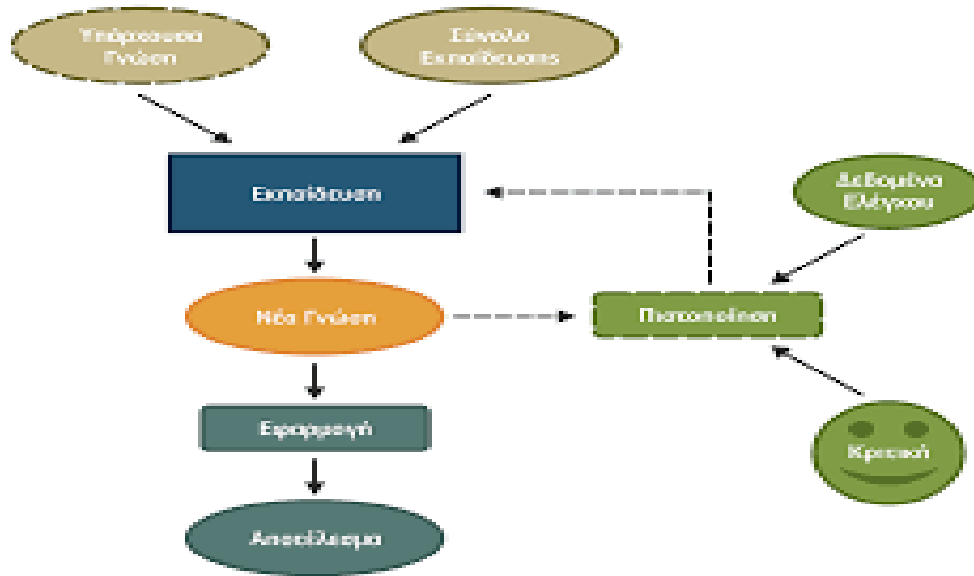
Μη Επιβλεπόμενη Μάθηση (Unsupervised Learning). Ο αλγόριθμος κατασκευάζει ένα μοντέλο για ένα σύνολο εισόδων σε μορφή παρατηρήσεων χωρίς να γνωρίζει όμως τις επιθυμητές εξόδους. Χρησιμοποιείται σε προβλήματα: Ανάλυσης Συσχετισμών (Association Analysis) και Ομαδοποίησης (Clustering).

Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning). Ο αλγόριθμος μαθαίνει μια στρατηγική ενεργειών μέσω άμεσης αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Χρησιμοποιείται κατά κόρον σε προβλήματα Σχεδιασμού (Planning), Παραδείγματα χρησιμοποίησης της Ενισχυτικής Μάθησης είναι ο έλεγχος κίνησης στα ρομπότ και η βελτιστοποίηση εργασιών σε εργοστασιακούς χώρους.

Στη Μηχανική Μάθηση, για κάθε πρόβλημα που είναι προς επίλυση, υπάρχει αντίστοιχα ένας κατάλληλος τρόπος μάθησης. Ταυτόχρονα, για κάθε τρόπο μάθησης υπάρχει, κατ ελάχιστον, ένας κατάλληλος αλγόριθμος που δύναται να χρησιμοποιηθεί. Όλοι οι αλγόριθμοι Μηχανικής Μάθησης κάνουν διαχείριση της γνώσης, την οποία αναπαριστούν με κάποιον τρόπο, έτσι ώστε να αναπαραστήσουν τη γνώση, ή με άλλες πιο μαθηματικοποιημένες τακτικές, οι οποίες κρίνονται ως πιο κατάλληλες από τον εν λόγω αλγόριθμο, για να την αποδώσουν. Υπάρχουν κάποιοι αλγόριθμοι οι οποίοι έχουν ως είσοδο αποκλειστικά παρατηρήσεις. Επίσης, υπάρχουν αλγόριθμοι που λαμβάνουν υπόψη τους, είτε λιγότερο είτε περισσότερο, την υφιστάμενη γνώση. Μια προσπάθεια για να κατατάξουμε τους αλγορίθμους, με γνώμονα εξ ολοκλήρου τον τρόπο μάθησης, βασισμένο στην υπάρχουσα γνώση, δίδεται ως εξής:

<i>Μάθηση Βασισμένη σε Επεξηγήσεις (Explanation-based Learning)</i>	} Πλούσιοι σε χρήση γνώσης ↓ Φτωχοί σε χρήση γνώσης
<i>Μάθηση Βασισμένη σε Περιπτώσεις (Case-based Learning)</i>	
<i>Μάθηση από Επαγωγές μέσω στιγμοτύπων και παραδειγμάτων (Inductive Learning)</i>	

Στο Σχήμα 2 γίνεται αποτύπωση του γενικού τρόπου λειτουργίας των αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης. Η εκπαίδευση αποτελεί την πιο καίρια φάση του κάθε αλγορίθμου. Εδώ ο αλγόριθμος κάνει χρήση ενός συνόλου δεδομένων εκπαίδευσης (training set) ως είσοδο για την επίτευξη του σκοπού του. Ο σκοπός αυτός είναι να δημιουργηθεί νέα γνώση. Επιπρόσθετα, δύναται να χρησιμοποιήσει, σε μεγάλο ή μικρό βαθμό την γνώση που ήδη υπάρχει αλλά και να μην την αξιοποιήσει καθόλου.



**Σχήμα 2** Γενικός τρόπος λειτουργίας αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης

### 3.3.2 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Είναι γεγονός ότι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής (H/Y) λειτουργεί πολύ πιο γρήγορα αλλά και ακριβέστερα από έναν μέσο άνθρωπο, όσον αφορά τους αριθμητικούς υπολογισμούς. Μπορεί επιπροσθέτως να αποθηκεύει, σε αξιόπιστο επίπεδο, έναν πολύ μεγάλο μεγέθους όγκο δεδομένων. Απεναντίας, ο άνθρωπος είναι πολύ πιο αξιόπιστος και ικανότερος στη διαχείριση καταστάσεων, στην αναγνώριση αντικειμένων, καθώς επίσης και στο συσχετισμό αυτών. Ένα χαρακτηριστικό ίδιον του ανθρώπου είναι ότι μπορεί να μαθαίνει εμπειρικά, εν αντιθέσει με έναν H/Y που θα πρέπει να προγραμματιστεί για να κάνει τα παραπάνω.

Αυτές οι διαφορές υφίστανται χάρις στην αρχιτεκτονική του H/Y και του ανθρώπινου εγκεφάλου. Ο H/Y έχει λίγες μεν στον αριθμό, αλλά πολύπλοκες δε, μονάδες επεξεργασίας πληροφοριών. Απεναντίας, ο εγκέφαλος των ανθρώπων απαρτίζεται από πολλά δισεκατομμύρια απλές μονάδες επεξεργασίας πληροφοριών, τους νευρώνες. Το μυαλό λειτουργεί υλοποιώντας μαζί, μια ταυτόχρονη και κατανεμημένη επεξεργασία ηλεκτρικών σημάτων. Κάθε νευρώνας έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί με έναν τεράστιο αριθμό άλλων νευρώνων μέσω αποφυάδων, τους δενδρίτες. Μεγάλο τμήμα από την επιφάνεια των δενδριτών καλύπτεται από τα άκρα των αποφυάδων άλλων νευρώνων. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του εγκεφάλου, μπορεί να μεταφερθεί η ηλεκτρική διέγερση ενός νευρώνα προς κάθε άλλον, αρκεί να είναι διασυνδεδεμένος. Κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αι. έγιναν μελέτες που ποσοτικοποίησαν τη λειτουργία του ανθρώπινου νευρικού συστήματος. Η μάθηση κατά Hebb (Hebbian learning, 1949) μας έδειξε ότι όταν γίνεται ταυτόχρονη

διέγερση δύο διασυνδεδεμένων νευρώνων, τότε υπάρχει αύξηση της δύναμης της μεταξύ τους διασύνδεσης. Η βασική ιδέα για την ανάπτυξη Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (ΤΝΔ) ήταν να προσομοιάσουν τις λειτουργίες του κεντρικού νευρικού συστήματος του ανθρώπου. Τα ευκαταίμα χαρακτηριστικά κατά τη διαδικασία της επεξεργασίας των πληροφοριών, όπως είναι η μάθηση, η γενίκευση και η ανεκτικότητα του σφάλματος, υιοθετούνται από τα ΤΝΔ.

### 3.3.2.1 Βασικές Έννοιες Νευρωνικού Υπολογισμού

Τα ΤΝΔ, αλλιώς συνδεσμικά συστήματα (connectionist systems), φτιάχνουν τις δικές τους λύσεις, οι οποίες βασίζονται σε παραδείγματα. Ένα ΤΝΔ υλοποιεί μια συνάρτηση  $f: \mathbb{R}_N \rightarrow \mathbb{T}$  κάνοντας χρήση μιας παρόμοιας αρχιτεκτονικής με την αυτήν του ανθρωπίνου εγκέφαλου. Οι ακόλουθες απλοποιητικές παραδοχές περιγράφουν το μοντέλο ενός τεχνητού νευρώνα. Οι αριθμητικές εισοδοί  $x_1, \dots, x_n$  του τεχνητού νευρώνα πολλαπλασιάζονται με τα βάρη  $w_1, \dots, w_n$  αντίστοιχα. Ακολουθώς, παίρνουμε το άθροισμα αυτών στη συσκευή του αθροιστή ( $\Sigma$ ). Μία επιπρόσθετη είσοδος του αθροιστή  $\Sigma$  είναι σταθερή, δηλ.  $x_{n+1} = 1$ , και κατόπιν γίνεται πολλαπλασιασμός αυτής με τη σταθερά πόλωσης (bias)  $\beta$ . Αυτή αποτελεί το  $n+1$  βάρος του τεχνητού νευρώνα ( $w_{n+1} = \beta$ ).

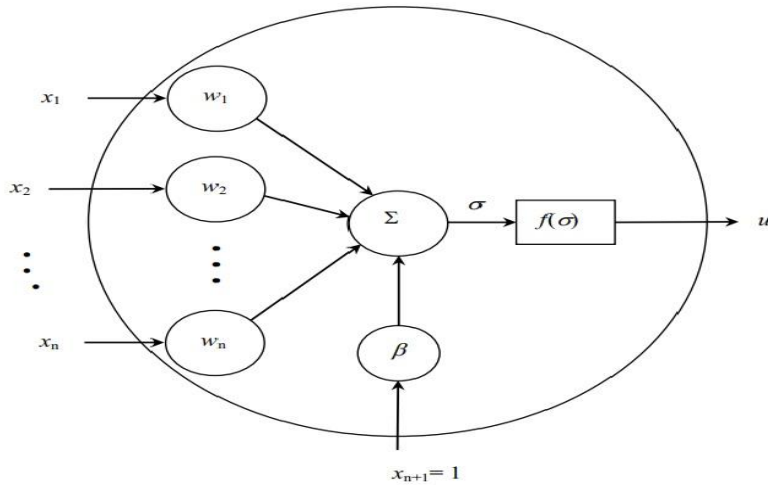
Το σταθμισμένο (γραμμικό) άθροισμα  $\sigma$  των εισόδων του τεχνητού νευρώνα εν συνεχεία κατευθύνεται σε ένα (μη-γραμμικό) στοιχείο παραμόρφωσης  $f(\sigma)$ , το οποίο καλείται συνάρτηση μεταφοράς (transfer function) και παρουσιάζεται στο Σχήμα 3. Ορισμένες εκ των συναρτήσεων μεταφοράς  $f(\sigma)$  είναι οι κάτωθι:

(α) Γραμμική συνάρτηση μεταφοράς:  $f(\sigma) = \sigma$

$$\begin{aligned}
 \text{(β) Συνάρτηση μεταφοράς τύπου Perceptron } f(\sigma) &= \begin{cases} \sigma, & \sigma \geq 0 \\ 0, & \sigma < 0 \end{cases} \\
 \text{(γ) Δυαδική (δίτιμη) συνάρτηση μεταφοράς με κατώφλι } T: f(\sigma) &= \begin{cases} 1, & \sigma \geq T \\ 0, & \sigma < T \end{cases}
 \end{aligned}$$

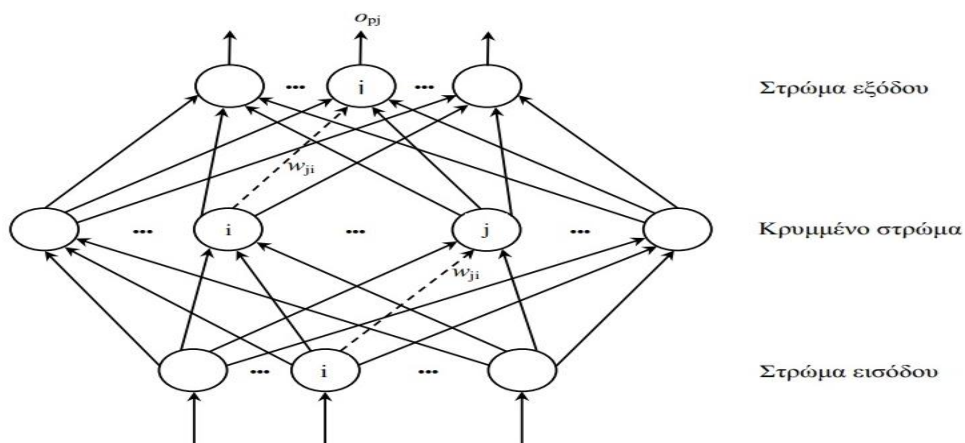
(δ) Σιγμοειδής (ή, Λογιστική) συνάρτηση μεταφοράς:  $f(\sigma) = 1/(1+e^{-\sigma})$

(ε) Συνάρτηση μεταφοράς τύπου υπερβολικής εφαπτομένης:  $f(\sigma) = (1-e^{-\sigma})/(1+e^{-\sigma})$



**Σχήμα 3** Μοντέλο Τεχνητού Νευρώνα

Μια άλλη απλοποιητική παραδοχή αναφορικά με τη διασύνδεση των νευρώνων σε ένα ΤΝΔ έχει όπως παρακάτω. Αυτοί τάσσονται σε διαδοχικά στρώματα. Αυτά συνδέονται μεταξύ τους εξ ολοκλήρου όπως στο Σχήμα. 4. Εκεί γίνεται μια απεικόνιση ενός προσωτροφοδοτούμενου ΤΝΔ (feedforward ANN) τριών (3) στρωμάτων νευρώνων. Η πληροφορία μεταδίδεται από τα στρώματα που είναι πιο χαμηλά προς αυτά που είναι ψηλότερα. Σε κάθε στρώμα, ένας νευρώνας είναι εξ ολοκλήρου διασυνδεδεμένος, υπό το πρίσμα ότι έχει διασύνδεση μέσω ενός κατευθυνόμενου συνδέσμου (directed connection) με κάθε νευρώνα στο επόμενο στρώμα (εφόσον έχουμε τέτοιο στρώμα), καθώς επίσης και όλους τους νευρώνες από το προηγούμενο στρώμα (εφόσον υφίσταται τέτοιο).



**Σχήμα 4** Προσωτροδοτούμενο ΤΝΔ 3 στρωμάτων

Στο στρώμα εισόδου κανένας νευρώνας δε διαθέτει συνάρτηση μεταφοράς. Αντιθέτως, οποιοσδήποτε άλλος νευρώνας διαθέτει. Θεωρητικά, η συνάρτηση μεταφοράς είναι ίδια για όλους τους νευρώνες. Για διαφορετικούς νευρώνες όμως θα μπορούσαν να θεωρηθούν διαφορετικές συναρτήσεις μεταφοράς.

Βλέποντας τα ανωτέρω σχήματα, το πως υλοποιείται δηλαδή ένας νευρώνας, καταλήγουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα. Έστω ένας νευρώνας “i” στο στρώμα εισόδου. Αυτός ο νευρώνας δεν εκτελεί υπολογισμούς, αλλά έχει ως αποστολή μόνο να προωθεί την αντίστοιχη αριθμητική τιμή της εισόδου χρι προς κάθε έναν νευρώνα του κρυμμένου στρώματος. Κάθε κατευθυνόμενος σύνδεσμος έχει καθορισμένο βάρος ( $w$ ). Γράφοντας  $w_{ji}$  νοείται το βάρος του συνδέσμου, ο οποίος οδεύει προς το νευρώνα “j”, αρχίζοντας από τον νευρώνα “i” του προηγούμενου στρώματος, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.

Για τον υπολογισμό των βαρών των συνδέσμων ενός ΤΝΔ ακολουθείται μια διαδικασία η οποία ονομάζεται Μάθηση σε ένα ΤΝΔ. Είναι δύο οι τύποι της μάθησης ενός ΤΝΔ:

(α) Μάθηση με εποπτεία (με επίβλεψη - Supervision). Είθισται να γίνεται χρήση της για κατηγοριοποίηση.

(β) Μάθηση άνευ εποπτείας. Γίνεται χρήση της για ομαδοποίηση (Clustering).

Ειδικότερα, κατά τη μάθηση με εποπτεία, το ΤΝΔ μαθαίνει συγκεκριμένα ζεύγη διανυσμάτων  $(x_i, t_i)$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$  (εισόδου, εξόδου) ως εξής:

Όταν γίνει εφαρμογή του διανύσματος  $x_i$  στην είσοδο του εκπαιδευμένου ΤΝΔ, τότε γίνεται υπολογισμός του αντίστοιχου διανύσματος  $t_i$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$  στην έξοδο του ΤΝΔ. Όμως, πολλές φορές δεν μπορεί να υλοποιηθεί εκπαίδευση ΤΝΔ, η οποία θα επιτρέψει να γίνει ακριβής υπολογισμός του προαναφερόμενου διανύσματος  $t_i$ , στην έξοδο του ΤΝΔ. Αντί για τον ακριβή υπολογισμό του διανύσματος  $t_i$ , θα προσπαθήσουμε να επινοήσουμε μια εκπαίδευση ΤΝΔ, έχοντας ως στόχο τον υπολογισμό ενός διανύσματος  $o_i$ , που θα είναι μια βέλτιστη έξοδος του διανύσματος  $t_i$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$ , υπό την έννοια των ελαχίστων τετραγώνων.

Αντιθέτως, στη μάθηση άνευ εποπτείας είναι διαθέσιμα τα διανύσματα  $x_i$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$  για εκπαίδευση, χωρίς όμως διαθέσιμα τα διανύσματα  $t_i$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$ .

Τα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τη μέθοδο αυτή είναι τα κάτωθι :

(1) Μάθηση από εμπειρία συναρτήσεων εισόδου-εξόδου. Η μάθηση των ΤΝΔ υλοποιείται με τη μεταβολή των βαρών των συνδέσμων, με στόχο να γίνεται ελαχιστοποίηση ενός καλώς ορισμένου σφάλματος.

(2) Προσέγγιση μη-γραμμικών συναρτήσεων εισόδου-εξόδου.

(3) Ανεκτικότητα σε βλάβες λόγω της παράλληλης δομής και λειτουργίας τους.

(4) Ικανότητα γενίκευσης και

(5) Κατανομημένη και παράλληλη τοπολογία.

Υπάρχει πάντα περίπτωση ένα ΤΝΔ να αποτελείται από παραπάνω από τρία στρώματα νευρώνων. Είναι αποδεδειγμένο όμως, ότι κάθε συναρτησιακή σχέση δύναται πρακτικά να πραγματοποιηθεί με ένα ΤΝΔ τριών στρωμάτων.

### 3.3.3 Ασαφή Συστήματα

Είναι γεγονός, αν το σκεφτούμε λογικά, πως οι άνθρωποι επικοινωνούμε μεταξύ μας με ανακριβείς μεθόδους και τρόπους αντί για ακριβείς αριθμούς. Με σκοπό και στόχο να μπορούν να επικοινωνήσουν και να συνεργάζονται και οι μηχανές με εξίσου αποτελεσματικό τρόπο όπως εμείς, έγινε πρόταση μια έννοια (concept) να αναπαρασταθεί με ένα ασαφές σύνολο, όπως επίσης και τα συμπεράσματα που εξαχθούν να βασίζονται στην ασαφή λογική. Με έναυσμα αυτό, ξεκίνησε η ανάπτυξη της θεωρίας ασαφών συνόλων, ασαφούς λογικής και, εν συνεχεία, η τεχνολογία ασαφών συστημάτων.



Για να κατανοήσουμε πιο εύκολα την έννοια των ασαφών συνόλων θα θέσουμε τα εξής: Αρχικά χρειαζόμαστε ένα σύνολο  $\Omega$ . Το σύνολο αυτό θα το ονομάσουμε σύνολο αναφοράς ή βασικό σύνολο (universe of discourse). Ένα ασαφές σύνολο (fuzzy set)  $A$  υποσύνολο του  $\Omega$ . Αυτό ταυτίζεται με την χαρακτηριστική συνάρτησή του (characteristic function)  $A: \Omega \rightarrow [0,1]$ . Η χαρακτηριστική συνάρτηση  $A(x)$  ενός ασαφούς συνόλου  $A$  ονομάζεται εναλλακτικά ως συνάρτηση συμμετοχής (membership function) του ασαφούς συνόλου  $A$ . Ένα ασαφές σύνολο συμβολίζεται με το ζεύγος  $(\Omega, A)$ . Μεταφράζεται ως κόκκος πληροφορίας (information granule) και θεωρείται ως μια ομάδα τιμών, η οποία θεωρείται επίσης ως ολότητα λόγω ομοιότητας, εγγύτητας ή/και λειτουργικότητας.

Ένας άνθρωπος συνήθως ορίζει μια συνάρτηση συμμετοχής  $A(x)$  έχοντας πάντα υποκειμενικά κριτήρια. Εφόσον γίνει ορισμός της συνάρτησης  $A(x)$ , γίνεται χειρισμός αυτής με καθορισμένες υπολογιστικές τεχνικές. Η αναπαράσταση ενός ασαφούς συνόλου  $A$  ως ένα σύνολο διατεταγμένων ζευγών, έχει όπως παρακάτω:

$$A = \{(x, A(x)) \mid x \in \Omega \text{ και } A(x) \in [0,1]\}$$

όπου το  $A(x)$  δείχνει το βαθμό κατά τον οποίο το  $x$  είναι μέλος του ασαφούς συνόλου  $A$ .

### 3.3.3.1 Ασαφής Σχέση

Μια ασαφής σχέση (fuzzy relation)  $R$  ανάμεσα σε δύο (κλασικά) σύνολα  $X$  και  $Y$  είναι ένα ασαφές σύνολο ως προς το σύνολο αναφοράς  $X \times Y$  και ορίζεται ως  $R: X \times Y \rightarrow [0,1]$ . Γενικά, μια ασαφής σχέση ορίζεται στο Καρτεσιανό ως γινόμενο (Cartesian product)  $N$  (κλασικών) συνόλων.

### 3.3.3.2 Ασαφής Λογική

Γενικότερα, στην ασαφή λογική (fuzzy logic) ξεκινάμε θεωρώντας τα εξής: μια πρόταση δύναται να μην είναι (απόλυτα) αληθής αλλά και ούτε (απόλυτα) ψευδής. Χαρακτηριστικό της είναι το κάποιο βαθμό αλήθειας (degree of truth). Εναλλακτικά, υπάρχει περίπτωση η αλήθεια μιας πρότασης να μην είναι δίτιμη (two-valued) στο διμελές σύνολο  $\{0,1\}$ , αλλά πλειότιμη (multi-valued) στο απειροσύνολο (κλειστό) διάστημα  $[0,1]$ .

Παράδειγμα δίτιμης πρότασης είναι "ο Γιάννης έχει χρήματα να αγοράσει καινούρια ρούχα". Άρα ο Γιάννης είτε έχει είτε δεν χρήματα για να κάνει την αγορά αυτή. Απεναντίας, παράδειγμα πλειότιμης πρότασης είναι "τα φύλλα ενός δέντρου τον Οκτώβριο είναι πράσινα ή είναι καφέ;" Εδώ δεν μπορεί να καθοριστεί με σαφή τρόπο το χρώμα, η τιμή δηλαδή των φύλλων, καθώς θα είναι

κάπου ανάμεσα., θα κυμαίνεται, στις τιμές του κλειστού συνόλου καφέ - πρασίνου, με την τιμή να είναι πλειότιμη.

### 3.3.3.3 Υπολογισμός Ασαφούς Συμπεράσματος

Το *modus ponens* (Τρόπος που θέτει) είναι η κλασική μέθοδος για την εξαγωγή συμπερασμάτων στη Λογική. Η μέθοδος περιγράφεται ως εξής: Έστω ο κανόνας: EAN «το X είναι A» TOTΕ «το Y είναι B». Έστω ότι: «το X είναι A», τότε: «το Y είναι B». Αυτή η μέθοδος εξαγωγής συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό σε κλασικά έμπειρα συστήματα (*expert systems*).

Όταν εφαρμόστηκε στην πράξη εμφάνισε ένα σημαντικό θέμα. Είναι μια πολύ σαφής και απόλυτη μέθοδος η οποία έρχεται σε πολλές φορές σε αντίθεση με την κοινή λογική. Για παράδειγμα, «όταν η θερμοκρασία έξω είναι 0° C ή μικρότερη, βάλε μπουφάν». Με βάση τη λογική *modus ponens*, αν η θερμοκρασία είναι 1° C, δεν πρέπει να φορέσεις μπουφάν, κάτι που αντιτίθεται στην κοινή λογική.

Αποτέλεσμα του παραπάνω είναι να εισαχθεί η έννοια να “μοιάζει” η τιμή με αυτήν του κανόνα. Αυτό σημαίνει ότι η τιμή A’ μοιάζει με την A τιμή του κανόνα. Συμπερασματικά έχουμε ότι: «το Y είναι B’», (το ασαφές σύνολο B’ «μοιάζει», υπό το προαναφερθέν πρίσμα, με το B). Ειδικότερα, έστω ο κανόνας «R: EAN (X είναι A(x)) TOTΕ (Y είναι B(y))», συμβολικά «R: (X =A(x))→ (Y = B(y))» ή, απλούστερα, «R: A(x)→ B(y)», όπου τα A(x) και B(y) είναι ασαφή σύνολα σε κατηγορηματικές προτάσεις, όπως προαναφέρθηκε. Εν προκειμένω, η γενικευμένη μέθοδος *Modus Ponens* γίνεται όπως παρακάτω:

Κανόνας: R: (X = A(x))→ (Y = B(y))

Γεγονός: X = A’(x)

Ο σκοπός είναι να υπολογιστεί ένα συμπέρασμα B□(y) το οποίο να αντιστοιχεί στο γεγονός A□(x) σύμφωνα με την εμπειρία, όπως αναπαρίσταται με τον κανόνα R.

### 3.3.3.4 Ασαφή Μοντέλα τύπου Mamdani και Sugeno

Ένα εξ ολοκλήρου γνώρισμα των Ασαφών Μοντέλων είναι ότι γίνεται αξιοποίηση της εμπειρίας του ανθρώπου, κάνοντας χρήση όρων καθομιλουμένης γλώσσας για την υλοποίηση της συνάρτησης f. Δύο εκ των δημοφιλέστερων Ασαφών Μοντέλων είναι τα Ασαφή Συστήματα Συμπερασμού (ΑΣΣ) [Fuzzy Inference Systems (FISs)] τύπου Mamdani και Sugeno αντίστοιχα.

### 3.3.3.5 Μέθοδος Mamdani

Ένας ασαφής κανόνας (fuzzy rule) Mamdani έχει ως ακολούθως:

RM: EAN (το υποκείμενο X είναι A) TOTE (το υποκείμενο Y είναι B).

εναλλακτικά

RM: EAN  $X = A$  TOTE  $Y = B$  ή

RM:  $(X = A) \rightarrow (Y = B)$  ή

RM:  $A \rightarrow B$ .

Στον κανόνα RM το αίτιο είναι η πρόταση «το υποκείμενο X είναι A». Αντίστοιχα, η πρόταση «το υποκείμενο Y είναι B» είναι το αποτέλεσμα. Εναλλακτικά, η ισότητα « $X = A$ » είναι το αίτιο και η ισότητα « $Y = B$ » το αποτέλεσμα του κανόνα RM.

Οι κανόνες ενός μοντέλου Mamdani απεικονίζουν ασαφείς αριθμούς σε ασαφείς αριθμούς. Ένα σύνολο κανόνων τύπου Mamdani « $R_i: EAN X = A_i TOTE Y = B_i$ »,  $i \in \{1, \dots, I\}$  μπορεί να ερμηνευτεί ως ένα σύνολο ζευγών  $(A_i, B_i)$ ,  $i \in \{1, \dots, I\}$  δειγμάτων μιας συνάρτησης  $f: F_1 \rightarrow F_1$ , η οποία απεικονίζει ασαφείς αριθμούς σε ασαφείς αριθμούς. Όπου υπάρχει διαθέσιμη γνώση εμπειρογνομόνων (experts) χρησιμοποιείται, σε αντίστοιχες εφαρμογές, ένα μοντέλο Mamdani.

*Παράδειγμα*

Ένα σύστημα Mamdani αποτελείται από κανόνες αποτελούμενους από κατηγορηματικές προτάσεις της μορφής «EAN (X είναι A) TOTE (Y είναι B)» ή συμβολικά « $A(x) \rightarrow B(y)$ » όπου τα  $A(x)$  και  $B(y)$  είναι ασαφείς αριθμοί  $A: R \rightarrow [0,1]$  και  $B: R \rightarrow [0,1]$ . Τα ορίσματα  $x$  και  $y$  των ασαφών αριθμών  $A(x)$  και  $B(y)$ , αντίστοιχα, τυπικά αναφέρονται σε διαφορετικά σύνολα αναφοράς και αντιστοιχούν σε διαφορετικές ασαφείς μεταβλητές. Επίσης, η πρόταση-αίτιο (X είναι A) μπορεί να είναι σύνθετη και να αποτελείται από τη σύζευξη ή/και τη διάζευξη ή/και την άρνηση απλών κατηγορηματικών προτάσεων. Ειδικότερα, έστω το σύστημα Mamdani τριών κανόνων με δύο εισόδους (είσοδος 1, είσοδος 2) και μια έξοδο (έξοδος 1).

- K1: EAN (η είσοδος 1 είναι μικρή) ΚΑΙ (η είσοδος 2 είναι μεσαία) TOTE (η έξοδος 1 είναι μικρή)
- K2: EAN (η είσοδος 1 είναι μεγάλη) ΚΑΙ (η είσοδος 2 είναι μικρή) TOTE (η έξοδος 1 είναι επαρκής)

- K3: EAN (η είσοδος 1 είναι μεσαία) ΚΑΙ (η είσοδος 2 είναι μεγάλη) ΤΟΤΕ (η έξοδος 1 είναι μεγάλη)

Από τα προαναφερθέντα έχουμε ότι η «είσοδος1», η «είσοδος2» και η «έξοδος1» είναι ασαφής μεταβλητές.

### 3.3.3.6 Μέθοδος Sugeno

Ένας Ασαφής κανόνας τύπου Sugeno παρουσιάζεται στη συνέχεια:

RS: EAN (το υποκείμενο X είναι A) ΤΟΤΕ (η συνάρτηση y ισούται με f(x)).

εναλλακτικά

RS: EAN  $X = A$  ΤΟΤΕ  $y = f(x)$  ή

RS:  $(X = A) \rightarrow (y = f(x))$  ή

RS:  $A \rightarrow y = f(x)$ , θέτοντας ως  $x=(x_1, \dots, x_n)$  τιμές εισόδου

Στον κανόνα RS η θέση «το υποκείμενο X είναι A» είναι το αίτιο. Από την άλλη μεριά, η θέση «η συνάρτηση y ισούται με f(x)» είναι το αποτέλεσμα. Εναλλακτικά, η ισότητα « $X = A$ » είναι το αίτιο, και η ισότητα « $y = f(x)$ » το αποτέλεσμα του κανόνα RS.

Ένα μοντέλο κανόνων Sugeno «Ri: EAN  $X = A_i$  ΤΟΤΕ  $y = f_i(X)$ »,  $i \in \{1, \dots, I\}$  απεικονίζει ασαφείς αριθμούς σε πραγματικές συναρτήσεις. Η συνάρτηση  $f_i(X)$  στο αίτιο είθισται να είναι γραμμική. Γενικά, ένα μοντέλο Sugeno εφαρμόζεται όπου υπάρχει μεγάλο πλήθος αριθμητικών μετρήσεων.

Έχοντας ως δεδομένο ένα αίτιο, ένα ασαφές σύστημα των τύπων Mamdani/Sugeno κάνει χρήση της ανθρώπινης γνώσης. Γίνεται αναπαράσταση της γνώσης αυτής με κανόνες, όπως επίσης και ασαφή λογική, έτσι ώστε να υπολογιστεί ένα συμπέρασμα.

*Παράδειγμα*

Έστω το ακόλουθο σύστημα Sugeno τριών κανόνων με δύο εισόδους τις (είσοδος1, είσοδος2) και μια έξοδο (έξοδος1).

- K1': EAN (η είσοδος1 είναι μικρή) ΚΑΙ (η είσοδος2 είναι μεσαία) ΤΟΤΕ  $y_1(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$

- K2': EAN (η είσοδος1 είναι μεγάλη) ΚΑΙ (η είσοδος2 είναι μικρή) ΤΟΤΕ  $y_2(x_1, x_2) = 3x_1 + x_2 - 5$
- K3': EAN (η είσοδος1 είναι μεσαία) ΚΑΙ (η είσοδος2 είναι μεγάλη) ΤΟΤΕ  $y_3(x_1, x_2) = 2x_1 + 1.2x_2 - 1$

Θεωρούμε τα αίτια των κανόνων K1', K2' και K3' πως είναι ίδια με τα αντίστοιχα των κανόνων K1, K2 και K3, όπως στο σύστημα Mamdani που εξετάσαμε προηγουμένως. Έστω ότι παρουσιάζονται οι ίδιες είσοδοι  $x_1=6$  και  $x_2=15$ . Ο βαθμός ενεργοποίησης του αιτίου του έκαστου κανόνα θα είναι επακριβώς όπως πριν, και για τους ίδιους λόγους. Συγκεκριμένα, ο βαθμός ενεργοποίησης του αιτίου του κανόνα K1' είναι  $K_1(x_1, x_2) = \min\{0, 1\} = 0$ , του αιτίου του κανόνα K2' είναι  $K_2(x_1, x_2) = \min\{0.4, 0.5\} = 0.5$ , και του αιτίου του κανόνα K3' είναι  $K_3(x_1, x_2) = \min\{0.75, 0.167\} = 0.167$ . Παρόλα αυτά, ο υπολογισμός του αποτελέσματος κάθε κανόνα θα γίνεται διαφορετικά, όπως περιγράφεται ακολούθως. Συγκεκριμένα, το αριθμητικό αποτέλεσμα του κανόνα K1' υπολογίζεται με τη χρήση της γραμμικής συνάρτησης  $y_1(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$  στο «αποτέλεσμα» του κανόνα K1'. Έτσι προκύπτει  $y_1(6, 15) = 2*6 + 15 = 27$ . Το αριθμητικό αποτέλεσμα του κανόνα K2' υπολογίζεται ως  $y_2(6, 15) = 3*6 + 15 - 5 = 28$  και του κανόνα K3' υπολογίζεται ως  $y_3(6, 15) = 2*6 + 1.2*15 - 1 = 29$ .

### 3.3.4 Νευρο-Ασαφή Συστήματα

Στην προσπάθεια για να ξεπεραστούν κάποια μειονεκτήματα της Υπολογίσιτης Νοημοσύνης (YN), η κλασική Υπολογιστική Νοημοσύνη διευρύνθηκε. Τα ήδη υπάρχοντα ΤΝΔ, ασχέτως της ικανότητας που έχουν να μαθαίνουν άμεσα από δείγματά της  $f: RN \rightarrow RM$ , δε δύνανται να αιτιολογήσουν, σε ικανοποιητικό όμως βαθμό, τις απαντήσεις τους. Λειτουργούν ως «μαύρα κουτιά». Αντίθετα, τα κλασικά ασαφή συστήματα έχουν τη δυνατότητα να εξηγήσουν σε ικανοποιητικό βαθμό τις δοθείσες απαντήσεις τους. Δεν έχουν όμως τη δυνατότητα να μαθαίνουν.

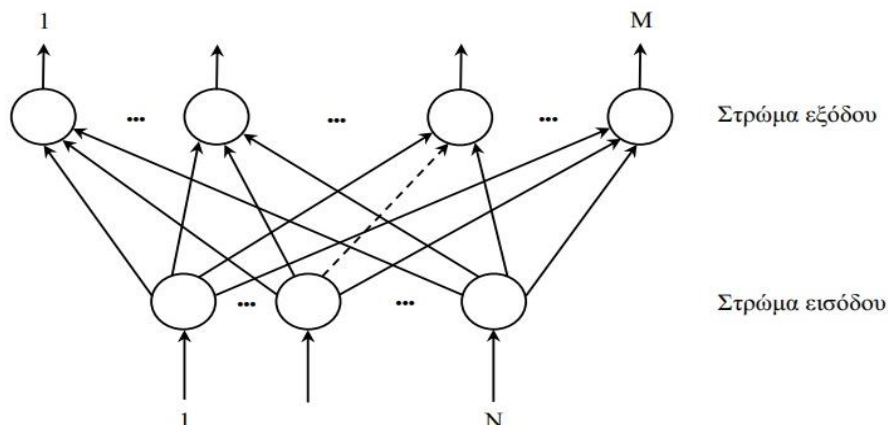
Από τις αρχικές επεκτάσεις στους αλγόριθμους στην κλασική YN ήταν να συνδυάσουν τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα με τα ασαφή συστήματα. Στόχος ήταν να αφήσουν πίσω τα αρνητικά της εκάστοτε τεχνολογίας, έχοντας συνδυάσει ταυτόχρονα τα θετικά τους. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ήταν να προκύψουν τα νευρο-ασαφή συστήματα (neurofuzzy systems (NFSs)). Η δημοφιλέστερη μορφή τους είναι τα προσαρμοστικά νευρο-ασαφή συστήματα συμπερασμού (adaptive neuro-fuzzy inference systems (ANFISs)). Κάθε ένα αυτά αποτελεί μια νευρωνική υλο-

ποίηση ενός FIS. Συγκεκριμένα, ένας νευρώνας στο στρώμα εξόδου, συνδυαζόμενος με το σύνολο των νευρώνων από το στρώμα εισόδου, αντιστοιχεί σε ένα FIS τύπου Mamdani.

Συναρτήσεις συμμετοχής υπάρχουν αποθηκευμένες στα εξής σημεία:

(1) στα βάρη που συνδέουν τους νευρώνες του στρώματος εισόδου με εκείνους στο στρώμα εξόδου και

(2) στους νευρώνες στο στρώμα εξόδου.



**Σχήμα 5** Νευρω-ασαφές σύστημα που υλοποιεί ένα FIS τύπου Mamdani.

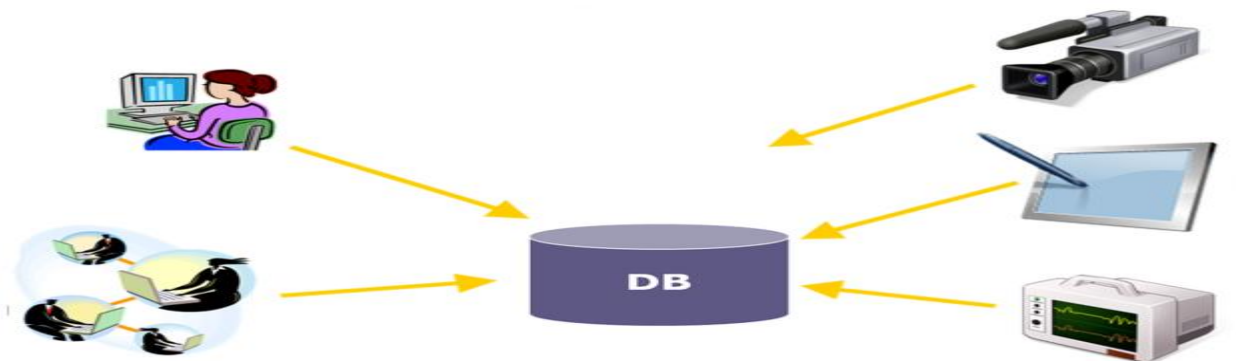
Οι μηχανισμοί ασαφοποίησης / συμπερασμού / από-ασαφοποίησης είναι σταθεροί και γνωστοί από τα FIS. Αυτό που προσαρμόζεται κατά τη μάθηση είναι εξίσου το σχήμα και η θέση των συναρτήσεων συμμετοχής που εμπλέκονται κατά τη διάρκεια των υπολογισμών. Αυτό γίνεται για την ελαχιστοποίηση μια καλώς ορισμένης συνάρτησης σφάλματος.

Επεκτάσεις του ANFIS, για να μπορεί να εκτελεί ένα FIS τύπου Sugeno, υλοποιούνται κατόπιν αντικατάστασης στις συναρτήσεις συμμετοχής στους νευρώνες στο στρώμα εξόδου με αλγεβρικές εξισώσεις. Εν προκειμένω, η προσαρμογή κατά τη διαδικασία που εκτελείται η μάθηση περιλαμβάνει, συν τοις άλλοις, την ιδανικότερη εκτίμηση των παραμέτρων των αλγεβρικών εξισώσεων των νευρώνων στο στρώμα εξόδου.

### 3.3.5 Εξόρυξη Γνώσης - Δεδομένων

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια αλματώδης αύξηση στις δυνατότητες που διαθέτει ένα λογισμικό αλλά και στο υλικό, σε συνάρτηση με τη μείωση του κόστους. Επιπλέον, η διείσδυση της πληροφορικής σε μεγάλο μέρος των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, το Web 2.0 αλλά και η ανάγκη ανθρώπων και επιχειρήσεων για περισσότερη πληροφορία, καθιστά τους ίδιους χρήστες, είτε φυσικά

είτε νομικά πρόσωπα, πρωταγωνιστικούς παράγοντες παραγωγής πληροφοριών. Στις σύγχρονες επιχειρήσεις - οργανισμούς, η γνώση αποτελεί ένα σημαίνον κεφάλαιο και η Εξόρυξη Γνώσης - Δεδομένων (ΕΔ) είναι το εργαλείο για την ανάκτηση της.



### Σχήμα 6 Μαζική καταγραφή δεδομένων

Η επιστήμη, η οικονομία, η εκπαίδευση, η διασκέδαση καθώς και οι ανθρώπινες σχέσεις, χρησιμοποιούν όλες τις εφαρμογές και χρήσεις της σύγχρονης τεχνολογίας, έχοντας παράλληλα επηρεαστεί από αυτήν σε μεγάλο βαθμό. Όλο αυτό οδηγεί σε μια τερατώδη αύξηση του όγκου των αποθηκευμένων δεδομένων, καθιστώντας την επεξεργασία αυτών επιτακτική. Όμως, είναι εκ του προοιμίου αδύνατο να αναλυθούν όλα αυτά τα δεδομένα και να ανακτηθούν χρήσιμες πληροφορίες, χωρίς να γίνει χρήση εξειδικευμένων τεχνικών.

#### 3.3.5.1 Ορισμός Εξόρυξης Δεδομένων

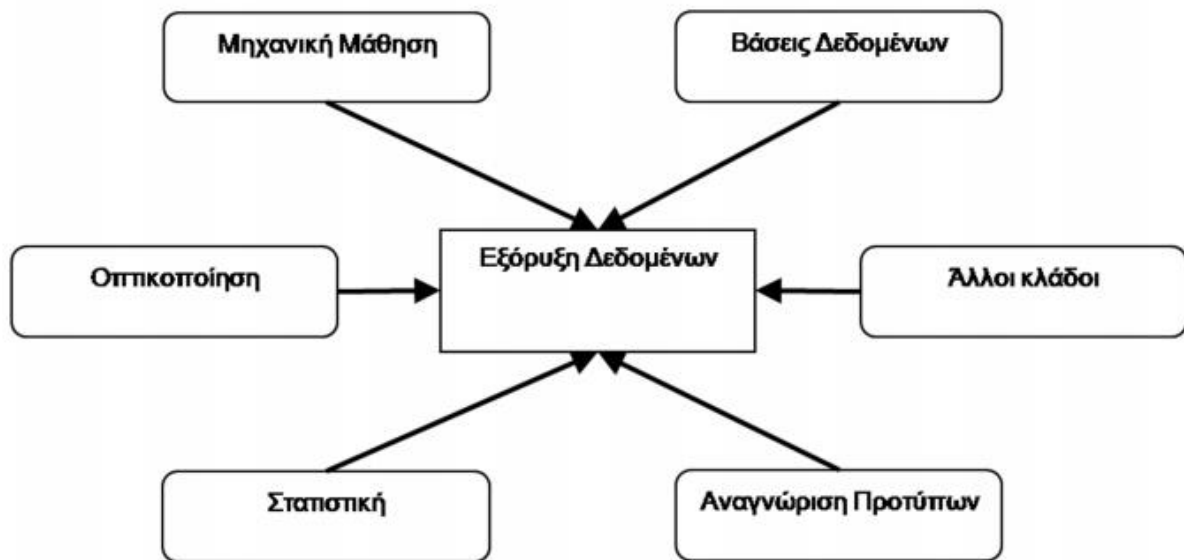
Είναι γνωστό πως ο ανθρώπινος εγκέφαλος εμφανίζει περιορισμούς ως προς τις δυνατότητες ανάλυσης. Πριν ακόμα από την αλματώδη αύξηση του όγκου των δεδομένων των τελευταίων ετών, ο ανθρώπινος νους αντιμετωπίζει τεράστιες δυσχέρειες για να επεξεργαστεί αποτελεσματικά τα διαθέσιμα δεδομένα. Η ΕΔ αποτελεί το απότοκο της ανάγκης για να εξαγάγουμε χρήσιμες πληροφορίες μέσα από την επεξεργασία των δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί.

Σύμφωνα με τους Witten and Frank (2000), ΕΔ ορίζεται ως «η διαδικασία ανακάλυψης προτύπων μέσα από δεδομένα, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο έμφαση στη Μηχανική Μάθηση». Οι Han and Kamber (2001) ορίζουν τα εξής: «η Εξόρυξη Δεδομένων συνίσταται στην ανακάλυψη ή “εξόρυξη” γνώσης από τεράστιους όγκους δεδομένων». Εδώ τονίζεται η σημασία του όγκου δεδομένων. Επιπροσθέτως, οι Maimon and Rokach (2005) χρησιμοποιούν τον όρο «Ανακάλυψη Γνώσης σε Βάσεις Δεδομένων» (Knowledge Discovery in Databases – KDD) για να περιγράψουν συνολικά τη διαδικασία ανακάλυψης προτύπων μέσα από μεγάλα και περίπλοκα σύνολα δεδομένων.

Συναφώς, η ανακάλυψη γνώσης από τα δεδομένα έχει ως αφετηρία τα αρχικά δεδομένα και σταματάει στην τελική διατύπωση συμπερασμάτων αλλά και στη λήψη αποφάσεων, μετά από διαδοχικά στάδια.

Εν κατακλείδι, Εξόρυξη ή εξαγωγή Δεδομένων [Εξόρυξη γνώσης, Data Mining (DM), ανάλυση δεδομένων/προτύπων] είναι η εξεύρεση μιας ενδιαφέρουσας, αυτονόητης, μη προφανούς και πιθανόν χρήσιμης πληροφορίας ή προτύπων από μεγάλες βάσεις δεδομένων. Με την ΕΔ γίνεται ανάλυση δεδομένων με στόχο να βρούμε μη αναμενόμενες σχέσεις ανάμεσά τους και, κατόπιν, να τα συνοψίσουμε με νέους τρόπους κατανοητούς και χρήσιμους στους χρήστες. Είναι μια διαδικασία ανακάλυψης-αναζήτησης ενδιαφέρουσας (μη τετριμμένης, κατανοητής, επικυρωμένης, προηγουμένως άγνωστης και πιθανά χρήσιμης) πληροφορίας ή προτύπων. Αποτελείται από ένα σύνολο αποδοτικών τεχνικών, για την ανάλυση ιδιαίτερα μεγάλου όγκου δεδομένων, με σκοπό την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών από τα δεδομένα αυτά

Η ανωτέρω διαδικασία υλοποιείται χρησιμοποιώντας αλγορίθμους κατηγοριοποίησης-ομαδοποίησης και αρχών της στατιστικής, της ΤΝ, της μηχανικής μάθησης και συστημάτων βάσεων δεδομένων. Συνοψίζοντας, στόχος της ΕΔ είναι: η πληροφορία που θα εξαχθεί αλλά και τα πρότυπα που θα προκύψουν να έχουν δομή κατανοητή προς τον άνθρωπο και να γίνουν ένα σημαντικό εργαλείο, δίνοντάς του τα εχέγγυα για να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις.



**Σχήμα 7** Η Εξόρυξη Γνώσεων-Δεδομένων ως επιστέγασμα της συμβολής άλλων κλάδων

### 3.3.5.2 Στάδια Διαδικασίας Ανακάλυψης Γνώσης

Η ΕΔ, στηριζόμενη στις προϋπάρχουσες μεθοδολογίες (Μηχανική Μάθηση, Βάσεις Δεδομένων, Στατιστική, Οπτικοποίηση και άλλοι κλάδοι γενικότερα) στοχεύει στην ανακάλυψη



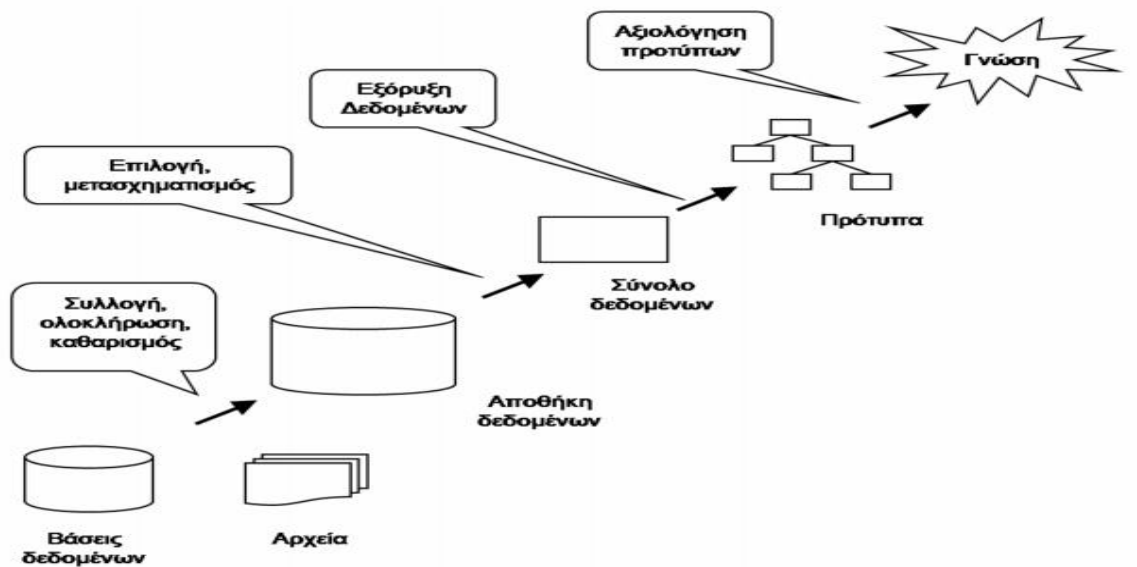
γνώσης από μεγάλους όγκους δεδομένων. Χρησιμοποιείται πολλάκις ως συνώνυμο της Ανακάλυψης Γνώσης από Βάσεις Δεδομένων. Συνεπώς, αναγνωρίζεται ότι η Ανακάλυψη Γνώσης από Βάσεις Δεδομένων είναι μια πιο ευρεία διαδικασία, με την ΕΔ να είναι ένα στάδιό της, στο οποίο γίνεται ανακάλυψη προτύπων δεδομένων. Τα στάδια της Ανακάλυψης Γνώσης μέσα από Βάσεις Δεδομένων είναι:

i. Συλλογή, ολοκλήρωση και καθαρισμός των δεδομένων: Τα πηγαία δεδομένα είναι η αφετηρία. Έχουν αποθηκευτεί σε διάφορες πηγές, όπως ανεξάρτητες βάσεις δεδομένων και συστήματα παρακολούθησης. Δυστυχώς αυτά τα δεδομένα πάσχουν από παθογένειες. Παρουσιάζουν σφάλματα και χαμένες τιμές. Επίσης, σημαίνουντα ρόλο παίζει και η ποιότητα των δεδομένων. Προβληματικά δεδομένα, με λανθασμένες ακραίες ή χαμένες τιμές, ενδεχομένως να οδηγήσουν σε αποπροσανατολισμό τους αλγόριθμους εξόρυξης και να καταλήξουν σε μη έγκυρα και λανθασμένα πρότυπα. Σε κάποιους άλλους αντίστοιχου αλγόριθμους, είναι μέσα στις δυνατότητές τους να μπορούν να έρχονται εσωτερικά αντιμέτωποι με τα προβλήματα των δεδομένων. Αυτό όμως δεν είναι κάτι που έχει γενικότερη ισχύ, ενώ ο τρόπος αντιμετώπισης δεν είναι πάντα ο ιδανικός. Προτιμότερο είναι να καθαριστούν τα δεδομένα από τον αναλυτή, με τρόπο ελεγχόμενο, ως ανεξάρτητα. Εφόσον τα δεδομένα έχουν απαλλαγθεί από τα προβλήματα που έχουν, ακολουθεί η αποθήκευσή τους σε μια Αποθήκη Δεδομένων.

ii. Επιλογή των δεδομένων και ο μετασχηματισμός τους: Για να υλοποιηθεί με επιτυχία ΕΔ, πρέπει αρχικά να κατασκευαστεί το κατάλληλο σύνολο δεδομένων (data set). Οι μέθοδοι της ΕΔ έχουν μια ισχυρή καθοδήγηση από τα δεδομένα (data driven). Δηλαδή το αποτέλεσμα που θα προκύψει, αντλήθηκε απευθείας από τα δεδομένα. Εξ' αυτού, είναι πολύ σημαντικό να γίνει επιλογή κατάλληλων δεδομένων. Καταρχάς, επιλογή δεδομένων σημαίνει να επιλέξουμε τα κατάλληλα γνωρίσματα ή χαρακτηριστικά (attributes–features). Αυτό σημαίνει, με όρους πίνακα, να επιλεγθούν οι κατάλληλες στήλες. Η επιλογή των γνωρισμάτων έχει άμεση συνάρτηση - σχέση με την εργασία που υλοποιεί ο αναλυτής. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι υπάρχουν γνωρίσματα που ενδεχομένως να έχουν χρησιμότητα για μια συγκεκριμένη εργασία, εν αντιθέσει με κάποια άλλα γνωρίσματα, που είναι κατάλληλα για άλλη εργασία. Αρχικά, γίνεται επιλογή από τον αναλυτή των γνωρισμάτων που θεωρεί ότι περιέχουν ουσιαστική πληροφορία, η οποία έχει συνάφεια και σχέση με την ανάλυσή του. Επίσης, είναι καίριο να μη γίνει εξαίρεση σε κανένα σημαντικό γνώρισμα. Αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα να αφαιρέσει μια σημαντική πληροφορία από την ανάλυση. Κάποιες φορές πρέπει να επιλεγθούν παραδείγματα, αντικείμενα ή γραμμές από τον πίνακα. Αυτή η διαδικασία

ορίζεται ως δειγματοληψία. Δειγματοληψία εκτελείται εφόσον έχουμε μεγάλο αριθμό από δεδομένα και ταυτόχρονα οι αλγόριθμοι επεξεργασίας αντιμετωπίζουν δυσχέρειες στο χειρισμό του όγκου τους.

iii. Εξόρυξη των δεδομένων: Εδώ υλοποιείται η εξόρυξη προτύπων. Ο αναλυτής επιλέγει το είδος εργασίας ΕΔ που θα εφαρμόσει. Συνήθως, δύναται να εφαρμόσει Περιγραφική Ανάλυση (descriptive analytics) ή Προγνωστική Ανάλυση (predictive analytics). Αναλυτικότερα:



**Σχήμα 8** Στάδια διαδικασίας Ανακάλυψης Γνώσης

- Περιγραφική Ανάλυση: Κατάδειξη ομαδοποιήσεων και ιδιοτήτων των δεδομένων, χωρίς την επιδίωξη διατύπωσης προβλέψεων.
- Προγνωστική Ανάλυση: Διατύπωση προβλέψεων για το μέλλον, συνήθως με την οικοδόμηση κάποιου μοντέλου.
- Επιπλέον εργασίες ΕΔ, όπως κατηγοριοποίηση, ανάλυση συστάδων και ανάλυση κανόνων συσχέτισης.

Πρέπει να τονιστεί επίσης ότι ο αναλυτής, στο στάδιο αυτό, απαιτείται να ρυθμίσει παραμέτρους που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση της ΕΔ.

iv. Αξιολόγηση των προτύπων και η ανακάλυψη της γνώσης: Κατά το προηγούμενο στάδιο προέκυψαν πρότυπα δεδομένων που αξιολογήθηκαν από τον αναλυτή. Στην περίπτωση που τα απο-τελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά τότε ο αναλυτής θα επαναλάβει τα προηγούμενα στάδια. Ενδε-χομένως να χρειαστεί να γίνει τροποποίηση του συνόλου των δεδομένων ή να γίνει χρήση διαφορετικών μεθόδων ΕΔ. Για να γίνει αναπαράσταση της γνώσης μπορεί να γίνει χρήση και εφαρμογή τεχνικών οπτικοποίησης. Μετά το πέρας του σταδίου αυτού, ο αναλυτής έχει ολοκληρώσει την εξαγωγή των συμπερασμάτων του και κατόπιν ακολουθεί η ανάληψη δράσης.

### 3.3.5.3 Εργασίες Εξόρυξη Γνώσης - Δεδομένων

Υπάρχουν διάφορες εργασίες ΕΔ. Αυτές διαχωρίζονται σε:

- εργασίες επιβλεπόμενης μάθησης
- εργασίες μη επιβλεπόμενης μάθησης.

Οι κυριότερες εργασίες ΕΔ είναι οι ακόλουθες:

**Κατηγοριοποίηση:** Στοχεύει στο να εκτιμηθούν οι τιμές ενός γνωρίσματος - στόχου βάσει ονομαστικών τιμών, οι οποίες ορίζουν την κατηγορία των αντικειμένων. Είναι εργασία επιβλε-πόμενης μάθησης και μια από τις συνηθέστερες εργασίες ΕΔ. Τα δεδομένα, εξ αρχής, υπάγονται σε κατηγορίες. Στη διαχείριση ανθρωπίνων πόρων χρησιμοποιούνται η πρόβλεψη της επίδοσης των εργαζομένων υλοποιείται με τεχνικές κατηγοριοποίησης.

**Παλινδρόμηση:** Εμφανίζει ομοιότητες με την κατηγοριοποίηση, με τη διαφορά ότι το γνώρισμα - στόχος έχει αριθμητικές τιμές. Επίσης, όπως και η κατηγοριοποίηση, είναι εργασία επιβλεπόμενης μάθησης. Οι τιμές του στόχου – γνωρίσματος υπολογίζονται, μέσω των υπολοίπων γνωρισμάτων, με χρήση αλγορίθμων παλινδρόμησης εξετάζοντας τις σχέσεις μεταξύ τους και κατασκευάζοντας ένα μηχανισμό υπολογισμού. Η παλινδρόμηση διαφοροποιείται από την κατηγοριοποίηση στο γεγονός πως στην παλινδρόμηση υπολογίζονται, όπως αναφέρθηκε αρχικά, αριθμητικές τιμές. Στις επιχειρήσεις, οι τεχνικές αυτές χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν αριθμητικές τιμές, όπως το ύψος των πωλήσεων - κερδών αντίστοιχα.

**Ανάλυση Συστάδων:** Είναι μια διαδικασία μη επιβλεπόμενης μάθησης, αρκετά συνήθης στην ΕΔ, η οποία διαμοιράζει ένα σύνολο αντικειμένων σε ομάδες, με κριτήριο την ομοιότητα και χωρίς να υπάρχουν προκαθορισμένες κατηγορίες, εν αντιθέσει με την κατηγοριοποίηση που οι κατηγορίες

είναι γνωστές από πριν. Εδώ οι αλγόριθμοι θέλουν να δημιουργήσουν ομάδες, μέσα από την αναζήτηση ομοειδών αντικειμένων. Έχουν ως στόχο να φτάσουν στο μέγιστο βαθμό την ομοιότητα εντός μιας ομάδας και ταυτόχρονα, στον επίσης μέγιστο βαθμό, την ανομοιότητα μεταξύ των ομάδων. Η ανάλυση συστάδων έχει ως σκοπό την τελική ικανοποίηση των πελατών και εφαρμόζεται στη μελέτη γεωγραφικών πληροφοριών, με σκοπό να καθοριστούν εδαφικές περιοχές για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής διασποράς στα υποκαταστήματα που διαθέτει μια επιχείρηση.

**Ανάλυση Κανόνων Συσχέτισης:** Είναι η μόνη κατ' εξοχήν γνήσια εργασία ΕΔ, καθόσον οι υπόλοιπες προέρχονται από τη Στατιστική, τη Μηχανική Μάθηση και άλλες μεθόδους. Εντοπίζει τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στις τιμές των γνωρισμάτων που εμφανίζονται συχνά μαζί. Γενικά, η Ανάλυση Κανόνων Συσχέτισης βρίσκει μεγάλο πεδίο εφαρμογής στην επίτευξη διασταυρούμενων πωλήσεων. Ειδικότερα έχει μεγάλο πεδίο δράσης στο ηλεκτρονικό εμπόριο, λόγω του γεγονότος ότι ο πελάτης τροφοδοτεί με άμεσα δεδομένα αλλά και από τη δυνατότητα στο να αναλυθούν αυτά άμεσα. Ταυτοχρόνως, αφού γίνει αντιπαραβολή με ιστορικά στοιχεία, προωθούνται κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στην ιστοσελίδα επιπλέον προϊόντα στον πελάτη χωρίς χρονοτριβή. Η εξόρυξη Κανόνων Συσχέτισης δίνει τη δυνατότητα να εντοπιστούν καταναλωτικά πρότυπα και να γίνει η βέλτιστη δυνατή κατανόηση αναφορικά με τις πραγματικές ανάγκες των πελατών. Οι πληροφορίες που αντλήθηκαν, αξιοποιούνται και χρησιμοποιούνται για να απευθυνθούν προσωποποιημένα στον πελάτη και τη διεξαγωγή μάρκετινγκ ένα-προς-ένα.

**Ανάλυση Εξαιρέσεων:** Εδώ γίνεται εντοπισμός και ανάλυση περιπτώσεων, οι οποίες έχουν απόκλιση από το κανονικό ή συνηθισμένο. Εδώ το ενδιαφέρον εντοπίζεται στις εξαιρέσεις, εν αντιθέσει με τις άλλες εργασίες όπου σπάνια και ιδιόμορφα γεγονότα απορρίπτονται ως μη χρήσιμη πληροφορία. Ο εντοπισμός των εξαιρέσεων γίνεται με χρήση στατιστικών κατανομών πιθανοτήτων ή μέτρα απόστασης, στα οποία στηρίζονται στην ομοιότητα. Η περίπτωση μη ομαλής συμπεριφοράς διαφόρων δεικτών και ποσοτήτων ενδέχεται να σημαίνει τη σηματοδότηση προβλημάτων σε διάφορες λειτουργίες. Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι εξής : ξαφνική μείωση της ζήτησης, μείωση του χρόνου ανταπόκρισης όσον αφορά την παροχή υπηρεσιών αλλά και η επίσης ξαφνική αύξηση του όγκου κυκλοφορίας ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου ή των φορτίων ενός δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Ιδιαίτερα μεγάλη εφαρμογή έχει η μέθοδος αυτή στον εντοπισμό κλεμμένων πιστωτικών καρτών αλλά και γενικότερα στις περιπτώσεις αντιμετώπισης απάτης. Ο άμεσος εντοπισμός τέτοιων δυσλειτουργιών επιτρέπει στο να διαγνωστεί εγκαίρως το πρόβλημα αλλά και να αναληφθούν οι κατάλληλες πρωτοβουλίες για τη θεραπεία αυτών των ανωμαλιών. Επίσης, ο εντοπισμός εισβολών

από από άτομα άνευ εξουσιοδότησης αλλά και η ασφάλεια του δικτύου υπολογιστών στις επιχειρήσεις είναι ένα ακόμα σημαντικότερο πεδίο δράσης για την Ανάλυση Εξαιρέσεων.

**Ανάλυση Χρονοσειρών:** Αναλύει μεγέθη τα οποία εξελίσσονται χρονικά. Αυτή η εξέλιξη αναπαριστάται χρησιμοποιώντας χρονοσειρές. Οι χρονοσειρές είναι ακολουθίες σημείων οι οποίες αποτελούν μετρήσεις του μεγέθους σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι μέθοδοι αυτοί αναλύουν τα δεδομένα ανάμεσα σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα με σκοπό να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με ένα φαινόμενο. Εφόσον οι τιμές ενός φαινομένου παρουσιάζουν κανονικότητα στις διακυμάνσεις τους στη διάρκεια του χρόνου, μπορεί να πραγματοποιηθεί διατύπωση προβλέψεων μέσω του εντοπισμού αυτών των διακυμάνσεων. Η επιστήμη της Οικονομετρίας έχει μελετήσει σε μεγάλη έκταση την ανάλυση χρονοσειρών. Μια χώρα και μια επιχείρηση διαθέτουν έναν τεράστιο αριθμό ποσοτήτων και δεδομένων που εξελίσσονται χρονικά. Ένα παράδειγμα αντίστοιχης ποσότητας είναι η παρακολούθηση της χρονικής διακύμανσης των πωλήσεων σε μια επιχείρηση. Η διακύμανση του ύψους στα αποθέματα μίας αποθήκης αλλά και η διακύμανση του ύψους συναλλαγών που υλοποιείται σε μία τράπεζα, είναι ανάλογα παραδείγματα στην ανάλυση χρονοσειρών. Το χρηματιστήριο είναι ο τομέας όπου είναι συνηθέστερη η εφαρμογή των χρονοσειρών.

#### **3.3.5.4 Πεδία Εφαρμογής της ΕΔ σήμερα**

Στην εποχή που διανύουμε η ΕΔ εφαρμόζεται και χρησιμοποιείται σε αρκετούς τομείς. Κάποιοι εξ αυτών, οι κυριότεροι είναι οι παρακάτω:

- **Επιχειρήσεις:** Οι επιχειρήσεις, μικρές ή μεγάλες, ανεξαρτήτως βαθμού, είναι εξαναγκασμένες να διαχειριστούν τη γνώση. Όσο μεγαλύτερος ο βαθμός επιτυχίας σε αυτόν τον τομέα, τόσο μεγαλύτερα θα είναι και τα οφέλη. Οφέλη, εν προκειμένω, εννοούμε την αύξηση κερδοφορίας, να μειωθεί το κόστος, να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα, η άμεση και ταχύτατη ανταπόκριση, προσαρμογή και αύξηση της καινοτομίας. Η ΕΔ εφαρμόζεται με ποικίλους τρόπους στις επιχειρήσεις. Ένας τρόπος εξαρτάται από τον τύπο της επιχείρησης. Μια διαφορετική αντιμετώπιση του τρόπου χρήσης είναι μελετώντας το αντικείμενο σε σχέση με τις μεθόδους ΕΔ που ήδη είναι σε χρήση, όπως η εξόρυξη από βάσεις δεδομένων και η εξόρυξη κειμένου. Ένα άλλο γενικότερο μοντέλο μελετά πως εφαρμόζεται η ΕΔ αναφορικά με τις επιχειρηματικές διαδικασίες.

- **Πωλήσεις και Διαφήμιση:** Το δημοφιλέστερο, κατά πολλούς, πεδίο εφαρμογής της ΕΔ. Έχουν υπάρξει διάφορα μοντέλα ανάλυσης για τη διαφήμιση και το εμπόριο, αποτελεσματικά αλλά συνάμα

απρόσωπα. Μια αποτελεσματική τακτική είναι η τμηματοποίηση της αγοράς. Συνίσταται στο να επιμεριστούν οι καταναλωτές σε ομάδες με ομοειδή χαρακτηριστικά. Εδώ τα μέλη που απαρτίζουν μια ομάδα εμφανίζουν ομοιότητες αναφορικά με τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά που διαθέτουν. Μία επιχείρηση, έχοντας πληροφορίες για τις συνιστώσες που αποτελούν το καταναλωτικό κοινό αλλά και τα χαρακτηριστικά της κάθε ομάδας, εφαρμόζει μια στρατηγική σχεδιασμού και διάθεσης προϊόντων και υπηρεσιών, που είναι ικανή να απαντά και να ικανοποιεί τις ιδιαίτερες ανάγκες που έχει ξεχωριστά η κάθε ομάδα. Επιπρόσθετα, μπορεί να διεξάγει στοχευμένες διαφημιστικές εκστρατείες για συγκεκριμένες ομάδες πελατών, δηλαδή να εφαρμόζει μια στοχευμένη διαφήμιση. Επίσης, γίνεται αποθήκευση των στοιχείων των πελατών σε βάσεις δεδομένων που διαθέτει η επιχείρηση, για μελλοντική αξιοποίηση. Κάνοντας χρήση της Εξόρυξης Δεδομένων και των μεθόδων της, όπως η Ανάλυση Συστάδων, επιτυγχάνεται η τμηματοποίηση των πελατών και ο καθορισμός των ομάδων. Με τις μεθόδους κατηγοριοποίησης δημιουργούνται προγνωστικά μοντέλα τα οποία μπορούν να κάνουν μια εκτίμηση στο κατά πόσον ένας πελάτης θα ανταποκριθεί θετικά ή αρνητικά σε μια διαφημιστική εκστρατεία.

- Ηλεκτρονικό Εμπόριο: Μέσω της ΕΔ γίνεται ανάλυση στοιχείων που αποφέρουν επιπλέον πληροφορίες αναφορικά με το προφίλ του χρήστη, τη συμπεριφορά του ως καταναλωτής αλλά και τις προτιμήσεις του, με τη δυνατότητα λεπτομέρειας εξατομικευμένου επιπέδου. Η εξειδίκευση στη διαφήμιση, όπως και διασταυρούμενες πωλήσεις, είναι πάντα η επιδίωξη, η οποία μπορεί να φτάνει ακόμα και σε βαθμό εξατομίκευσης. Μια επιχείρηση θα δημιουργήσει σχέσεις με τους πελάτες της, εφόσον προηγουμένως έχει παρατηρήσει τις ανάγκες τους, «θυμάται» τις προτιμήσεις τους αλλά και τη συμπεριφορά τους ως καταναλωτές.

- Τραπεζικός Κλάδος: Ένας χώρος κατάλληλος για την εφαρμογή της ΕΔ. Αυτό συμβαίνει γιατί οι τράπεζες διατηρούν αναλυτικά δεδομένα για όλες στις συναλλαγές που έχουν εκτελέσει οι πελάτες τους. Επιπροσθέτως, υποχρεούνται να διατηρούν αναλυτικά στοιχεία των πελατών τους, ώστε να έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν περιπτώσεις που αφορούν ξέπλυμα χρήματος. Η ύπαρξη μεγάλου όγκου από ποιοτικά δεδομένα, καθιστούν ιδανικές τις μεθόδους ΕΔ για να διεξαχθούν αναλύσεις. Οι τραπεζικοί οργανισμοί χρησιμοποιούν την ΕΔ κυρίως για την αντιμετώπιση των παρακάτω θεμάτων:

- Προώθηση πωλήσεων και διαφήμιση,
- Διαχείριση του ρίσκου,

- Απάτη πιστωτικών καρτών,
- «Ξέπλυμα» χρήματος.

· Ασφάλειες: Κάνοντας χρήση Κανόνων Συσχετίσεως, οι ασφαλιστικές εταιρείες ανακαλύπτουν προϊόντα που συχνά μπορούν να πωλούνται μαζί. Αυτά προσφέρονται σε προνομιακές τιμές ως ομαδοποιημένα πακέτα. Κάνοντας χρήση της Ανάλυσης Συστάδων εντοπίζουν ομάδες από ανασφάλιστους υποψήφιους/πιθανούς πελάτες, εφαρμόζουν μια στοχευμένη διαφήμιση και κατόπιν προτείνουν τα ανάλογα προϊόντα στην εκάστοτε ομάδα.

• Τηλεπικοινωνίες: Οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών χρησιμοποιούν και αναλύουν δεδομένα για τις ακόλουθες ενέργειες:

- Πωλήσεις και διαφήμιση
- Αντιμετώπιση προβλημάτων δικτύου
- Αντιμετώπιση απάτης (απάτη συνδρομής και απάτη υπέρθεσης)

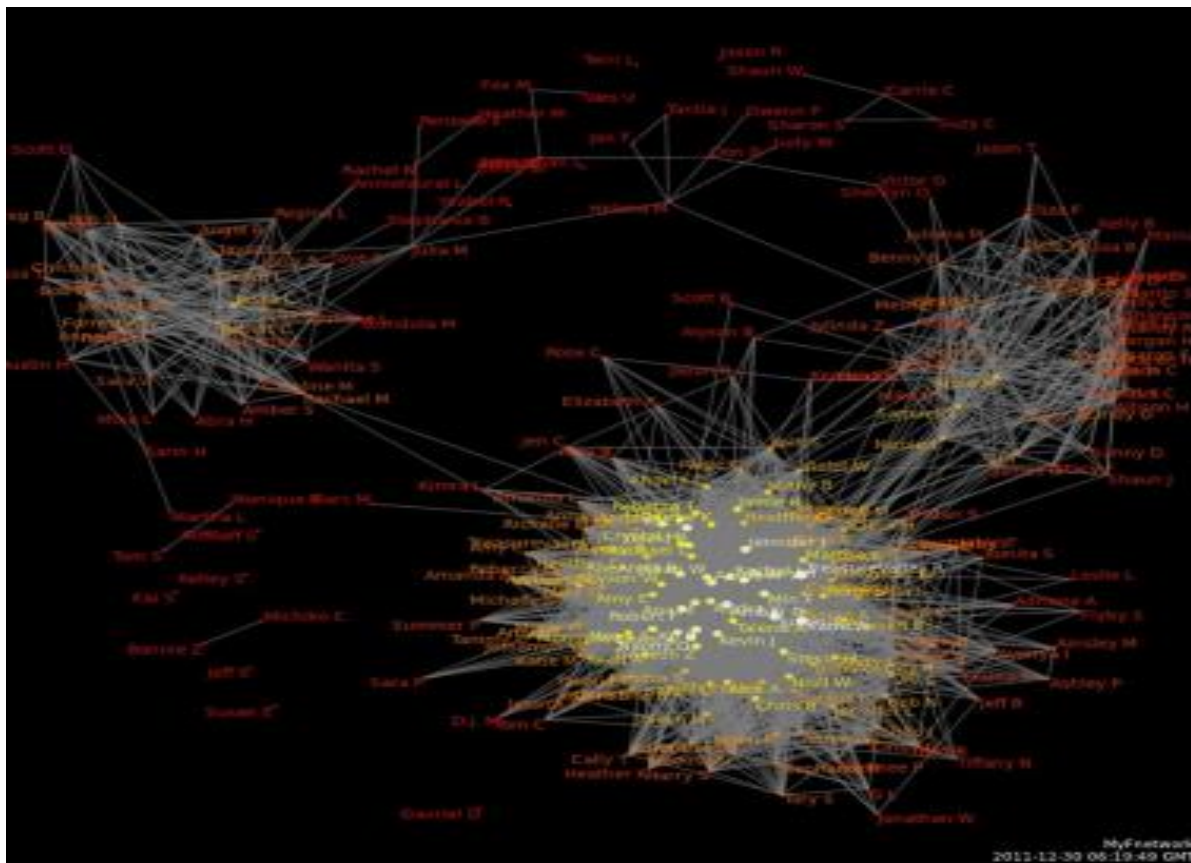
• Χρηματιστήριο: Το πιο σημαντικό στο χώρο αυτό είναι πρόβλεψη της διακύμανσης των μετοχών. Η ΕΔ έχει αξιοποιηθεί στο μέγιστο και διάφορες μέθοδοι, είτε αποκλειστικά είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους, έχουν χρησιμοποιηθεί για τον σκοπό που προαναφέρθηκε.

• Λογιστική – Ελεγκτική: Τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η Ελεγκτική, όπου εν προκειμένω εφαρμόζονται οι τεχνικές ΕΔ, και πιο συγκεκριμένα οι τεχνικές κατηγοριοποίησης είναι να εντοπίζονται χρηματοοικονομικές καταστάσεις που έχουν παραποιημένα στοιχεία και η πρόβλεψη χρεοκοπίας.

• Εξόρυξη Κειμένου: Οι τεχνικές Εξόρυξης Κειμένου αξιοποιούνται από τις επιχειρήσεις με ποικίλους τρόπους. Μια εφαρμογή είναι αυτή της δρομολόγησης κλήσεων. Αυτή λειτουργεί ως εξής: Κάθε μέρα οι μεγάλες επιχειρήσεις δέχονται από πελάτες χιλιάδες emails για διάφορους λόγους. Αξιοποιώντας τα εργαλεία Εξόρυξης Κειμένου, γίνεται κατανόηση του περιεχομένου τους και εν συνεχεία, αποστέλλεται η απάντηση στον αποδέκτη αυτόματα. Μια αρκετά γνωστή και γνώριμη εργασία Εξόρυξης Κειμένου είναι η Ανάλυση Συναισθήματος. Γίνεται χρήση Μηχανικής Μάθησης, Στατιστικής και τεχνικών Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας για την αναγνώριση του συναισθηματικού περιεχομένου ενός κειμένου, προκειμένου να αποσαφηνιστεί εάν ο συντάκτης

διάκειται είτε θετικά είτε αρνητικά προς τον αποδέκτη γενικότερα. Επίσης χρησιμοποιείται στην αντιμετώπιση της απάτης.

• **Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων:** Εδώ γίνεται χρήση της θεωρίας δικτύων προκειμένου να αναλυθούν οι κοινωνικές σχέσεις. Έχει ευρεία χρήση στη σύγχρονη κοινωνιολογία, σχετιζόμενη όμως παράλληλα με την ανθρωπολογία, κοινωνική ψυχολογία, βιολογία όπως και άλλους επιστημονικούς κλάδους. Από τα πιο ενδιαφέροντα που παρουσιάζουν τα κοινωνικά δίκτυα, είναι η δυναμική ροή πληροφοριών που τα διατρέχει. Πολλές Επιχειρήσεις αναζητούν στελέχη για να συνεργαστούν είτε για να προσληφθούν τα έχουν εξειδίκευση σε ένα αντικείμενο. Η αναζήτηση αυτή διευκολύνεται εκμεταλλευόμενες τα κοινωνικά δίκτυα και την αξιοπιστία που προσφέρουν. Επιπροσθέτως, και αρκετοί φορείς αξιοποιούν τα δεδομένα των κοινωνικών δικτύων. Στα μέλη μιας κοινότητας προωθούνται προϊόντα και υπηρεσίες που επελέγησαν από έτερα μέλη της κοινότητας αυτής.



**Σχήμα 9** Σχέσεις φιλίας στο Facebook

### 3.3.6 Εξελικτικός Υπολογισμός



Η βελτιστοποίηση (optimization) αποτελεί ένα καίριο ζητούμενο σε πρακτικές εφαρμογές ΥΝ. Μια σαφώς και ορθά ορισμένη συνάρτηση, η αντικειμενική συνάρτηση, την υλοποιεί βήμα - βήμα μέσω της ελαχιστοποίησης κόστους, με πιθανή την ταυτόχρονη ικανοποίηση ενός συνόλου (αλγεβρικών) περιορισμών (constraints). Η πολύμορφη πολυπλοκότητα των σύγχρονων προβλημάτων, για να αντιμετωπίσει σύγχρονα προβλήματα βελτιστοποίησης, απαιτεί πολλά παραπάνω από την ύπαρξη κλασικών αλγορίθμων βελτιστοποίησης, όπως η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων (least-squares method) του Gauss.

Μια ευρέως γνωστή κατηγορία αυτών των αλγορίθμων, δηλαδή των αλγορίθμων βελτιστοποίησης, λειτουργεί με **εξομοίωση** (emulation) νόμων και αρχών, οι οποίοι διακατέχουν και δεσπόζουν στα φυσικά φαινόμενα και τους ζωντανούς οργανισμούς. Εξού και οι ανωτέρω αλγόριθμοι έχουν ονομαστεί ως εμπνευσμένοι από τη φύση (nature inspired). Μέρος των εμπνευσμένων από τη φύση αλγορίθμων είναι οι αλγόριθμοι Εξελικτικού Υπολογισμού και υποκατηγορία αυτών οι γενετικοί αλγόριθμοι.

### 3.3.6.1 Βασικές Αρχές Βελτιστοποίησης

Γενικά ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης  $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  είναι της μορφής:

$$\min f(x)$$

$$g_i(x) \leq a_i, \quad i=1, 2, 3, \dots, m$$

όπου  $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  το διάνυσμα βελτιστοποίησης παραμέτρων πλήθους  $n$ ,  $g_i(x)$  και  $a_i, i=1, 2, 3, \dots, m$  αλγεβρικές συναρτήσεις περιορισμών και σταθερές, αντιστοίχως. Τα προβλήματα αυτά διακρίνονται σε:

α) προβλήματα βελτιστοποίησης χωρίς περιορισμούς (unconstrained)

β) προβλήματα βελτιστοποίησης με περιορισμούς (constrained).

Ο διαχωρισμός γίνεται αν οι μεταβλητές βελτιστοποίησης στην αντικειμενική συνάρτηση πρέπει να ικανοποιούν είτε όχι ορισμένους αλγεβρικούς περιορισμούς. Η δεύτερη κατηγορία, τα προβλήματα βελτιστοποίησης με περιορισμούς (constrained), ενδέχεται να συμπεριλαμβάνει περιορισμούς ισοτήτων και ανισοτήτων. Επίσης, σύμφωνα με τη γενική μορφή  $\{\min f(x), g_i(x) \leq a_i, \quad i=1, 2, 3, \dots, m\}$  υπάρχουν οι κάτωθι περιπτώσεις :

γραμμικής (linear) βελτιστοποίησης

μη - γραμμικής (non-linear) βελτιστοποίησης,

εφόσον οι συναρτήσεις  $f(x)$  και  $g_i(x)$  είναι γραμμικές ή μη- γραμμικές αντίστοιχα.

Η διαδικασία βελτιστοποίησης αναζητάει βέλτιστες τιμές των μεταβλητών  $x^*$  μέσα στο χώρο (αναζήτησης) των λύσεων [solution (search) space] Οι τιμές αυτές ελαχιστοποιούν την αντικειμενική συνάρτηση και ταυτοχρόνως ικανοποιούν τους περιορισμούς. Σημαντικό επίσης είναι, και πρέπει να τονιστεί, ότι κάθε πρόβλημα βελτιστοποίησης δύναται εξεταστεί και ως πρόβλημα ελαχιστοποίησης, εφόσον ένα πρόβλημα μεγιστοποίησης μετασχηματιστεί στη μορφή  $\{\min f(x), g_i(x) \leq a_i, i=1, 2, 3, \dots, m\}$ , είτε αντιστρέφοντας ( $1/f(x)$ ), είτε αλλάζοντας πρόσημο ( $-f(x)$ ) της αντικειμενικής συνάρτησης.

Επιπλέον, οι κυρτές συναρτήσεις  $f(x)$  και  $g_i(x)$  παρουσιάζουν ένα σημαντικό ενδιαφέρον στα ανωτέρω προβλήματα βελτιστοποίησης. Η κυρτότητα είναι μια σημαντική ιδιότητα για βελτιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης. Αυτό γίνεται γιατί το ελάχιστο μίας κυρτής συνάρτησης στο πεδίο ορισμού της είναι ταυτοχρόνως ολικό ελάχιστο (global minimum) και όχι αποκλειστικά και μόνο τοπικό (local minimum). Έτσι οδηγούμαστε στο ότι η λύση του προβλήματος είναι η βέλτιστη λύση. Σημαντικό να γνωρίζουμε είναι ότι δεν είναι πάντα κυρτές οι αντικειμενικές συναρτήσεις.

Ο ορισμός του προβλήματος βελτιστοποίησης της  $\{\min f(x), g_i(x) \leq a_i, i=1, 2, 3, \dots, m\}$  είναι δυνατόν να επεκταθεί. Η επέκταση αυτή γίνεται για να συμπεριλάβει πλέον της μίας αντικειμενικές συναρτήσεις. Εν τοιαύτη περιπτώσει, έχουμε βελτιστοποίηση πολλαπλών στόχων (multi-objective optimization). Αυτή η διαδικασία είναι ιδιαιτέρως πολυπλοκότερη και συγκεκριμένα όταν οι πολλαπλές αντικειμενικές συναρτήσεις αντίκεινται μεταξύ τους,. Αξιοσημείωτη είναι και η βελτιστοποίηση πολυτροπικών (multi-modal) συναρτήσεων. Αυτές οι συναρτήσεις έχουν χαρακτηριστικό ότι διαθέτουν περισσότερα του ενός, ίσων όμως μεταξύ τους, ολικών ακρότατων τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία μέσα στο χώρο των λύσεων. Σε αυτή την περίπτωση, οι κλασσικοί αλγόριθμοι βελτιστοποίησης είναι δύσκολο να βρουν όλα τα ακρότατα.

### 3.3.6.2 Βασικές Έννοιες Εξελικτικού Υπολογισμού

Ο όρος Εξελικτικός Υπολογισμός χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει ένα σύνολο αλγορίμων. Εμφανίστηκε αρχικά το 1950 με 1960. Κάθε αλγόριθμος στηρίζεται σε έναν αριθμό υποψηφίων λύσεων, όπου η κάθε λύση ονομάζεται άτομο (individual) του πληθυσμού.

Η παράλληλη αναζήτηση στο χώρο αναζήτησης είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό του Εξελικτικού Υπολογισμού. Οι υπόψιν λύσεις δοκιμάζονται στο πρόβλημα ταυτόχρονα, ψάχνοντας παράλληλα σε πολλά σημεία του χώρου αναζήτησης, εν αντιθέσει με τον κλασικό αλγόριθμο. Στον κλασικό αλγόριθμο γίνεται μεθόδευση της βελτιστοποίησης μέσω της αναζήτησης στο χώρο, σημείο – προς - σημείο. Έτσι επιτυγχάνεται στο χώρο αναζήτησης μια πιο ευρεία **εξερεύνηση** (exploration), όπως επίσης και μια στοχευμένη **εκμετάλλευση** (exploitation) για την εξεύρεση μιας βέλτιστης λύσης.

Σε κάθε επανάληψη μεταξύ των ατόμων-υποψήφιων λύσεων του πληθυσμού, εμπνευσμένοι από τη θεωρία εξέλιξης του Δαρβίνου, εφαρμόζονται κατάλληλοι τελεστές (operators), υπό μια έννοια «μηχανισμοί» δηλαδή, για την παράγωγή καλύτερων λύσεων σε κάθε επανάληψη. Ένα αποτέλεσμα το οποίο η πειραματική (βλ. υπολογιστική) εμπειρία έχει δείξει το εξής: το σύνολο του πληθυσμού συγκλίνει προς μία βέλτιστη λύση αφού πραγματοποιηθεί ένας αριθμός επαναλήψεων. Η εφαρμογή των τελεστών σκοπεύει, αφενός, στο να παραχθούν καλύτερες λύσεις και, αφετέρου, στο να εξαλειφθούν οι χειρότερες λύσεις. Σε κάθε επανάληψη γίνεται υπολογισμός ενός νέου πληθυσμού ατόμων που περιέχει καλύτερες λύσεις έτσι ώστε να προσεγγιστεί το ολικό βέλτιστο στο πρόβλημα.

Η **πρόωρη σύγκλιση** (premature convergence) είναι ένα πρόβλημα όπου υπάρχει περίπτωση εμφανιστεί σε όλους τους αλγορίθμους εξελικτικού υπολογισμού. Αυτό το φαινόμενο προκύπτει όταν γίνεται ταχεία προσέγγιση μιας λύσης από έναν ο αλγόριθμο. Τότε όλες οι λύσεις του πληθυσμού αποκτούν την ίδια τιμή, με αποτέλεσμα να μη δημιουργούνται διαφορετικές λύσεις (μέσω της εφαρμογής των τελεστών) και να μη γίνεται μια ευρύτατη εξερεύνηση του χώρου αναζήτησης των λύσεων. Η διατήρηση της ποικιλομορφίας (diversity) είναι μία μεθόδευση για την αποφυγή πρόωρης σύγκλισης (Toffolo & Benini, 2003). Αυτό σημαίνει ότι μια σαφώς ορισμένη διαφορετικότητα των ατόμων του πληθυσμού είναι απότοκο της εφαρμογής τελεστών.

### 3.3.6.3 Γενετικοί Αλγόριθμοι

Ένας από τους πιο δημοφιλείς εξελικτικούς αλγορίθμους είναι ο Γενετικός Αλγόριθμος (ΓΑ) [genetic algorithms (GA)]. Εμφανίστηκαν τη δεκαετία του 1960 και η αρχική ορολογία που τους προτάθηκε ήταν γενετικό σχέδιο (genetic plan). Η υιοθέτηση του όρου γενετικός αλγόριθμος έγινε αργότερα, υπογραμμίζοντας το σημαίνοντα ρόλο του υπολογισμού στην υλοποίηση και τον καθορισμό σχεδίων. Η δομή τους βασίζεται στις αρχές της εξέλιξης των ειδών του Δαρβίνου., σύμφωνα με το βιβλίο του «Η Καταγωγή των Ειδών».

### 3.3.6.4 Βασικές Αρχές

Η όλη ιδέα ώστε να αναπτυχθούν οι ΓΑ βασίστηκε στους ζωντανούς οργανισμούς. Οι ζωντανοί οργανισμοί είναι τα πιο πετυχημένα παραδείγματα βελτιστοποίησης με τελεστές εξέλιξης. Η φυσική επιλογή και η εξέλιξη εξαλείφει τη μοντελοποίηση, η οποία είναι ένα σημαντικό πρόσχωμα. Προσπερνάται αυτή η αναγκαία προϋπόθεση για την υπολογιστική βελτιστοποίηση, η ακριβής μαθηματική περιγραφή φυσικών νόμων και αρχών. Προβλήματα τα οποία δεν ήταν κατανοητά βελτιστοποιούνται με τη χρήση εξελικτικών αλγορίθμων και συγκεκριμένα ΓΑ. Οι ΓΑ μπορούν να δοκιμάζουν, στον ίδιο χρόνο, ένα ολόκληρο πεδίο πιθανών λύσεων σε ένα τεχνικό πρόβλημα. Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι η όλη αυτή μελέτη πάνω στην εξέλιξη προγραμμάτων λογισμικού μας οδηγεί ταυτόχρονα σε συμπεράσματα για την εξέλιξη της ζωής και της ευφυΐας στο φυσικό κόσμο.

Η εξέλιξη των έμβιων όντων βασίζεται πάνω σε δύο βασικές αρχές - μηχανισμούς:

α) τη φυσική επιλογή (natural selection). Γίνεται καθορισμός των ατόμων που θα επιβιώσουν από τον πληθυσμό έναντι άλλων, έτσι ώστε να προσεγγίσουν όσο πιο πολλές συζύγους (mates) γίνεται, με σκοπό την αναπαραγωγή.

β) τη διασταύρωση (crossover). Εξασφαλίζει ότι αναμίχθηκαν τα γονίδια (genes). Τις μεταβλητές του προβλήματος που είναι προς βελτιστοποίηση στους απογόνους, για να διατηρηθεί μια ποικιλομορφία που αποβλέπει στην εύρεση βέλτιστης λύσης.

Στη φυσική επιλογή η βασική αρχή είναι απλή: Ο ζωντανός οργανισμός εφόσον αποτύχει σε έναν αριθμό δοκιμασιών, από όπου είναι άμεσα εξαρτώμενη η επιβίωσή του, (ανεύρεση τροφής, νερού και καταφύγιου) πεθαίνει. Αποτέλεσμα είναι να μη μεταφέρονται τα γονίδιά του στην επόμενη γενεά. Εν αντιθέσει, τα «επιτυχημένα άτομα» επιζούν και αναπαράγονται. Συν τοις άλλοις, τα επιτυχημένα άτομα (γονείς) που διασταυρώνονται, μπορούν να αναπαραγάγουν απογόνους που πιθανόν να είναι περισσότερο επιτυχημένοι και δυνατοί από τους γονείς τους. Έτσι τα άτομα εξελίσσονται ανά γενεά, τείνοντας να προσαρμόζονται με βέλτιστο τρόπο στο περιβάλλον τους.

### **3.3.6.5 Βασική Δομή Γενετικού Αλγορίθμου**

Χρωμόσωμα (chromosome) ονομάζεται η αναπαράσταση ενός ατόμου του πληθυσμού. Αυτό αναπαριστά το σύνολο από τις μεταβλητές του προβλήματος. Σε αυτό αποδίδεται (μέσω υπολογισμού) ένας βαθμός καταλληλότητας (degree of fitness). Η ποιότητα της λύσης του εκάστοτε χρωμοσώματος ποσοτικοποιείται από αυτό το βαθμό, που καθορίζει επίσης την πιθανότητα να επιλεγεί αυτό το χρωμόσωμα για να διασταυρωθεί.

Προ της εκτέλεσης ενός ΓΑ θα πρέπει να έχει υλοποιηθεί μια ορθή κωδικοποίηση (encoding) χρωμοσώματος για το συγκεκριμένο πρόβλημα, όπως και ο καθορισμός μιας επίσης ορθά ορισμένης συνάρτησης καταλληλότητας. Η συνάρτηση αυτή, που είναι μια αντικειμενική συνάρτηση, προσδίδει ένα βαθμό καταλληλότητας σε κάθε κωδικοποιημένη λύση. Η βασική λειτουργική δομή ενός ΓΑ (Coley, 1999· Mitchell, 1998) περιγράφεται παρακάτω.:



**Σχήμα 10** Βασική λειτουργική δομή ενός τυπικού ΓΑ

Το διάστημα που εκτελείται ένας ΓΑ θα πρέπει να έχουν επιλεγεί χρωμοσώματα (γονείς) για να διασταυρωθούν και να παράξουν μελλοντικούς γονείς. Επιπρόσθετα, με την τυχαία εμφάνιση κάποιου χρωμοσώματος, η εφαρμογή του τελεστή μεταλλάξεως (mutation) προσδίδει ποικιλομορφία. Αυτό δε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί μέσω διασταύρωσης. Στην περίπτωση όπου το μέγεθος του αρχικού πληθυσμού είναι μικρότερο ή μεγαλύτερο από τον αριθμό των γόνων, υπάρχει η δυνατότητα επανατοποθέτησης γονέων από τον αρχικό στον παραγόμενο πληθυσμό, με σκοπό το σύνολο του πληθυσμού να παραμείνει σταθερό.

### 3.3.7 Ευφυείς - Νοήμονες Πράκτορες

Οι ευφυείς - νοήμονες πράκτορες είναι από τα πλέον σύγχρονα συστήματα ΤΝ. Σε αυτά είναι εφικτό να εφαρμοσθούν, επιλεκτικά και σε συνδυασμό, μέθοδοι αναπαράστασης γνώσης και επίλυσης προβλημάτων. Αυτός ο συνδυασμός υλοποιείται με τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Οι ευφυείς πράκτορες μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές αλλαγές στον τρόπο που επικοινωνούν ο χρήστης και το λογισμικό σήμερα, σε ένα ψηφιακό κόσμο που είναι διασυνδεδεμένος και δικτυωμένος όσο ποτέ άλλοτε. Η χρήση των ευφύων πρακτόρων πλέον είναι όλο και περισσότερο εμφανής. Ένα μεγάλο πλήθος εφαρμογών, όπως η αναζήτηση και το φιλτράρισμα πληροφοριών στο διαδίκτυο, η παροχή έξυπνων υπηρεσιών βοήθειας στους πελάτες, όπως επίσης και ο έλεγχος της εύρυθμης λειτουργίας μεγάλων εργοστασιακών μονάδων, τους χρησιμοποιεί.



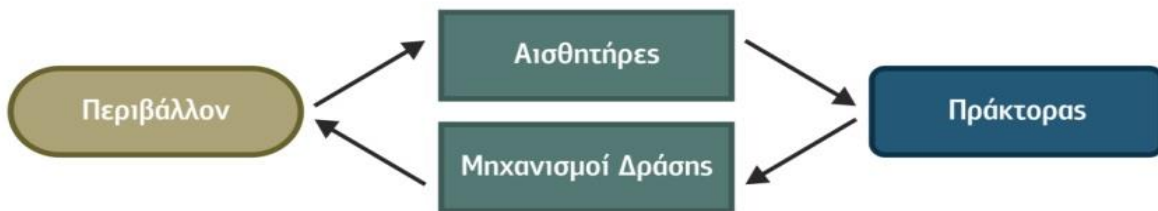
**Σχήμα 11** Διασύνδεση χρήστη – προγράμματος μέσω ευφυούς πράκτορα

Αναλύοντας τους όρους, ο συνθετικός όρος πράκτορας σημαίνει εν προκειμένω αυτό που καλούμε αντιπρόσωπο. Υπονοεί το πρόσωπο που ενεργεί εκ μέρους ενός άλλου, δηλαδή έναν μεσάζοντα. Η χρήση του όρου αντιπρόσωπος δεν είναι ευδόκιμη στο μέγιστο. Ως αντιπρόσωπο εννοούμε αυτόν που θα ολοκληρώσει ένα πλήθος εντολών. Πράκτορας ορίζεται αυτός που μπορεί να εκπληρώσει ένα πλήθος στόχων, ενώ ταυτόχρονα η εμπλοκή του χρήστη είναι η ελάχιστη δυνατή.

Γενικά, δεν μπορεί να οριστεί σαφώς και αυστηρώς ο όρος πράκτορας. Αυτό συμβαίνει από το γεγονός ότι ορισμένα εκ των χαρακτηριστικών του, ανάλογα τους επιστημονικούς κλάδους που ασχολούνται ερευνητικά με το αντικείμενο, έχουν διαφορετική σημασία και βαρύτητα. Όπως θα δούμε όμως παρακάτω, ο ορισμός που δίνουν οι Russel και Norvig είναι ο κοινός παρανομαστής.

Σε μία πιο ολιστική αντιμετώπιση, πράκτορας είναι μία οντότητα. Η οντότητα αυτή έχει τη δυνατότητα να μπορεί να αντιληφθεί το περιβάλλον που τοποθετείται. Αυτό γίνεται με χρήση

αισθητήρων (sensors). Ο ίδιος ο πράκτορας είναι και αυτός μέρος του περιβάλλοντος, κάνοντας συλλογισμούς και δρώντας σε αυτό χάρη στη βοήθεια μηχανισμών δράσης (effectors). Έχει ως σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων από πλευράς χρήστη ή μίας άλλης οντότητας λογισμικού, που πρέπει να διαθέτει κάποιο βαθμό αυτονομίας (Russel & Norvig, 2009).



**Σχήμα 12** Βασικός Πράκτορας σύμφωνα με τους Russel και Norvig

Ο βασικός αυτός ορισμός δίνει μια περιγραφή ενός ανθρώπου, ενός ρομπότ, ενός προγράμματος υπολογιστή ή ακόμα και έναν απλό αισθητήρα. Ένα απλό παράδειγμα είναι ο αισθητήρας. Σε ένα σύστημα θερμοστάτη, ένας πράκτορας άνευ ευφυΐας έχει ενσωματωθεί σε ένα φυσικό περιβάλλον και παράγει εξόδους του τύπου «ανοιχτή - κλειστή βαλβίδα». Ένα σαφώς πολυπλοκότερο σύστημα αυτοματισμού, πρώτα θα προβεί στην ανάλυση των δεδομένων που θα δεχθεί ο θερμοστάτης για τη θερμοκρασία του, ύστερα θα δει το βαθμό συμμετοχής τους στα ασαφή σύνολα του όρου «θερμοκρασία» και κατόπιν θα προβεί στη λήψη αποφάσεων για το αν θα ανοίξει ή όχι η βαλβίδα, σύμφωνα με την ασαφή λογική. Επίσης, λαμβάνει υπόψιν την αβεβαιότητα που ενδεχομένως υπάρχει αναφορικά με την ακρίβεια των μετρήσεων. Οι “δαίμονες του τυπογραφείου” του λογισμικού, ενόσω επιτηρούν το περιβάλλον ενός λογισμικού, παρεμβαίνουν στη λειτουργία του, επιφέροντας μεταβολές, όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο. Τους ‘δαίμονες’ αυτούς μπορούμε να τους θεωρήσουμε ως πράκτορες επίσης.

Εν κατακλείδι, ένας πράκτορας, μέσω φυσικών αισθητήρων ή αισθητήρων λογισμικού, αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του και λειτουργεί ώστε να το μεταβάλλει σε συμφωνία με τους στόχους, βάσει των οποίων σχεδιάστηκε.

### 3.3.7.1 Ορισμοί Πρακτόρων

Πέραν του ορισμού που δόθηκε προηγουμένως, σύμφωνα με τους Russel και Norvig, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ορισμών ο οποίος, από διαφορετική οπτική γωνία ο καθένας, προσπαθεί να καλύψουν τον τομέα των πρακτόρων.

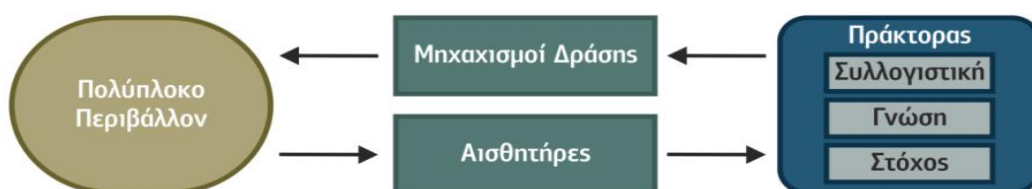
Ο ορισμός που δίνει η Pattie Maes, του Media Lab στο MIT είναι ο κάτωθι: «Οι πράκτορες είναι υπολογιστικά συστήματα που δρουν σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον, αντιλαμβάνονται και δρουν αυτόνομα σε αυτό. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουν ένα σύνολο από στόχους και εκτελούν καθήκοντα για τα οποία έχουν σχεδιαστεί.» Αναφέρεται δηλαδή επιπρόσθετα το εξής σημείο: οι πράκτορες επιβάλλεται να διαθέτουν αυτονομία δράσης, ώστε να «συνειδητοποιούν ένα σύνολο στόχων». Εδώ δίνεται έμφαση, πέραν της αυτονομίας και της ύπαρξης στόχων, στην πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος και στο γεγονός ότι είναι πιθανώς δυναμικό.



**Σχήμα 13** Βασικός Πράκτορας κατά Pattie Maes

Ένας ορισμός που δίνει έμφαση στη συλλογιστική είναι το μοντέλο Hayes-Roth (1995). Ο ορισμός αυτός αναφέρει τα εξής: «Οι ευφυείς πράκτορες συνεχώς εκτελούν τρεις λειτουργίες:

1. αντιλαμβάνονται τις δυναμικές συνθήκες του περιβάλλοντος,
2. δρουν στο περιβάλλον, ώστε να το αλλάξουν, και
3. συλλογίζονται, ώστε να ερμηνεύσουν αυτά που αντιλαμβάνονται, να λύσουν προβλήματα, να εξάγουν συμπεράσματα, για να καθορίσουν τη δράση τους.»

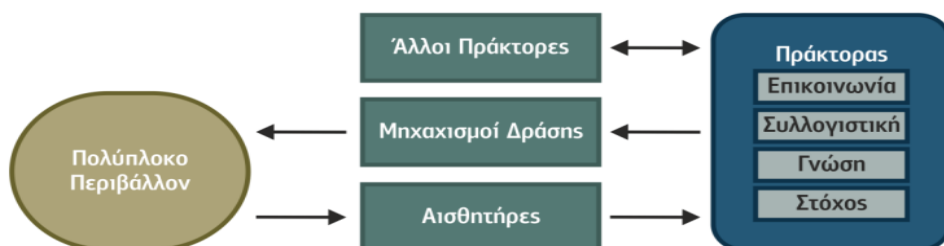


**Σχήμα 14** Βασικός Πράκτορας κατά Hayes-Roth



Το 1994 κατασκευάστηκε από τον Michael Coen, στο MIT AI Lab, ένα περιβάλλον ανάπτυξης για πράκτορα λογισμικού, ο SodaBot. Εδώ δίνεται έμφαση στη διαδραστικότητα (interactivity). Ο ορισμός κατά τον Coen είναι ο ακόλουθος:

«Οι λογισμικοί πράκτορες είναι προγράμματα που διενεργούν διάλογο, διαπραγματεύονται και συντονίζουν τη ροή πληροφοριών.»



Σχήμα 15 Βασικός Πράκτορας κατά Coen

### 3.3.7.2 Κοινά Χαρακτηριστικά Πρακτόρων

Οι ευφυείς πράκτορες, ως αυτόνομες οντότητες γενικότερα, κάνουν έλεγχο των καταστάσεων και των συμπεριφορών τους, χωρίς να κατευθύνονται από εξωγενείς παράγοντες σε κάθε βήμα. Πέραν όμως της αυτονομίας, διαθέτουν και άλλα χαρακτηριστικά. Συγκεντρωτικά είναι τα ακόλουθα:

- *Αυτονομία (autonomy)*. Οι πράκτορες ενεργούν αυτόνομα χωρίς να παρεμβαίνουν άμεσα άλλοι χρήστες ή πράκτορες. Έχουν πλήρη έλεγχο των πράξεων (αυτοέλεγχο) και της εσωτερικής τους κατάστασης.
- *Ορθολογικότητα (rationality)*: Υποθετικά, θεωρείται ότι ένας πράκτορας θα πράττει το σωστό. Αυτό σημαίνει ότι θα δρα με κατάλληλο τρόπο για να εκπληρώσει τους στόχους που του δόθηκαν και, εννοείται, όχι με τρόπο που δε θα επιτρέπει την επίτευξή τους.
- *Κοινωνικότητα (social ability)*: Υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στους πράκτορες και τους χρήστες για να επιτευχθούν οι στόχοι τους αλλά και με άλλους πράκτορες μέσω μίας κοινά κατανοητής γλώσσας. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων ώστε να πετύχουν τους ξεχωριστούς ανεξάρτητους στόχους τους αλλά και την επίτευξη ενός κοινού στόχου, ύστερα από συνέργεια μεταξύ τους.

Κάποια επιπρόσθετα χαρακτηριστικά, αναφορικά με το βαθμό νοημοσύνης που διαθέτουν, είναι τα κάτωθι :

1. *Αντιδραστικότητα (reactiveness)*: Ο τρόπος που αντιλαμβάνονται το περιβάλλον και ανταποκρίνονται σε ενδεχόμενες αλλαγές του, εντός καθορισμένων χρονικών ορίων.
2. *Γνώση (knowledge)*: Συγκεντρωμένη γνώση, σχετική με τη λειτουργία του περιβάλλοντός που λειτουργεί κάθε πράκτορας, η οποία αναπαρίσταται καταλλήλως, έτσι ώστε να υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων.
3. *Πεποιθήσεις (beliefs)*: Συνιστούν την άποψη (view) του πράκτορα για το περιβάλλον του μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, που μπορεί να είναι εσφαλμένη.
4. *Υποχρεώσεις (obligations)*: Η υποχρέωση του πράκτορα να υπακούει σε ένα σύνολο από κανόνες και να δρα σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, ώστε να επιτύχει το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε.
5. *Προνοητικότητα (pro-activeness)*: Οι πράκτορες έχουν την ικανότητα να συμπεριφερθούν κατάλληλα στις μεταβολές του περιβάλλοντός τους, όχι απλώς ανταποκρινόμενοι σε αυτές, οριοθετώντας επιμέρους στόχους (δηλαδή, αναλαμβάνοντας πρωτοβουλία).
6. *Επιθυμίες (desires)*: Η κρίση του πράκτορα για τις μελλοντικές καταστάσεις στο περιβάλλον του. Ένα παράδειγμα είναι αν μια μελλοντική κατάσταση είναι επιθυμητή ή όχι. Εδώ δε γίνεται εξέταση στο αν μία επιθυμία του πράκτορα είναι εφικτή ή έρχεται σε σύγκρουση με κάποια άλλη.
7. *Προσαρμοστικότητα (adaptivity)*: Προσαρμογή του πράκτορα στο περιβάλλον του (ικανότητα μάθησης).
8. *Προθέσεις (intentions)*: Είναι υποσύνολο των στόχων, τους οποίους ο πράκτορας προσπαθεί να επιτύχει τη δεδομένη περίοδο. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι δε γίνεται να υλοποιηθούν ταυτόχρονα όλοι οι στόχοι, γίνεται ιεράρχηση βάσει κριτηρίων και ύστερα επιλέγεται ένα υποσύνολό τους,.

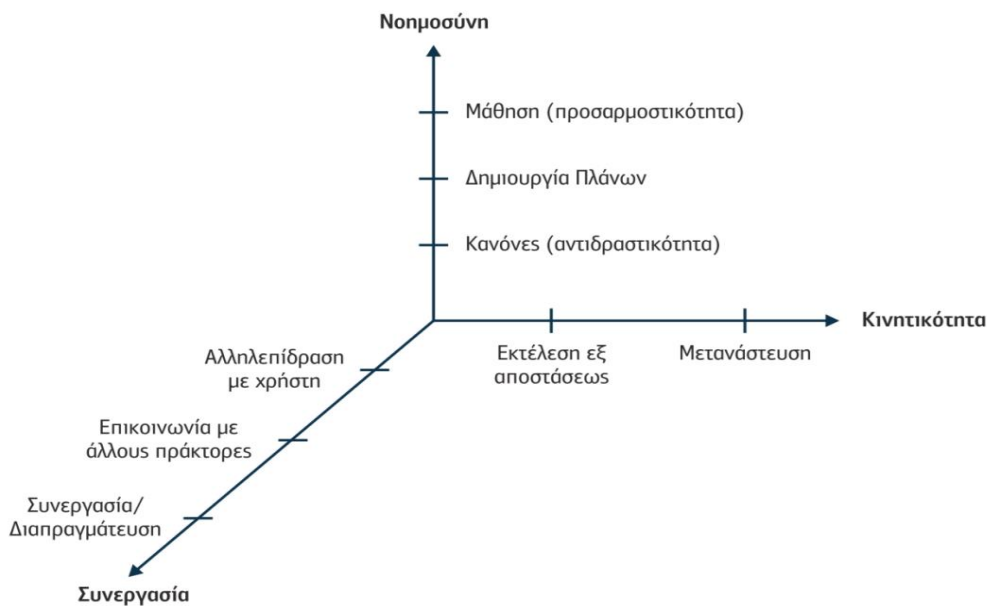
Πέραν όμως των προαναφερθέντων χαρακτηριστικών, υπάρχουν επιπλέον χαρακτηριστικά που απαντούν σε μια «ανθρωπόμορφη αρχιτεκτονική» λογισμικού. Η αρχιτεκτονική, για συγκεκριμένες κατηγορίες πρακτόρων, επιτρέπει α παρακάτω:

- *Κινητικότητα (mobility)*: Η ικανότητα ελεύθερης μετακίνησης ενός πράκτορα σε ένα φυσικό χώρο ή σε ένα δίκτυο.
- *Συνεργασία (cooperation)* μεταξύ πρακτόρων. Βασίζεται σε :
  1. *Φιλαλήθεια (veracity)*: Οι πράκτορες αδυνατούν να δώσουν επιτηδευμένα εσφαλμένες πληροφορίες.
  2. *Αγαθή προαίρεση (benevolence)*: Ο κάθε πράκτορας προσπαθεί να επιτύχει τους δικούς του στόχους, οι οποίοι δρουν αρμονικά με αυτούς των άλλων πρακτόρων του συστήματος.

Ταυτόχρονα, μπορεί να γίνει ομαδοποίηση των χαρακτηριστικών των πρακτόρων, βασισμένη σε 3 άξονες, όπως παρακάτω:

- χαρακτηριστικά αναφορικά με την κινητικότητα τους
- χαρακτηριστικά αναφορικά με το βαθμό νοημοσύνης τους
- χαρακτηριστικά αναφορικά με τη συνεργασία των πρακτόρων με τις οντότητες γύρω τους.

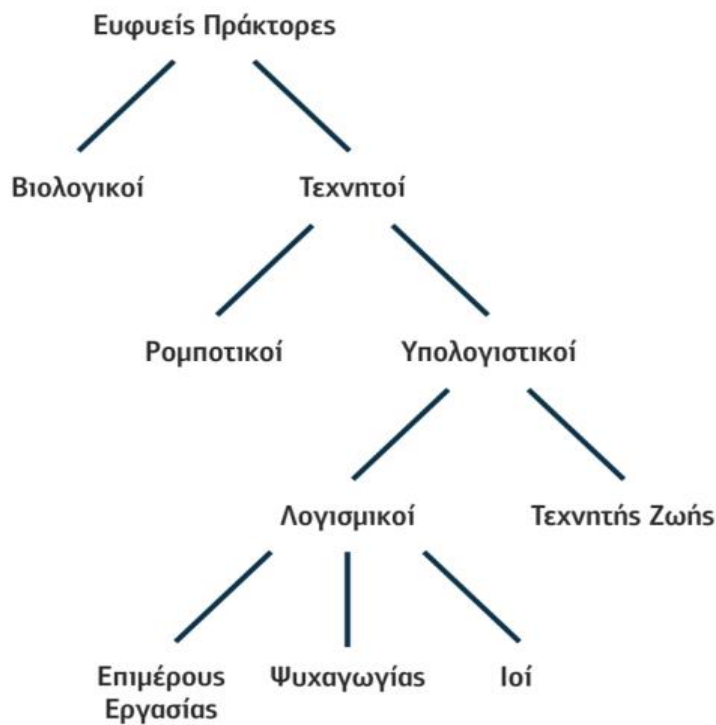
Σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα (Σχήμα 16) , ο άξονας «Κινητικότητα» αναφέρεται στα χαρακτηριστικά που διαθέτουν οι ρομποτικοί πράκτορες προκειμένου μετακινούνται ώστε να δράσουν επιτόπου αλλά και τα λογισμικά που ενεργούν από απόσταση. Ο άξονας που αναφέρεται στη «Νοημοσύνη» έχει σχέση με τα χαρακτηριστικά που επιπρόσθετα πρέπει να κατέχει ένας ευφυής πράκτορας. Αυτά είναι αναγκαία συνθήκη ώστε να διαθέτει την ικανότητα μάθησης, συλλογισμού και οργάνωσης των ενεργειών του, για να έχει «έξυπνες» αντιδράσεις σε όσα ερεθίσματα δέχεται. Τέλος, ο άξονας «Συνεργασία» αναφέρεται στα χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης ανάμεσα στον πράκτορα και το χρήστη, καθώς επίσης και της συνεργασίας με έτερους πράκτορες, εφόσον είναι τμήμα ενός πολυπρακτορικού συστήματος.



**Σχήμα 16** Άξονες χαρακτηριστικών ευφύων πρακτόρων

### 3.3.7.3 Κατηγορίες Ευφύων Πρακτόρων

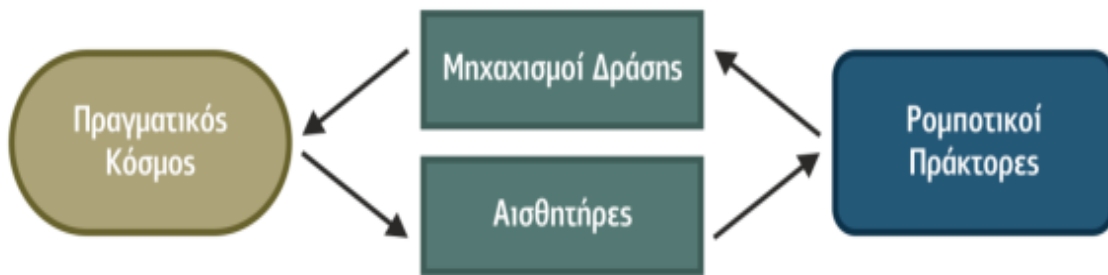
Η κατηγοριοποίηση των Ευφύων Πρακτόρων, με βάση τους τρεις άξονες των χαρακτηριστικών, έχει όπως το παρακάτω σχήμα (Σχήμα 17):



**Σχήμα 17** Ιεραρχική ταξινόμηση ευφύων πρακτόρων

Καταρχήν, οι ευφυείς πράκτορες διαχωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

- βιολογικοί πράκτορες (biological agents), οι οποίοι κάνουν χρήση των αισθήσεών τους ώστε να αντιληφθούν τον κόσμο που τους περιβάλλει, χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους για να καταλήξουν σε συμπεράσματα αναφορικά με αυτόν αλλά και μέρη του σώματός τους ώστε να εκτελέσουν τις προκύπτουσες ενέργειες βάσει της συλλογιστικής τους.
- τεχνητοί πράκτορες (artificial agents), οι οποίοι λειτουργούν παρόμοια και κατανέμονται σε:
  - ρομποτικούς πράκτορες (robotic agents ή robots), που δρουν στον πραγματικό κόσμο και διαθέτουν ως αισθητήρες - μηχανισμούς δράσης, μηχανικά ή ηλεκτρονικά μέρη.

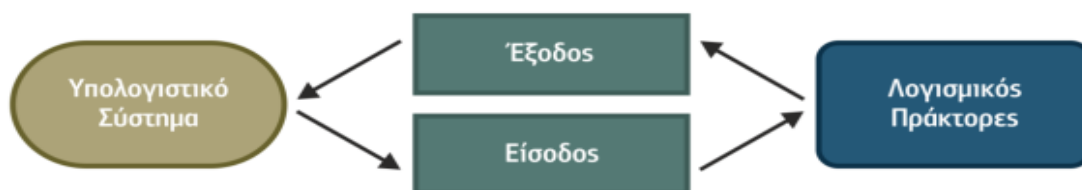


**Σχήμα 18** Τρόπος λειτουργίας ρομποτικού πράκτορα

ο υπολογιστικούς πράκτορες (computational agents), όπου σε αυτούς υπάγονται οι λογισμικοί πράκτορες (software agents). Αυτοί είναι προγράμματα όπου είναι σε συνεχή και αυτόνομη λειτουργία, εντός του πλαισίου ενός υπολογιστικού συστήματος. Ο πράκτορας δραστηριοποιείται έξυπνα και με ευελιξία, ανταποκρινόμενος στις μεταβολές του περιβάλλοντος, χωρίς να είναι αναγκαίο να παρεμβαίνει ο χρήστης. Οι λογισμικοί πράκτορες κατανέμονται σε:

- πράκτορες επιμέρους εργασιών (task-specific agents)
- πράκτορες ψυχαγωγίας (entertainment agents) και
- ιούς (viruses).

Επίσης, εδώ ανήκουν οι πράκτορες τεχνητής ζωής (artificial life agents). Αυτοί βασίζονται στο λογισμικό αλλά με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό είναι ότι λειτουργούν μέσα σε εικονικό περιβάλλον.



**Σχήμα 19** Λειτουργία λογισμικού πράκτορα

#### 3.3.7.4 Ορθολογικοί Πράκτορες

Οι ορθολογικοί πράκτορες (rational agents) στηρίζονται σε μία βάση γνώσης (knowledge base). Επί της οποίας λαμβάνουν αποφάσεις και δρουν σύμφωνα με μια διαδικασία λογικής απόδειξης. Χάρη σε αυτή τη βάση γνώσης συντηρούν την αντίληψη που έχουν για το περιβάλλον, με μορφή λογικών προτάσεων (logic formulae), εντός ενός συνόλου κανόνων συμπερασμού, ώστε να μπορούν να δράσουν. Οι δράσεις που πρόκειται να εκτελεστούν ανάγονται σε προβλήματα που αφορούν απόδειξη

μαθηματικής λογικής. Αρκετά συχνά γίνεται χρήση συμπερασματικών μηχανών, έτσι ώστε αυτές να επιτευχθούν.

Οι ορθολογικοί πράκτορες εκτελούν συνεχώς τις κάτωθι λειτουργίες:

- 1) αντιλαμβάνονται τις δυναμικές συνθήκες του περιβάλλοντος,
- 2) δρουν στο περιβάλλον, ώστε να το αλλάξουν και
- 3) συλλογίζονται, ώστε να καταλήξουν σε μια ερμηνεία αυτών που αντιλαμβάνονται, να επιλύσουν προβλήματα, να συμπεράνουν και να καθορίσουν τη δράση τους.

Κάνουν επίσης χρήση μεθόδων και τεχνικών που έχουν καθορισμένη και απλή σημασιολογία. Αυτό τους κάνει να είναι περισσότερο κατάλληλοι για στατικά περιβάλλοντα. Αντιθέτως, σε μεταβαλλόμενα (δυναμικά) περιβάλλοντα η εξαγωγή συμπερασμάτων καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη. Αυτό συμβαίνει λόγω του γεγονότος ότι απαιτείται να σχεδιαστούν εκ νέου οι δράσεις του πράκτορα και μέσα σε ιδιαίτερος στενά χρονικά πλαίσια. Συν τοις άλλοις, προκειμένου να δράσει εντός ενός δυναμικού περιβάλλοντος ένας ορθολογικός πράκτορας απαιτείται η ακριβής και, τουλάχιστον ικανοποιητική, συμβολική περιγραφή του πραγματικού κόσμου, κάτι που σε πρακτικό επίπεδο δεν είναι υλοποιήσιμο.

### 3.3.7.5 Σύγχρονες Θεωρήσεις Πρακτόρων

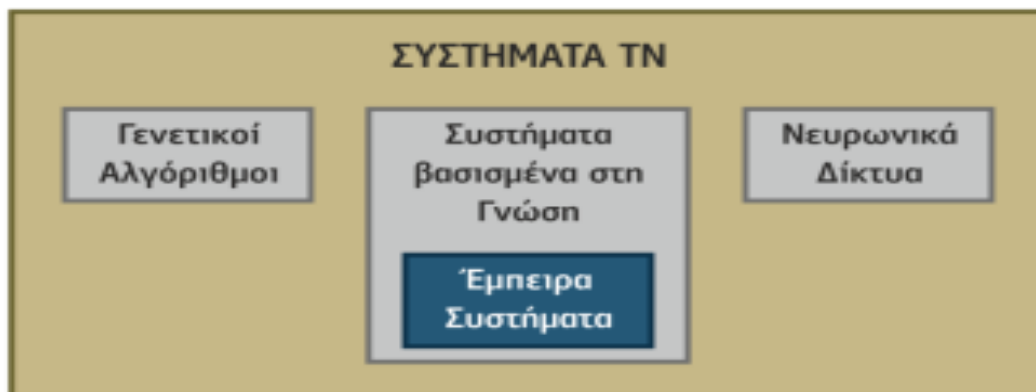
Είναι γεγονός πως είναι δύσκολο για τους ευφυείς πράκτορες να υπάρξει μία ενιαία θεώρηση. Βάσει των προαναφερθέντων, καταλήγουμε σε δύο σύγχρονες θεωρήσεις πρακτόρων, τη χαλαρή και την ισχυρή θεώρηση. Συγκεκριμένα:

Χαλαρή θεώρηση: η θεώρηση αυτή ανήκει περισσότερο στο χώρο των τεχνολογιών λογισμικού. Εδώ οι πράκτορες δεν χαρακτηρίζονται απαραίτητα ως “ευφυείς”. Η χρήση του όρου “πράκτορας” γίνεται για να υποδηλώσει αυτοπροσδιοριζόμενα υπολογιστικά συστήματα τα οποία εΐθισται να βασίζονται είτε στο υλικό (hardware) είτε στο λογισμικό (software).

Ισχυρή θεώρηση: η θεώρηση αυτή ανήκει κατά κόρον στην ΤΝ. Ένας “πράκτορας”, ξέχωρα από τις προαναφερθείσες ιδιότητες, περιγράφεται με έννοιες αναφερόμενες συνήθως σε ανθρώπους, (πρόθεση, πεποίθηση, επιθυμία και ικανότητα μάθησης).

### 3.3.8 Έμπειρα Συστήματα

Τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ) βασίζονται στη γνώση. Είναι κλάδος της ΤΝ που υπάγεται στα Συστήματα Βασισμένα στη Γνώση (ΣΒΓ) (Knowledge Based Systems - KBS). Η διαφοροποίηση μεταξύ τους είναι ότι τα ΕΣ εμπεριέχουν ειδική γνώση, εν αντιθέσει με τα ΣΒΓ που εμπεριέχουν γενική γνώση ενός συγκεκριμένου κόσμου.



**Σχήμα 20** Η θέση των Έμπειρων Συστημάτων στο χώρο της ΤΝ

Ένα ΕΣ, βάσει ορισμού, είναι ένα σύστημα που προσπαθεί να επιδείξει ικανότητες στη λήψη αποφάσεων αντιστοίχων με αυτές ενός ειδήμονα σε ένα γνωστικό αντικείμενο. Το ΕΣ είναι ένα διαλογικό μηχανογραφικό εργαλείο, το οποίο κάνοντας χρήση της συγκεντρωμένης γνώσης από τους ειδήμονες, που είναι σχεδιασμένο να λύνει δύσκολα προβλήματα λήψης αποφάσεων. Υπό αυτή την έννοια, ένα ΕΣ ενεργεί στο σύνολο των σημείων του με τρόπο αντίστοιχο κατά τον οποίο θα λειτουργούσε ένας ειδήμονας.

Τα ΕΣ σε σχέση με τα άλλα συστήματα του χώρου διαφοροποιούνται στα εξής:

- Γίνεται εξέταση προβλημάτων ρεαλιστικής περιπλοκότητας, όπου απαιτείται η αξιοποίηση σεβαστού αποθέματος ανθρώπινης εμπειρίας.
- Πρέπει να διακρίνονται από ταχύτητα και αξιοπιστία, για να καταστούν χρήσιμα ως εργαλεία.
- Πρέπει να έχουν την ικανότητα εκτέλεσης αξιολόγησης, επεξήγησης - δικαιολόγησης λύσεων και παροχής συμβουλών, ώστε να επιτύχουν να πείσουν το χρήστη.

Δύο είναι τα βασικά βήματα για να σχεδιαστεί ένα ΕΣ:

- I. Απόκτηση της απαραίτητης γνώσης αναφορικά με το προς επίλυση πρόβλημα

## II. Αναπαράσταση της γνώσης αυτής.

**Απόκτηση γνώσης** (knowledge acquisition) ορίζεται η εξειδικευμένη γνώση που πρέπει να αποκτηθεί σε σχέση με:

- τα γεγονότα που περιγράφουν τον κόσμο του προβλήματος
- τις «εμπειρικές γνώσεις» που συσσωρεύει ένας ειδικός κατά την πάροδο των ετών που ασχολείται με το πρόβλημα

**Ορίζεται** ως η μεταφορά και μετατροπή μίας εμπειρίας που αφορά τον τρόπο επίλυσης ενός συγκεκριμένου προβλήματος από την πηγή της γνώσης σε ένα πρόγραμμα (Buchanan et al, 1983). Περιλαμβάνει τις εξής τρεις ενέργειες:

1. Συγκέντρωση γνώσης
2. Αναπαράσταση γνώσης
3. Κωδικοποίηση γνώσης.

Η αποκτώμενη γνώση είναι δυνατόν να εμπεριέχει αβεβαιότητα ή/και ασάφεια,. Η διαχείρισή τους γίνεται με ειδικούς τρόπους.

### 3.3.8.1 Δομή ενός Έμπειρου Συστήματος Βασισμένου σε Κανόνες

Η δομή των Έμπειρων Συστημάτων Βασισμένων σε Κανόνες (Rule-Based Expert Systems-RBES) είναι βασισμένη στο μοντέλο συστήματος παραγωγής (production system model). Αυτό προτάθηκε τη δεκαετία του '70 από το Πανεπιστήμιο Carnegie-Mellon και συγκεκριμένα από τους Newell και Simon από το χώρο της TN.

Το μοντέλο αυτό στηρίχθηκε στην εξής ιδέα: οι άνθρωποι για να λύσουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν, εφαρμόζουν την κατεχόμενη γνώση τους στο συγκεκριμένο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν, κάνοντας χρήση πληροφοριών σχετικών με τα δεδομένα του προβλήματος αυτού. Κατόπιν, γίνεται αποθήκευση της γνώσης στη μνήμη μακράς διάρκειας (long-term memory). Αντίστοιχα, οι πληροφορίες αποθηκεύονται στη μνήμη μικρής διάρκειας (short-term memory). Το παρακάτω σχήμα, μας δίνει μια απεικόνιση της προαναφερθείσας διαδικασίας.





**Σχήμα 21** Μοντέλο Συστήματος Παραγωγής

Ένα ΕΣ έχει μια τυπική δομή όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχ. 22) και αναλύεται ως ακολούθως:

- ✓ Βάση Κανόνων (RuleBase) ή Βάση Γνώσης (KnowledgeBase) ή Παραγωγική Μνήμη (Productive Memory) στο ρόλο της μνήμης μακράς διάρκειας.
- ✓ Βάση Δεδομένων (DataBase) ή Μνήμη Εργασίας (Working Memory) στο ρόλο της μνήμης μικράς διάρκειας.
- ✓ Τμήμα Διεπαφής (Interface). Επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ χρήστη και ΕΣ.
- ✓ Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων (Inference Mechanism) ή Συμπερασματική Μηχανή (Inference Engine) στο ρόλο της Συλλογιστικής.

Επίσης υπάρχει ένα επιπλέον χαρακτηριστικό στοιχείο στη δομή. Αυτό είναι το Τμήμα Επεξηγήσεων (Explanations Facilities).



**Σχήμα 22** Τυπική Δομή Έμπειρου Συστήματος

Αναλυτικότερα, η δομή έχει ως εξής:

- **Βάση Κανόνων.** Ως σύνολο κανόνων παρουσιάζεται το πεδίο γνώσης που εμφανίζει χρησιμότητα ώστε να επιλυθεί το πρόβλημα. Κάθε κανόνας ορίζει μια σχέση ή οδηγία. Στην περίπτωση που στο μέρος “ΑΝ” ενός κανόνα πληρούνται οι υποθέσεις, τότε γίνεται τοποθέτηση του κανόνα αυτού από τη δομή ελέγχου στο σύνολο σύγκρουσης. Εφόσον στην επίλυση συγκρούσεων επιλεχθεί ο συγκεκριμένος κανόνας, τότε γίνεται ενεργοποίηση και εκτελείται το σύνολο των ενεργειών του μέρους “ΤΟΤΕ”.

- **Βάση Δεδομένων.** Περιλαμβάνει, σε κάθε στιγμιότυπο εκτέλεσης, ένα σύνολο γεγονότων που ισχύουν σε αυτό συγκεκριμένα. Η δομή ελέγχου, κατά τη σύγκριση των προτύπων που υλοποιεί στην αρχή κάθε κύκλου εκτέλεσης του ΕΣ, συγκρίνει τα γεγονότα με τις υποθέσεις του μέρους “ΑΝ” των κανόνων.

- **Συμπερασματική Μηχανή.** Πραγματοποιεί τη συλλογιστική κατά την οποία το ΕΣ καταλήγει σε μια λύση. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ώστε το σύστημα να δικαιολογήσει ή να εξάγει συμπεράσματα, σύμφωνα με έναν ειδήμονα, πάντα δεδομένων των συνθηκών. Ο ρόλος της είναι, συνεπικουρούμενη από τη δομή ελέγχου που διαθέτει, να ξέρει πότε και πώς να εφαρμόζει την, έως τώρα, αποθηκευμένη γνώση ώστε να συνδέσει τους κανόνες από τη Βάση Κανόνων με τα γεγονότα της Βάσης Δεδομένων. Εν συνεχεία, να εκτελεί κανόνες με ισχυρισμούς που έχουν ικανοποιηθεί, σύμφωνα με τις στρατηγικές και ευρετικές λειτουργίες που περιέχονται στους κανόνες ή δηλώνονται εξωτερικά προ της εκτέλεσης του ΕΣ.

- **Τμήμα Διεπαφής.** Είναι το μέσο επικοινωνίας ανάμεσα στους χρήστες που ψάχνουν μια λύση στο πρόβλημα και ενός ΕΣ.

- **Τμήμα Επεξηγήσεων.** Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ζητήσει από το ΕΣ να του παρουσιάσει, μέσω της διεπαφής, το τρόπο με τον οποίο κατέληξε σε ένα συγκεκριμένο συμπέρασμα και το λόγο που αναγκαστεί ένα συγκεκριμένο γεγονός. Πρέπει να είναι σε θέση να επεξηγήσει τον τρόπο σκέψης του, να δικαιολογήσει τις συμβουλές, την ανάλυση ή το συμπέρασμά του, στηριζόμενο στο ιστορικό που διατηρεί για την ενεργοποίηση των κανόνων.

### **3.3.8.2 Χαρακτηριστικά Έμπειρου Συστήματος**

Ένα ΕΣ, το οποίο λειτουργεί σε ένα στενό, εξειδικευμένο τομέα, έχει ως σημαντικότερο χαρακτηριστικό ότι η απόδοσή του είναι υψηλής ποιότητας. Εφόσον το σύστημα επιλύσει γρήγορα ένα πρόβλημα αλλά το αποτέλεσμα είναι λάθος και δε μείνει ικανοποιημένος ο χρήστης, τότε το ΕΣ είναι προβληματικό. Παρόλα αυτά, η ταχύτητα επίτευξης λύσης παίζει μεγάλο ρόλο. Αν μία απόφαση ή ένα αποτέλεσμα γενικότερα, όσο ακριβές και να είναι, αν βρεθεί καθυστερημένα ώστε να

εφαρμοστεί, παύει να είναι χρήσιμη. Αυτό είναι κάτι ο οποίο ισχύει στον επιχειρηματικό κόσμο και, πολλώ δε μάλλον, στις πολεμικές επιχειρήσεις.

Τα ΕΣ χρησιμοποιούν ευρετικούς μηχανισμούς (heuristics). Αυτό γίνεται με σκοπό να κατευθύνουν τη συλλογιστική που υλοποιούν αλλά και για να ελαττώσουν την περιοχή όπου γίνεται η αναζήτηση μιας λύσης. Επίσης διαθέτουν ένα μοναδικό χαρακτηριστικό. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ότι είναι ικανά να επεξηγούν τις αποφάσεις τους.

Ένα επίσης χαρακτηριστικό των ΕΣ είναι ότι χρησιμοποιούν συμβολική λογική κατά τη διάρκεια της επίλυσης ενός προβλήματος. Χρησιμοποιούν σύμβολα για την αντιπροσώπευση διαφορετικών τύπων γνώσης (γεγονότα, έννοιες και κανόνες), που είναι βασισμένη στη γνώση που έχει δοθεί από τον ειδικό του τομέα. Πρέπει όμως να λαμβάνουμε συνεχώς υπόψιν ότι στα ΕΣ τα λάθη είναι πιθανά. Δομούνται από τη γνώση των ειδικών. Ακόμα και ο ευφυέστερος ειδήμονας δεν παύει να είναι άνθρωπος και να κάνει λάθη. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις μπορούμε να βασιστούμε στις λύσεις που παρέχουν.

Στα ΕΣ, ο διαχωρισμός της γνώσης υλοποιείται από το στάδιο της επεξεργασία της (η επεξεργασία της Βάσης Γνώσης είναι διαχωρισμένη από τη Συμπερασματική Μηχανή). Κατά τη χρήση ενός κελύφους έμπειρου συστήματος (expert system shell), ένας μηχανικός γνώσης ή ένας εμπειρογνώμονας κάνει εισαγωγή των κανόνων στη βάση γνώσης. Κάθε επιπλέον κανόνας προσθέτει νέα γνώση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να κάνει το ΕΣ πιο έξυπνο, εν αντιθέσει με ένα συμβατικό πρόγραμμα, το οποίο είναι ένα προϊόν ανάμιξης γνώσης και δομής ελέγχου για την επεξεργασία αυτής της γνώσης. Η ανάμιξη αυτή προκαλεί δυσχέρειες αναφορικά με την κατανόηση και την αναθεώρηση του κώδικα του προγράμματος. Όποια αλλαγή γίνει στον κώδικα, δεν αφήνει ανεπηρέαστη ούτε τη γνώση ούτε και την επεξεργασία αυτής.

Η προαναφερθείσα διαφορά ανάμεσα σε ένα ΕΣ και σε ένα συμβατικό πρόγραμμα δεν αποτελεί τη μόνη διαφοροποίηση. Ένα συμβατικό πρόγραμμα συντελείται από την κωδικοποίηση των δεδομένων του και τον αλγόριθμό του. Ένα ΕΣ απαρτίζεται από το τμήμα μηχανικής της γνώσης και τη Συμπερασματική Μηχανή. Δηλαδή:

Πρόγραμμα = Δεδομένα + Αλγόριθμος

Έμπειρο Σύστημα = Γνώση + Συμπερασματική Μηχανή

Ακολούθως, διατυπώνονται οι σημαντικότερες διαφορές μεταξύ των δυο τύπων.

Διαφορές μεταξύ ΕΣ και συμβατικών προγραμμάτων	
Έμπειρα Συστήματα	Συμβατικά Προγράμματα
Προσομοίωση τρόπου επίλυσης προβλήματος	Προσομοίωση του ίδιου του προβλήματος
Γνώση σε επίπεδο συμβόλων	Δεδομένα σε επίπεδο υπολογισμών
Χρήση ευρετικών μεθόδων	Χρήση αλγορίθμων
Χειρισμός αβέβαιης και ασαφούς γνώσης	Δυσχέρεια στη χρήση μη-πλήρους γνώσης
Δυνατότητα μη μονοτονικής συλλογιστικής	Μη δυνατότητα χρήσης μη-μονοτονικής συλλογιστικής (δηλαδή συλλογιστική που αποτυπώνεται σε κανόνες με αναιρέσιμα συμπεράσματα)
Επεξήγηση δρόμου συλλογισμού	Ανυπαρξία αυτόματης επεξήγησης
Ευκολία στην κατανόηση και αναθεώρηση της αποτυπωμένης γνώσης	Δυσκολίες στην κατανόηση και την αναθεώρηση του κώδικα του προγράμματος

Σχήμα 23 Διαφορές ΕΣ – Συμβατικών προγραμμάτων

### 3.3.8.3 Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

Η ανάπτυξη ενός ΕΣ γίνεται από μια ομάδα ανθρώπων, όπως παρακάτω:

- ειδικός του τομέα ενδιαφέροντος
- μηχανικός γνώσης
- προγραμματιστής
- διαχειριστής του έργου
- τελικός χρήστης

Η συνεργασία μεταξύ τους αποτελεί σημαντικό συστατικό, ίσως το σημαντικότερο, για την επιτυχία ενός ΕΣ. Αναλυτικότερα, η ομάδα εκτελεί τα εξής:

- Ειδικός τομέα (domain expert). Το πιο σημαντικό πρόσωπο της ομάδας ανάπτυξης. Έχει γνώσεις και δεξιότητες ώστε να λύνει προβλήματα σε ένα συγκεκριμένο τομέα. Στον τομέα αυτό πρέπει να είναι ο πιο έμπειρος. Η εμπειρία του αυτή πρέπει να αποτυπωθεί και στο ΕΣ. Συναφώς, πρέπει να μπορεί να:

διαχέει τη γνώση του/της

είναι πρόθυμος/η να συμμετάσχει στην ομάδα ανάπτυξης

διαθέτει τον απαιτούμενο χρόνο για το σκοπό αυτό.

- Μηχανικός γνώσης (knowledge engineer). Είναι αρμόδιος/α για τον έλεγχο, την αναθεώρηση και την ενσωμάτωση του ΕΣ συστήματος στο χώρο εργασίας. Θα σχεδιάσει, κατασκευάσει και ελέγξει το ΕΣ. Έχει άμεση συνεργασία με τον ειδικό τομέα, ώστε να μάθει τη λύση του συγκεκριμένου προβλήματος. Αναγνωρίζει τη συλλογιστική που χρησιμοποιείται από τον ειδικό με σκοπό να διαχειριστεί τα γεγονότα και τους κανόνες. Επίσης, αποφασίζει πώς θα γίνει η

αναπαράστασή τους στο ΕΣ. Επιλέγει αν θα καταλήξει στην ανάπτυξη λογισμικού ή θα χρησιμοποιήσει ένα κέλυφος ΕΣ. Τέλος, ψάχνει τις κατάλληλες γλώσσες προγραμματισμού για να υλοποιήσει την κωδικοποίηση της γνώσης.



**Σχήμα 24** Συμμετέχοντες στην ανάπτυξη ενός ΕΣ

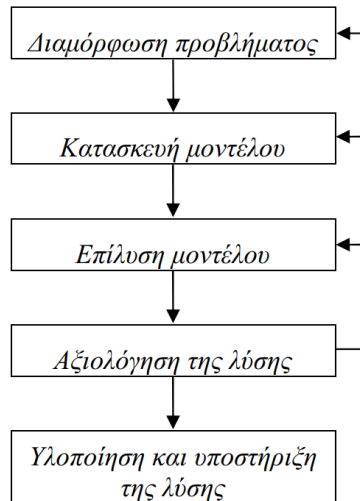
- Προγραμματιστής (programmer). Αρμοδιότητά του είναι ο προγραμματισμός του ΕΣ. Περιγράφει τις γνώσεις του τομέα με τρόπο κατανοητό από έναν υπολογιστή. Πρέπει ταυτόχρονα να έχει και δεξιότητες συμβολικού προγραμματισμού σε γλώσσες TN, όπως επίσης και ένα βαθμό εμπειρίας πάνω στη χρήση διαφορετικών τύπων από κελύφη ανάπτυξης ΕΣ.
- Διαχειριστής έργου (project manager). Ηγείται της ομάδας ανάπτυξης. Είναι ο καθ' ύλην αρμόδιος για την πορεία της εξέλιξης του έργου. Εξασφαλίζει ότι όλα τα παραδοτέα και τα ορόσημα επιτυγχάνονται και έχει μεγάλη αλληλεπίδραση με τους προαναφερθέντες (ειδικό τομέα, μηχανικό γνώσης και προγραμματιστή) αλλά και με τον τελικό χρήστη.
- Τελικός χρήστης (end user) (ή απλά χρήστης). Είναι αυτός που χρησιμοποιεί το ΕΣ. Πρέπει να είναι σίγουρος για την απόδοση του συστήματος αλλά και να αισθάνεται σιγουριά και ασφάλεια με τη χρήση του. Συναφώς, ο σχεδιασμός της διεπαφής χρήστη - ΕΣ είναι καίριος για την επιτυχία του έργου. Σε αυτό το σημείο, η συνεισφορά του τελικού χρήστη δύναται να αποδεχθεί καθοριστική.

### 3.4 Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων

Η Πολυκριτήρια (ή Πολυκριτηριακή) Ανάλυση αποτελεί ένα εξελιγμένο πεδίο Επιχειρησιακής Έρευνας που αναπτύχθηκε τα τελευταία τριάντα χρόνια, γνωρίζοντας μια τεράστια άνθηση σε πρακτικό και θεωρητικό επίπεδο. Είναι μία μέθοδος - εργαλείο λήψης αποφάσεων, βάσει πολλών κριτηρίων, διαφορετικής βαρύτητας το καθένα. Στηρίζεται σε τρία ή τέσσερα στάδια, με εμπειρογνώμονες, ώστε να εκμεταλλευτεί την άρρητη γνώση. Τα στάδια της πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι:

- καθορισμός/οριοθέτηση προβλήματος
- καθορισμός κριτηρίων επιλογής
- καθορισμός εναλλακτικών λύσεων/σεναρίων
- καθορισμός βαρύτητας κριτηρίων
- βαθμολόγηση εναλλακτικών λύσεων/σεναρίων
- κατασκευή πολυκριτήριας μήτρας
- ανάλυση ευαισθησίας της λύσης
- προσδιορισμός της σύγκρουσης των κριτηρίων
- επιλογή σεναρίου

Η επίλυση πολύπλοκων ιδιαιτέρως σημαντικών προβλημάτων, όσον αφορά τη λήψη αποφάσεων, δεν είναι εφικτό να υλοποιείται μέσω μιας μονόπλευρης και συνάμα μονοδιάστατης ανάλυσης. Σε μια μεγάλη γκάμα προβλημάτων, η λήψη απόφασης είναι μια απλή διαδικασία. Αυτή υλοποιείται μέσω της εμπειρίας, της διαίσθησης και της γνώσης αυτού που θα λάβει την τελική απόφαση. Αντίθετα, όσο πιο πολύπλοκο γίνεται ένα πρόβλημα, αυξάνοντας τις επιπτώσεις της οποιαδήποτε απόφασης, τόσο σημαντικότερη και εμπειριστατωμένη γίνεται η λήψη αποφάσεων.

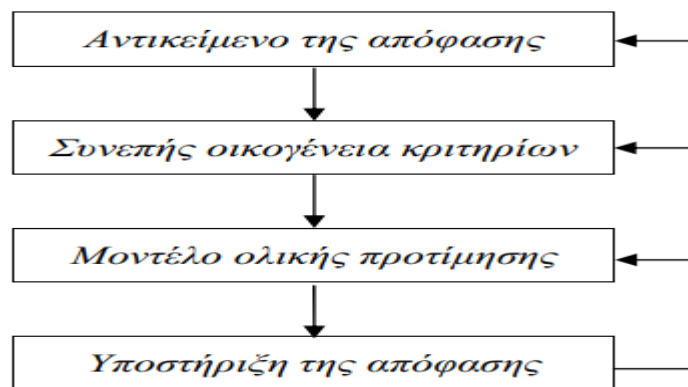


**Σχήμα 25** Παραδοσιακό μεθοδολογικό πλαίσιο Επιχειρησιακής Έρευνας

Η Πολυκριτήρια Ανάλυση έχει τους παρακάτω στόχους:

1. Ανάλυση της ανταγωνιστικής φύσης των κριτηρίων
2. Μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντος
3. Εντοπισμό ικανοποιητικών λύσεων

Το 1996, ο Roy πρότεινε ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο εντός των ορίων της Πολυκριτήριας Ανάλυσης. Το πλαίσιο αυτό αποτελείται από τέσσερα στάδια, μεταξύ των οποίων υπάρχει η δυνατότητα ανάδρασης, και παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:



**Σχήμα 26** Μεθοδολογικό πλαίσιο Πολυκριτήριας Ανάλυσης

### 3.4.1 Σχεσιακά Μοντέλα

Σχεσιακά Μοντέλα είναι τα παρακάτω:

1. Μέθοδοι οικογένειας Electre

2. Regime
3. Naiade
4. Evamix
5. Multipol
6. Promethee

### 3.4.1.1 Μέθοδοι οικογένειας Electre

Αναλυτικότερα, έχουμε τα εξής:

Μέθοδοι Electre. Είναι οι σημαντικότερες μέθοδοι υπεροχής. Υπάρχουν έξι τύποι μεθόδου Electre, τις οποίες θα δούμε συνοπτικά παρακάτω. Στη μέθοδο αυτή, μία δράση  $a$  κυριαρχεί έναντι μίας άλλης  $b$ . Αυτό συμβαίνει όταν η  $a$  έχει σε όλα τα κριτήρια τουλάχιστον καλύτερες αξιολογήσεις από τη  $b$ . Όταν η  $a$  έχει τουλάχιστον καλύτερες αξιολογήσεις από τη  $b$  στο μεγαλύτερο μέρος των κριτηρίων, τότε η δράση  $a$  υπερέχει της  $b$ . Αντίθετα, στα λίγα σε αριθμό κριτήρια στα οποία η  $b$  είναι καλύτερη, είναι πολύ μικρές. Οι διαφοροποιήσεις που υπάρχουν μεταξύ των μεθόδων ELECTRE αφορούν την προβληματική στην οποία ανταποκρίνονται, καθώς επίσης και στον τύπο κριτηρίων που χρησιμοποιούν (αν αυτά είναι πραγματικά ή είναι ψευδοκριτήρια).

Οι μέθοδοι Electre είναι οι εξής:

- Electre I. Ασχολείται με την προβληματική της επιλογής με πραγματικά κριτήρια. Απαιτείται να υπάρχουν δεδομένα 3 τύπων:
  - Συντελεστές σημαντικότητας (βάρη) των κριτηρίων  $p_1, p_2, \dots, p_n$ . Αφορά θετικά βάρη των κριτηρίων, χωρίς συγκεκριμένη φυσική σημασία. Εκφράζουν τη σχετική σημαντικότητα των κριτηρίων και κανονικοποιούνται από τη σχέση:  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ .
  - Κατώφλι συμφωνίας  $s$ : Είναι καθαρός αριθμός που καθορίζεται από τον αναλυτή του προβλήματος. Κυμαίνεται από 0,5 έως 1, δηλαδή  $s \in (0,5, 1]$
  - Κατώφλια veto  $v_1, v_2, \dots, v_n$ : Πρόκειται για  $n$  αριθμούς, όσα είναι δηλαδή τα κριτήρια. Ο στόχος τους είναι να ελέγχουν τις μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις τιμές των δράσεων. Για ένα ζεύγος δράσεων  $(a, b)$  η σχέση της υπεροχής ορίζεται ως ακολούθως:  $aSb \Leftrightarrow (a, b)$  ικανοποιεί τις συνθήκες συμφωνίας - διαφωνίας.

Η μέθοδος έχει τα εξής χαρακτηριστικά:



➤ Δε διαθέτει την απαραίτητη θεωρητική βάση χαρακτηρισμού της. Δεν μπορεί να προσδιοριστεί επαρκώς υπό ποιες συνθήκες το μοντέλο απόφασης ενός ατόμου είναι ELECTRE I.

➤ Τα κατώφλια veto δεν είναι εφικτό να προσδιοριστούν κατά τις περιπτώσεις κριτηρίων διάταξης, να είναι δηλαδή ποιοτικές οι κλίμακες. Για το λόγο αυτό γίνεται χρήση των συνόλων διαφωνίας, δηλαδή ζεύγη τιμών της κλίμακας.

➤ Τα κατώφλια veto επίσης δημιουργούν προβλήματα σε αναλυτές χωρίς εξοικείωση. Ο αναλυτής πρέπει να παρουσιάσει ζεύγη εικονικών δράσεων, στα οποία ζεύγη η πρώτη δράση υπερισχύει της δεύτερης συνολικά, σε όλα τα κριτήρια πλην του ενός στο οποίο αναζητείται το κατώφλι veto.

➤ Το κατώφλι συμφωνίας  $s$  πρέπει να ορίζεται κατόπιν του υπολογισμού της μήτρας συμφωνίας  $C(a, b)$ . Αυτό γίνεται για να επιτρέψει το θετικό έλεγχο συμφωνίας σε έναν ικανό αριθμό από ζεύγη δράσεων και να παίρνει την υψηλότερη δυνατή τιμή κοντά στη μονάδα.

• Electre II. Ομοιάζει σε μεγάλο βαθμό με την προηγούμενη μέθοδο, την ELECTRE I. Προσεγγίζει τα προβλήματα κατάταξης δράσεων με πραγματικά κριτήρια. Η κατάταξη προκύπτει μέσω εκμετάλλευσης του γραφήματος υπεροχής, κάνοντας χρήση ενός ειδικού αλγορίθμου. Η περιγραφή της μεθόδου έχει ως εξής:

Προτείνονται δύο σχέσεις υπεροχής

➤ Ισχυρή υπεροχή S1: Υψηλό κατώφλι συμφωνίας  $s_1$

Χαμηλά (αυστηρά) κατώφλια βέτο:  $v_j, j = 1, 2, \dots, n$

➤ Ασθενής υπεροχή S2: Χαμηλό κατώφλι συμφωνίας  $s_2 < s_1$

Υψηλά (χαλαρά) κατώφλια βέτο:  $v_j \geq v_j$

Αλγόριθμος κατάταξης ELECTRE II

Ακολουθούνται τα κάτωθι τέσσερα βήματα που αφορούν την κατάταξη του συνόλου A:

1. Απαλοιφή κυκλωμάτων
2. Πλήρης κατάταξη Z1 (κατερχόμενη)
3. Πλήρης κατάταξη Z2 (ανερχόμενη)
4. Καθορισμός μερικής κατάταξης Z

- Electre IS. Γίνεται χρήση ψευδοκριτηρίων αντί για πραγματικά κριτήρια, που χρησιμοποιούνται στην Electre I, ενώ η προβληματική παραμένει ως επιλογή. Ο στόχος της είναι διπλός:

- a) Η αύξηση επίδρασης του κατωφλίου veto για περιπτώσεις που η συμφωνία αδυνατίζει

- b) Ύπαρξη πιθανών κατωφλιών αδιαφορίας και προτίμησης σε κάποια στοιχεία της συνεπούς συνάρτησης F

Έχει αντίστοιχη δομή με την Electre I, πλην των ελέγχων συμφωνίας και διαφωνίας, οι οποίοι μεταβάλλονται.

Ένα ψευδοκριτήριο διαθέτει ένα κατώφλι αδιαφορίας. Αυτό αποτελεί τη μεγαλύτερη δυνατή διαφορά τιμών μεταξύ δύο δράσεων ώστε ο αποφασίζων να δηλώσει αδιάφορος. Διαθέτει και ένα κατώφλι προτίμησης  $p$ , την ελάχιστη διαφορά τιμών μεταξύ δύο δράσεων πέρα από την οποία ο αποφασίζων δηλώνει προτίμηση υπέρ της καλύτερης.

- Electre III. Αυτή η μέθοδος δανείζεται εργαλεία από τα ασαφή σύνολα. Αναπτύχθηκε για την προβληματική κατάταξης με χρήση ψευδοκριτηρίων.

#### Αλγόριθμος κατάταξης ELECTRE III

Ο αλγόριθμος κατάταξης της μεθόδου είναι ένας ανεξάρτητος μηχανισμός όπου γίνεται κατάταξη των δράσεων που συγκρίθηκαν ανά δύο, μέσα από μια ασαφή σχέση τύπου  $d(a,b)$ . Η εκμετάλλευση της σαφούς υπεροχής της παραπάνω σχέσης υλοποιείται σε δύο φάσεις.

- Electre IV. Η μέθοδος αυτή προτείνεται σε περιπτώσεις κατά τις οποίες οι αναλυτές δεν έχουν τη δυνατότητα, για διάφορους λόγους, να προσδιορίσουν τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων για τις μεθόδους ELECTRE. Ενδείκνυται για να κατασκευάσουμε ένα σύνολο σχέσεων υπεροχής, όπου η μία σχέση υπεροχής είναι υποσύνολο της επομένης.

- Electre TRI. Εδώ γίνεται χρήση ψευδοκριτηρίων. Η μέθοδος αυτή ανταποκρίνεται στην προβληματική της ταξινόμησης των δράσεων σε κατηγορίες, όπου αυτές είναι προτιμησιακά διατεταγμένες. Το σύνολο των κατηγοριών C μπορεί να αναπαρασταθεί ως  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_h, \dots, C_k\}$ .

Οι διαδικασίες (κανόνες) ELECTRE TRI για την ένταξη των δράσεων του συνόλου A σε κατηγορίες είναι δύο, η απαισιόδοξη και η αισιόδοξη.

Η μέθοδος έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Καθορισμός των προτύπων. Τα πρότυπα αυτά είναι διαχωριστικές γραμμές μεταξύ των διαδοχικών κατηγοριών. Ο καθορισμός προτύπων είναι το βασικότερο πρόβλημα εφαρμογής της μεθόδου.
- Διαφοροποίηση των ταξινομήσεων μεταξύ αισιόδοξης - απαισιόδοξης διαδικασίας. Είναι σημαντικό ο αναλυτής να υλοποιήσει μια ανάλυση που να αφορά την ευστάθεια του αποτελέσματος, μεταβάλλοντας στην ELECTRE III τις τιμές των παραμέτρων, με σκοπό να οδηγηθεί σε μια ταξινόμηση των δράσεων, η οποία θα είναι πειστική.

### 3.4.1.2 Μέθοδος Regime

Η μέθοδος υπεροχής Regime επεξεργάζεται ποιοτικά δεδομένα. Είναι μια μέθοδος αξιολόγησης πολιτικών και δεδομένων. Έχει ως βασικό πλεονέκτημα ότι είναι σε θέση να επεξεργάζεται τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά δεδομένα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα οποία εμφανίζονται στις εκτιμήσεις των εναλλακτικών δράσεων όπως επίσης και στα βάρη των κριτηρίων.

### 3.4.1.3 Μέθοδος Naiade

Η μέθοδος Naiade είναι μια μέθοδος κατάλληλη για τη ελέτη Χωρικών προβλημάτων. Τα προβλήματα αυτά ενσωματώνουν τα κάτωθι:

- Υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας
- Απαιτήσεις για πολυδιάστατη προσέγγιση
- Ενσωμάτωση απόψεων Ομάδων συμμετεχόντων, με είτε αποκλίνουσα είτε συγκλίνουσα συμφέροντα
- Υψηλό βαθμό αβεβαιότητας.

Στη μέθοδο αυτή, υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας απόψεων – κρίσεων των συμμετεχόντων σε σχέση με τις εξεταζόμενες εναλλακτικές λύσεις, καθώς επίσης και αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων, βάσει κριτηρίων αξιολόγησης (Πολυκριτήρια Ανάλυση).

Τα αποτελέσματα που εξάγονται από τη Naiade είναι:

- α) Ιεράρχηση των εναλλακτικών, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης
- β) Για κάθε πιθανή συμμαχία γίνεται ιεράρχηση των εναλλακτικών λύσεων – σεναρίων από τους συμμετέχοντες

- c) Δημιουργία δενδρογράμματος με τις ενδεχόμενες συγκρούσεις και συμμαχίες ανάμεσα στις ομάδες των συμμετεχόντων.

#### 3.4.1.4 Μέθοδος EVAMIX

Η μέθοδος αυτή προτάθηκε από τον Voogd το 1982. Η Evamix αποτελεί μια γενίκευση της ανάλυσης συμφωνίας στην περίπτωση όπου είναι ανακατεμένες οι πληροφορίες που αφορούν την αποτίμηση των εναλλακτικών και των κριτηρίων. Στις περιπτώσεις αυτές όλα τα ζευγάρια εναλλακτικών συγκρίνονται σε ζεύγη. Αυτό γίνεται για να προσδιοριστούν οι δείκτες συμφωνίας - ασυμφωνίας. Η διαφορά που υφίσταται με την κοινή ανάλυση συμφωνίας είναι ότι εδώ κατασκευάζονται διαφορετικοί δείκτες για τα ποσοτικά και τα ποιοτικά κριτήρια. Η τελική κατάταξη των εναλλακτικών είναι απότοκο του συνδυασμού των δεικτών συμφωνίας - ασυμφωνίας για τα ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια.

Η μέθοδος EVAMIX βασίζεται πάνω σε σημαντικές υποθέσεις. Αυτές είναι: α) Προσδιορισμός διαφόρων συναρτήσεων  $f$ ,  $g$ ,  $h$  και  $k$ . β) Προσδιορισμός των βαρών για τα σύνολα  $O$  και  $C$ . γ) Η προσθετική σχέση του συνολικού δείκτη κυριαρχίας.

#### 3.4.1.5 Μέθοδοι οικογένειας PROMETHEE

Οι μέθοδοι της οικογένειας αυτής στηρίζονται στις διμερείς συγκρίσεις των δράσεων. Δεν ακολουθούν τη λογική των μη αντισταθμιστικών μεθόδων, όπως γίνεται στη μέθοδο ELECTRE. Στις μεθόδους PROMETHEE, όπως συμβαίνει και στις ELECTRE, τα κριτήρια σταθμίστηκαν από τον αποφασίζοντα. Η στάθμιση αυτή γίνεται μέσω συντελεστών βαρύτητας  $w_1, w_2, \dots, w_n$  τα οποία αθροίζουν στη μονάδα. ( $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ). Η μέθοδος PROMETHEE χρησιμοποιεί την έννοια του γενικευμένου κριτηρίου για να μοντελοποιήσει την αξία που ενδεχομένως να αποδίδει ένας αποφασίζων στο εύρος της διαφοράς  $g_j(a) - g_j(b)$  στο κριτήριο  $g_j$  για ένα ζεύγος δράσεων  $(a, b)$ .

Η PROMETHEE αποτελείται από 5 κατηγορίες – τύπους, τις PROMETHEE I, II, III, IV και V.

- PROMETHEE I

Ο αλγόριθμος προτείνει να δημιουργηθεί μία μερική κατάταξη  $Z$  των δράσεων σε τρία (3) στάδια:

1. Πλήρης κατάταξη των δράσεων ( $Z1$ ) ως προς τις τιμές των εξερχομένων ροών  $\varphi^+$ :  
 $aZ1b \Leftrightarrow \varphi^+(a) \geq \varphi^+(b)$
2. Πλήρης κατάταξη των δράσεων ( $Z2$ ) ως προς τις τιμές των εισερχόμενων ροών  $\varphi^-$ :  
 $aZ2b \Leftrightarrow \varphi^-(a) \leq \varphi^-(b)$ \*

3.  $Z = Z1 \cap Z2$ , δηλαδή  $aZb \Leftrightarrow aZ1b$  και  $aZ2b$

Σε αντίθετη περίπτωση οι δράσεις θεωρούνται ασύγκριτες.

- PROMETHEE II

Ο αλγόριθμος καταλήγει σε πλήρη κατάταξη των δράσεων σύμφωνα με τις τιμές του δείκτη καθαρών ροών:  $\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$

$$aZb \Leftrightarrow \phi(a) \geq \phi(b)$$

- PROMETHEE III, IV, V

Η PROMETHEE III δεν καταλήγει σε μία μερική προδιάταξη των δράσεων. Καταλήγει σε μία διάταξη διαστημάτων. Αντίθετα, η PROMETHEE IV, στην περίπτωση που το σύνολο A δεν είναι πεπερασμένο, γενικεύει την PROMETHEE II. Στην PROMETHEE V γίνεται αναζήτηση της επιλογής ενός συνόλου δράσεων από το σύνολο A υπό το καθεστώς πρόσθετων περιορισμών.

### 3.4.2 Συναρτησιακά μοντέλα

Ένα συναρτησιακό μοντέλο χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μίας συνάρτησης αξίας ή αξιών, της οποίας ο ρόλος είναι η σύνθεση των πολλαπλών κριτηρίων  $g_1, g_2, \dots, g_n$  σε ένα μοναδικό κριτήριο. Για αυτό η μοντελοποίηση της ολικής προτίμησης του αποφασίζοντος ονομάζεται και μέθοδος του ολικού κριτηρίου.

Η συνάρτηση αξίας είναι μια πραγματική συνάρτηση. Αυτή ορίζεται στο καρτεσιανό γινόμενο των κριτηρίων και εκφράζει την ολική αξία μίας δράσης  $a \in A$  όπως παρακάτω:

$$u: X_{i=1}^n [g_i^*, g_i^*] \rightarrow \mathfrak{R}$$

$$g(a) \rightarrow u[g(a)]$$

όπου  $g_i^*$  και  $g_i^*$  η χειρότερη και η καλύτερη τιμή του κριτηρίου  $g_i$  αντίστοιχα και  $u[g(a)]$  ένας πραγματικός αριθμός που ονομάζεται ολική αξία της δράσης  $a$ .

Συναρτησιακά μοντέλα είναι τα παρακάτω:

- Γραμμική συνάρτηση αξίας (linear value function): Το δημοφιλέστερο αλλά και πιο συζητημένο μοντέλο σύνθεσης κριτηρίων. Η αξία μιας δράσης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$u[g(a)] = \sum_{i=1}^n p_i g_i(a) = p_1 g_1(a) + p_2 g_2(a) + \dots + p_n g_n(a)$$

$p_1, p_2, \dots, p_n$  θετικοί πραγματικοί αριθμοί που εκφράζουν τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων. Η μέθοδος αυτή είναι επίσης γνωστή ως μέθοδος σταθμισμένου μέσου.

- Προσθετική συνάρτηση αξίας: Χαρακτηρίζεται από διαφορετικές συνθήκες από εκείνες που χαρακτηρίζουν το γραμμικό μοντέλο. Ορίζεται από τις σχέσεις:

$$u(g) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i)$$

$$u_i(g_i^*) = 0, u_i(g_i^*) = 1, 0 \leq u_i(g_i) \leq 1 \quad \forall i$$

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

όπου  $u_i(g_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  είναι μη φθίνουσες περιθώριες συναρτήσεις αξίας, κανονικοποιημένες μεταξύ 0 και 1,  $g_i^*$  και  $g_i^*$  το χειρότερο και το καλύτερο επίπεδο της κλίμακας του κριτηρίου  $g_i$  και  $p_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  οι συντελεστές βαρύτητας των περιθωρίων συναρτήσεων με άθροισμα τη μονάδα.

### 3.4.3 Αναλυτικά μοντέλα

Η μέθοδος αυτή, εν αντιθέσει με τις περισσότερες μεθόδους πολυκριτήριας ανάλυσης, οι οποίες είναι της λογικής ότι κριτήρια καθορίζουν την απόφαση, αποδέχεται πως η απόφαση και τα κριτήρια μπορούν να επεξεργαστούν προοδευτικά, αλληλοδομούμενα μέσα στο χρόνο.

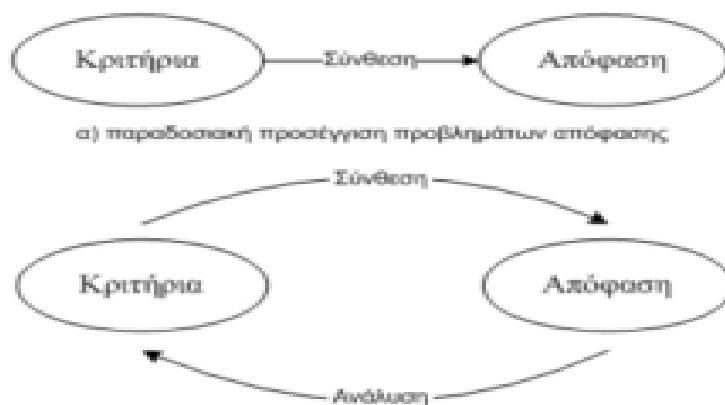
Η μέθοδος αυτή εστιάζει στο να συσχετίσει τα πραγματικά δεδομένα απόφασης και του μοντέλου απόφασης, με σκοπό να επιτύχει τη βέλτιστη συμβατότητα ανάμεσα στο μοντέλο και στον αποφασίζοντα. Το αποτέλεσμα μιας απόφασης μπορεί είτε να παρατηρηθεί είτε να εξωτερικευτεί από τον αποφασίζοντα μέσα από διαλογικές διαδικασίες.

Μεθοδολογίες Αναλυτικών Μοντέλων είναι οι κάτωθι:

- Μέθοδος UTA (UTility Additives): Θεωρείται ζα από τις πιο γνωστές πολυκριτήριες μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων. Θέτει τις βάσεις της σύγχρονης Αναλυτικής - Συνθετικής προσέγγισης. Σκοπεύει στο να αναπτύξει μια ή περισσότερες προσθετικές συναρτήσεις αξιών δεδομένου ενός συνόλου εναλλακτικών οι οποίες έχουν μια δοσμένη προ διάταξη από τον αποφασίζοντα.

- Μέθοδος UTASTAR: Είναι μια βελτιωμένη έκδοση της UTA.

- Παραλλαγές και μετα-UTA τεχνικές (UTA II -UTADIS): Έχουν αναπτυχθεί πολλές παραλλαγές οι οποίες βασίστηκαν στη μέθοδο UTA. Σε ορισμένες από αυτές η συνάρτηση ολικής αξίας του αποφασίζοντα παρουσιάζει διαφορετική μορφή, εν αντιθέσει με άλλες όπου διαφοροποιούνται τα κριτήρια βελτιστοποίησης που δομούν το πρόβλημα.



**Σχήμα 27** Σύγκριση παραδοσιακής – αναλυτικής προσέγγισης

### 3.4.4 Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (ΑΙΔ - ΑΗΡ)

Η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (ΑΙΔ) (Saaty, 1980, 1990) είναι πολυκριτήρια προσέγγιση που κάνει χρήση διαδικασιών διμερούς σύγκρισης με σκοπό την ανάπτυξη μιας ιεραρχίας προτίμησης μεταξύ των εναλλακτικών. Η εφαρμογή της έχει ως εξής: Αρχικά διασπάται το πρόβλημα σε επιμέρους τμήματα ή μεταβλητές. Κατόπιν, γίνεται ιεραρχική ταξινόμηση των μεταβλητών, κατά την οποία δίνουμε αριθμητικές τιμές στις εκτιμήσεις της σχετικής σημαντικότητας έκαστης μεταβλητής σε σχέση με τις άλλες. Προκειμένου να γίνει προτεραιοποίηση των μεταβλητών και ποια θα έχει μεγαλύτερη επιρροή στο αποτέλεσμα, γίνεται σύνθεση των εκτιμήσεων. Συνοπτικά, μια ΑΙΔ αποτελείται από τα τρία κάτωθι στάδια:

1. Διάσπαση του αρχικού προβλήματος: Κατασκευή ιεραρχίας και καθορισμός των βασικών στοιχείων του προβλήματος.
2. Καθορισμός σχετικών εκτιμήσεων προς σύγκριση: Κατασκευάζεται ένας πίνακας, χάρις στον οποίο πραγματοποιούνται οι διμερείς συγκρίσεις της σχετικής σημαντικότητας των στοιχείων του δευτέρου επιπέδου, σε σχέση με το στόχο του προβλήματος στο πρώτο επίπεδο. Οι αποφασίζοντες κάνουν απευθείας τις εκτιμήσεις.
3. Σύνθεση των προτεραιοτήτων: Πολλαπλασιάζονται οι τοπικές προτεραιότητες με την προτεραιότητα του κριτηρίου του προηγούμενου επιπέδου και προσθέτονται για κάθε στοιχείο (κριτήριο) του επιπέδου. Τα στοιχεία του δευτέρου επιπέδου πολλαπλασιάζονται με τη μονάδα. Έτσι δημιουργείται η προτεραιότητα του στοιχείου. Η προτεραιότητα αυτή θα χρησιμοποιηθεί για να καθοριστούν οι προτεραιότητες των στοιχείων στα επόμενα επίπεδα, φθάνοντας στο τέλος να υπολογιστούν οι προτεραιότητες των εναλλακτικών.

Είναι σημαντικό να τονιστεί πως κάνοντας χρήση της διμερούς σύγκρισης, υπάρχει μεγάλη περίπτωση να παρατηρηθούν φαινόμενα ασυνέπειας, προκαλώντας αναξιοπιστία στα αποτελέσματα.

Προκειμένου να αποφευχθεί αυτό, η ΑΙΔ έχει ενσωματώσει το «βαθμό ασυνέπειας». Ο βαθμός ασυνέπειας είναι ένας δείκτης ο οποίος ερμηνεύει το βαθμό συνέπειας των εκτιμήσεων του αποφασίζοντος. Η μέτρησή του πραγματοποιείται για κάθε πίνακα για όλη την ιεράρχηση. Η ασυνέπεια γενικά είναι αναμενόμενη στις εκτιμήσεις. Ο εντοπισμός της οδηγεί στον επαναπροσδιορισμό κάποιων εκτιμήσεων, εφόσον αυτός ο βαθμός ξεπεράσει κάποιο συγκεκριμένο κατώφλι.

Ένταση Σημαντικότητας	Ορισμός	Εξήγηση
1	Ίση σημαντικότητα	Τα δύο στοιχεία συνεισφέρουν το ίδιο στον στόχο.
3	Μέτρια σημαντικότητα	Ελαφρά υπεροχή του ενός στοιχείου σε σχέση με ένα άλλο.
5	Ισχυρή σημαντικότητα	Ισχυρή υπεροχή του ενός στοιχείου σε σχέση με ένα άλλο.
7	Πολύ ισχυρή σημαντικότητα	
9	Εξαιρετική σημαντικότητα	Εξαιρετική υπεροχή του ενός στοιχείου σε σχέση με ένα άλλο.
Οι αντίστροφες τιμές των παραπάνω	Αν το στοιχείο $i$ έχει μια εκ των παραπάνω μη μηδενικών τιμών όταν συγκρίνεται με το στοιχείο $j$ , τότε το $j$ έχει την αντίστροφη τιμή όταν συγκρίνεται με το $i$ .	
2, 4, 6, 8	Για περισσότερο ακριβή εκτίμηση	

### Σχήμα 28 Κλίμακα σχετικής προτίμησης στη μέθοδο ΑΙΔ 3.4.5 Μέθοδος TOPSIS

Η TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) χειρίζεται ένα πολυκριτήριο πρόβλημα με  $m$  αριθμό εναλλακτικών. Οι εναλλακτικές αυτές αξιολογούνται σε  $n$  κριτήρια ως ένα γεωμετρικό σύστημα με  $m$  σημεία σε ένα  $n$ -διάστατο χώρο. Η ιδέα της TOPSIS είναι ότι η εναλλακτική που θα επιλεγεί θα πρέπει να έχει τη μικρότερη απόσταση από τη βέλτιστη ιδεατή λύση, όπως επίσης και τη μεγαλύτερη απόσταση από τη χειρίστη ιδεατή λύση αντίστοιχα.

Ως ιδεατή λύση ορίζουμε τη συλλογή των ιδεατών αποδόσεων σε όλα τα θεωρούμενα κριτήρια. Είναι ανέφικτη και μη πραγματοποιήσιμη. Συναφώς, η χειρίστη ιδεατή λύση υλοποιείται από τη σύνθεση όλων των χειρότερων τιμών (σε όλα τα κριτήρια).

Ορίζεται ένας δείκτης, ομοιότητα ή σχετική εγγύτητα ως προς τη βέλτιστη ιδεατή λύση. Εδώ συνδυάζεται κατά πόσον μια λύση πλησιάζει τη βέλτιστη ιδεατή και επίσης κατά πόσον απομακρύνεται από την αντίστοιχη χειρίστη. Ακολούθως, προτείνεται η εναλλακτική με τη μέγιστη τιμή ομοιότητας σε σχέση με τη βέλτιστη ιδεατή λύση. Η TOPSIS θεωρεί ότι κάθε κριτήριο

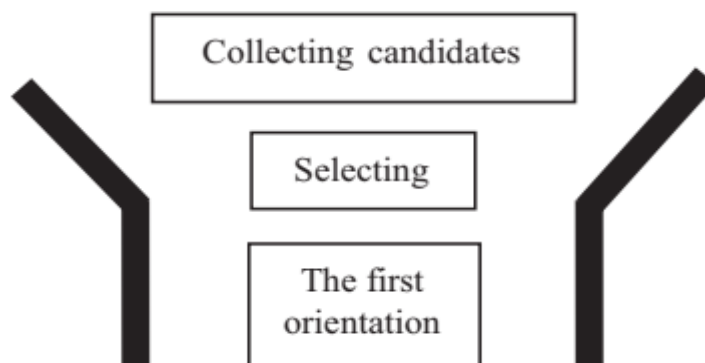


χαρακτηρίζεται από αύξουσα ή φθίνουσα μονοτονία χρησιμότητας. Σύμφωνα με αυτό, μια υψηλότερη τιμή προτιμάται σε ένα κριτήριο οφέλους. Αντιθέτως, μια χαμηλότερη τιμή προτιμάται για κριτήρια κόστους.

### 3.5 Εφαρμογή των Ευφυών Συστημάτων στη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού

Κλείνοντας τη σύντομη αναδρομή στα Ευφυή Συστήματα (ΕΣ), περνώντας μέσα από τους “διαδρόμους” των αυτών των εφαρμογών και μεθόδων, είδαμε με έμμεσο τρόπο ότι τα ΕΣ έχουν πλέον τεράστιο πεδίο εφαρμογής στη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού. Στο κεφάλαιο αυτό δε θα αναλύσουμε όλες τις δυνατότητες των ΕΣ στη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού, αλλά κάποιες εφαρμογές που απαντούν σε μεγάλο βαθμό και στις αναζητήσεις της, εν προκειμένω, μελέτη περίπτωσης μας.

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι η λειτουργία αυτή είναι από τους πιο σημαντικούς και δυναμικούς παράγοντες στην εξασφάλιση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος σε μια επιχείρηση/οργανισμό αλλά και στη παραγωγή. Είναι αναπόφευκτο η οργάνωση να βρει τη χρυσή τομή ανάμεσα στη σχεδίαση και την αξιοποίηση των ικανοτήτων του προσωπικού. Ο πιο προσδόκιμος τρόπος είναι με την πλήρη, ει δυνατόν, εκμετάλλευση της σύγχρονης τεχνολογίας και των ΕΣ ειδικότερα. Τα ΕΣ έρχονται να καλύψουν την ανάγκη αυτή. Ένα σημαντικό πεδίο δράσης τους είναι η διαδικασία προσλήψεων συνεργατών μέσα από μια τεράστια δεξαμενή προσωπικού. Μια διαδικασία που με τον παραδοσιακό τρόπο θα κρατούσε εβδομάδες, αν όχι μήνες, ξοδεύοντας πολλές ανθρωπόωρες. Πλέον, η χρήση των ΕΣ, επιταχύνει τη διαδικασία, μας βοηθάει στο απασχολήσουμε λιγότερο προσωπικό μας στη διαδικασία αυτή και , σε μεγάλο βαθμό, βοηθάει να αποφύγουμε τα λάθη και να μειώσουμε τις αστοχίες στην επιλογή του καταλληλότερου.



**Σχήμα 29** Τυπική αναπράσταση διαδικασίας επιλογής προσωπικού

Ένα άλλο πεδίο εφαρμογής των ΕΣ, παρόμοια με την προηγούμενη, είναι η διαχείριση ταλέντων (Talent Management). Αυτό περιλαμβάνει την πρόσληψη, τη διατήρηση, την ανάπτυξη, την

επιβράβευση και την ικανότητα να κάνουμε το προσωπικό να αποδίδει ως τμήμα του συνολικού στρατηγικού σχεδιασμού. Μια στρατηγική διαχείρισης ταλέντων θα πρέπει να συνδέεται με την επιχειρηματική στρατηγική αλλά και με το τοπικό πλαίσιο για να λειτουργεί καταλληλότερα (Tyskbo, 2019). Το ταλέντο γενικότερα, είναι κάτι μοναδικό και ίσως μοναδιαίο. Αυτό κάνει τη διαδικασία αναγνώρισης και επιλογής, είτε από το υπάρχον προσωπικό είτε από το υποψήφιο για πρόσληψη προσωπικό, αρκετά πολύπλοκη διαδικασία. Μια διαδικασία κατά την οποία πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας πολλές παραμέτρους και μεταβλητές, αριθμητικές και λεκτικές μεταβλητές ταυτόχρονα, με σκοπό να καταλήξουμε στις καλύτερες δυνατές επιλογές και από εκεί στη μέγιστη δυνατή, με τις λιγότερες όμως αστοχίες.

Όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, και ίσως από τα πιο καίρια ζητήματα που απασχολούν μια επιχείρηση, είναι η ορθή επάνδρωση - στελέχωση των θέσεων που ανακύπτουν από το υπάρχον προσωπικό αλλά και, ίσως από τα πιο τις πιο σημαντικές προκλήσεις, η ανάθεση εργασιών (tasks) που προκύπτουν στο καταλληλότερο διαθέσιμο στέλεχος, μη χάνοντας χρόνο σε μια διαδικασία αντίστοιχη με τις δύο προηγούμενες, την πρόσληψη και τη διαχείριση ταλέντων. Οι χρόνοι εδώ πρέπει να είναι μικροί καθώς ο καθημερινός ανταγωνισμός είναι τεράστιος. Για να το επιτύχει αυτό ένας οργανισμός πρέπει να διαθέτει Βάσεις Δεδομένων με το προσωπικό του, τα ταλέντα του και τις ικανότητές του γενικότερα. Να διαθέτει και να είναι έτοιμα τα αντίστοιχα προγράμματα – μέθοδοι, ώστε με τη σωστή και κατάλληλη οριοθέτηση των μεταβλητών να γίνεται άμεσα η όλη διαδικασία.

### **3.6 Συμπεράσματα**

Βλέπουμε, εν κατακλείδι, πόσο σημαντική είναι πλέον η χρήση των ΕΣ στη Διοίκηση και Διαχείριση του Ανθρωπίνου Δυναμικού. Αποτελεί έναν ζωτικής σημασίας παράγοντα, όχι μόνο για την επιβίωση ενός οργανισμού, αλλά και για την περαιτέρω ανάπτυξή του. Όντας μια επιχείρηση ένας ζωντανός οργανισμός, που για να επιβιώσει “τρέφεται”, και έχει μια ατέρμονη ανάγκη συνεχώς να μεγαλώνει, έτσι και τα ΕΣ, προσομοιάζοντας πολλές από τις ανθρώπινες λειτουργίες, ικανοποιούν τις ανάγκες αυτές. Κινούμενοι πλέον σε μια παγκοσμιοποιημένη κοινωνία και οικονομία, με τεράστιες ευκαιρίες και απειλές ταυτόχρονα, η χρήση τους γίνεται όχι μόνο αναγκαστική αλλά επιτακτική. Είναι προφανές λοιπόν, ότι μέρα με τη μέρα, η επιτυχία της Διοίκησης Ανθρωπίνου Δυναμικού αποκτά όλο και μεγαλύτερο ειδικό βάρος σε μια επιχείρηση, αποτελώντας ίσως το βασικότερο ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα. Η χρήση και η πλήρης ένταξη των ΕΣ στα σπλάχνα της λειτουργίας αυτής είναι ένα σημαντικό εφόδιο για τη διατήρηση του πλεονεκτήματος αυτού. Ότι απλά επιβιώνει και δεν εξελίσσεται, είναι καταδικασμένο να χαθεί.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΝΟΠΛΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ**

### **4.1 Εισαγωγή**

Οι ΕΕΔ κάθε μέρα καλούνται να αντιμετωπίσουν μεγάλο αριθμό προκλήσεων και δοκιμασιών. Εκτός της κύρια αποστολής τους, που οποία είναι η δημιουργία αισθήματος ασφάλειας προς τους Έλληνες πολίτες, η προάσπιση της εδαφικής ακεραιότητας και η εθνική ανεξαρτησία της χώρας απέναντι σε κάθε επιβουλέα, η ηγεσία των ΕΕΔ σε όλα τα κλιμάκιά της καλείται να φέρει εις πέρας πλήθος μικρότερων και ενδιάμεσων αποστολών και εργασιών. Το σύνολο αυτών των εργασιών απαρτίζεται γενικά από καθημερινές εργασίες – τρεχούσης φύσεως, εκπαίδευση, θέματα διοικητικής μέριμνας (logistics) και διοίκησης προσωπικού. Όπως γίνεται αντιληπτό, πολλές από τις εργασίες αυτές για να εκτελεστούν καταναλώνουν πάρα πολύ χρόνο και επίσης είναι επαναλαμβανόμενες. Το γεγονός αυτό, της συχνής επανάληψής τους, και η εκ νέου διεξαγωγή των διαδικασιών υλοποίησης αυτών είναι ένας επιπλέον παράγοντας που συμβάλει στην σπατάλη χρόνου. Συν τοις άλλοις, πέρα από τα τετριμμένα, εμφανίζονται συνεχώς νέα θέματα προς επίλυση, τα οποία χρήζουν προσοχής αλλά και λεπτομερούς σχεδιασμού για την κατάλληλη επιλογή του προσωπικού που θα τα χειριστεί.

Γενικότερα, η δομή και οι λειτουργίες των ΕΕΔ, αλλά και των όλων των ένοπλων δυνάμεων παγκοσμίως, δε διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό από τις αντίστοιχες των επιχειρήσεων. Είναι δεδομένο ότι οι ΕΕΔ μπορούν να αντιγράψουν εφαρμογές και μεθόδους που χρησιμοποιούνται επιτυχώς στον ιδιωτικό τομέα, με μια αντίστοιχη προσαρμογή σε αυτές. Ομοίως, κάτι τέτοιο μπορεί να γίνει αλλά και γίνεται και αντίστροφα. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, αντιλαμβανόμαστε ότι η σημαντικότητα της χρήσης και εφαρμογής των Ευφυών Συστημάτων είναι επιτακτική.

### **4.2 Σκοπός και Βασικοί Στόχοι Διαχείρισης του Ανθρώπινου Δυναμικού στις ΕΕΔ**

Οι στόχοι της διαχείρισης του ανθρώπινου δυναμικού στις ΕΕΔ δεν μπορεί να διαφέρουν από τους αντίστοιχους στόχους που θέτουν και οι επιχειρήσεις, εξίσου σε ιδιωτικό και δημόσιο τομέα. Είναι παρόμοιοι στόχοι, οι οποίοι σε κάποιο βαθμό διαφοροποιούνται λόγω της διαφορετικής αποστολής των ΕΕΔ, με βασικό στοιχείο ότι δεν αποσκοπούν στο κέρδος. Πριν δούμε τους στόχους αυτούς, θα πρέπει να δώσουμε κάποιους βασικούς ορισμούς, που θα μας βοηθήσουν στην ευκολότερη αντιμετώπιση του θέματός μας.

Αρχικά πρέπει να ορίσουμε τι σημαίνει Διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού. Ένας γενικός ορισμός είναι ο κάτωθι:

Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού (ΔΑΔ) είναι η λειτουργία μιας επιχείρησης ή οργανισμού όπου ασχολείται με προσέλκυση, εκπαίδευση, αξιολόγηση και ανταμοιβή του ανθρώπινου δυναμικού. Λαμβάνει πάντα κατά νου τις εργασιακές σχέσεις, την υγεία, την ασφάλεια και τη δικαιοσύνη, με βασική θεώρηση ότι ο άνθρωπος είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για να επιτευχθούν οι στόχοι που τίθενται.

Άλλοι ορισμοί που έχουν δοθεί είναι οι παρακάτω:

- ΔΑΔ από τη μία είναι ένας τύπος οργανωμένης χρήσης του ανθρώπινου δυναμικού, αλλά ταυτόχρονα είναι και οι ενέργειες που αποσκοπούν στο να θέσουν την εταιρεία ικανή να πετύχει τους στόχους της (Patrick M. Wright, 1998)

- ΔΑΔ καλείται η διαχείριση του συνόλου των εργαζομένων εντός μιας εταιρίας - οργανισμού με σκοπό την επίτευξη των στόχων της (Mondy, R. Wayne, 2011).

- ΔΑΔ ορίζεται ως η διαδικασία μέσω της οποίας οι μάνατζερ σχεδιάζουν τη λειτουργία του ανθρώπινου δυναμικού έτσι ώστε αυτή να υποστηρίζει τους στρατηγικούς στόχους της εταιρίας. (Yongmei Liu et al, 2007)

- ΔΑΔ είναι η διοικητική λειτουργία της επιχείρησης που σχεδιάζει και εφαρμόζει όλες τις δραστηριότητες που αφορούν τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού μιας επιχείρησης, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη σημασία του ανθρώπινου παράγοντα ως το κύριο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για την επίτευξη των στόχων της επιχείρησης (Παπαλεξανδρή & Μπουραντάς, 2003)

- Η διοίκηση πόρων περιλαμβάνει τη διοίκηση των δραστηριοτήτων του ανθρώπου, καθώς ταυτόχρονα αναζητούνται τρόποι ώστε να αυξηθούν οι επιχειρησιακές επιδόσεις (Ευστάθιος Δ. Δημητριάδης, 2006)

Συνοψίζοντας, καταλήγουμε στο ότι ΔΑΔ καλείται η σωστή εκπαίδευση και καθοδήγηση του ανθρώπινου δυναμικού σε όλο το φάσμα των λειτουργιών που εμπεριέχει αυτή (στελέχωση, αμοιβές, υγιεινή, ασφάλεια και εργασιακές σχέσεις), (Mondy, R. Wayne, 2011), με σκοπό να επιτευχθούν οι στόχοι της επιχείρησης - οργανισμού.

Ως στόχοι που θέτει η ΔΑΔ, μέσα από την σύνοψη των ανωτέρω ορισμών μπορούν να τεθούν οι εξής:

Βελτίωση απόδοσης και ανταγωνιστικότητας

Βελτίωση ποιότητας του αποτελέσματος της παραγωγικής διαδικασίας

Επίβλεψη της τήρησης των νομικών και εργασιακών σχέσεων

Δημιουργία αισθήματος αφοσίωσης

Ικανοποίηση οργανωσιακών στόχων της επιχείρησης

Βελτίωση της ποιότητας ζωής στον εργασιακό χώρο

Συμμόρφωση με τη νομοθεσία

Δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος

Ευελιξία του εργατικού δυναμικού

Ξεκινώντας από την αποστολή, όπως προαναφέρθηκε, των ΕΕΔ και συνεχίζοντας στις καθημερινές προκλήσεις που καλούνται αυτές να αντιμετωπίσουν, αντιλαμβανόμαστε ότι ο σκοπός και οι στόχοι της ΔΑΔ διαφέρουν ελάχιστα έως και καθόλου. Πάντα στόχος είναι η μέγιστη απόδοση και η ανταγωνιστικότητα, δημιουργώντας ένα αίσθημα ασφάλειας αλλά και αποτροπής. Εξασφάλιση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, μέσα από τη συνεχή εκπαίδευση και διατήρηση υψηλού φρονήματος, το οποίο σε συνδυασμό με το αίσθημα αφοσίωσης αφοσίωσης, δομείται σε στέρεες βάσεις. Επίβλεψη τήρηση νομικών και εργασιακών σχέσεων σε συνδυασμό με την τήρηση, μέσα από τη συνεχή επίβλεψη αυτών από την εκάστοτε ηγεσία, το οποίο δημιουργεί ένα αίσθημα ασφάλειας και εργασιακής ηρεμίας. Βελτίωση της ποιότητας ζωής εντός του εργασιακού χώρου, το οποίο δημιουργεί και ένα αίσθημα ασφάλειας γενικότερα, καθώς επίσης και ένα αίσθημα δημιουργίας. Όλα αυτά καταλήγουν στη βελτίωση της ποιότητας του αποτελέσματος της όλης της παραγωγικής διαδικασίας και την ικανοποίηση των οργανωσιακών στόχων και όλων των στόχων γενικότερα, δημιουργώντας νέες προσδοκίες και θέτοντας νέους ψηλότερους και δυνατότερους στόχους, με εν τέλει σκοπό, την συνεχή αύξηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος των ΕΕΔ και του αισθήματος ασφάλειας και αποτροπής.

#### **4.3 Λειτουργίες της Διαχείρισης Ανθρώπινου Δυναμικού**

Η ΔΑΔ, ασχολείται με όλα τα επιμέρους θέματα αναφορικά με τη διαχείριση των ανθρώπινων πόρων της επιχείρησης. Ο σκοπός της είναι αρχικά να μπορέσει να προβεί στην πρόσληψη και ύστερα στη διατήρηση στο δυναμικό της των εργαζομένων που κατέχουν τις επιθυμητές ικανότητες. Είναι σημαντικό να αναδειχτεί, μέσα από τις λειτουργίες της, η σημαντικότητα του ανθρώπινου παράγοντα, μέσω της εφαρμογής μιας σειράς από ενέργειες και αποτελεσματικές πρακτικές (Dessler,2009). Συνοψίζοντας τα ανωτέρω, οι λειτουργίες της ΔΑΔ είναι οι κάτωθι:

1) Στρατηγικός Προγραμματισμός Ανθρώπινων Πόρων: Καλείται η διαδικασία στην οποία ένας οργανισμός προσδιορίζει, αποκτά και αξιοποιεί το απαιτούμενο προσωπικό, το οποίο ακολούθως, θα καταφέρει να επιτύχει ένα συγκεκριμένο και σαφώς ορισμένο επίπεδο παραγωγής ή υπηρεσίας.

2) Ανάλυση θέσεων: Καλείται η διαδικασία όπου γίνεται η συγκέντρωση και η καταγραφή των δραστηριοτήτων που υλοποιεί ο κάτοχος της θέσης, οι απαιτήσεις τεχνικών - περιβαλλοντικών δεδομένων αλλά και συνολικά τα προσόντα, οι γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις, τις οποίες θα πρέπει να έχει ο κάτοχος για να επιτελέσει επιτυχώς την εργασία του. Η διαδικασία μπορεί να περιγραφεί ως μια συστηματική διενέργεια συλλογής πληροφοριών.

3) Προσέλκυση και Επιλογή υποψηφίων: Η λειτουργία αυτή χωρίζεται σε δύο στάδια

- Προσέλκυση του προσωπικού: Στόχος είναι η επάνδρωση της επιχείρησης με το καταλληλότερο προσωπικό για συγκεκριμένες θέσεις, έτσι ώστε να επιτύχει η επιχείρηση τους στόχους της κατά το μέγιστο.

- Επιλογή των υποψηφίων: Σύνθετη διαδικασία που απαρτίζεται από επιμέρους ενέργειες, οι οποίες ασχολούνται έχουν ως αντικείμενο να αναλυθούν τα προσόντα και να αξιολογηθούν οι υποψήφιοι.

4) Ανάπτυξη και Εκπαίδευση προσωπικού:

- Εκπαίδευση: Αναγκαία για την επίλυση μιας μεγάλης ποικιλίας οργανωτικών προβλημάτων. Βοηθάει στη βελτίωση της ατομικής - συλλογικής απόδοσης, αύξηση της παραγωγικότητας, βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου έργου, μείωση σπατάλης και καθυστερήσεων γενικότερα, σωστή χρήση του εξοπλισμού, αύξηση ζήλου και ανύψωση του ηθικού των υπαλλήλων.

- Ανάπτυξη: Παροχή ευκαιριών στα άτομα τα οποία επιλέχθηκαν για διοικητικά και εποπτικά καθήκοντα. Σκοπός είναι να διευρυνθεί η προσωπικότητά τους, να προσαρμοστούν τα άτομα αυτά στην νέα θέση τους και να τονιστούν οι ηγετικές ικανότητές τους.

5) Αμοιβές εργαζομένων: Άμεσα και έμμεσα οικονομικά οφέλη που αποδίδονται στον εργαζόμενο, έναντι της της συνεισφοράς, των ικανοτήτων και συνολικά για την αξία της συμμετοχής του στην επιχείρηση.

- Άμεσες οικονομικές παροχές: Μισθοί - ημερομίσθια - βραβεία

- Έμμεσες οικονομικές παροχές: Τα οφέλη που αποκτά το στέλεχος του οργανισμού από την εργασία του. Τα οφέλη αυτά δεν έχουν άμεση εξάρτηση με την απόδοσή του (πληρωμές για άδειες, διακοπές, ασφάλειες ζωής).

6) Αξιολόγηση Απόδοσης: Η συστηματική εκτίμηση του εργαζόμενου όσον αφορά την εργασία του και των δυνατοτήτων του για εξέλιξη (Κανελλόπουλος, 2002). Εναλλακτικά, ορίζεται ως η διαδικασία εκτίμησης του εργαζομένου, έτσι ώστε να καθοριστεί ο βαθμός σύμφωνα με τον οποίο αυτός ολοκληρώνει τη δουλειά του αποδοτικά (Παπαλεξανδρή, Μπουραντάς, 2003).

7) Εργασιακές σχέσεις: Οι σχέσεις εργοδοτών και εργαζομένων που δημιουργούνται εντός του συστήματος της μισθωτής εργασίας.

8) Κίνητρα – Υποκίνηση:

- Κίνητρο: Μια εξωτερική ώθηση, η οποία όταν γίνει κτήμα από το λήπτη μετατρέπεται σε εσωτερική δύναμη, η οποία τον ενεργοποιεί και τον κατευθύνει προς ένα στόχο, κοινό ή ατομικό.

- Υποκίνηση: Η προσπάθεια των ατόμων να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους. Αυτό τους κάνει να ενεργήσουν ενθουσιωδώς και με επιμονή, με σκοπό να ολοκληρώσουν τους στόχους που έχουν τεθεί από τον οργανισμό.

9) Υγιεινή - Ασφάλεια: Η προστασία, εργαζομένων και συναλλασσομένων με την επιχείρηση, από κινδύνους που απειλούν την υγεία. Η Υγιεινή - Ασφάλεια πρέπει να βρίσκεται στη κορυφή των προτεραιοτήτων της ηγεσίας μιας επιχείρησης.

#### **4.4 Το προσωπικό στις ΕΕΔ**

Οι ΕΕΔ, σύμφωνα με τον Ν 3883/2010 ο οποίος θέτει τα πλαίσια για την «Υπηρεσιακή εξέλιξη και ιεραρχία των στελεχών των Ενόπλων Δυνάμεων» καθώς και «Θέματα διοίκησης των Ενόπλων Δυνάμεων, Στρατολογίας και συναφείς διατάξεις.» , χωρίζονται, κατά αρχαιότητα, στους εξής Κλάδους: Στρατός Ξηράς (ΣΞ), Πολεμικό Ναυτικό (ΠΝ) και Πολεμική Αεροπορία (ΠΑ). Επίσης υπάρχουν και τα Κοινά Σώματα, τα οποία λειτουργούν, κατά μία έννοια, επ' ωφελεία και των τριών Κλάδων.

##### **4.4.1 Κατηγορίες Προσωπικού**

Το προσωπικό των ΕΕΔ διακρίνεται στο μόνιμο και στο στρατεύσιμο προσωπικό. Το μόνιμο προσωπικό χωρίζεται στις εξής κατηγορίες:

- Αξιωματικοί ( Απόφοιτοι ΑΣΕΙ -ΑΣΣΥ – Εξ Εφεδρείας)
- Ανθυπασπιστές (Μόνιμοι - Εθελοντές)
- Υπαξιωματικοί (Μόνιμοι – Εθελοντές – Επαγγελματίες Οπλίτες)

Οι Αξιωματικοί διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες (ΣΞ – ΠΝ – ΠΑ αντίστοιχα):

#### Κατώτεροι Αξιωματικοί

- Ανθυπολοχαγός – Σημαιοφόρος – Ανθυποσημηναγός
- Υπολοχαγός – Ανθυποπλοίαρχος – Υποσημηναγός
- Λοχαγός- Υποπλοίαρχος – Σμηναγός

#### Ανώτεροι Αξιωματικοί

- Ταγματάρχης - Πλωτάρχης – Επισμηναγός
- Αντισυνταγματάρχης - Αντιπλοίαρχος – Αντισμήναρχος
- Συνταγματάρχης - Πλοίαρχος – Σμήναρχος





Σχήμα 30 Ιεραρχία Αξιωματικών, ανά Κλάδο, στις ΕΕΔ

#### Ανώτατοι Αξιωματικοί

- Ταξίαρχος - Αρχιπλοίαρχος – Ταξίαρχος
- Υποστράτηγος - Υποναύαρχος – Υποπτέραρχος
- Αντιστρατηγός - Αντιναύαρχος – Αντιπτέραρχος
- Στρατηγός - Ναύαρχος – Πτέραρχος

Οι Αξιωματικοί, προερχόμενοι από Ανώτατα Στρατιωτικά Εκπαιδευτικά Ιδρύματα (ΑΣΕΙ), είναι απόφοιτοι των εξής σχολών:

Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων (ΣΣΕ), για το ΣΞ (Όπλα - Σώματα)

Σχολή Ναυτικών Δοκίμων (ΣΝΔ), για το ΠΝ (Μάχιμοι - Μηχανικοί)

Σχολή Ικάρων (ΣΙ), για την ΠΑ (Ιπτάμενοι - Μηχανικοί)

Στρατιωτική Σχολή Αξιωματικών Σωμάτων (ΣΣΑΣ)

Σχολή Αξιωματικών Νοσηλευτικής (ΣΑΝ)

Κοινές Σχολές και για τους 3 Κλάδους



ΣΣΕ



ΣΙ

ΣΣΑΣ

Σχήμα 31 Εμβλήματα ΑΣΕΙ

Αντίστοιχα, οι Μόνιμοι Ανθυπασπιστές και Υπαξιωματικοί, προερχόμενοι από Ανώτερες Στρατιωτικές Σχολές Υπαξιωματικών (ΑΣΣΥ), είναι απόφοιτοι των εξής σχολών:

- Σχολή Μονίμων Υπαξιωματικών (ΣΜΥ), για το ΣΞ
- Σχολή Μονίμων Υπαξιωματικών Ναυτικού (ΣΜΥΝ), για το ΠΝ

- Σχολή Μονίμων Υπαξιωματικών Αεροπορίας (ΣΜΥΑ), για την ΠΑ



ΣΜΥ



ΣΜΥΝ



ΣΜΥΑ

### Σχήμα 32 Εμβλήματα ΑΣΣΥ

Βαθμοί Μονίμων Ανθυπασιστών – Υπαξιωματικών (ΣΞ – ΠΝ – ΠΑ αντίστοιχα):

- Ανθυπασιστής (κοινός και στους τρεις Κλάδους)

Αρχιλοχίας – Αρχικελευστής – Αρχισμηνίας

Επιλοχίας – Επικελευστής – Επισμηνίας

Μον. Λοχίας – Κελευστής – Σμηνίας

Δεκανέας - Δίοπος – Υποσμηνίας

Στρατιώτης – Ναύτης – Σμηνίας

#### 4.4.2 Ιεραρχία στις ΕΕΔ

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η δομή των ΕΕΔ δε διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από την αντίστοιχη στον ιδιωτικό τομέα και ιδιαίτερα στις επιχειρήσεις. Αντιθέτως έχει πολλές ομοιότητες.

Αντίστοιχα και η ιεραρχία των ΕΕΔ και των επιχειρήσεων έχουν πολλά κοινά. Η στρατιωτική ιεραρχία περιλαμβάνει δύο ειδών ιεραρχίες: α) καθηκόντων και β) βαθμών. Αναλόγως της θέσης ιεραρχία βαθμών, οι Αξιωματικοί έχουν μεταξύ τους την ιδιότητα ανώτερου ή κατώτερου. Όταν οι Αξιωματικοί είναι ομοιόβαθμοι, αναλόγως της αρχαιότητάς τους, έχουν μεταξύ τους την ιδιότητα του αρχαιότερου ή του νεότερου. Ανάμεσα σε ομοιόβαθμους Αξιωματικούς, που έχουν σχέση διοικητικής υπαγωγής ή εξάρτησης, η αρχαιότητα έχει την ίδια τυπική ισχύ που έχει και η διαφορά βαθμού.

Η ιεραρχία των καθηκόντων είναι η κλίμακα της διοίκησης. Αναλόγως της θέσης που έχουν τα στελέχη στην ιεραρχία αυτή, έχουμε την αντίστοιχη ιδιότητα προϊστάμενου ή υφιστάμενου. Αυτή η ιεραρχία βρίσκεται εν αρμονία με την ιεραρχία των βαθμών ή την αρχαιότητα. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου αυτό δεν τηρείται πάντα, λόγω των ιδιαιτεροτήτων της φύσης των ΕΕΔ και του συστήματος των μεταθέσεων γενικότερα. Στις περιπτώσεις αυτές, οι θέσεις που καλύπτουν την ιεραρχία αυτή των καθηκόντων, δεν έχουν άμεση διοικητική σχέση και υπαγωγή, αλλά σχέση αρμοδιοτήτων. Εδώ τηρείται η ιεραρχία καθηκόντων, ανεξαρτήτως του βαθμού που φέρουν οι καλύπτοντες τις θέσεις αυτές.

Η αρχαιότητα των Αξιωματικών και Υπαξιωματικών σε όλους τους βαθμούς καθορίζεται από την ημερομηνία που αποκτήθηκε ο βαθμός αυτός. Σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις υπάρχουν εξαιρέσεις των ανωτέρω οι οποίες καθορίζονται από τις νομοθετικές διατάξεις. Ημερομηνία απόκτησης του βαθμού θεωρείται η ημερομηνία που υπεγράφη το Προεδρικό Διάταγμα (ΠΔ), σύμφωνα με το οποίο έγινε η απονομή του βαθμού ή, για όσους προάγονται αναδρομικά, η αναδρομική ημερομηνία απόκτησης του βαθμού, όπως καθορίστηκε στο ΠΔ.

Όσον αφορά την αρχαιότητα μεταξύ των Κλάδων, Ο ΣΞ είναι ο αρχαιότερος Κλάδος των ΕΕΔ. Έπεται το ΠΝ και κατόπιν η ΠΑ. Τα Κοινά Σώματα (ΚΣ) είναι τα νεότερα. (ΣΞ>ΠΝ>ΠΑ>ΚΣ). Η αρχαιότητα μεταξύ των Αρχηγών Γενικών Επιτελείων (ΓΕΣ, ΓΕΝ και ΓΕΑ) ρυθμίζεται από την ημερομηνία δημοσιεύσεως του ΠΔ διορισμού τους στη θέση αυτή. Εφόσον η ημερομηνία αυτή συμπίπτει, η αρχαιότητα καθορίζεται από το προβάδισμα των Κλάδων των ΕΔ. Η αρχαιότητα μεταξύ των ομοιόβαθμων Αξιωματικών Όπλων του ΣΞ προέλευσης ΣΣΕ, Μάχιμων του ΠΝ και Ιπτάμενων της ΠΑ, καθώς και μεταξύ Αξιωματικών Σωμάτων του ΣΞ εκ ΣΣΕ – ΣΣΑΣ - ΣΑΝ, Μηχανικών του ΠΝ, Αξιωματικών της ΠΑ πλην Ιπταμένων και των ΚΣ, ρυθμίζεται από το ημερολογιακό έτος κτήσεως του βαθμού τους. Η αρχαιότητα μεταξύ των Αξιωματικών που αποφοιτούν από τα ΑΣΕΙ καθορίζεται από τη σειρά αποφοίτησή τους από αυτές, ξεχωριστά για τους Αξιωματικούς του ΣΞ, του ΠΝ και της ΠΑ. Επίσης υπάρχει και επιπλέον διαμόρφωση της αρχαιότητας, πιο συγκεκριμένη για

τους Αξιωματικούς Όπλων του ΣΞ, τους Μάχιμους του ΠΝ και τους Ιπτάμενους της ΠΑ και χωριστά για τους Αξιωματικούς Σωμάτων του ΣΞ, Μηχανικούς του ΠΝ και Αξιωματικών της ΠΑ, πλην Ιπταμένων. Γενικότερα, η Μαχιμότητα καθορίζει τη αρχαιότητα, δηλαδή Όπλα>Σώματα, Μάχιμοι>Μηχανικοί και Ιπτάμενοι>Μηχανικοί.

Αναλόγως τη γενικότερη προέλευση του κάθε Αξιωματικού και Υπαξιωματικού, υπάρχει και ο αντίστοιχος καταληκτικός βαθμός. Ο καταληκτικός βαθμός είναι ο ανώτατος βαθμός στον οποίο καταλήγει και είναι ταυτόχρονα εν ενεργεία ένας Αξιωματικός – Υπαξιωματικός, όπως το καθορίζει η ισχύουσα νομοθεσία. Οι καταληκτικοί βαθμοί των Αξιωματικών, τη δεδομένη χρονική περίοδο, που δύνανται να φτάσουν, είναι οι κάτωθι:

- Αξιωματικοί ΣΞ

1. Στρατηγός, για τους Αξιωματικούς Όπλων.

2. Για τους Αξιωματικούς Σωμάτων:

- (α) Υποστράτηγος για τους Αξιωματικούς Τεχνικού, Εφοδιασμού-Μεταφορών και Υλικού Πολέμου Ιατρούς Υγειονομικού, Οικονομικού, Γεωγραφικού και Έρευνας – Πληροφορικής.

- (β) Ταξίαρχος για τους Αξιωματικούς Ελεγκτικού και Οδοντιάτρους, Νοσηλευτικής, Φαρμακοποιούς, Ψυχολόγους και Κτηνιάτρους Υγειονομικού.

3. Συνταγματάρχης για τους Αξιωματικούς:

- που κρίνονται ακατάλληλοι για άσκηση διοίκησης μονάδας εκστρατείας.

- προερχομένους από Μόν. Υπαξιωματικούς, που είναι αποφοιτήσαντες ΑΣΣΥ και είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ.

- κατετάγησαν με διαγωνισμό.

4. Αντισυνταγματάρχης για τους Αξιωματικούς προερχομένους από Μον. Υπαξιωματικούς αποφοιτήσαντες ΑΣΣΥ και δεν είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ.

5. Ταγματάρχης για τους λοιπούς Αξιωματικούς.

- Αξιωματικοί ΠΝ

1. Ναύαρχος για τους Μάχιμους Αξιωματικούς
2. Αντιναύαρχος για τους Μηχανικούς
3. Υποναύαρχος για τους λοιπούς Μηχανικούς Αξιωματικούς, τους Αξιωματικούς Οικονομικού και τους Ιατρούς Υγειονομικού.

4. Αρχιπλοίαρχος για τους Αξιωματικούς Οδοντιάτρους, Κτηνιάτρους, Φαρμακοποιούς, Ψυχολόγους και Νοσηλευτικής.

5. Πλοίαρχος για τους Αξιωματικούς αποφοίτους ΑΣΣΥ που είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ.

6. Αντιπλοίαρχος για τους Αξιωματικούς που προέρχονται από Υπαξιωματικούς αποφοίτους ΑΣΣΥ και δεν είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ.

7. Πλωτάρχης για τους λοιπούς Αξιωματικούς,

• Αξιωματικοί ΠΑ

1. Πτέραρχος για τους Ιπταμένους Αξιωματικούς

2. Αντιπτέραρχος για τους Μηχανικούς Αξιωματικούς

3. Υποπτέραρχος για τους Αξιωματικούς Αεράμυνας, Ιατρών, Οικονομικών, Εφοδιαστών, Διοικητικών και Μετεωρολόγων.

4. Ταξίαρχος για τους Αξιωματικούς Οδοντιάτρους, Κτηνιάτρους, Φαρμακοποιούς, Ψυχολόγους, Νοσηλευτικής και Έρευνας – Πληροφορικής.

5. Σμήναρχος για τους Αξιωματικούς αποφοίτους ΑΣΣΥ που είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ.

6. Αντισμήναρχος για τους Αξιωματικούς που προέρχονται από Υπαξιωματικούς αποφοίτους ΑΣΣΥ και δεν είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ.

7. Επισμηναγός για τους λοιπούς Αξιωματικούς,

• Αξιωματικοί ΚΣ

1. Υποστράτηγος για τους Αξιωματικούς Στρατολογικού – Στρατιωτικούς Νομικούς Συμβούλους.

2. Ταξίαρχος για τους Αξιωματικούς Στρατιωτικούς Δικαστικούς Γραμματείς, εφόσον είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ.

3. Συνταγματάρχης για τους Αξιωματικούς Στρατιωτικούς Δικαστικούς Γραμματείς, εφόσον δεν είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ, και για τους Στρατιωτικούς Ιερείς.

4. Ταγματάρχης για τους Αξιωματικούς Διοικητικούς Στρατολογικού.

#### 4.4.3 Υφιστάμενη Αξιολόγηση στις ΕΕΔ

Η υφιστάμενη αξιολόγηση στις ΕΕΔ περιλαμβάνει την ετήσια αξιολόγηση για όλο το προσωπικό και τα Συμβούλια Κρίσεων (Τακτικές – Έκτακτες Κρίσεις) για το προσωπικό που είναι να προαχθεί. Όσον αφορά τα ουσιαστικά προσόντα των στελεχών, αυτά διέπονται από το Κεφάλαιο Δ', Άρθρο 14 του Ν3883/2010. Τα στελέχη αξιολογούνται με σύστημα αξιολόγησης, που διέπεται και διακατέχεται από αμεροληψία και αξιοκρατία, βασισμένο στον επαγγελματισμό και την αποδοτικότητα των στελεχών

Γίνεται έκδοση Προεδρικού Διατάγματος (ΠΔ) κατόπιν προτάσεως του Υπουργού Εθνικής Άμυνας (ΥΠΕΘΑ) και ύστερα από εισήγηση και γνωμοδότηση του Συμβουλίου των Αρχηγών ΓΕ (ΣΑΓΕ). Στο ΠΔ καθορίζονται οι προϋποθέσεις που αφορούν την αξιολόγηση και γενικότερα τον τρόπο διεξαγωγής αυτής, το αντικείμενο και τα Κριτήριά της, το χρόνο και τη συχνότητα διεξαγωγής, τον τύπο, τη διαδικασία και τα όργανα αξιολόγησης αλλά και τα δικαιώματα με τις αντίστοιχες εγγυήσεις που δίδονται υπέρ των στελεχών των ΕΔ σε σχέση με αυτήν. Επίσης καθορίζονται οι διαδικασίες διοικητικών προσφυγών, οι προϋποθέσεις εφαρμογής της παραγράφου 1 του άρθρου 35 του Ν 3883/2010 όπως και κάθε άλλη αντίστοιχη και αναγκαία λεπτομέρεια. Αρμόδια Συμβούλια για τις κρίσεις και τις επανακρίσεις των Αξιωματικών είναι:

- Συμβούλιο Αρχηγών Γενικών Επιτελείων (ΣΑΓΕ), συγκαλείται κατόπιν διαταγής του Αρχηγού ΓΕΕΘΑ.

- Τα Ανώτατα Συμβούλια Κρίσεων των Κλάδων των ΕΔ που είναι:

- Τα Ανώτατο Στρατιωτικό Συμβούλιο (ΑΣΣ), τα οποία είναι αρμόδια για τις κρίσεις των Υποστρατήγων, Ταξιαρχών του ΣΞ και Συνταγματάρχων.

- Το Ανώτατο Ναυτικό Συμβούλιο (ΑΝΣ), το οποίο είναι αρμόδιο για τις κρίσεις των Αρχιπλοιάρχων, Πλοιάρχων και Αντιπλοιάρχων.

- Το Ανώτατο Αεροπορικό Συμβούλιο (ΑΑΣ), το οποίο είναι αρμόδιο για τις κρίσεις Ταξίαρχων της ΠΑ, Σμηνάρχων και Αντισμηνάρχων.

- Τα Συμβούλια Προαγωγών Αξιωματικών (ΣΠΑ).

Το ΣΑΓΕ συγκροτείται από τους: Αρχηγός ΓΕΕΘΑ (Πρόεδρος) και Αρχηγοί των λοιπών ΓΕ (μέλη). Μία εκ των αρμοδιοτήτων του είναι η κρίση των Αντιστρατήγων – Αντιναυάρχων – Αντιπτεράρχων. Επίσης είναι υπεύθυνο και αρμόδιο για την κρίση των Υπονauάρχων - Υποπτεράρχων – Υποστρατήγων του ΚΣ της Στρατολογίας – Στρατιωτικών Νομικών Συμβούλων για το αν θα παραμείνουν στην ενεργό δράση ή θα αποστρατευτούν. Επιπρόσθετα, έχει αρμοδιότητα την κρίση και των Ταξιαρχών Στρατολογίας -Στρατιωτικών Νομικών Συμβούλων, αναφορικά με την παραμονή τους στην ενεργό δύναμη ή αν θα αποστρατευτούν. Στην περίπτωση αυτή, το ΣΑΓΕ συμπληρώνεται και από τον Υποστράτηγο Διευθυντή του Σώματος, υπό τη προϋπόθεση ότι αυτός δεν έχει αποστρατευτεί. Επίσης ασχολείται με τους Υπονauάρχους - Υποπτεράρχους και Ταξίαρχους Στρατολογίας - Στρατιωτικών Νομικών Συμβούλων, αναφορικά με την πλήρωση – κάλυψη των κενών θέσεων που θα δημιουργηθούν, όπως και τους Υποστρατήγους, Αρχιπλοιάρχους και Ταξίαρχους της ΠΑ, για πλήρωση κενών θέσεων, συμπληρούμενο από έναν Αντιστράτηγο - Αντιναύαρχο – Αντιπτεράρχο κατά αντιστοιχία. Κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης οι εισηγητές παραθέτουν ενώπιον των μελών των Συμβουλίων λεπτομερή στοιχεία που αφορούν τον κρινόμενο Αξιωματικό από τον ατομικό φάκελό του. Αφού ληφθούν υπόψιν τα ανωτέρω στοιχεία και συνεκτιμηθούν οι απόψεις αναφορικά με τον κρινόμενο Αξιωματικό αλλά και η προσωπική γνώση και γνώμη των μελών, εφόσον αυτή στοιχειοθετείται από σαφή τεκμήρια, λαμβάνουν απόφαση με φανερή ψηφοφορία.

Τα Συμβούλια Κρίσεων αποτελούνται από ανώτατους Αξιωματικούς, σύμφωνα με τα Άρθρα 16, 17 και 18 του Ν 3883/2010, οι οποίοι έχουν μεταταθεί και υπηρετούν σε οργανικές θέσεις εσωτερικού. Η συμμετοχή του Προέδρου, μελών και εισηγητού είναι υποχρεωτική.

Η σύνθεση των Ανωτάτων Συμβουλίων Κρίσεων έχει ως ακολούθως:

1. Τα ΑΣΣ Κρίσεων. Προΐσταται ο Αρχηγός ΓΕΣ.
2. Το ΑΝΣ Κρίσεων. Προΐσταται ο Αρχηγός ΓΕΝ.
3. Το ΑΑΣ Κρίσεων. Προΐσταται ο Αρχηγός ΓΕΑ.



Αναφορικά με τα Συμβούλια Προαγωγών Αξιωματικών (ΣΠΑ), στο ΣΞ υλοποιούνται τρία Συμβούλια για τις προαγωγές, ενώ στο ΠΝ στην ΠΑ και στα ΚΣ υλοποιούνται από ένα συμβούλιο προαγωγών αντίστοιχα. Η σύνθεση και τα εφαρμοζόμενα έχουν ως κάτωθι:

### Στρατός Ξηράς

1. ΣΠΑ ΣΞ υπ' αριθμ 1: Συνετίθεται υπό τον Α' Υπαρχηγό ΓΕΣ (πρόεδρος) και πέντε ανώτατους Αξιωματικούς Όπλων (μέλη).
2. ΣΠΑ ΣΞ υπ' αριθμ 2: Συνετίθεται υπό το Β' Υπαρχηγό ΓΕΣ (πρόεδρος) και πέντε ανώτατους Αξιωματικούς (μέλη - υποχρεωτικά δύο εκ των Σωμάτων).
3. ΣΠΑ ΣΞ υπ' αριθμ 3: Συνετίθεται υπό έναν (1) Υποστράτηγο Όπλου (πρόεδρος) και πέντε ανώτατους Αξιωματικούς (μέλη).

### Πολεμικό Ναυτικό

ΣΠΑ Ναυτικού (ΣΠΑΝ): Συνετίθεται από έναν Μάχιμο Αντιναύαρχο ή Υποναύαρχο (πρόεδρος) και τέσσερις ανώτατους Μάχιμους Αξιωματικούς (μέλη). Για κρίσεις Αξιωματικών Μηχανικών, Σωμάτων Οικονομικού και Υγειονομικού γίνεται αντικατάσταση του νεότερου μέλους από τον αντίστοιχο Μηχανικό - Οικονομικό - Ιατρό Υποναύαρχο.

### Πολεμική Αεροπορία

ΣΠΑ Αεροπορίας: Συνετίθεται από έναν Ιπτάμενο Αντιπτέραρχο ή Υποπτέραρχο (πρόεδρος) και από τέσσερις ανώτατους Αξιωματικούς Ιπταμένους (μέλη). Ομοίως, για κρίσεις Αξιωματικών Μηχανικών, Ελεγκτών Αεράμυνας, Ιατρών, Οδοντιάτρων, Κτηνιάτρων, Φαρμακοποιών, Νοσηλευτικής, Ψυχολόγων, Οικονομικών, Εφοδιαστών, Διοικητικών και Μετεωρολόγων, γίνεται η αντίστοιχη κατά περίπτωση αντικατάσταση του νεότερου μέλους.

### Κοινά Σώματα

ΣΠΑ των ΚΣ (ΣΠΑΚΣ): Συνετίθεται υπό τον Υπαρχηγό ΓΕΕΘΑ (πρόεδρος) και από τέσσερις ανώτατους Αξιωματικούς (μέλη).

Κατά τις κρίσεις πραγματοποιείται κρίση των Αξιωματικών αναφορικά με τα ακόλουθα:

1. Προαγωγή κατ' απόλυτο εκλογή

2. Προαγωγή κατ' εκλογή
3. Προαγωγή για λόγους ανδραγαθίας
4. Διατήρηση στο ενεργό προσωπικό
5. Διατήρηση και παραμονή στον ήδη κατεχόμενο βαθμό
6. Ευδοκίμως τερματίσαντες – τερματισμός σταδιοδρομίας
7. Αποστρατεία και διαγραφή από το ενεργό προσωπικό

#### 4.4.4 Ατομικά Έγγραφα

Σύμφωνα με το Ν 2439/1996 γίνεται ο σαφής καθορισμός των Τυπικών αλλά και των Ουσιαστικών Προσόντων των στελεχών των ΕΕΔ. Για κάθε στέλεχος των ΕΕΔ τηρούνται τα ακόλουθα έγγραφα:

- Ατομικός φάκελος: Συνθέτει την εικόνα του στελέχους, μέσω των εσωκλειόμενων εγγράφων και μεταξύ άλλων περιέχει:
  - Βασικά στοιχεία του στελέχους [ονοματεπώνυμο, όνομα πατρός και μητρός, όνομα συζύγου (αν υπάρχει), αριθμός μητρώου και λοιπά στοιχεία που αφορούν την οικογενειακή κατάσταση του στελέχους].
  - ΠΔ ονομασίας του στον κατεχόμενο βαθμό, λοιπά ΠΔ και διοικητικές πράξεις που σχετίζονται με τη σταδιοδρομία του.
  - Οι μεταθέσεις – θέσεις που έχει λάβει το υπόψιν στέλεχος μέχρι το υπόψιν έτος.
  - Στρατολογικά στοιχεία.
  - Παραπομπές ενώπιον Ανακριτικών Συμβουλίων με τις αντίστοιχες συνημμένες αποφάσεις των αυτών
  - Εκπαιδευτικές άδειες εσωτερικού - εξωτερικού με τις συνημμένες σχετικές διαταγές
  - Εκθέσεις επίδοσης σε Σχολές - Κέντρα Εκπαίδευσης, εκθέσεις επίδοσης πανεπιστημιακής - τεχνολογικής εκπαίδευσης και αντίγραφο πτυχίου από πανεπιστημιακά ιδρύματα και αντίγραφα πτυχίων ξένων γλωσσών
  - Προτάσεις και απονομές διαμνημονεύσεων και ηθικών αμοιβών

- Εκθέσεις Ικανότητας και Σημειώματα Αποδόσεως ή Φύλλα Ποιότητας
- Εκθέσεις και Σημειώματα Αξιολόγησης
- Βιβλιάριο μητρώου ή φάκελος μητρώου για τα στελέχη του ΠΝ: Η τήρηση και η ενημέρωσή του γίνεται με μέριμνα της Μονάδας όπου υπηρετεί το στέλεχος. Ορισμένα εκ των στοιχεία που περιέχει είναι τα κάτωθι:
  - Βασικά στοιχεία του στελέχους [ονοματεπώνυμο, όνομα πατρός και μητρός, όνομα συζύγου (αν υπάρχει), αριθμός μητρώου και λοιπά στοιχεία που αφορούν την οικογενειακή κατάσταση του στελέχους], στοιχεία στρατολογικής υφής, καθώς και στοιχεία αναφορικά με την προέλευση και την ακαδημαϊκή μόρφωσή του.
  - Τα έτη που αποκτήθηκαν οι προηγούμενη βαθμοί αλλά και πότε έγινε η απόκτηση του τρέχοντος, με τις συνημμένες αντίστοιχες διαταγές
  - Οι θέσεις που έχει υπηρετήσει το στέλεχος, με αναγραφόμενα τα έτη υπηρετήσης.
  - Επιδόσεις στις Σχολές - Κέντρα Εκπαίδευσης όπως επίσης και στα πανεπιστημιακά ιδρύματα.
  - Αποτελέσματα σωματικών δοκιμασιών
  - Στοιχεία σχετικά με την πολεμική δράση
- Βιβλιάριο υγείας: Περιέχει τα κάτωθι:
  - Σωματομετρικά στοιχεία και υγειονομική κατάσταση του στελέχους, καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, από την είσοδό του στο στράτευμα γενικότερα.
  - Γενικότερα υγειονομικά στοιχεία

#### **4.4.5 Ουσιαστικά Προσόντα**

Η εξαγωγή και ο υπολογισμός των τυπικών προσόντων γίνεται από:

- την προσωπική γνώση και γνώμη των μελών του αρμόδιου Συμβουλίου Κρίσεων για το στέλεχος, εφόσον αυτή έχει βασιστεί εγγράφως, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

- τις Εκθέσεις Αξιολόγησης και Σημειώματα Αξιολόγησης
- τα υπόλοιπα στοιχεία που περιέχονται στον ατομικό φάκελο του στελέχους.

Οι Εκθέσεις Αξιολόγησης και Σημειώματα Αξιολόγησης είναι έντυπα, όπου υλοποιείται η βαθμολόγηση των Ουσιαστικών προσόντων των στελεχών. Εκεί γίνεται η επισήμανση των προτερημάτων, των αδυναμιών και όπου υστερούν γενικότερα. Επίσης, υπάρχουν δύο κατηγορίες Εκθέσεων Αξιολόγησης οι τακτικές και οι έκτακτες. Αυτές μπαίνουν στον ατομικό φάκελο κάθε στελέχους. Συντάσσονται για όλους τους, πλην των Αρχηγών ΓΕ και των στρατευσίμων (οπλιτών θητείας), από τους Διοικητές, Κυβερνήτες ή Διευθυντές στους οποίους έχει δοθεί το δικαίωμα αυτό. Αυτοί είναι οι "αξιολογούντες". Επιπλέον, πέραν του αξιολογούντος, υπάρχει και ο "γνωματεύων, ο προϊστάμενος του αξιολογούντος, ο οποίος γνωματεύει στις Εκθέσεις και στα Σημειώματα Αξιολόγησης. Σε εμπόλεμες περιόδους για όσους μετέχουν σε επιχειρήσεις, γίνεται σύνταξη Εκθέσεως Πολεμικής Δράσης.

Όσον αφορά τα Ουσιαστικά προσόντα, αυτά καθορίζουν την εν γένει ικανότητα και την αξία των στελεχών. Ταυτόχρονα συνθέτουν τα βασικά στοιχεία όπου βασίζονται οι κρίσεις τους. Τα προσόντα αυτά διακρίνονται σε:

- Σωματικά: αφορούν την υγεία και στην εν συνόλω σωματική κατάσταση του στελέχους.
- Ηθικά : αφορούν το χαρακτήρα αλλά και το ήθος του στελέχους γενικότερα. Επίσης αφορούν την ειλικρίνεια, την ευθύτητα και συνέπεια, την αξιοπρέπεια, το αίσθημα ευθύνης, την εχεμύθεια και πειθαρχικότητα.
- Διοικητικά: αφορούν την ικανότητα σε σχέση με τη διοίκηση και την ηγεσία. Αναφέρονται στο κύρος, ενδιαφέρον ως προς τους υφισταμένους, όπως επίσης και την ψυχική σύνδεση μαζί τους. Επίσης αφορούν την ικανότητα κρίσης και αποδοτικότερης αξιοποίησης του υφιστάμενου προσωπικού και τις ενέργειες και δράσεις για την ανύψωση του ηθικού και ενδυνάμωση της πειθαρχίας. Συν τοις άλλοις, αναφέρεται στην πρόβλεψη, την ικανότητα οργάνωσης, διεύθυνσης - συντονισμού και στην επίβλεψη και έλεγχο για την εκτέλεση των διατασσομένων.
- Διανοητικά: αφορούν τη νοημοσύνη - κρίση, αντίληψη της πραγματικότητας και τη δύναμη έκφρασης.

● **Ψυχικά:** αφορούν την ψυχική δύναμη, το σθένος έναντι φυσικών κινδύνων, το θάρρος της γνώμης, τη συνεργατικότητα – συνεργασία και την πρωτοβουλία.

● **Επαγγελματικά:** αφορούν τον επαγγελματισμό και την αξία του στελέχους, Αναφέρονται στο στρατιωτικό πνεύμα, στην επαγγελματική κατάρτιση, μεθοδικότητα, αποδοτικότητα, εκπαιδευτική και επιτελική ικανότητα, στο ζήλο, ενδιαφέρον για τη συντήρηση του υλικού και διαφύλαξη του δημόσιου πλούτου και στο στρατιωτικό πνεύμα.

● **Ειδικά:** τυχόν ιδιαίτερες κλίσεις και επιδόσεις, οι οποίες δύνανται επωφελώς να αξιοποιηθούν από την υπηρεσία.

◦ Για τα στελέχη του ΠΝ και συγκεκριμένα τους Αξιωματικούς. τα ναυτικά προσόντα.

◦ Για τα στελέχη της ΠΑ και ειδικότερα για τους Ιπταμένους Αξιωματικούς της Π.Α. και τους χειριστές αεροσκαφών και ελικοπτέρων του ΣΞ και του ΠΝ, τα πτητικά προσόντα.

Σημαντικό αρνητικό παράγοντα για τη συνολική αξιολόγηση των στελεχών αποτελούν τα ελαττώματα. Κυριότερα εξ αυτών είναι:

➤ Η χρήση πλαγίων και αθέμιτων μεθόδων για την εξέλιξή τους, καθώς και ο φατριασμός.

➤ Η κατ εξακολούθηση μέθη, χαρτοπαιξία και δημιουργία χρεών.

➤ Ο εγωκεντρισμός, ο αρριβισμός, η κολακεία, η φιλοκατηγορία, η εριστικότητα, η μεμψιμοιρία, η αυτοπροβολή και η φιλαργυρία.

#### **4.4.6 Ετήσια Υπηρεσιακή Αξιολόγηση**

Η αξιολόγηση των ουσιαστικών προσόντων υλοποιείται με την Ετήσια Υπηρεσιακή Αξιολόγηση. Αποτελείται από τις κάτωθι ενότητες:

1. Στοιχεία αξιολογούμενου, αυτού που διεξήγαγε την αξιολόγηση και αυτού που έκανε τη γνωμάτευση

2. Υπηρεσίες τις οποίες εκτέλεσε ο αξιολογούμενος κατά το αναφερόμενο έτος, αναλυτικά το είδος αυτών, όπως επίσης τη χρονική διάρκειά τους και την περίοδο που εκτελέστηκαν.

3. Σωματομετρικά στοιχεία και βαθμολογία αναφορικά με τις σωματικές δοκιμασίες (δοκιμασίες αντοχής – αθλητικές).

4. Σωματικά προσόντα (βαθμολογία σε κλίμακα από 0-100) των εξής:

- σωματική κατάσταση
- εμφάνιση-παράσταση

5. Διανοητικά προσόντα (βαθμολογία σε κλίμακα από 0-100) των εξής:

- νοημοσύνη – κρίση
- δύναμη έκφρασης
- αντίληψη πραγματικότητας.

6. Ψυχικά προσόντα (βαθμολογία σε κλίμακα από 0-100) των εξής:

- ψυχική δύναμη - σθένος
- θάρρος έναντι φυσικών κινδύνων
- θάρρος γνώμης
- συνεργατικότητα – συνέργεια - συνεργασία
- πρωτοβουλία.

7. Διοικητικά προσόντα (βαθμολογία σε κλίμακα από 0-100 και εμπειριστατωμένη αιτιολόγηση) των εξής:

- κύρος
- ενδιαφέρον για τους υφισταμένους και ψυχική επαφή μαζί τους
- ορθή κρίση και κατάλληλη αξιοποίηση υφισταμένων
- μέριμνα ώστε να ενδυναμωθεί η πειθαρχία και να ανυψωθεί το ηθικό των υφισταμένων

- ενεργητικότητα και δραστηριότητα
- δυνατότητα πρόβλεψης ενδεχομένων καταστάσεων
- δυνατότητα οργάνωσης, διεύθυνσης και συντονισμού
- διενέργεια ελέγχων ότι εκτελούνται τα διατασσομένα και υλοποιήθηκαν και διαταχθέντα

8. Επαγγελματικά προσόντα (βαθμολογία σε κλίμακα από 0-100 και εμπειριστατωμένη αιτιολόγηση) των εξής:

- επίπεδο επαγγελματικής κατάρτισης
- μεθοδικότητα, αποδοτικότητα
- ζήλος
- ενδιαφέρον για την υπηρεσία (ΕΕΔ) και το όφελος αυτής
- ενδιαφέρον αναφορικά με την σωστή χρήση και συντήρηση του στρατιωτικού υλικού και διαφύλαξη της δημοσίας περιουσίας (περιουσία των ΕΕΔ)
- ικανότητα όσον αφορά την εκπαίδευση
- επιτελική ικανότητα
- στρατιωτικό πνεύμα

9. Ειδικά προσόντα ως εξής:

- συγκεκριμένες ικανότητες στις οποίες έχει κλίση το στέλεχος
- θέσεις για τις κρίνεται ότι θα ανταπεξέλθει στο μεγαλύτερο βαθμό και θα είναι αποδοτικότερος

10. Ναυτικά προσόντα (μόνο για το ΠΝ):

- γνώση θαλασσίου στοιχείου
- εμπειρία αναφορικά με τη ναυτική τέχνη

- χειρισμός πλοίου – πλωτών μέσων
- αντοχή στις δυσκολίες της θάλασσας (ναυτία).

11. Πτητικά προσόντα (μόνο για την ΠΑ, για χειριστές πτητικών μέσων ΠΝ και ΣΞ εξετάζονται τα δύο πρώτα κριτήρια):

- πτητική έφεση - ικανότητα
- πειθαρχία στις πτήσεις
- ασφάλεια κατά τις πτήσεις
- πτητική διαθεσιμότητα.

12. Ηθικά προσόντα (περιγραφή στηριζόμενη σε σαφή γεγονότα - στοιχεία):

- ειλικρίνεια, ευθύτητα και συνέπεια
- αξιοπρέπεια
- σεμνότητα
- ευσυνειδησία
- αίσθημα ευθύνης
- ανάληψη ευθυνών
- εχεμύθεια
- αμεροληψία
- δικαιοσύνη

13. Γενική αξιολόγηση (απαντώντας στα κάτωθι ερωτήματα - κριτήρια) :

- ικανότητα στα καθήκοντα και στις ευθύνες του κατεχόμενου βαθμού
- επιθυμείτε να τον έχετε τόσο στην ειρήνη όσο και στον πόλεμο διοικητή



- επιθυμείτε να τον έχετε τόσο στην ειρήνη όσο και στον πόλεμο επιτελής;
- ποια είναι η θέση που κατέχει μεταξύ των ομοιοβάθμων υφισταμένων σας;

14. Περιγραφή ελαττωμάτων (εάν υπάρχουν) του αξιολογούμενου τα οποία έχουν δυσμενή επιρροή στα λοιπά ουσιαστικά προσόντα (κυρίως ηθικά, ψυχικά, κύρος και στρατιωτικό πνεύμα).

15. Τελική εικόνα για τον αξιολογούμενο (περιγραφή αξιολογούμενου στηριζόμενη στα ουσιαστικά προσόντα και στην απόδοσή του στο χρονικό διάστημα που αναφέρεται η αξιολόγηση) – Γεγονότα ή στοιχεία.

Η κλίμακα με την οποία βαθμολογούνται τα ουσιαστικά προσόντα είναι η εξής:

Εξάίρετος 90-100 %

Λίαν Καλός 80-89 %

Καλός 60-79 %

Μέτριος 40-59 %

Απαράδεκτος 0-39 %

Τα σωματικά, διανοητικά και ψυχικά προσόντα έχουν αριθμητική αξιολόγηση. Τα ηθικά προσόντα δε βαθμολογούνται. Αντί αυτού, γίνεται αιτιολογημένη περιγραφή τους με συγκεκριμένη αναφορά σε γεγονότα ή στοιχεία. Τα διοικητικά και επαγγελματικά προσόντα έχουν αριθμητική, συνοδευόμενη από αιτιολόγηση βάσει στοιχείων.

Όσον αφορά τις βαθμολογίες γενικότερα, βαθμολογία μικρότερη του 60 και ανώτερη του 90, σε κάθε ουσιαστικό προσόν πρέπει να άπτεται συγκεκριμένων τεκμηρίων - στοιχείων, που έλαβαν χώρα στο διάστημα αναφοράς της Έκθεσης Αξιολόγησης ή του Σημειώματος Απόδοσης. Εκεί γίνεται περιγραφή των στοιχείων αυτών. Εφόσον υπάρχει στα ηθικά προσόντα δυσμενής εγγραφή και στην υγειονομική κατάσταση του στελέχους βαθμολογία κάτω από 80, πρέπει και αυτά να άπτονται εγγράφων στοιχείων. Η συνολική εικόνα του αξιολογούμενου πρέπει να έχει σαφή περιγραφή από τον αξιολογούντα, σε συμφωνία με τα ουσιαστικά προσόντα και της αποδόσεώς του κατά το χρονικό διάστημα της αναφερόμενης αξιολόγησης. Ο γνωματεύων υποχρεούται να βαθμολογεί ή να περιγράφει αντίστοιχα, τα κάτωθι προσόντα:

1. Σωματικά: παράσταση - εμφάνιση
2. Διανοητικά: κρίση - νοημοσύνη
3. Ψυχικά: θάρρος γνώμης - πρωτοβουλία
4. Διοικητικά: κύρος
5. Επαγγελματικά: επαγγελματική κατάρτιση - στρατιωτικό πνεύμα
6. Ηθικά: ανάληψη ευθυνών - αξιοπρέπεια.

Στα ειδικά προσόντα, γίνεται περιγραφή των ιδιαίτερων κλίσεων – επιδόσεων των στελεχών, οι οποίες δύνανται να αξιοποιηθούν επ' ωφελεία της υπηρεσίας. Τα ναυτικά - πτητικά προσόντα [ΠΝ και ΠΑ, πτητικά προσόντα για τους χειριστές πτητικών μέσων του ΣΞ - ΠΝ (Αξιωματικούς και Υπαξιωματικούς)] έχουν αριθμητική βαθμολόγηση.

#### **4.4.7 Κριτήρια Προαγωγών**

Οι προαγωγές υλοποιούνται κατόπιν αποφάσεως του αρμοδίου Συμβουλίου Κρίσεων (Αρ. 26 του νόμου). Οι ανώτατοι Αξιωματικοί, Συνταγματάρχες και οι αντίστοιχοι των άλλων Κλάδων των ΕΕΔ, προάγονται με έκτακτες κρίσεις που γίνονται κάθε φορά που δημιουργούνται κενές θέσεις. Οι κενές θέσεις περιλαμβάνουν τις ήδη υπάρχουσες κενές θέσεις, όπως επίσης και αυτές που κενώθηκαν ή προέκυψαν κατά τη διάρκεια ισχύος των πινάκων των τακτικών κρίσεων. Οι κενές οργανικές θέσεις Αξιωματικών καλύπτονται βάσει σειράς αρχαιότητας, όπως αυτή προκύπτει των θέσεων στις επετηρίδες. Όταν προκύπτουν κενά θέσεων σε κάποιο βαθμό και αυτά δεν είναι εφικτό να πληρωθούν με προαγωγή, λόγω αδυναμίας προαγωγής των αμέσως κατωτέρων Αξιωματικών, τότε οι ανωτέρω θέσεις κρίνονται, προσωρινά και αποκλειστικά για τη συγκεκριμένη περίπτωση, ως κενές και καλύπτονται από τον αμέσως επόμενο κατώτερο βαθμό.

Επίσης, η προαγωγή των Αξιωματικών υλοποιείται εφόσον έχει συμπληρωθεί ο απαιτούμενος χρόνος στον εν λόγω βαθμό ή από τη συνολική πραγματική υπηρεσία ως Αξιωματικοί. Όσον αφορά τους ανώτατους Αξιωματικούς, υπό την επιφύλαξη ειδικότερων διατάξεων, υλοποιείται η προαγωγή τους ώστε να καλυφθούν κενές οργανικές θέσεις, χωρίς να υπολογίζεται ο χρόνος παραμονής τους ανά βαθμό ή ο συνολικός χρόνος πραγματικής υπηρεσίας ως Αξιωματικοί. Είναι σημαντικό ο Αξιωματικός, και γενικότερα το στέλεχος, κατά το χρόνο παραμονής στον εκάστοτε βαθμό, να ασκεί

τα εν πράγματι καθήκοντα του βαθμού του. Υπάρχουν περιπτώσεις που τα στελέχη, λόγω ιδιαίτερων καταστάσεων να καλύπτουν θέσεις ανωτέρων βαθμών,

Οι χρόνοι παραμονής σε κάθε βαθμό έχουν ως εξής (με την επιφύλαξη ότι μπορεί να υπάρξει αλλαγή στους χρόνους, κατόπιν αλλαγής της σχετικής νομοθεσίας):

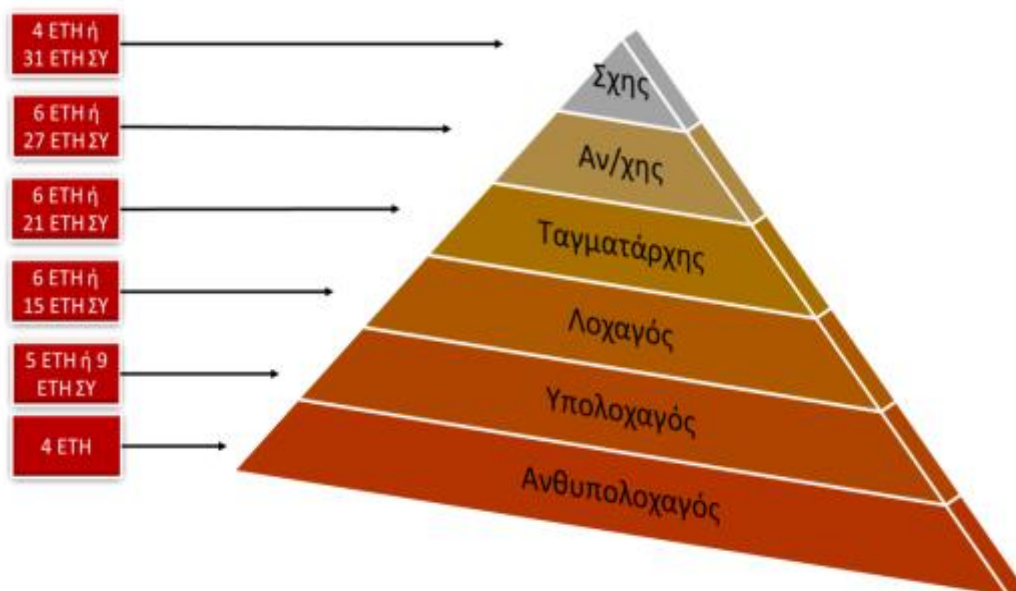
- Ανθυπολοχαγός και αντίστοιχοι βαθμοί, παραμονή 4 ετών στο βαθμό
- Υπολοχαγός και αντίστοιχοι βαθμοί, παραμονή 5 ετών στο βαθμό ή 9 ετών συνολικής υπηρεσίας Αξιωματικού.
- Λοχαγός και αντίστοιχοι βαθμοί, παραμονή 6 ετών στο βαθμό ή 15 ετών συνολικής υπηρεσίας Αξιωματικού.
- Ταγματάρχης και αντίστοιχοι βαθμοί, παραμονή 6 ετών στο βαθμό ή 21 ετών συνολικής υπηρεσίας Αξιωματικού.
- Αντισυνταγματάρχης και αντίστοιχοι βαθμοί, παραμονή 6 ετών στο βαθμό ή 27 ετών συνολικής υπηρεσίας Αξιωματικού.
- Συνταγματάρχης και αντίστοιχοι βαθμοί, παραμονή 4 ετών στο βαθμό ή 31 ετών συνολικής υπηρεσίας Αξιωματικού.
- Ταξίαρχος, παραμονή 2 ετών στο βαθμό.
- Υποστράτηγος και αντίστοιχοι βαθμοί, 3 έτη ως ανώτατος Αξιωματικός.

Εφόσον έχουν συμπληρωθεί τα απαραίτητα χρόνια παραμονής στο βαθμό που κατέχουν και έχουν σε υψηλό επίπεδο τα ουσιαστικά προσόντα που αναφέρονται στις εκθέσεις αξιολόγησής του γίνεται προαγωγή στον επόμενο βαθμό. Επίσης παρατηρείται ότι για τους ανώτατους Αξιωματικούς παύουν να υπολογίζονται τα συνολικά χρόνια υπηρεσίας ως Αξιωματικός.

Για την Προαγωγή των Αξιωματικών των ΕΕΔ λαμβάνονται υπόψιν τα κάτωθι κριτήρια, σύμφωνα με το Άρθρο 29 του Ν 3883/2010:

- βαρύτητα Μονάδων - θέσεων που υπηρέτησαν την τελευταία 5ετία.
- χρόνος υπηρεσιακής - διοικητικής εμπειρίας, ο οποίος υπολογίζεται σε μήνες, ως κάτωθι:
  - χρόνος υπηρεσίας σε θέση ευθύνης.

- χρόνος συμμετοχής σε επιχειρήσεις.
- χρόνος υπηρεσίας σε Διεθνείς Οργανισμούς.
- υπόλοιπος χρόνος υπηρεσίας σε θέσεις διοίκησης ή ειδικής υπηρεσίας.
- βαθμολογία υπηρεσιακής αξιολόγησης από την τελευταία προαγωγή.



**Σχήμα 33** Χρόνοι παραμονής σε εκάστοτε βαθμό

Για κοινές θέσεις λαμβάνονται υπόψη και τα κάτωθι:

- Το Όπλο, το Σώμα ή η ειδικότητα.
- Τα επαγγελματικά και τεχνικά τους προσόντα, ως κάτωθι:
  1. βαθμός αποφοίτησης από παραγωγική σχολή των ΕΔ.
  2. βαθμός άλλου τίτλου σπουδών, αρκεί να είναι του ίδιου εκπαιδευτικού επιπέδου με το βασικό τίτλο σπουδών (της παραγωγικής σχολής).
  3. διδακτορικό δίπλωμα σε γνωστικό αντικείμενο που έχει συνάφεια με το αντικείμενο των ΕΕΔ.
  4. διδακτορικό δίπλωμα σε έτερο, μη συναφές με τις ΕΕΔ, γνωστικό αντικείμενο.
  5. μεταπτυχιακός τίτλος σπουδών, που να έχει διάρκεια τουλάχιστον ένα έτος, σε γνωστικό αντικείμενο άμεσης συνάφειας με το αντικείμενο των ΕΕΔ.
  6. μεταπτυχιακός τίτλος, που να έχει διάρκεια τουλάχιστον ένα έτος, σε έτερο, μη συναφές με τις ΕΕΔ, γνωστικό αντικείμενο.
  7. βαθμός αποφοίτησης από Σχολεία των ΕΕΔ.

8. Γνωστικό επίπεδο ξένης γλώσσας βαθμολογούμενης αντιστοίχως, σύμφωνα με τα κρατικά πρότυπα γλωσσομάθειας.

• Ειδικές δραστηριότητες, ως εξής:

1. συγγραφικό έργο το οποίο είναι συναφές με το υπηρεσιακό αντικείμενο.
2. Εισηγήσεις και ανακοινώσεις σε συνέδρια, ημερίδες κλπ. που είναι σε συνάφεια με το αντικείμενο των ΕΕΔ.
3. συμμετοχή σε συμβούλια, επιτροπές ή ομάδες εργασίας ουσιαστικού περιεχομένου, εσωτερικού και εξωτερικού, Διοικητικά Συμβούλια και λοιπά όργανα διοίκησης νομικών προσώπων.
4. ηθικές αμοιβές.



Όσον αφορά την κλιμάκωση των κριτηρίων προαγωγής, αυτή έχει όπως παρακάτω:

96 -100% Εξάίρετος "Ε"

87 – 95% Λίαν Καλός "ΛΚ"

76 – 86% Καλός "Κ"

60 – 75% Μέτριος "Μ"

**Σχήμα 34** Κριτήρια Προαγωγής Αξιωματικών των ΕΕΔ  
0 – 59% Μη Αποδεκτός "ΜΑ"

Η Βαθμολογία που είναι κατώτερη του εβδομήντα πέντε (75) και η βαθμολογία που είναι ανώτερη από ενενηνηταέξι (96), σε οποιοδήποτε κριτήριο προαγωγής, πρέπει να άπτεται

συγκεκριμένων στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά πρέπει να υποβάλλονται συνημμένα με την έκθεση ή το σημείωμα αξιολόγησης για την εν λόγω χρονική περίοδο.

#### 4.4.8 Σχολεία ΕΕΔ

Προκειμένου οι Αξιωματικοί και τα στελέχη γενικότερα να εξελίσσονται, πρέπει να αποκτούν συνεχώς τις απαραίτητες και αναγκαίες θεωρητικές - πρακτικές γνώσεις, ώστε να εκτελέσουν την αποστολή τους, αλλά και να ενημερωθούν για τις νέες και τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις, όπως επίσης και για γενικές επιστημονικές αντιλήψεις, αναφορικά με τις Ένοπλες Δυνάμεις, τόσο τις ελληνικές όσο και τις ξένες παγκοσμίως. Για το λόγο, σε καθορισμένους βαθμούς, αυτό φοιτούν στα σχολεία που έχουν καθοριστεί ύστερα από απόφαση του Υπουργού Εθνικής Άμυνας, κατόπιν εισηγήσεως του ΣΑΓΕ, υποχρεωτικά. Η φοίτηση αυτή είναι βασικό τυπικό προσόν κρίσης για προαγωγή. Αντίστοιχα, η επιτυχής φοίτηση είναι ουσιαστικό προσόν, το οποίο τίθεται υπό εκτίμηση από τα Συμβούλια Κρίσεων. Τα στελέχη και ειδικότερα οι Αξιωματικοί που αποφοίτησαν από ισότιμες σχολές εξωτερικού με τις αντίστοιχες σχολές, όπως καθορίζεται από την υπουργική απόφαση της αυτής παραγράφου, αποκτούν τα ίδια προσόντα.

Τα υποχρεωτικά σχολεία από τα οποία πρέπει να αποφοιτήσει ένας Αξιωματικός, συγκεκριμένα στο ΣΞ, είναι τα παρακάτω:

- Βασικό Τμήμα Σχολών Εφαρμογής όλων των Όπλων – Σωμάτων για όλους τους Αξιωματικούς, απόφοιτους ΣΣΕ, στο βαθμό του Ανθυπολοχαγού
- Σχολείο Δκτών Υπομονάδων όλων των Όπλων – Σωμάτων για όλους τους Αξιωματικούς, εκ παραγωγικών Σχολών, ως Υπολοχαγοί
- Προκεχωρημένο Τμήμα Δκτών Μονάδων όλων των Όπλων – Σωμάτων για όλους τους Αξιωματικούς, εκ παραγωγικών Σχολών, ως Λοχαγοί
- Σχολή Πολέμου Στρατού Ξηράς (ΣΠΣΞ) για όλους τους Αξιωματικούς, προέλευσης ΣΣ, όλων των Όπλων – Σωμάτων, εξαιρουμένων των Αξιωματικών Υγειονομικού (ΥΓ), στους βαθμούς του Λοχαγού ή Ταγματάρχη
- Απόκτηση ιατρικής ειδικότητας για τους Ιατρούς του Υγειονομικού (ΥΓ), ως Λοχαγοί.

Πέραν των προβλεπομένων υποχρεωτικών σχολείων, οι Αξιωματικοί μπορούν, κατόπιν εξετάσεων, να φοιτήσουν και σε άλλα προαιρετικά μεν αλλά απαραίτητα δε για την περαιτέρω εξέλιξη και προαγωγή. Τα σχολεία αυτά είναι τα εξής:

· Ανώτατη Διακλαδική Σχολή Πολέμου (ΑΔΙΣΠΟ): Υποχρεωτικό σχολείο για κρίση προς προαγωγή στους ανώτατους βαθμούς, για όλους τους Αξιωματικούς προερχόμενους από ΑΣΕΙ. Η διάρκεια φοίτησης είναι ενός (1) έτους. Η είσοδος στη Σχολή γίνεται κατόπιν διενέργειας εξετάσεων, αν και εφόσον έχουν συμπληρώσει ως Αξιωματικοί 15 ως 22 έτη (βαθμού Ταγματάρχη και Αντισυνταγματάρχη και αντίστοιχα για τους λοιπούς Κλάδους των ΕΕΔ) συνολικής πραγματικής υπηρεσίας.

· Σχολή Εθνικής Άμυνας (ΣΕΘΑ): Είναι το ανώτατο επίπεδο Ακαδημαϊκής Εκπαίδευσης των ΕΕΔ, των Σωμάτων Ασφαλείας, του Πυροσβεστικού και του Λιμενικού Σώματος, καθώς και υπαλλήλων των Υπουργείων, Οργανισμών και Επιχειρήσεων Δημοσίου ή ιδιωτικού Δικαίου. Οι απόφοιτοι καθίστανται ικανοί για χειρισμό θεμάτων Εθνικής Άμυνας, στα πλαίσια εντός των αρμοδιοτήτων τους. Φοιτούν Ανώτεροι Αξιωματικοί όλων των Κλάδων των ΕΕΔ, όπως προαναφέρθηκε, βαθμού Ταγματάρχη ή Αντισυνταγματάρχη και αντίστοιχων βαθμών, κατόπιν επιλογής τους από τα αρμόδια Επιτελεία.



**Σχήμα 35** Σχηματική παράσταση σχολείων σε αντιστοιχία με τους βαθμούς και τα χρόνια παραμονής σε αυτούς

Η κλίμακα βαθμολογίας των υποχρεωτικών σχολείων είναι η εξής:

- Άριστα - 19-20 / 96-100 – Α
- Λίαν καλώς - 17-18,99 / 87-95,99 – Β
- Καλώς 15-16,99 / 76-86,99 – Γ
- Μετρίως 12-14,99 / 60-75,99 – Δ
- Αποτυχών 0-11,99 / 0-59,99 – Ε

#### 4.5 Σύνοψη και αποτίμηση υφιστάμενης αξιολόγησης

Ο κύκλος της διαδικασίας αξιολόγησης, ενός στελέχους των ΕΔ κλείνει με την προαγωγή στον επόμενο βαθμό και με αναγκαία προϋπόθεση να έχει συμπληρώσει τον χρόνο παραμονής που

αναγκαιεί στο βαθμό, καθώς επίσης να έχει και όλα τα προαπαιτούμενα που περιγράφηκαν προηγουμένως. Το στέλεχος είναι σημαντικό να έχει σε υψηλή βαθμολογία στα ουσιαστικά προσόντα που είναι υπό αξιολόγηση, κάθε χρόνο στην Ετήσια Υπηρεσιακή Αξιολόγηση. Ο ατομικός φάκελος του υπό κρίση στελέχους περιλαμβάνει το σύνολο των εγγράφων που συνθέτουν την εικόνα του στελέχους αυτού. Επί της ουσίας είναι η έγγραφη εικόνα του, αποτυπωμένη σε χαρτί, που περιλαμβάνει όσα αναλύσαμε προηγουμένως.

Όταν το στέλεχος θα πρέπει να κριθεί για να προαχθεί, οι αξιολογητές θα εξετάσουν και θα αξιολογήσουν το φάκελο αυτό, σύμφωνα με τα κριτήρια του Αρ. 29 του Ν 3883/2010, όπως επίσης και την βαθμολογία της υπηρεσιακής αξιολόγησής του, κατά την τελευταία του προαγωγή. Επίσης, η επιτροπή αξιολόγησης, θα λάβει υπόψιν το Όπλο, το Σώμα ή ειδικότητα του κρινόμενου στελέχους, τα επαγγελματικά και τεχνικά προσόντα που διαθέτει, όπως επίσης και ειδικές δραστηριότητες.

Μπορεί το σύστημα αξιολόγησης να φαίνεται μεν πολύπλοκο αλλά αρκετά διεξοδικό. Έχει όμως κάποιες σημαντικές δυσλειτουργίες και δυσχέρειες. Μία εξ αυτών είναι η έλλειψη προσωπικού, λόγω των συνεχών υποχρεώσεων που εμφανίζονται καθώς και της συνεχούς εξέλιξης των ΕΕΔ αλλά και λόγω των αποτελεσμάτων της οικονομικής ύφεσης που αντιμετώπισε η χώρα. Αυτό οδηγεί στην ύπαρξη πολλαπλών καθηκόντων στα στελέχη, ορισμένες φορές μη συναφούς αντικειμένου και με έλλειψη εκπαίδευσης στα επιπλέον καθήκοντα. Το αποτέλεσμα ήταν ο μεγάλος φόρτος εργασίας, η έλλειψη συνέπειας στα πολλαπλά καθήκοντα και η εν τέλει χαμηλή βαθμολογία στα καθήκοντα που έχουν ανατεθεί στο στέλεχος.

Ένα επιπλέον πρόβλημα είναι η ανάλυση της θέσης του στελέχους, η περιγραφή αλλά και ο βαθμός δυσκολίας που έχει η θέση αυτή (χειρισμό υποθέσεων, θέση ευθύνης, πλήρης ή ελλειπής στελέχωση αυτής). Πολλές φορές αξιολογούνται με ίδιες βαθμολογίες στελέχη που επανδρώνουν δυσανάλογης δυσκολίας θέσεις. Επίσης, η εφαρμογή ανάλυσης εργασίας θα ξεκαθάριζε το τοπίο με τα καθήκοντα των στελεχών και θα έκανε ευχερέστερη και όσο γίνεται αντικειμενικότερη την επιλογή και αξιολόγηση στελεχών σε μια θέση. Ταυτόχρονα όμως, όπως προκύπτει και από τα προηγούμενα, ένα στέλεχος που απασχολείται σε πάνω από μια θέσεις - καθήκοντα, θα αξιολογηθεί μόνο για το τη μία θέση που κατέχει, που είναι και το κύριο καθήκον, χωρίς να υπολογίζεται η αποτελεσματικότητά του στα υπόλοιπα και, όπως προαναφέρθηκε, οι δυσκολίες που του προσφέρουν τα επιπλέον καθήκοντα. Ο τυχόν συνυπολογισμός ή όχι όλων αυτών είναι στη διακριτική ευχέρεια του αξιολογούντος – Διοικητή.

Ένα επιπλέον αρνητικό της υπάρχουσας αξιολόγησης είναι ότι σε κάποια σημεία είναι παρωχημένη και στατική και να λείπουν κάποια αντικειμενικά κριτήρια. Πρέπει να συμπεριλάβουμε και το γεγονός ότι γενικά ο αξιολογητής - Διοικητής δεν έχει περάσει κάποια εκπαίδευση στο να είναι



αντικειμενικός στην αξιολόγηση, πέρα από οδηγίες που στέλνονται από την ιεραρχία των ΓΕ, αλλά και του γεγονότος ότι η αξιολόγηση είναι μια επίπονη και κουραστική διαδικασία. Αυτό ορισμένες φορές δημιουργεί στρεβλώσεις στην αξιολόγηση αλλά και συγκρούσεις μεταξύ του προσωπικού. Συγκρούσεις που δε γίνονται άμεσα αντιληπτές, αλλά ελλοχεύουν και υποβόσκουν, υποσκάπτοντας το ηθικό και την εύρυθμη λειτουργία μιας στρατιωτικής Μονάδας των ΕΕΔ.

Εν κατακλείδι βλέπουμε ότι το υπάρχον σύστημα αξιολόγησης αρχίζει και απαρχαιώνεται, κατά μία έννοια, μην μπορώντας να ακολουθήσει τις εξελίξεις αλλά και την πραγματική εικόνα και καθημερινότητα των στελεχών. Επίσης, όπως αναφέραμε προηγουμένως, οι συνεχείς εργασίες - προκλήσεις που ανατίθενται και εμφανίζονται καθημερινά είναι πολλές και πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα και με το βέλτιστο τρόπο, την επιλογή δηλαδή του καταλληλότερου διαθέσιμου στελέχους. Συναφώς, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η χρήση των ΕΣ θα κάνει την αξιολόγηση πιο αντικειμενική και θα πάψει να είναι στατική αλλά απεναντίας δυναμική, λαμβάνοντας υπόψιν όλες σχεδόν τις παραμέτρους. Επίσης η επιλογή προσωπικού σε διάφορες κρίσιμες εργασίες που εμφανίζονται θα γίνονται από το καταλληλότερο προσωπικό και άμεσα, χωρίς χρονοτριβή. Αυτό όμως απαιτεί να δημιουργηθεί μια μεγάλη Βάση Δεδομένων, όπου με τη χρήση των ΕΣ θα επιλέγει και θα προτείνει το καταλληλότερο στέλεχος για κάθε εργασία – θέση.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

### **5.1 Εισαγωγή**

Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε μια συνοπτική ανάλυση των Ευφύων Συστημάτων, της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και αναλύθηκαν επίσης κάποια στοιχεία όσον αφορά το προσωπικό των ΕΕΔ. Για να προχωρήσουμε στη μελέτη μας, έχοντας πλέον, έστω, τις απαραίτητες - ελάχιστες γνώσεις που απαιτούνται, θα κάνουμε χρήση της ασαφούς λογικής και συγκεκριμένα της μεθόδου Mamdani. Γιατί όμως θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο αυτή; Αρχικά, θα ακολουθήσουμε Ασαφή Λογική γιατί δεν μπορούμε να επιτύχουμε το απόλυτο επιθυμητό αποτέλεσμα. Μπορούμε όμως να επιτύχουμε αποτελέσματα τα οποία μοιάζουν με το επιθυμητό. Ειδικότερα, όταν μιλάμε για ανάθεση εργασίας ή πλήρωση κενών θέσεων, το πιο εφικτό είναι να βρούμε τον επικρατέστερο υποψήφιο που “μοιάζει” τον κατάλληλο. Συν τοις άλλοις, θα αξιοποιήσουμε το μοναδικό χαρακτηριστικό που διαθέτουν τα Ασαφή Μοντέλα. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ότι αξιοποιούν και εκμεταλλεύονται την ανθρώπινη εμπειρία κάνοντας χρήση όρων της ομιλούμενης γλώσσας, όπως έχουμε αναφέρει και

προηγούμενως. Γιατί όμως θα κάνουμε χρήση μοντέλου Mamdani; Όπως έχουμε αναφέρει, όπου υπάρχει διαθέσιμη γνώση εμπειρογνομόνων (experts) χρησιμοποιείται ένα μοντέλο Mamdani. Εν προκειμένω, επειδή στις ΕΕΔ υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης εμπειρογνομόνων, η μέθοδος αυτή ενδείκνυται για την υλοποίηση αυτών που θέλουμε να επιτύχουμε. Η μέθοδος Mamdani περιλαμβάνει ένα σύνολο κανόνων κατηγορηματικών προτάσεων. Η πρόταση - αίτιο μπορεί να είναι σύνθετη, αποτελούμενη από τη σύζευξη ή/και τη διάζευξη ή/και την άρνηση απλών κατηγορηματικών προτάσεων. Μια εφαρμογή η οποία θα μας βοηθήσει σε όλο το φάσμα του αντικειμένου της έρευνάς μας.

Εν κατακλείδι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η Ασαφής Λογική και συγκεκριμένα η μέθοδος Mamdani, είναι οι ιδανική για την επίτευξη του σκοπού μας. Βάσει των υπαρχόντων πληροφοριών που διαθέτουμε για το προσωπικό των ΕΕΔ, στηριζόμενοι στις Βάσεις Δεδομένων για το εν λόγω προσωπικό, θα μπορέσουμε να αξιολογήσουμε γενικά αλλά και κατά περίπτωση τα στελέχη στις ΕΕΔ. Ταυτόχρονα, να επιλέξουμε τους καταλληλότερους για την ανάθεση εργασιών ή πλήρωση κενών θέσεων που παρουσιάζονται στις τάξεις των ΕΕΔ, επιλέγοντας, με τη μέθοδο Mamdani, τον καταλληλότερο που να ομοιάζει, ει δυνατόν περισσότερο που τα κριτήρια – προσόντα που θέτονται ως στόχος.

## 5.2 Ερευνητικό Μέρος – Fuzzy Logic σε MATLAB

Ξεκινώντας το ερευνητικό μέρος πλέον, θα χρησιμοποιήσουμε μια Βάση Δεδομένων, σε μορφή excell, με τα στοιχεία – μεταβλητές που εν προκειμένω μας αφορούν. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, θα προσπαθήσουμε, με τα δεδομένα που έχουμε, να καταλήξουμε μέσα από μια “δεξαμενή” 50 στελεχών του ΣΞ, στο καλύτερο στέλεχος και σε μια αξιολόγηση – ιεράρχηση όλων των στελεχών γενικά βάσει προσόντων, μέσω των δεδομένων αυτών. Θα χρησιμοποιήσουμε τρεις μεταβλητές ως είσοδο K1, K2 και K3. Η έξοδος θα είναι μόνο μία, η συνολική αξιολόγηση του στελέχους. Οι είσοδοι έχουν ως εξής:

- K1 είναι τα χρόνια του στελέχους σε θέσεις ευθύνης.
- K2 είναι η βαθμολογία , σε κλίμακα 0-100, της τελευταίας αξιολόγησης του στελέχους.
- K3 είναι τα ουσιαστικά και τυπικά προσόντα του στελέχους. Εδώ κάνουμε χρήση πολυκριτηριας μεθόδου για την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Η K3 εξάγεται από επιμέρους μεταβλητές με

συγκεκριμένη ποσόστωση η κάθε μία. Ουσιαστικά χρησιμοποιούμε μια εμφωλευμένη πολυκριτήρια μέθοδο μέσα σε fuzzy logic. Οι συνιστώσες της μεταβλητής αυτής είναι οι εξής:

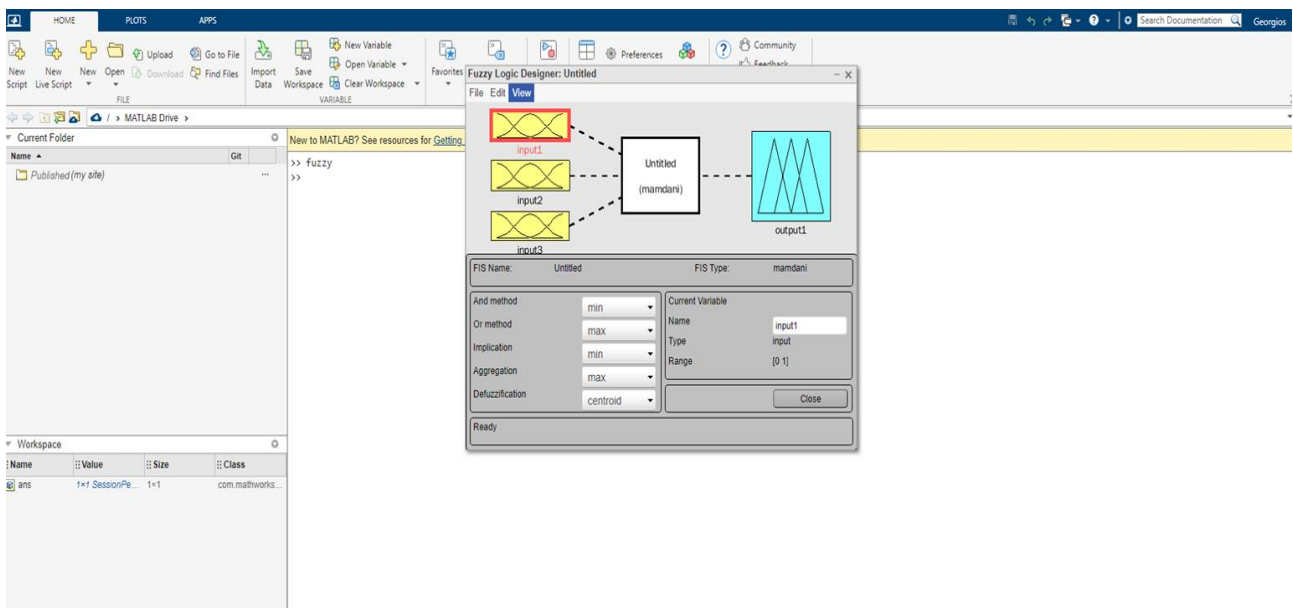
- X3: βαθμός αποφοίτησης από τη ΣΣΕ 30%
- X4: συναφές διδακτορικό 20%
- X5: συναφές μεταπτυχιακό 10%

- X6: βαθμός αποφοίτησης από τα βασικά σχολεία των ΕΔ 25%
- X7: πτυχία ξένων γλωσσών 15%

Η Βάση Δεδομένων των στελεχών είναι η ακόλουθη. Στις στήλες D έως H, οι οποίες αποτελούν την K3, φαίνονται και τα επιμέρους ποσοστά των προσόντων που την αποτελούν.

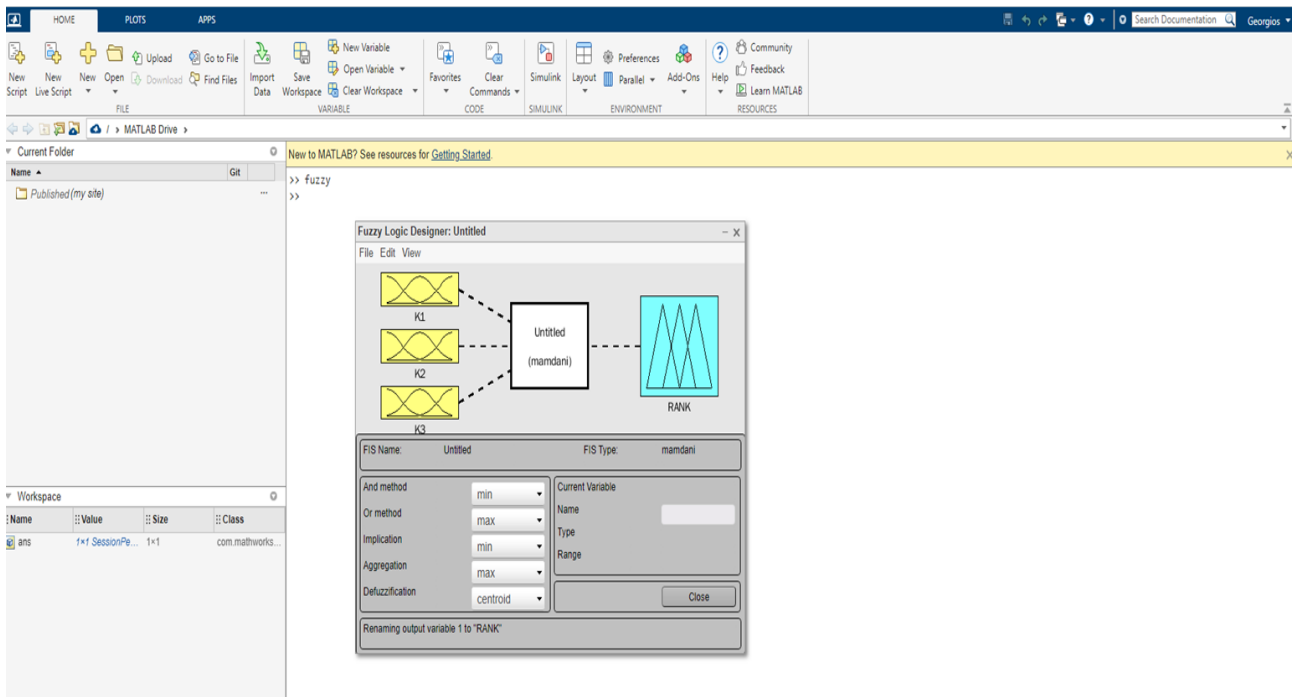
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1		K1	K2	K3					
2		X1 (0-31)	X2 (0-100)	X3 (0-100)	X4(0/1)	X5(0/1)	X6(70-100)	X7(70-100)	X3-X7
3		100%	100%	30%	20%	10%	25%	15%	
4	Σίχτι	Εμπειρία θέσης ευθύνης	Υπ αξιολ τελευτ προηγ	Βαθμός αποφ Σχολής	Συναφές διδακτ	Συναφές μεταπτυ	Βαθμός αποφοίτησης ΕΔ	Επίπεδο ξένης γλώσσας	
5	Σ1	10	100	100	0	0	100	90	68
6	Σ2	23	100	94,5	0	0	92,8	0	42
7	Σ3	15	100	100	1	0	96	90	97
8	Σ4	13	100	88	0	0	93,3	70	58
9	Σ5	4	100	86	0	0	95,6	70	58
10	Σ6	8	100	93,9	0	1	89,6	70	69
11	Σ7	13	100	96	0	0	70	70	57
12	Σ8	7	100	85,5	0	0	97,1	80	60
13	Σ9	12	100	96,4	0	1	91,2	70	70
14	Σ10	12	100	81,8	0	1	82,5	70	64
15	Σ11	10	100	91,6	0	0	91,4	90	64
16	Σ12	7	100	99,2	0	1	96,9	90	77
17	Σ13	7	100	85	0	1	90,3	90	72
18	Σ14	10	100	84,6	0	0	86,3	80	58
19	Σ15	10	100	82,5	0	0	89,7	70	56
20	Σ16	11	100	88,7	0	0	90,5	90	63
21	Σ17	7	100	92,1	0	1	89	100	76
22	Σ18	7	100	96,7	0	1	92,1	100	78
23	Σ19	7	100	97,1	0	1	95,8	100	79
24	Σ20	10	100	95,6	0	1	95,1	100	78
25	Σ21	10	100	99,8	0	1	99,8	100	80
26	Σ22	9	100	90,8	0	0	94,3	70	59
27	Σ23	10	100	100	0	1	96	100	79
28	Σ24	10	100	97	0	1	95,9	100	78
29	Σ25	10	100	93,9	0	0	94,9	80	62
30	Σ26	6	100	84,5	0	0	89,1	80	59
31	Σ27	10	100	90	0	0	92,7	80	61
32	Σ28	10	100	97,4	0	1	98,5	100	79
33	Σ29	10	100	96,6	0	1	96,2	90	77
34	Σ30	10	100	97,2	0	1	95	100	78
35	Σ31	10	100	89,3	0	1	95,7	90	74
36	Σ32	10	100	96,8	0	1	95,2	100	78
37	Σ33	10	100	89,2	0	0	95,2	80	61
38	Σ34	6	100	97,6	0	1	93,4	100	78
39	Σ35	10	100	98,3	0	0	91	100	68
40	Σ36	10	100	85,8	0	1	89	80	69
41	Σ37	11	100	90,7	0	0	94,3	100	66
42	Σ38	10	100	89,4	0	1	95,6	100	76
43	Σ39	17	100	92,3	1	1	91,8	90	94
44	Σ40	22	100	89,1	1	1	88,7	80	90
45	Σ41	13	100	84,2	0	0	86,4	70	56
46	Σ42	12	100	93,2	0	0	94,7	100	67
47	Σ43	1	100	98,3	0	0	99	90	67
48	Σ44	1	100	93,6	0	0	95,8	100	67
49	Σ45	1	100	86,7	0	0	84,3	70	56
50	Σ46	15	100	98,3	1	1	97,6	90	97
51	Σ47	10	100	89,1	0	1	90,7	100	75
52	Σ48	10	100	91,7	0	0	97,4	100	67
53	Σ49	10	100	99,3	0	1	98,3	100	80
54	Σ50	10	100	95,9	0	1	95,7	100	78

Σχήμα 36 Βάση Δεδομένων προσωπικού  
Μπαίνοντας στο περιβάλλον MATLAB βλέπουμε τα ακόλουθα:



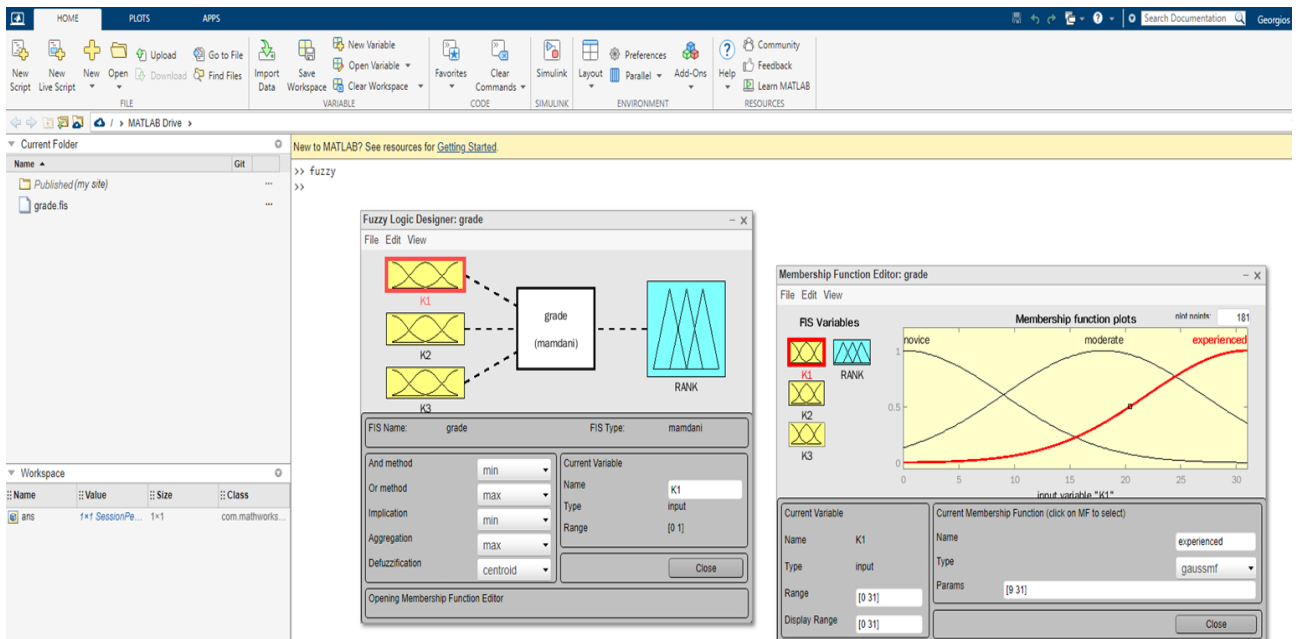
Σχήμα 37 Βήμα 1 στο περιβάλλον Matlab

Επιλέγουμε να έχουμε τρεις μεταβλητές ως είσοδο τις οποίες θα ονομάσουμε στην πορεία K1, K2 και K3 αντίστοιχα. Την έξοδο θα την ονομάσουμε RANK.

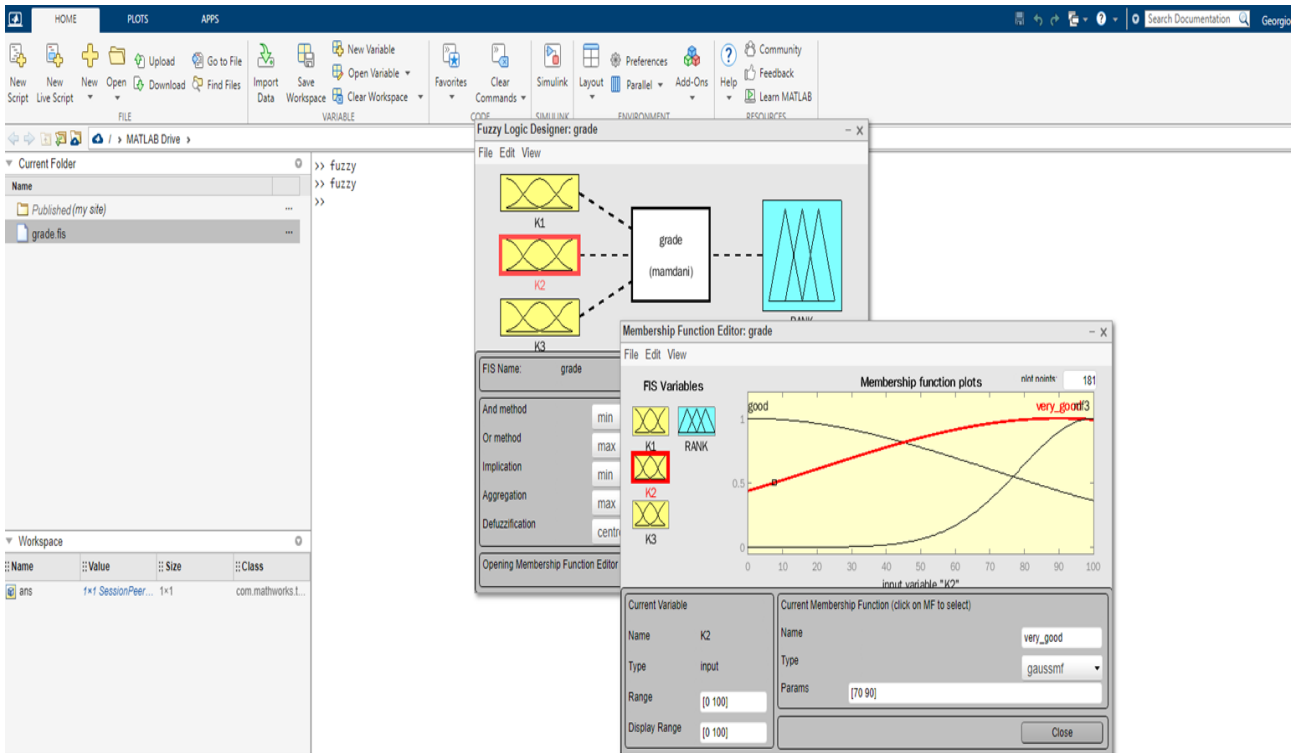


Σχήμα 38 Βήμα 2 στο περιβάλλον Matlab

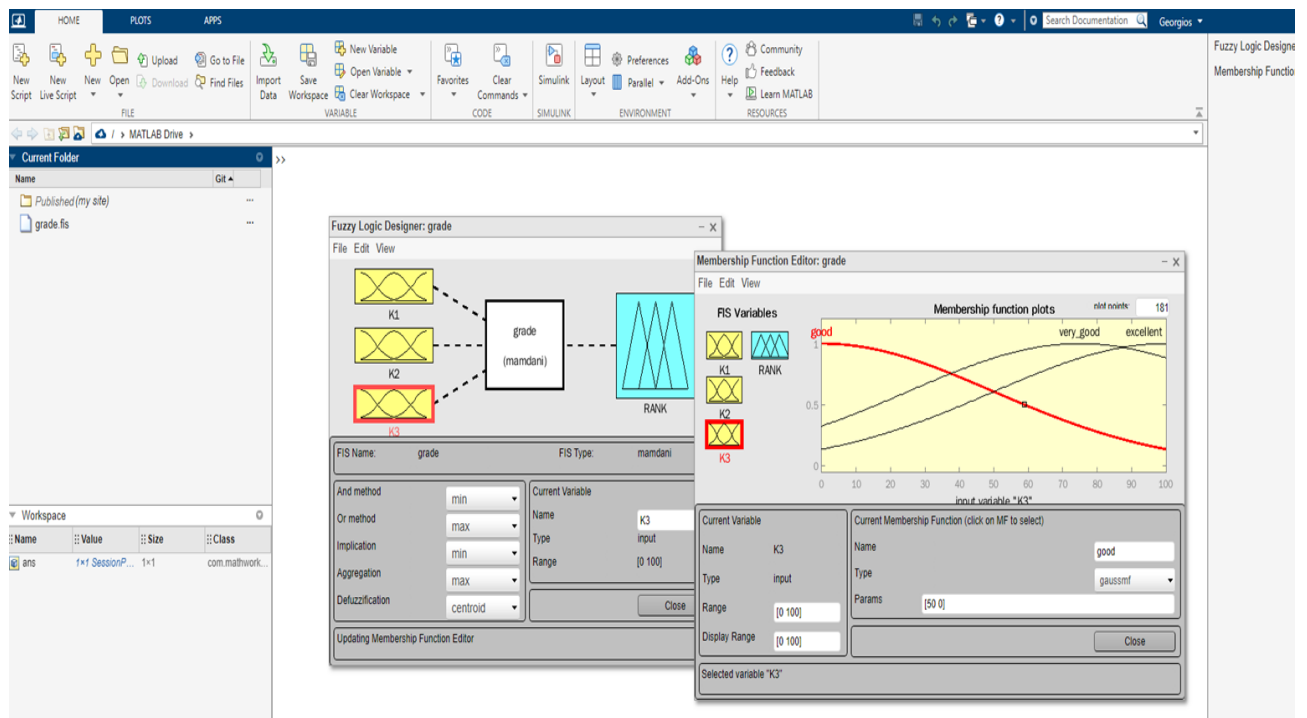
Εισάγουμε τις τιμές στη μεταβλητή K1. Με όμοιο τρόπο θα πράξουμε και για τις μεταβλητές K2, K3 και RANK.



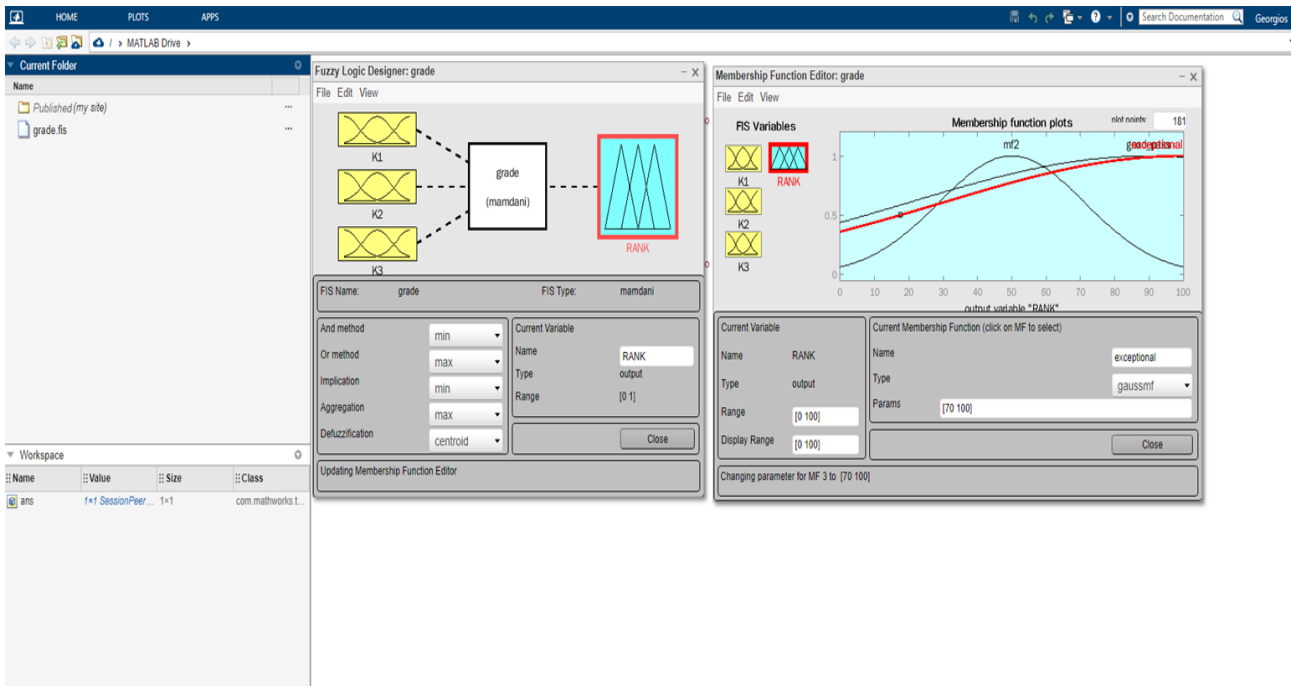
Σχήμα 39 Μεταβλητή K1



Σχήμα 40 Μεταβλητή K2

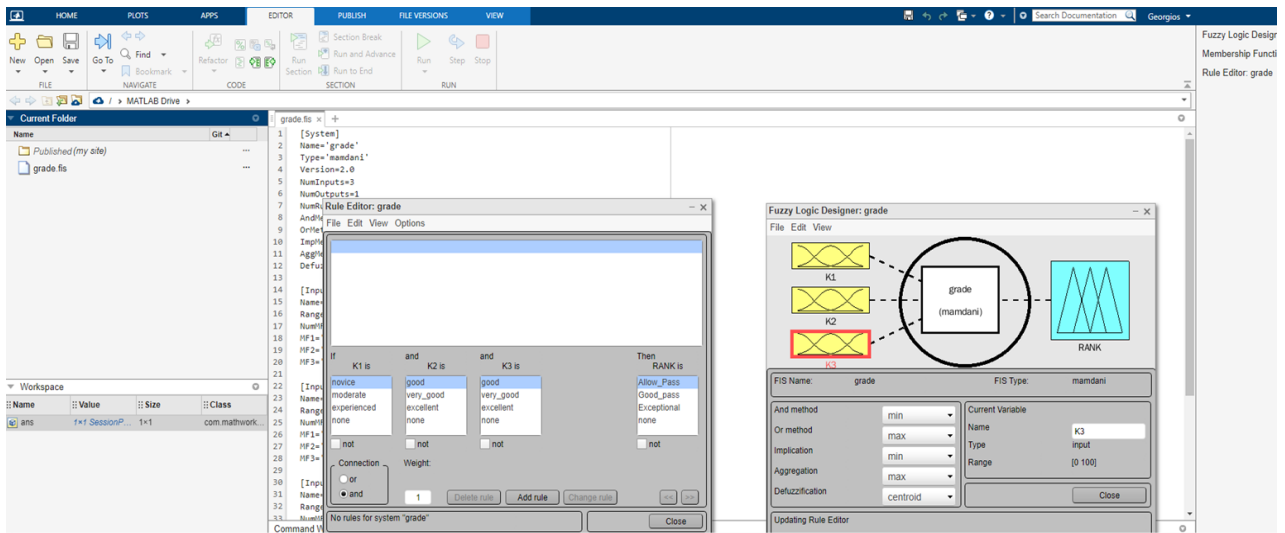


Σχήμα 41 Μεταβλητή K3

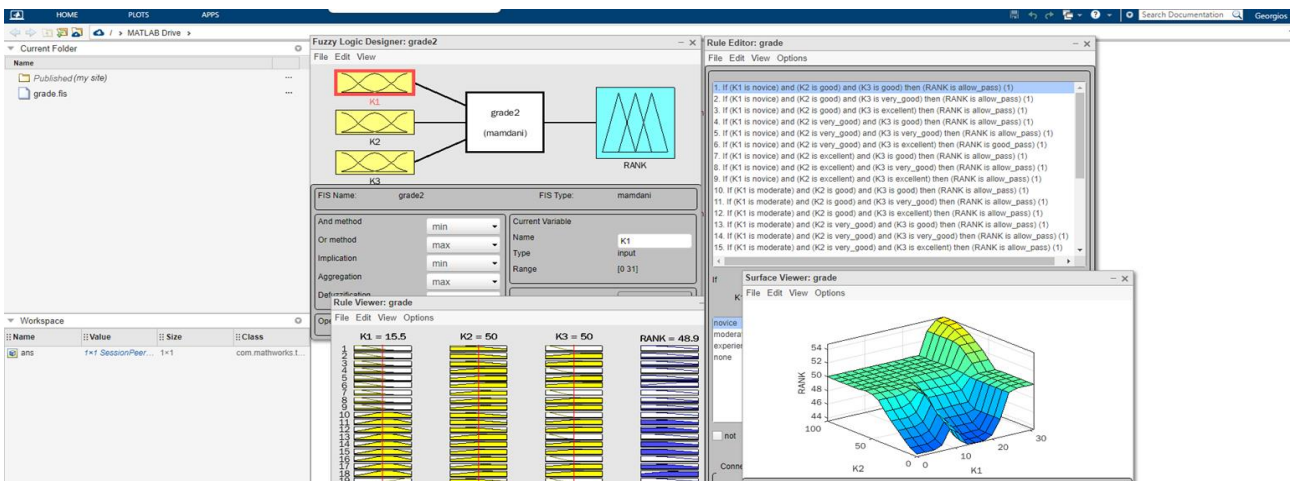
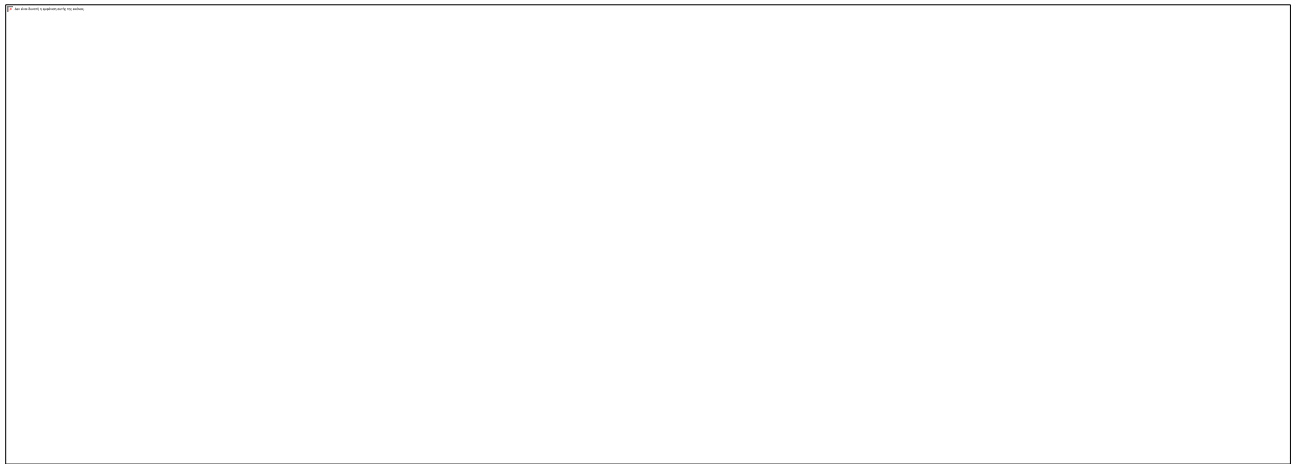


Σχήμα 42 Μεταβλητή RANK

Επόμενο βήμα είναι να φτιάξουμε τους κανόνες της μεθόδου για να εξάγουμε πλέον τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα. Η διαδικασία αυτή θα γίνει από το GRADE (rule editor).



Σχήμα 43 Δημιουργία Κανόνων στο GRADE (rule editor)



Σχήμα 44 – 45 Το σύνολο των Κανόνων – Rules γραφικά

Επόμενο βήμα είναι η προσομοίωση του προγράμματος, να εισάγουμε τα δεδομένα και να “τρέξουμε” τη συνάρτηση για εξαγωγή δεδομένων.

```

>> fuzzy
Error using fuzzy_internal_fis.MembershipFunction/set_Name
Membership function name must be a character row vector or a string scalar having nonempty character contents.

Error in mfeval (line 881)
    eval(['fis.' varType '(' num2str(varIndex) ').mf(' num2str(currMF ')').name=''' newName ''''; ']);

Error while evaluating UIControl Callback.

Error using fisvar/set_mf
Membership function 'good_pass' already exists for variable 'RANK'.

Error in mfeval (line 881)
    eval(['fis.' varType '(' num2str(varIndex) ').mf(' num2str(currMF ')').name=''' newName ''''; ']);

Error while evaluating UIControl Callback.

>> fuzzy
>> Input[]
input[]
↑
Invalid expression. When calling a function or indexing a variable, use parentheses. Otherwise, check for mismatched delimiters.

>> input()
Error using input
Not enough input arguments.

>>
>> Input = []

input =

[]

>> output = []

```

Σχήμα 46 Διαδικασία εισαγωγής δεδομένων

## Περνάμε στις μεταβλητές εισόδου τις αντίστοιχες τιμές

The screenshot shows the MATLAB environment. The 'Current Folder' pane on the left contains 'Published (my site)' and 'grade fis'. The 'Workspace' pane shows variables: 'ans' (1x1), 'input' (50x3 double), and 'output' (0x0). The main window displays a 50x3 double matrix 'input' with the following data:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
24	10	100	78														
25	10	100	80														
26	6	100	59														
27	10	100	79														
28	10	100	78														
29	10	100	62														
30	10	100	59														
31	10	100	61														
32	10	100	79														
33	10	100	77														
34	6	100	78														
35	10	100	74														
36	10	100	78														
37	11	100	61														
38	10	100	78														
39	17	100	68														
40	22	100	69														
41	13	100	66														
42	12	100	76														
43	1	100	94														
44	1	100	90														
45	1	100	56														
46	15	100	97														
47	10	100	75														
48	10	100	67														
49	1	100	65														

The Command Window shows the command: `input(44,3) = 90;`

## Σχήμα 47 Εισαγωγή δεδομένων

Αφού περάσαμε τις τιμές των μεταβλητών εισόδου, πρέπει να υπολογίσουμε τα αποτελέσματα στην έξοδο.

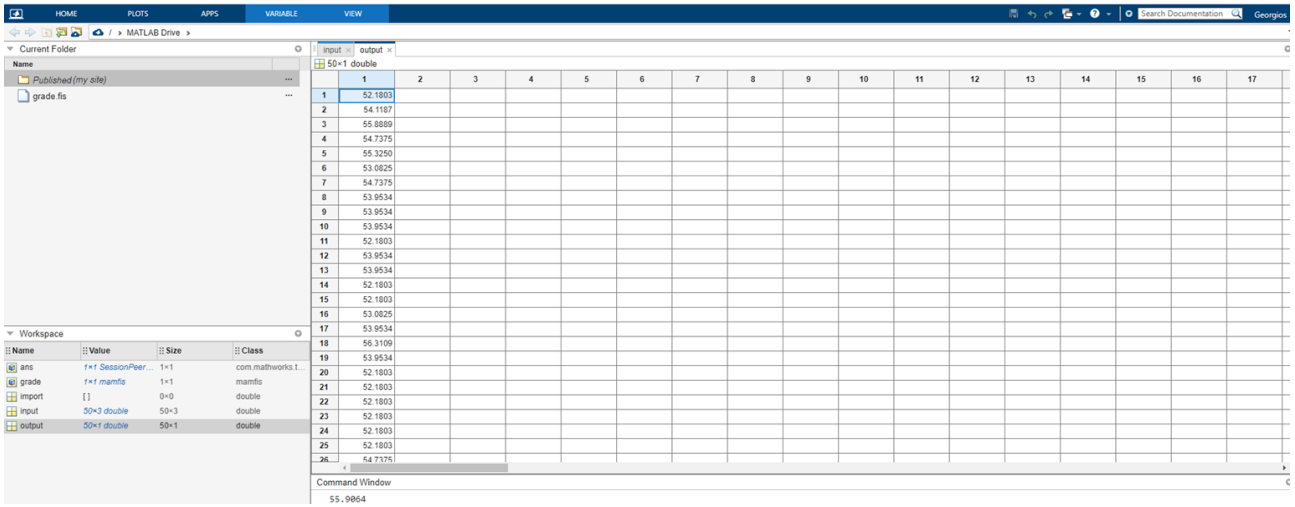
The screenshot shows the MATLAB Command Window with an error message: `Unrecognized function or variable 'evalfis'.` Below the error, the user has entered the command: `output=evalfis(grade,input)`. The output is a list of numerical values:

```
output =  
52.1803  
54.1187  
55.6889  
54.7375  
55.3256  
53.6825  
54.7375  
53.9534  
53.9534  
52.1803  
53.9534  
53.9534  
52.1803  
52.1803  
53.6825  
53.9534  
56.2189  
53.9534  
52.1803  
52.1803  
52.1803  
54.7375  
52.1803  
52.1803
```

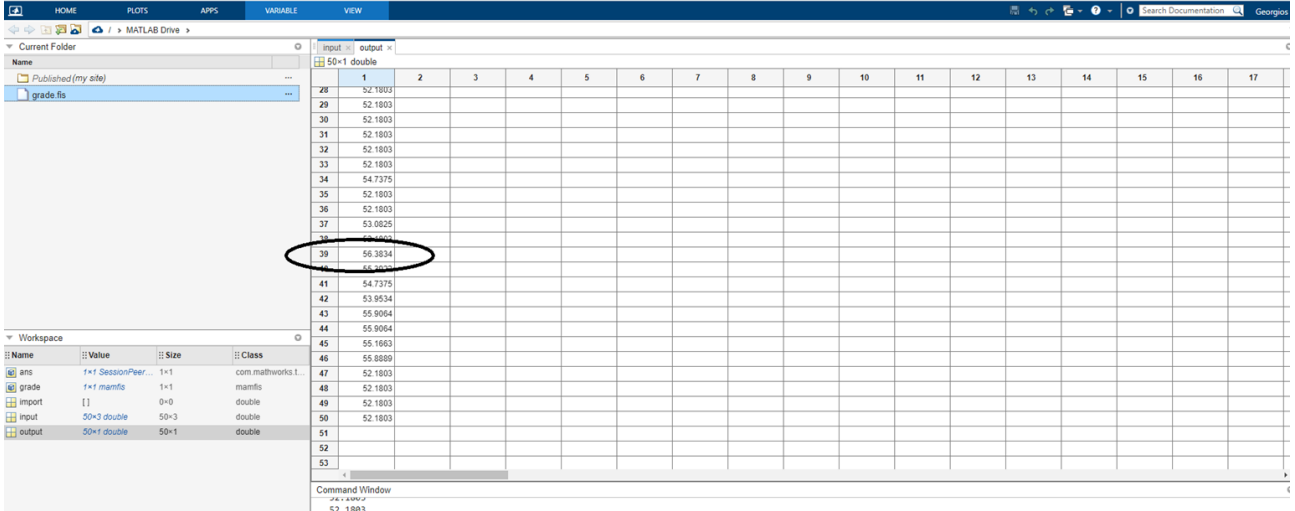




**Σχήμα 48 – 49** Υπολογισμός αποτελεσμάτων  
Περνάμε τα αποτελέσματα στο output



**Σχήμα 50** Εισαγωγή αποτελεσμάτων στο output  
και εν συνεχεία βρίσκουμε το στέλεχος με την υψηλότερη βαθμολογία. Εν προκειμένω το στέλεχος  
υπ' αριθμ' 39 έχει την υψηλότερη βαθμολογία (56,3834).



**Σχήμα 51** Εύρεση στελέχους με τη μεγαλύτερη βαθμολογία

Μέσα από το Matlab με τη χρήση Fuzzy Logic και συγκεκριμένα της μεθόδου Mamdani, καταλήξαμε στην αξιολόγηση 50 στελεχών του ΣΞ, λαμβάνοντας υπόψιν τρία κριτήρια, τα συνολικά χρόνια σε θέσεις ευθύνης, την τελευταία ετήσια αξιολόγηση του στελέχους και τα προσόντα του στελέχους, μέσω μιας εμφωλευμένης πολυκριτήριας αξιολόγησης.

Το στέλεχος με την υψηλότερη βαθμολογία δεν είχε τα περισσότερα χρόνια σε θέσεις ευθύνης. Ήταν πάνω από το μέσο όρο (9,94 έτη) με 17 χρόνια υπηρεσίας, ενώ ταυτόχρονα υπήρχαν στελέχη με περισσότερα έτη. Επίσης δε διέθετε την υψηλότερη ετήσια βαθμολογία, είχε 95/100, μια βαθμολογία που θεωρείται οριακά κάτω του μέσου όρου, ο οποίος είναι στο 96,6. Στα προσόντα όμως το στέλεχος αυτό είχε βαθμολογία 94, τη δεύτερη υψηλότερη, ενώ ο μέσος όρος ήταν στο 70,4. Το στέλεχος με την υψηλότερη βαθμολογία στα προσόντα (97) κατατάσσεται στους πρώτους πέντε και συνολική βαθμολογία 55,8889.

Γίνεται εύκολα αντιληπτό, αξιοποιώντας τις Βάσεις Δεδομένων που κατέχουμε, για κάθε εργασία – αποστολή που εμφανίζεται σε ένα Διοικητή ή Διευθυντή, να προσαρμόζει ανάλογα τις καταστάσεις τις εισόδους στο Matlab και κατόπιν να καταλήγει στον ιδανικότερο για την ανάθεση αυτής της εργασίας. Ένα στέλεχος που υστερεί σε μια εργασία, ίσως, βάσει προσόντων πάντα, να είναι ο ιδανικότερος σε μια άλλη. Αυτό μας δίνει και άλλη μία μετάφραση. Αυτή είναι ότι το ποιος είναι καλύτερος γενικά είναι μια στείρα και μονοδιάστατη αντίληψη. Εφόσον θέλουμε να αξιοποιήσουμε καλύτερα το προσωπικό μας, πρέπει να έχουμε μια πιο ολιστική άποψη επί της αξιολόγησης του προσωπικού. Σαφώς και πρέπει να υπάρχει μια συνολική βαθμολογία του προσωπικού, με όσο το δυνατόν περισσότερες μεταβλητές εισόδου γίνεται για να έχουμε ως έξοδο μια όσο το δυνατόν αντικειμενικότερη αξιολόγηση. Δεν πρέπει να μένουμε δογματικοί όμως σε αυτό αλλά να διαβάζουμε τα δεδομένα, εν προκειμένω τα ειδικά προσόντα του κάθε στελέχους και με τη χρήση των Ασαφών Συστημάτων αλλά και γενικότερα οποιουδήποτε Ευφυούς Συστήματος, να τα μεταφράζουμε ανά περίπτωση και να επιλέγουμε. “ Όλα υπάρχουν στο διαδίκτυο, αρκεί να πληκτρολογήσεις τη σωστή ερώτηση...”.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>. ΕΠΙΛΟΓΟΣ**

### **6.1 Εισαγωγή**

Η παρούσα εργασία είχε ένα διπλό στόχο. Ο πρώτος στόχος ήταν να γίνει μια ανασκόπηση των υπαρχόντων Ευφυών Συστημάτων, των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που έχει ξεχωριστά το κάθε ένα από αυτά και τις εφαρμογές τους. Επίσης, να γίνει μια παρουσίαση του υπάρχοντος συστήματος αξιολόγησης στις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις, με τα επίσης χαρακτηριστικά του αλλά και τις αστοχίες που διαθέτει. Ο έτερος στόχος ήταν να γίνει μία έρευνα για την αξιολόγηση του προσωπικού

με χρήση πλέον των Ευφυών Συστημάτων. Με την ολοκλήρωση της έρευνας, αναλύθηκαν τα αποτελέσματα έτσι ώστε να προκύψουν συμπεράσματα τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω.

## **6.2 Συμπεράσματα**

Παρόλο που υπάρχει πληθώρα Ευφυών Συστημάτων, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί αλλά και εφαρμόζεται σε πολλούς τομείς στο ιδιωτικό τομέα, στις ΕΕΔ, όπως είδαμε στο Κεφάλαιο 4, που αφορούσε την αξιολόγηση του προσωπικού, δε γίνεται χρήση τους σε καμία πτυχή της διαχείρισης προσωπικού. Η μεγάλη διασπορά του προσωπικού, λόγω της ύπαρξης πολλών διοικήσεων – στρατοπέδων, και οι εκατοντάδες επιμέρους ετήσιες αξιολογήσεις του προσωπικού συνιστούν ήδη ένα μεγάλο πρόβλημα – πρόκληση. Επίσης, η χρήση παρωχημένων λογισμικών συστημάτων και προγραμμάτων από τις ΕΕΔ συνολικά, δυσχεραίνουν το ήδη υπάρχον πρόβλημα. Μελετώντας όμως τα αποτελέσματα καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα. Μπορεί γρήγορα να γίνει η αναζήτηση – αξιολόγηση του ιδανικότερου κατά περίπτωση στελέχους. Είναι κάτι που θα οδηγήσει σε ένα μεγάλο κέρδος χρόνου. Επιπρόσθετα, θα μας οδηγήσει να επιλέξουμε το καλύτερο στέλεχος, αναλόγως της εργασίας που μας απασχολεί. Επίσης, η ασαφής λογική στο περιβάλλον Matlab μας δίνει τη δυνατότητα κάθε φορά να διαφοροποιούμε τις εισόδους – προσόντα των αξιολογούμενων, αναλόγως του ποθούμενου αποτελέσματος. Μπορεί ένα στέλεχος με συγκεκριμένες μεταβλητές ως είσοδο να αξιολογείται με μια μεσαία βαθμολογία, με άλλες μεταβλητές να είναι πρώτος. Αυτό μας δείχνει ότι η βαθμολόγηση δεν μπορεί να είναι μια στεία κλίμακα βαθμολογίας. Θα πρέπει να είναι ευμετάβλητη, πολυεπίπεδη και να αξιοποιεί το οποιοδήποτε χαρακτηριστικό που διαθέτει ένα στέλεχος. Μας δίνει πολλές δυνατότητες να χειριστούμε τις υπάρχουσες Βάσεις Δεδομένων προς όφελός μας. Δυστυχώς οι ΕΕΔ διαθέτουν τεράστιες Βάσεις Δεδομένων, οι οποίες ακόμα παραμένουν ανεξερεύνητες και αναξιοποίητες. Όλα αυτά μας φέρνουν στη θύμηση τον Ιούλιο Καίσαρα. Σαφώς και ο Ιούλιος Καίσαρας δε χρησιμοποιείσαι Ασαφή Λογική, όπως την εννοούμε εμείς. Είχε τόσο μεγάλη διοικητική διάνοια όπου κατάφερε αυτό που πολύ λίγοι κατάφεραν. Να αξιοποιήσει τις δυνατότητες του εκάστοτε στρατιώτη λεγεωνάριου στο μέγιστο και να κάνει τη ρωμαϊκή λεγεώνα να λειτουργήσει στο 100% των δυνατοτήτων της, προσαρμοζόμενη κάθε φορά σε κάθε αντίπαλο και έδαφος.

## **6.3 Προκλήσεις**

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η μεγάλη διασπορά και μεγάλος των επιμέρους διοικήσεων με την ταυτόχρονη χρήση παρωχημένων λογισμικών συστημάτων, αποτελούν σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα για την εφαρμογή Ευφυών Συστημάτων. Αυτό ήταν ένα γενικότερο πρόβλημα το οποίο εμφανιζόταν σε πολλούς τομείς, τόσο του ιδιωτικού αλλά και δημοσίου τομέα. Όμως, όπως είδαμε τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα στα χρόνια της πανδημίας Sars Covid – 19, πολλοί

τέτοιοι σκόπελοι ξεπεράστηκαν. Η ανάγκη να λειτουργήσουν οι επιχειρήσεις σε συνθήκες πανδημίας εξ αποστάσεως, έδωσαν νέα ώθηση αναφορικά με τη λειτουργία αυτών. Πολλές προσλήψεις έγιναν χωρίς τον παραδοσιακό τρόπο των συνεντεύξεων. Επίσης, πολλά ταλέντα και προσωπικό “αλιεύτηκε” μέσα από τις πλατφόρμες κοινωνικών δικτύων, κάνοντας χρήση ευρύτατη χρήση Ευφυών Συστημάτων. Αυτό δεν ήταν που εφαρμοζόταν πρώτη φορά, οι επικρατούσες όμως υγειονομικές συνθήκες εκτίναξαν την εφαρμογή τους.

Όλα τα ανωτέρω, δεν μπορούν παρά να αποτελούν ένα παράδειγμα προς μίμηση και για τις ΕΕΔ. Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, οι ΕΕΔ και οι στρατοί παγκοσμίως έχουν πολλές ομοιότητες με τις επιχειρήσεις στον ιδιωτικό τομέα, όσον αφορά τη δομή, την ιεραρχία και τις λειτουργίες. Η υλοποίηση όμως αυτού του εγχειρήματος προϋποθέτει δύο βασικά εργαλεία. Το πρώτο απαραίτητο εργαλείο είναι η χρήση του απαραίτητου hardware σε όλα τα κλιμάκια που αξιολογούν προσωπικό. Ακόμα και η, για εξοικονόμηση πόρων, ύπαρξη τοπικών κέντρων με το συγκεκριμένο hardware για την αξιολόγηση του προσωπικού, θα μειώσει μεν το κόστος αλλά όχι σε μεγάλο βαθμό. Η υλοποίηση ενός αυτού προγράμματος έχει ένα αρχικά μεγάλο κόστος, ειδικά τη συγκεκριμένη περίοδο όπου η χώρα και ο δημόσιος τομέας γενικότερα είναι ακόμα σε δημοσιονομική στενότητα. Οι πόροι που διαθέτονται στις ΕΕΔ διατίθενται για εξοπλιστικές δαπάνες και κάλυψη τρεχουσών αναγκών Διοικητικής Μέριμνας. Το έτερο απαραίτητο εργαλείο για την υλοποίηση αυτού του εγχειρήματος είναι η γνώση χειρισμού των ΕΣ μέσα από περιβάλλον Matlab. Αυτό προϋποθέτει να υπάρξει εκπαίδευση του προσωπικού πάνω στη χρήση του Matlab. Αυτό είναι κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τα προγράμματα εκπαίδευσεως των παραγωγικών Στρατιωτικών Σχολών των Αξιωματικών – Υπαξιωματικών. Συν τοις άλλοις, η ευρεία εξοικείωση των νέων στελεχών με τους υπολογιστές και τα προγράμματα λογισμικού γενικότερα, ειδικά σε σχέση με τις παλαιότερες γενιές Αξιωματικών, θα βοηθήσουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού. Είναι όμως κάτι θα περατωθεί προοδευτικά. Εφόσον υπάρξει απαίτηση για άμεση υλοποίηση της χρήσης ΕΣ στη διαχείριση του προσωπικού των ΕΕΔ, θα είναι αναγκαία η άμεση εκπαίδευση του προσωπικού πάνω σε αυτό, το οποίο θα είναι σίγουρα χρονοβόρο αλλά και κοστοβόρο, είτε υλοποιηθεί από ιδιωτικό είτε δημόσιο φορέα (έξοδα μετακίνησης, σίτισης και μετακίνησης και πληρωμές ιδιωτικών φορέων εκπαίδευσης).

#### **6.4 Επίλογος**

Κλείνοντας αυτή την εργασία, μέσα από αυτό το ταξίδι στον κόσμο των Ευφυών Συστημάτων αλλά και εντός των τάξεων των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων, γνωρίσαμε τις δυνατότητες που προσφέρει η χρήση των Ευφυών Συστημάτων και πώς μπορεί να συνδυαστεί η χρήση τους με τη διοίκηση και διαχείριση προσωπικού στις Ένοπλες Δυνάμεις της Ελλάδας. Οι δυνατότητες και τα

προβλήματα που θα επιλυθούν είναι πολλά, δίνοντας στον εκάστοτε Διοικητή σε όλα τα κλιμάκια και επίπεδα διοίκησης, την ευχέρεια και τα εργαλεία να αξιοποιήσει στο μέγιστο το υπάρχον προσωπικό του. Η εν γένει έλλειψη προσωπικού σε πολλές Μονάδες των ΕΕΔ και οι αυξανόμενες καθημερινές υποχρεώσεις κάνουν την ανάγκη αυτή επιτακτική. Συν τοις άλλοις, η απαίτηση να λειτουργήσουν οι ΕΕΔ σε ένα σύγχρονο περιβάλλον που συνεχώς εξελίσσεται, το οποίο αποτελείται από όλο και περισσότερο ευμετάβλητες καταστάσεις και συνιστώσες, δημιουργούν ολοένα και μεγαλύτερες απαιτήσεις για την, ει δυνατόν, μέγιστη αξιοποίηση του προσωπικού. Μια αξιοποίηση του προσωπικού, καθόσον δεν πρέπει να λησμονούμε ότι το προσωπικό είναι ο σημαντικότερος συντελεστής ισχύος και παράγοντας αύξησης της μαχητικής ισχύος. Κανένα οπλικό σύστημα δεν είναι ικανό από μόνο να λειτουργήσει σωστά και στο μέγιστο βαθμό, αν αυτός που το χειρίζεται δεν είναι ικανός ως προς το χειρισμό του αλλά και κατάλληλα εκπαιδευμένος.

Συνάμα, οι προκλήσεις και οι δυσχέρειες είναι πάρα πολλές, δημιουργώντας τεράστιες αγκυλώσεις. Η εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος, η αξιοποίηση των Ευφυών Συστημάτων στη διαχείριση του προσωπικού είναι εκ του προοιμίου δύσκολη. Οι ΕΕΔ είναι ένας τεράστιος οργανισμός και η εφαρμογή του προγράμματος αυτού είναι δυσχερής. Πολλές φορές, και οι υπάρχουσες εσωτερικές αγκυλώσεις, οι οποίες συχνά πηγάζουν από το φόβο του καινούργιου και αγνώστου, δημιουργούν επιπλέον προβλήματα στην ολοκλήρωση αυτή. Επιπρόσθετα, όπως προαναφέρθηκε, το συνολικό κόστος σε μια δύσκολη δημοσιονομική περίοδο, με τις σκέψεις πάντα να είναι στη κάλυψη τρεχουσών εξόδων και εξοπλισμών, φέρνει τη υλοποίηση της χρήσης των Ευφυών Συστημάτων όλο και πιο πίσω.

Ως κατακλείδα, κλείνοντας το πόνημα αυτό και ολοκληρώνοντας αυτό το ταξίδι, θα δώσουμε μια συνολική απάντηση στις προαναφερθείσες προκλήσεις, η οποία συνοψίζεται στις δύο ακόλουθες προτάσεις, χωρίς να τις αναλύσουμε περαιτέρω. Τη δεκαετία του 70', οι Άραβες παραγωγοί πετρελαίου είπαν για την πετρελαιοκή κρίση και το πετρέλαιο γενικότερα ότι το εξής: "... οι πρόγονοί μας δε χρειάστηκε να εξαντλήσουν όλες τις πέτρες για να μεταβούν από την εποχή της πέτρας στην εποχή του χαλκού...". Επίσης, "...δε χρειάζεται να συγκρουστούμε με τα παλιό για να αλλάξουμε, πηγαίνουμε μπροστά και όσοι μπορούν να ακολουθήσουν ακολουθούν, όσοι δεν μπορούν, μένουν πίσω..." (απόσπασμα από την Ημερήσια Διαταγή του τότε παραλαμβάνοντος Α/ΓΕΣ το 2017, Αντιστρατήγου Αλκιβιάδη Στεφανή, αλλά και νόμος της φυσικής εξέλιξης).

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **A) ΑΓΓΛΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Mikhail Leizerovich Krichevsky, Julia Anatolevna Martunova, Vladislav Borisovich Sirotkin, 2017. *Neuro-fuzzy recruitment system*.

Buket Karatop , Cemalettin Kubat, Özer Uygun, 2014. *Talent management in manufacturing system using fuzzy logic approach*.

Morteza Gholizadeh, Sina Fard Moradinia, 2020. *View of Human Resource Risk Management in Construction Projects Based on the ANFIS Method*, pp 5309-5329.

Mustafa Tinkir, Burcu Doganalp, Serkan Doganalp , 2015. *Human Resource Selection Process by Using Various Fuzzy Logic Techniques*.

Krasimir Slavyanov, 2018. *An algorithm of Fuzzy Inference System for human resources selection tools*, pp 445-454.

Leszek Rutkowski, 2001. *A General Approach to Neuro-Fuzzy Systems*, pp 1428-1431.

Jakeline Serrano García, Carlos Alberto Acevedo Alvarez, Johnatan Mauricio Castelblanco Gomez , Juan Jose Arbelaez Toro, 2017. *Measuring organizational capabilities for technological innovation through a fuzzy inference system*.

Mohsen Sadegh Amalnick and Mansour Zarrin, 2016. *Performance assessment of human resource by integration of HSE and ergonomics and EFQM management system. A fuzzy-based approach*. pp 160-174.

Peter Weimann, Gloria Phillips-wren, *Intelligent decision support systems*. pp 1934-1938.

Kerrie Fleming, Carla Millar, 2019. *Leadership capacity in an era of change: the new-normal leader*, pp 310-319.

## **B) ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Αναστασία Τσοτουλίδου, 2020. *Εισαγωγή και αξιολόγηση Πληροφοριακού συστήματος στο χώρο της Ελληνικής δικαιοσύνης. Η περίπτωση “ΣΟΛΩΝ”*.

Βασίλειος Καμπουρλάζος, Γεώργιος Παπακόστας, 2015. *Εισαγωγή στην Υπολογιστική Νοημοσύνη*.

Αλέξανδρος Μιχαήλ Κελεμένης, 2011. *Ευφυή και Έμπειρα Συστήματα Διαχείρισης Ανθρωπίνων Πόρων*

Αικατερίνη Γεωργούλη, 2015. *Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)

Αικατερίνη Γεωργούλη, 2015. *Μηχανική Μάθηση*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)

Αικατερίνη Γεωργούλη, 2015. *Ασαφή Συστήματα*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)

Αικατερίνη Γεωργούλη, 2015. *Έμπειρα Συστήματα*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)

Αικατερίνη Γεωργούλη, 2015. *Νοήμονες Πράκτορες*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)

Ευστάθιος Κύρκος, 2015. *Εξόρυξη Γνώσης από Δεδομένα*.

[Ηλεκτρονικό]

Available at: [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)

Βλαχάβας, Ι., Κεφαλάς, Π., Βασιλειάδης, Ν., Ρεφανίδης, Ι., Κοκκοράς, Φ. & Σακελλαρίου, Η. (2011). *Τεχνητή Νοημοσύνη (3η έκδοση)*.

Βλάχος Κωνσταντίνος, 2007. *Ανάπτυξη της βάσης γνώσης ενός έμπειρου συστήματος για την επιλογή μεθόδων πολυκριτήριας ανάλυσης*

Δημήτρης Μητσόπουλος, 2018. *Ανάπτυξη Πολυκριτήριας Μεθοδολογίας Αξιολόγησης Στρατιωτικού Προσωπικού*.

Ιωάννης Χαραλαμπίδης. *Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού*.

Παπαδοπούλου Μαρία, 2018. *Διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού σε επιχειρήσεις και οργανισμούς. Μελέτη περίπτωσης: Ιδιωτικό Σχολείο*.

Ένα Σέμε, 2018. *Η Επίδραση της Τεχνολογίας Στη Διοίκηση του Προσωπικού*.

Σκαμαγκούλη Αμαλία, 2018. *Πολυκριτηριακή Προσέγγιση σε πρόβλημα ανάθεσης σε θέσεις εργασίας*.