



ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΕΥΕΛΠΙΔΩΝ
Τμήμα Στρατιωτικών Επιστημών

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2022-23

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ
ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ –
MASTER OF SCIENCE IN INTELLIGENT
SYSTEMS ENGINEERING

(ΠΔ 59 /2021 /ΦΕΚ 145Α'/17.08.2021)



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΙΤΛΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η εφαρμογή ενός Ευφυούς Συστήματος (Intelligent Audit
& Training System) σε οργανισμούς Αεροπορικής
Συντήρησης MRO Part 145 κατά EASA.

Υπό:

ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΕΝΔΡΙΝΟΣ

A.M.: 2021018005

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2024

Η Μεταπτυχιακή Διατριβή του Ιωάννη Μενδρινού εγκρίνεται:

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής Νικόλαος Ματσατσίνης (Επιβλέπων)

**Nikolaos
Matsatsinis**

Digitally signed by
Nikolaos Matsatsinis
Date: 2024.02.21
18:26:59 +02'00'

Αναπληρωτής Καθηγητής Νικόλαος Παπαδάκης

Papadakis Nikolaos

Αναπληρωτής Καθηγητής Στέλιος Τσαφαράκης

**Stelios
Tsafarakis**

Digitally signed by Stelios Tsafarakis
DN: c=GR, l=Chania, o=Technical
University of Crete, sn=Tsafarakis,
givenName=Stelios,
serialNumber=4877168308, cn=Stelios
Tsafarakis
Date: 2024.02.22 08:46:38 +02'00'

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

© Copyright υπό

Έτος 2023

Στην οικογένεια μου, που αποτελεί το βασικό μου κίνητρο.

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην Στρατιωτική Σχολή Ευέλπιδων και στο Πολυτεχνείο Κρήτης για την αποδοχή μου στο Διδρυματικό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Τριμελή Επιτροπή Επίβλεψης της Διπλωματικής μου Εργασίας και πιο συγκεκριμένα,

Τον Καθηγητή Κύριο Νικόλαο Ματσατσίνη για την σπουδαία γνώση την οποία μου μετέδωσε, την υποστήριξη καθώς και την συνεχή καθοδήγηση στην διάρκεια της συγγραφής της Διπλωματικής μου εργασίας.

Τους Αναπληρωτές Καθηγητές Κύριους Νικόλαο Παπαδάκη και Στέλιο Τσαφαράκη για το εξαιρετικό τους μάθημα, το οποίο στάθηκε ως ισχυρό ερέθισμα για την εισαγωγή και ενασχόληση μου με τον χώρο της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Σχετικά με το σκέλος της εφαρμογής της Διπλωματικής μου Εργασίας εκφράζω τις ευχαριστίες μου στον Κύριο Νικόλαο Κοντογιάννη, CEO της επιχείρησης APELLA SA για την αποδοχή της μερικής υλοποίησης της εργασίας καθώς και το κάτωθι προσωπικό της ανωτέρω επιχείρησης για την συνεργασία και την συμβολή τους στον εν λόγω εγχείρημα.

Βασιλείου Ιωάννης, Chief Operating Officer

Τριαντάφυλλος Ιωάννης, Technical Director

Μιτσάκη Ρέα, HR Director

Κεχαγιάς Νικόλαος, Training Officer

Τέλος, η υποστήριξη της συζύγου μου Ελισσάβετ και της οικογένειας μου στάθηκε καθοριστική και τους οφείλω την αμέριστη ευγνωμοσύνη μου.

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟ ΧΩΡΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	13
§ 1.1. Περιγραφή Επιχείρησης Maintenance Repair & Overhaul	
κατά Part 145 EASA.....	13
§ 1.2. Συγκεκριμένες Απαιτήσεις Αεροπορικής Νομοθεσίας.....	13
§ 1.3. Γνώση των Ειδικών.....	14
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	15
§ 2.1. Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	15
2.1.1. Βασικοί ορισμοί.....	15
2.1.2 Αντιπροσωπευτική δομή ενός Ε.Σ.....	16
2.1.3 Μηχανική της γνώσης (knowledge engineering).....	21
§ 2.2. Ανάπτυξη έμπειρων συστημάτων.....	40
2.2.1. Προβλήματα εφαρμογής των έμπειρων συστημάτων.....	40
2.2.2. Μεθοδολογία Ανάπτυξης Έμπειρων Συστημάτων.....	41
2.2.3. Διαγράμματα Ροής Εργασιών - Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	45
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ -	
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	
ΣΕ ΡΥΤΗΘΗ.....	46
§ 3.1. Ορισμός προβλήματος και ανάγκη αντιμετώπισης.....	46
§ 3.2. Υφιστάμενη κατάσταση.....	47
§ 3.3. Επιλογές Αντιμετώπισης και Βέλτιστη Λύση.....	48
§ 3.4 Βασικό Διάγραμμα Ροής Εργασιών Ε.Σ.	49
§ 3.5. Εξόρυξη - Αναπαράσταση Γνώσης.....	52
3.5.1. Πρώτο επίπεδο – Δεδομένα εισόδου (Facts Determination).....	52
3.5.2. Δεύτερο επίπεδο - Καθορισμός Βασικών Παραμέτρων –	
Rules Determination.....	53
3.5.2.1 Βάση Γνώσης (Training Need based on Basic Education Profile).....	53
3.5.2.2 Βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Occupation Profile) -	
Rules Determination.....	57

3.5.3. Περιγραφή Adaptive Learning Model – Βάση Γνώσης - Rules Determination.....	64
3.5.4. Τρίτο επίπεδο – Δεδομένα Εξόδου.....	72
§ 3.6. Κρίσιμες Καταστάσεις.....	73
3.6.1. Εργασιακό Στρες.....	73
3.6.2. Επαγγελματική εξουθένωση - Burn out.....	75
3.6.3. Τρόπος λειτουργίας και Οργανωσιακή Κουλτούρα.....	75
§ 3.7. Μεθοδολογία Ανάπτυξης Συστήματος.....	77
§ 3.8. Δημιουργία Βάσεων Γνώσης.....	78
3.8.1. Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Education Profile).....	78
3.8.2. Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Occupation Profile).....	80
3.8.3. Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Knowledge Level Status).....	82
§ 3.9. Στάδια Επεξεργασίας και εξαγωγής τελικών συστάσεων (Knowledge Engineering).....	86
§ 3.10. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Συστήματος (System Evaluation).....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΕΠΙΧΕΙΡΙΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	88
§ 4.1. Εισαγωγής Συστήματος σε Οργανισμό Αεροπορικής Συντήρησης.....	
§ 4.2. Παρουσίαση MRO Part 145 APELLA SA.....	88
§ 4.3. Συνέντευξη με τους Ειδικούς της Επιχείρησης.....	89
§ 4.4. Προσαρμογή Συστήματος στον τρόπο λειτουργίας - Καθορισμός δεδομένων και προσαρμογή βαρών.....	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.	
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	91

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	92
Κώδικας Python - Στάδια δημιουργίας βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Education Profile).....	93
Κώδικας Python - Στάδια δημιουργίας βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Occupation Profile).....	106
Κώδικας Python - Στάδια δημιουργίας βάσης Γνώσης (Training Need based on Knowledge Level Status).....	115
Κώδικας Python - Στάδια Επεξεργασίας και εξαγωγής τελικών συστάσεων (Knowledge Engineering).....	125
Κώδικας Python - Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Συστήματος (System Evaluation).....	135
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	149

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει ως στόχο να συμβάλει σε βασικούς τομείς του βιομηχανικού χώρου της Αεροπορικής Συντήρησης όπως η διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων και των παρεχόμενων υπηρεσιών μέσω της έγκαιρης διάγνωσης ανάγκης εκπαίδευσης του προσωπικού ενός οργανισμού που δραστηριοποιείται στον ανωτέρω χώρο. Η όλη προσέγγιση παραμένει ανθρωποκεντρική δημιουργώντας ένα έμπειρο σύστημα παροχής συμβουλών μέσω του οποίου αναδεικνύεται η σημαντικότητα και το έμπρακτο όφελος της επένδυσης στο ανθρώπινο δυναμικό για μια επιχείρηση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια παρακολούθησης του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος MSc Intelligent Systems Engineering της Στρατιωτική Σχολής Ευέλπιδων και του Πολυτεχνείου Κρήτης. Συγκεκριμένα παρουσιάζει την αντιμετώπιση ενός προβλήματος στην εκπαιδευτική διαδικασία τεχνικών αεροσκαφών σε οργανισμούς αεροπορικής συντήρησης με την χρήση πρακτικών Τεχνητής Νοημοσύνης. Η συνολική προσέγγιση του προβλήματος συνάδει με την από 7 Φεβ. 2020 οδηγία του ευρωπαϊκού φορέα EASA (European Aviation Safety Agency), σχετικά με την εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης στον αεροπορικό κλάδο με μια "Ανθρωποκεντρική προσέγγιση".

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟ ΧΩΡΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

§ 1.1. Περιγραφή Επιχείρησης Maintenance Repair & Overhaul κατά Part 145 EASA.

Ο ευρωπαϊκός φορέας EASA έχει θεσπίσει μια σειρά απαιτήσεων, οδηγιών και κανονισμών με την μορφή Αεροπορικής νομοθεσίας σχετικά με οργανισμούς και επιχειρήσεις οι οποίες αναλαμβάνουν συντήρηση αεροσκαφών, αεροπορικών εξαρτημάτων και εξοπλισμού. Όλη αυτή η νομοθεσία ομαδοποιείται με την ονομασία Part 145 και είναι διαθέσιμη στο διαδίκτυο (www.easa.com) με την μορφή Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας.

Οι επιχειρήσεις οι οποίες κατέχουν πιστοποίηση κατά EASA Part 145 λειτουργούν κάτω από ένα συγκεκριμένο, αυστηρά καθοριζόμενο πλαίσιο σε όλους τους τομείς όπως ανθρώπινο δυναμικό, διασφάλιση ποιότητας, παραγωγικές διαδικασίες, διακίνηση υλικών κτλ.

§ 1.2. Συγκεκριμένες Απαιτήσεις Αεροπορικής Νομοθεσίας.

Στα πλαίσια της διασφάλισης της ποιότητας των προϊόντων και των παρεχόμενων υπηρεσιών οι προαναφερθείσες επιχειρήσεις θα πρέπει να παρέχουν εκπαίδευση στο προσωπικό τους σε συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα, ανάλογα την θέση που κατέχουν, καθώς και την τεχνική κατάρτιση τους κυρίως όταν πρόκειται για προσωπικό που απασχολείται στο χώρο της παραγωγής.

Παρακάτω παρατίθενται τα συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα :

- Human Factor
- Aviation Legislation
- Fuel Tank Safety
- Electronic Wiring Interconnection Systems
- Danger Goods
- Specific Theoretical Type Training Courses.

Οι οδηγίες της EASA που οφείλει να τηρεί η επιχείρηση για την παραπάνω διαδικασία ορίζουν μια αρχική εκπαίδευση του προσωπικού στα συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα, από αναγνωρισμένο οργανισμό εκπαίδευσης κατά Part 147 EASA, καθώς και την εφαρμογή μεθόδων αξιολόγησης προσωπικού και επανεκπαίδευσης (Recurrent Trainings) όταν απαιτείται με μέγιστο διάστημα τα 2 έτη από την τελευταία εκπαίδευση.

§ 1.3. Γνώση των Ειδικών.

Η παραπάνω διαδικασία υποστηρίζεται από τα Τμήματα Εκπαίδευσης, Παραγωγής, Ανθρώπινου Δυναμικού, Ασφάλειας Εργασίας και Διασφάλισης Ποιότητας της επιχείρησης.

Επαγγελματίες με μεγάλη εμπειρία στον αεροπορικό χώρο συντήρησης αξιολογούν τους εργαζομένους και μέσω συνεδριάσεων αποφασίζεται εάν υπάρχει ανάγκη πραγματοποίησης εκπαίδευσης σε κάποιο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο.

Οι βασικοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση του προσωπικού είναι οι εξής :

- Ηλικία,
- Εκπαιδευτικό υπόβαθρο,
- Εργασιακή εμπειρία,
- Καθήκοντα στην επιχείρηση,
- Αποτελέσματα αξιολογήσεων στην πράξη “On the Job Assessment”,

Όπως προκύπτει από την αναλυτική περιγραφή του γνωστικού αντικειμένου Human Factors στην Αεροπορική Νομοθεσία COMMISSION REGULATION (EU) No 1321 / 2014 / ANNEX III Part-66 / Appendix I Basic knowledge requirements / 2. Modularization / MODULE 9A. HUMAN FACTORS.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

§ 2.1. Θεωρητικό Υπόβαθρο.

2.1.1. Βασικοί ορισμοί

Τα Ε.Σ. αποτελούν ένα από τα πιο γνωστά πεδία εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης και πρόκειται για λογισμικά τα οποία προσπαθούν να επιλύσουν συγκεκριμένα προβλήματα, συνδυάζοντας την εξειδικευμένη γνώση και αναπαριστώντας τον τρόπο σκέψης των ειδικών ενός τομέα.

Η ανάπτυξη τους ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1960, όταν οι πρώτες προσπάθειες επικεντρώθηκαν στην επίλυση γενικών προβλημάτων ανεπτυγμένα από τους Newell και Simon (1972), με στόχο τη δημιουργία ενός "έξυπνου υπολογιστή".

Γενικά, οι ορισμοί των Ε.Σ. μπορούν να διακριθούν ανάλογα με το τι κάνουν και τον τρόπο με τον οποίο το κάνουν.

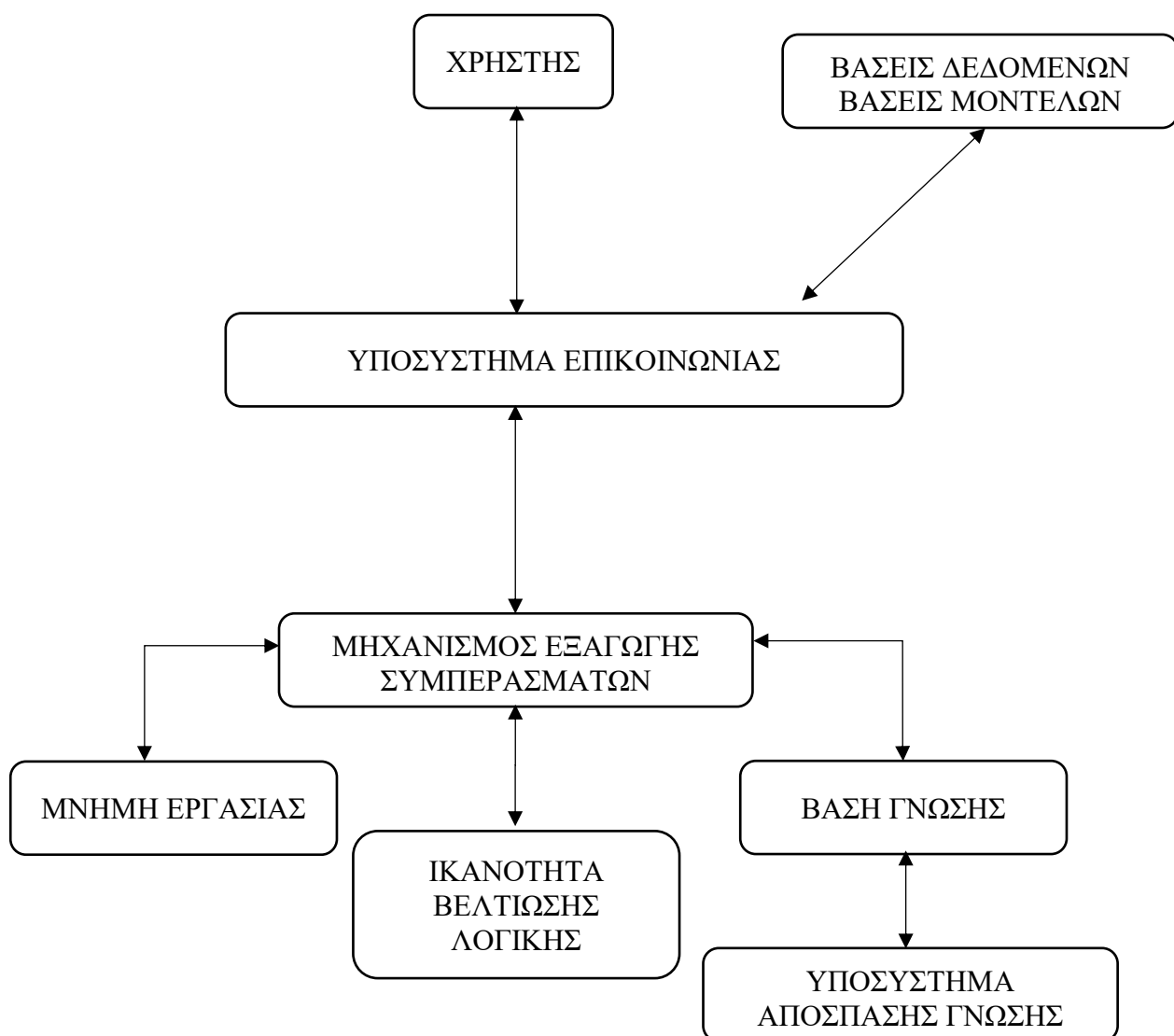
Σύμφωνα με τον Feigenbaum (1982 & 1983), τα Ε.Σ. θεωρούνται έξυπνα προγράμματα που χρησιμοποιούν εξειδικευμένες γνώσεις και διαδικασίες συλλογισμού για την επίλυση προβλημάτων που απαιτούν σημαντική εμπειρία.

Ένα Ε.Σ. προσπαθεί να ενσωματώσει την εκτενή γνώση ενός ειδικού στον τομέα, προκειμένου να επιλύει προβλήματα με αντίστοιχα εμπειρικό τρόπο Weiss και Kulikowski, (1984).

Ένα Ε.Σ. προσπαθεί να αναπαράγει τη συμπεριφορά ενός ειδικού στον τομέα (Curry και Moutinho, 1991).

2.1.2 Αντιπροσωπευτική δομή ενός Ε.Σ.

Ένα έμπειρο σύστημα περιλαμβάνει δύο όψεις. Η πρώτη αφορά την όψη των προγραμματιστών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της εισαγωγής γνώσης, ενώ η δεύτερη αφορά αυτό που βλέπουν χρήστες του συστήματος κατά τη λειτουργία του. Η δομή ενός τυπικού έμπειρου συστήματος παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:



(Matsatsinis, 2022)

Σχήμα 1: Δομή ενός τυπικού έμπειρου συστήματος

Χρήστης

Ο χρήστης ενός έμπειρου συστήματος μπορεί να ανήκει σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Κατασκευαστής:**
Σε αυτήν την κατηγορία, ο χρήστης χρησιμοποιεί το σύστημα για να το ελέγξει, να το βελτιώσει και να επεκτείνει τη γνώση που περιέχει.
- **Ειδικός:**
Ο ειδικός χρησιμοποιεί το σύστημα για να αποκτήσει μια δεύτερη άποψη σχετικά με μια απόφαση που επιθυμεί να λάβει. Επίσης, χρησιμοποιεί το σύστημα για την υποστήριξη σε διάφορες δευτερεύουσες εργασίες. Τέλος, εκμεταλλεύεται τη δυνατότητα παρακολούθησης της λογικής του συστήματος μέσω των σταδιακών βημάτων που ακολουθεί, προκειμένου να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα.
- **Χρήστης-Αποφασίζων:**
Πρόκειται για έναν μη ειδικό χρήστη που αξιοποιεί το Ε.Σ. για να λάβει συμβουλές και καθοδήγηση. Η χρήση του συστήματος του επιτρέπει να βελτιώσει την ποιότητα των αποφάσεών του.
- **Χρήστης - εκπαιδευόμενος:**
Πρόκειται για έναν χρήστη που επιθυμεί να επεκτείνει τη γνώση του σε ένα συγκεκριμένο θέμα και χρησιμοποιεί το Έμπειρο Σύστημα (Ε.Σ.) για αυτόν τον σκοπό. Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα λειτουργεί ως εκπαιδευτής, παρέχοντας τις απαραίτητες γνώσεις και κατευθυντήριες οδηγίες.

Σύστημα Επικοινωνίας

Το υποσύστημα επικοινωνίας διασφαλίζει την επικοινωνία του χρήστη με το σύστημα χρησιμοποιώντας φυσική γλώσσα.

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με το σύστημα, να διατηρεί τις διάφορες βάσεις (γνώσης, δεδομένων, μοντέλων) που απαιτούνται για την σωστή λειτουργία του, καθώς επίσης να λαμβάνει συμβουλές από αυτό.

Μηχανισμοί εξαγωγής Συμπερασμάτων

Η καρδιά του Ε.Σ. είναι το τμήμα του προγράμματος που αναφέρεται ως "μηχανισμοί εξαγωγής συμπερασμάτων." Αυτοί οι μηχανισμοί είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση και τον έλεγχο της γνώσης που αποθηκεύεται τόσο στη βάση γνώσης όσο και στη μνήμη εργασίας, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τα κύρια μέρη ενός τέτοιου μηχανισμού είναι τα εξής:

- ο Διερμηνέας (interpreter),
- ο Επιλογέας ή Χρονοπρογραμματιστής (scheduler)
- το Τμήμα Επιβολής Συνέπειας (consistency enforcer)

Ο Διερμηνέας, γνωστός και ως διερμηνέας κανόνων σε πολλά συστήματα, αναλαμβάνει την εφαρμογή των αντίστοιχων κανόνων πάνω στη βάση γνώσης με σκοπό τη δημιουργία νέας γνώσης και την εκτέλεση των επιλεγμένων ενεργειών. Για να επιτύχει αυτό, χρησιμοποιεί διάφορες μεθόδους, όπως στατιστικές μέθοδοι και μέθοδοι αντιστοίχισης προτύπων. Με βάση αυτές τις μεθόδους, αξιολογεί τις πληροφορίες που αποθηκεύονται στη βάση γνώσης προκειμένου να εντοπίσει τους κατάλληλους κανόνες.

Ο Επιλογέας αναλαμβάνει τον στρατηγικό έλεγχο του συστήματος και εποπτεύει τη σειρά εκτέλεσης των διαφόρων ενεργειών. Επιπλέον, υπολογίζει τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των κανόνων, λαμβάνοντας υπόψη τις προτεραιότητες των δεδομένων και άλλα κριτήρια της διάταξης ενεργειών. Ουσιαστικά, αποφασίζει πότε και με ποια σειρά θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα από τη βάση γνώσης.

Ο Επιλογέας διαθέτει δύο είδη γνώσης:

- Γνώση Εκτίμησης (Assessment Knowledge):
Αυτή η γνώση του επιτρέπει να αξιολογεί διάφορες εναλλακτικές διαδρομές έρευνας.
- Γνώση Ελέγχου (Control Knowledge):
Αυτή η γνώση του επιτρέπει να συντονίζει διάφορες λειτουργίες του συστήματος.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, ο Επιλογέας μπορεί να περιλαμβάνει γνώση που αφορά ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Αυτό μπορεί να προκαλεί μια ορισμένη σύγχυση, καθώς η γνώση απομονώνεται από τον μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις, όπου ο μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων περιλαμβάνει γνώση, θα θεωρείται ότι εξαρτάται από τη συγκεκριμένη ειδική γνώση.

Το **Τμήμα Επιβολής Συνέπειας (consistency enforcer)**, επιχειρεί να διατηρεί μια συνεπή αναπαράσταση της εμφανιζόμενης λύσης.

Μνήμη Εργασίας

Η μνήμη εργασίας είναι ένας χώρος που χρησιμοποιείται από τον μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων. Χρησιμοποιείται είτε για να αποθηκεύσει τις απαραίτητες πληροφορίες για το τρέχον πρόβλημα, είτε για να αποθηκεύσει προσωρινά αποτελέσματα κατά την αναζήτηση της τελικής λύσης. Στη μνήμη εργασίας καταχωρούνται τα εξής τρία είδη αποφάσεων:

- Σχεδίαση δράσης:
Αναφέρεται στο τρόπο επίλυσης του τρέχοντος προβλήματος.
- Πιθανές ενέργειες:
Είναι ένας κατάλογος των ενδεχόμενων επόμενων ενεργειών.
- Επίλυση:
Εδώ καταχωρούνται οι εναλλακτικές υποθέσεις και οι ενέργειες που το σύστημα έχει επιτελέσει μέχρι τώρα.

Βάσεις γνώσης

Οι βάσεις γνώσης περιλαμβάνουν δύο κύρια στοιχεία, τα "γεγονότα" (Facts) και τους "κανόνες" (Rules). Τα γεγονότα αναφέρονται τόσο στην κατάσταση του προβλήματος όσο και στην σχετική θεωρία. Οι κανόνες κατευθύνουν τη χρήση της υπάρχουσας γνώσης για την επίλυση του τρέχοντος προβλήματος. Συχνά, αντί για τους κανόνες χρησιμοποιούνται ειδικοί κανόνες, που ονομάζονται "ευρετικοί". Αυτοί οι ευρετικοί κανόνες περιέχουν εξειδικευμένη γνώση για την αποτελεσματική και αποδοτική επίλυση ειδικών και πολύπλοκων προβλημάτων, καθώς και οποιαδήποτε άλλη σχετική πληροφορία.

Υποσύστημα απόσπασης γνώσης

Το υποσύστημα αποτελείται από τα μέσα γνώσης του πεδίου και τον μηχανισμό γνώσης. Ο μηχανισμός γνώσης εργάζεται με σκοπό την εξαγωγή, συγκέντρωση, κωδικοποίηση και μεταφορά της γνώσης και της εμπειρίας από έναν ειδικό του πεδίου σε μια βάση γνώσης ενός ΕΣ. Ως πηγές γνώσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτός από έναν ή περισσότερους ειδικούς, επίσης οι γνώσεις που συγκεντρώνονται από τη διεθνή βιβλιογραφία, τα ειδικά περιοδικά του χώρου, τα αποτελέσματα ειδικών έρευνών, τις βάσεις δεδομένων και άλλες πηγές πληροφοριών.

Σύντομη περιγραφή λειτουργίας ενός τυπικού Ε.Σ.

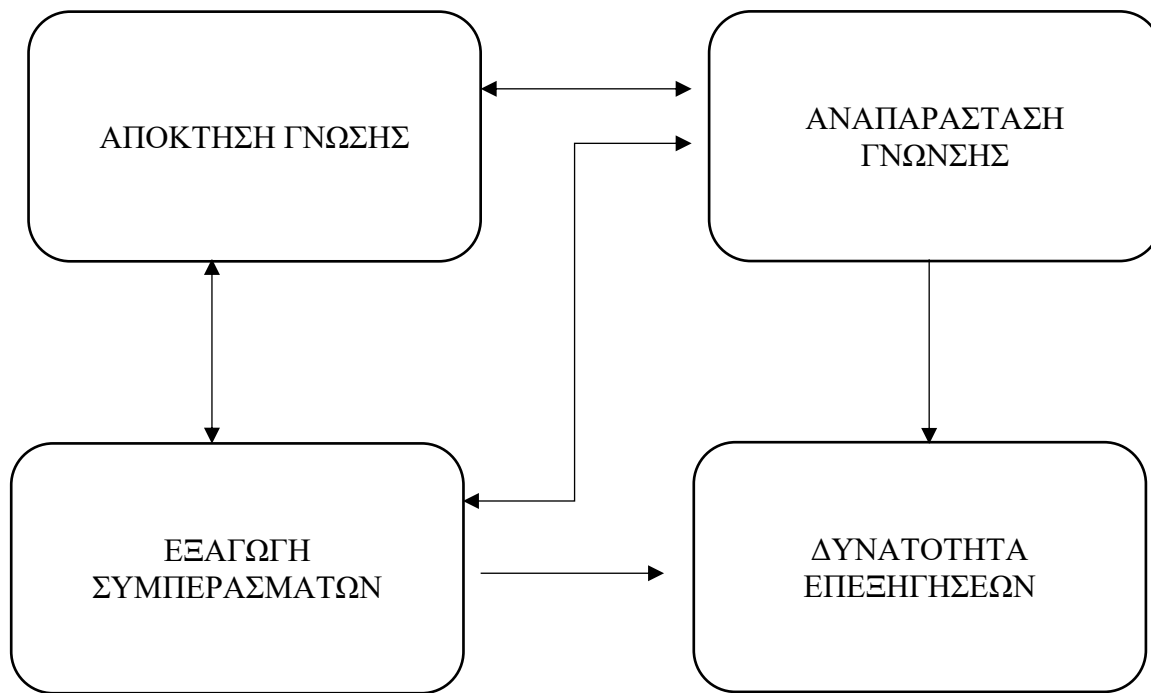
Η μνήμη εργασίας περιέχει όλες τις πληροφορίες που είτε αφορούν το πρόβλημα, είτε απορρέουν από το σύστημα. Η πληροφορία που αποκτάται κατά την διάρκεια της εργασίας ονομάζεται περιεχόμενο (context). Η μνήμη εργασίας (working memory) είναι εκείνο το μέρος του έμπειρου συστήματος το οποίο περιέχει τα γεγονότα (facts) του προβλήματος που προκύπτουν κατά τη διάρκεια χρήσης του προγράμματος. Στη διάρκεια της συνεργασίας του, με το έμπειρο σύστημα, ο χρήστης εισάγει στη μνήμη εργασίας, πληροφορίες για το συγκεκριμένο πρόβλημα. Το σύστημα συνδυάζει τις πληροφορίες αυτές με την γνώση που ήδη υπάρχει στην βάση γνώσης και παράγει νέα γεγονότα. Στη συνέχεια εισάγει τα καινούργια γεγονότα στην μνήμη εργασίας και η διαδικασία ταύτισης συνεχίζεται. Τελικά το σύστημα καταλήγει σε κάποιο συμπέρασμα το οποίο, με τη σειρά του, εισάγεται στην μνήμη εργασίας.

Πολλές φορές τα έμπειρα συστήματα χρησιμοποιούν συνδυασμούς πληροφόρησης από διάφορες πηγές, όπως πληροφορίες που προέρχονται από χρήστες, βάσεις δεδομένων, φύλλα εργασίας, κ.α.

2.1.3 Μηχανική της γνώσης (knowledge engineering)

Η μηχανική της γνώσης είναι ένα πολύ σημαντικό πεδίο στον χώρο της τεχνητής νοημοσύνης και της γνώσης. Οι μηχανικοί γνώσης είναι υπεύθυνοι για την απόκτηση, την αναπαράσταση και τη διαχείριση της γνώσης στο πλαίσιο ενός συστήματος (Σχήμα 2). Η συνεργασία μεταξύ των μηχανικών γνώσης και των ειδικών του τομέα είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική απόκτηση και αναπαράσταση της γνώσης. Οι ειδικοί παρέχουν την εμπειρία και τη γνώση τους, ενώ οι μηχανικοί γνώσης αναλαμβάνουν τον ρόλο της οργάνωσης, της διαμόρφωσης και της αποθήκευσης αυτής της γνώσης σε μια μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα έμπειρο σύστημα.

Ο σαφής και καλά δομημένος τρόπος αναπαράστασης της γνώσης και ο καθορισμός των λογικών διαδικασιών που χρησιμοποιούν οι ειδικοί είναι ουσιώδης για την αποτελεσματική λειτουργία ενός έμπειρου συστήματος. Η μηχανική της γνώσης προσφέρει τα εργαλεία και τις τεχνικές για την επίτευξη αυτών των στόχων, και συμβάλλει στην αποτελεσματική χρήση της γνώσης σε ένα έμπειρο σύστημα.



(Matsatsinis, 2022)

Σχήμα 2: Σύστημα απόκτησης, αναπαράστασης και τη διαχείριση γνώσης.

Σαν γνώση μπορεί να θεωρηθεί μια συλλογή ειδικών γεγονότων (facts), διαδικασιών (procedures) και κανόνων (rules).

Η διαδικασία ανάπτυξης ενός έμπειρου συστήματος και η συνεργασία του ειδικού με το μηχανικό γνώσης τον οδηγεί (εξαναγκάζει) να βρει τρόπους να εκφράσει τη γνώση και το τρόπο σκέψης του με μεγάλη σαφήνεια.

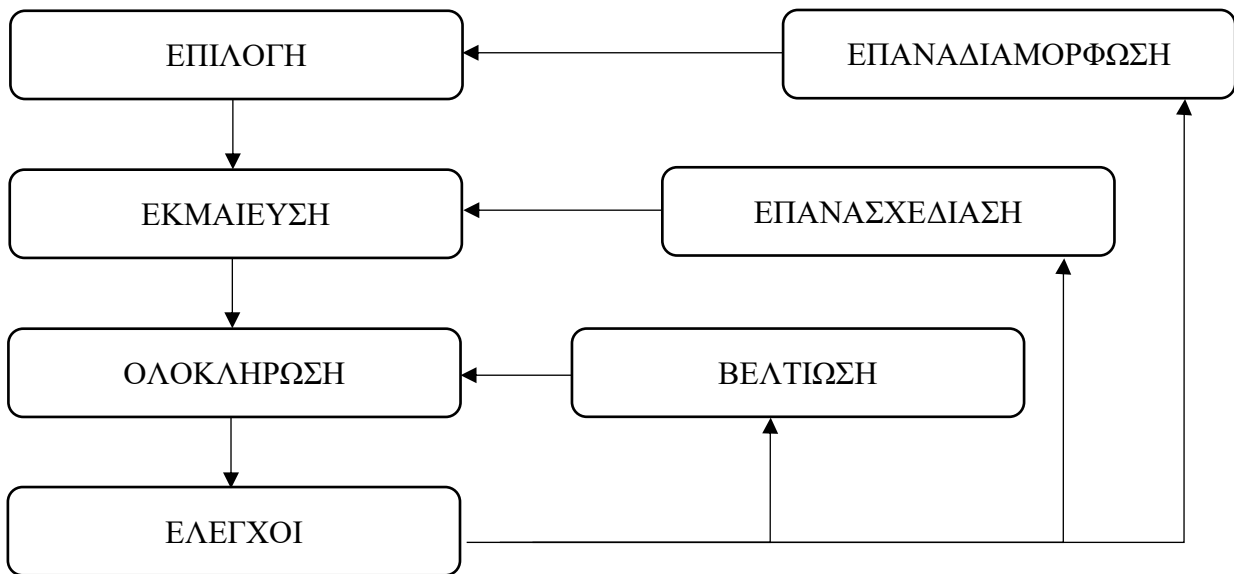
Απόκτηση γνώσης (knowledge acquisition)

Η διαδικασία απόκτησης γνώσης είναι ένα σημαντικό στάδιο στην ανάπτυξη ενός Ε.Σ. . Αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις και πολυπλοκότητες, όπως η απόκτηση γνώσης από ειδικούς, η αξιολόγηση της γνώσης, η επαλήθευση της γνώσης και η διαδικασία αναπαράστασης της γνώσης σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα Ε.Σ..

Τα κύρια στάδια στη διαδικασία απόκτησης της γνώσης (Σχήμα 3) είναι τα εξής:

- **Επιλογή και καθορισμός του προβλήματος:**
Σε αυτό το στάδιο, επιλέγεται το πρόβλημα που χρειάζεται να επιλυθεί και καθορίζονται σαφείς στόχοι.
- **Εκμαίευση γνώσης:**
Σε αυτό το στάδιο, οι ειδικοί του τομέα συμβάλλουν στην απόκτηση της γνώσης που απαιτείται για την επίλυση του προβλήματος. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την απόσπαση της γνώσης από τους ειδικούς και την αναπαράστασή της με τρόπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το Ε.Σ. .
- **Αξιολόγηση, εγκυρότητα και επαλήθευση της γνώσης:**
Σε αυτό το στάδιο, η αποκτηθείσα γνώση υποβάλλεται σε διάφορους ελέγχους για να εξασφαλιστεί η ακρίβειά, η συνοχή και η εγκυρότητά της.
- **Αναπαράσταση της γνώσης:**
Σε αυτό το στάδιο η αποσπασθείσα γνώση οργανώνεται και αναπαρίσταται, από το μηχανικό γνώσης, σε μορφή κατάλληλη για χρήση από το προς ανάπτυξη Ε.Σ.

Η πολυπλοκότητα της διαδικασίας απόκτησης γνώσης οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στην ύπαρξη αφενός μεν πολλών μέσων πληροφόρησης και αφετέρου στα διαφορετικά είδη γνώσης. Σημαντικός παράγων της διαδικασίας απόσπασης της γνώσης ο οποίος δεν πρέπει να αγνοείται είναι και το κόστος απόκτησής της.



(Matsatsinis, 2022)

Σχήμα 3: Κύρια στάδια στη διαδικασία απόκτησης της γνώσης

Μέθοδοι απόσπασης γνώσης

Η απόσπαση της γνώσης είναι ένα σημαντικό στάδιο στη διαδικασία απόκτησης γνώσης σε ένα εκτελεστικό σύστημα. Μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, και ορισμένοι από αυτούς περιλαμβάνουν:

Χειρογραφικά (manual knowledge elicitation):

Αυτή η προσέγγιση συνήθως απαιτεί τη συνεργασία με ειδικούς. Ο μηχανικός γνώσης συναντά τους ειδικούς για συνεντεύξεις, παρατηρεί τον τρόπο με τον οποίο εργάζονται, και μπορεί να χρησιμοποιήσει ερωτηματολόγια ή περιγραφές για να συλλέξει πληροφορίες από αυτούς.

Τα είδη της γνώσης που μπορεί να συλλέξει είναι τα εξής :

- **Καταγεγραμμένη γνώση:**
Αυτός ο τρόπος συμπεριλαμβάνει τη χρήση ήδη καταγεγραμμένης γνώσης που βρίσκεται σε βάσεις δεδομένων, βιβλία, επιστημονικά περιοδικά και άλλες πηγές. Ο μηχανικός γνώσης μπορεί να αντλήσει πληροφορίες από αυτές τις πηγές για να εμπλουτίσει τη βάση γνώσης του συστήματος.
- **Μη καταγεγραμμένη γνώση:**
Επιπλέον, η προσωπική συνέντευξη, η παρατήρηση της εργασίας των ειδικών κατά την επίλυση προβλημάτων, και η συμπλήρωση ερωτηματολογίων από τους ειδικούς αποτελούν σημαντικούς τρόπους για την απόσπαση της γνώσης από τους ειδικούς. Ο σκοπός είναι να ανακαλυφθεί, οργανωθεί και αναπαρασταθεί η γνώση των ειδικών για να ενσωματωθεί στο εκτελεστικό σύστημα.

Με τη βοήθεια Η/Υ (computer-aided knowledge acquisition)

Η απόκτηση γνώσης μπορεί να γίνει με τη χρήση ειδικών εφαρμογών λογισμικού, και ανάλογα με τη διαθεσιμότητα και την συμμετοχή των ειδικών και των μηχανικών γνώσης, υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις:

- **Απόκτηση γνώσης χωρίς την παρουσία ειδικών:**
Σε ορισμένες περιπτώσεις, το λογισμικό μπορεί να αποκτήσει γνώση χωρίς την παρουσία ειδικών. Αυτό συνήθως απαιτεί τη χρήση τεχνικών μηχανικής γνώσης όπως εξόρυξη δεδομένων ή μηχανική μάθηση, όπου το λογισμικό αναλύει δεδομένα και αντλεί γνώση από αυτά.
- **Απόκτηση γνώσης με τη μειωμένη συμμετοχή των ειδικών:**
Σε άλλες περιπτώσεις, οι ειδικοί μπορεί να συνεργάζονται με το λογισμικό για την απόκτηση γνώσης, αλλά με μειωμένη συμμετοχή. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω εργαλείων που επιτρέπουν την απόδοση, τη δοκιμή και την τροποποίηση κανόνων ή ευρετικών.

Η επιλογή της προσέγγισης σύμφωνα με τον Quinlan (1986), εξαρτάται από τη φύση του προβλήματος, τη διαθεσιμότητα των ειδικών και του μηχανικού γνώσης, και τις τεχνολογικές δυνατότητες που διατίθενται.

Αυτόματη επαγωγή κανόνων (automated rule induction)

Η αυτόματη επαγωγή κανόνων (automated rule induction) αποτελεί μια μεθοδολογία για τη δημιουργία κανόνων αυτόματα από παραδείγματα και δεδομένα. Αυτή η διαδικασία εστιάζει στην ανάλυση διαφόρων αντιπροσωπευτικών παραδειγμάτων από τον ειδικό χώρο γνώσης με σκοπό τη δημιουργία γενικών κανόνων που μπορούν να εφαρμοστούν σε παρόμοιες περιπτώσεις. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται συχνά στη μηχανική της γνώσης και στην εξόρυξη δεδομένων για τη δημιουργία κανόνων που μπορούν να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων όπως αναφέρει ο Turban (1993).

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, ειδικές εφαρμογές λογισμικού αναλύουν τα δεδομένα και τα παραδείγματα από τον ειδικό χώρο γνώσης και προσπαθούν να αναγνωρίσουν μοτίβα και κανόνες από αυτά. Στη συνέχεια, αυτά τα μοτίβα μετατρέπονται σε γενικούς κανόνες που μπορούν να εφαρμοστούν σε παρόμοιες καταστάσεις για τη λήψη αποφάσεων.

Η αυτόματη επαγωγή κανόνων είναι χρήσιμη όταν υπάρχουν μεγάλα σύνολα δεδομένων και πολύπλοκες περιπτώσεις όπου η χειροκίνητη δημιουργία κανόνων είναι δύσκολη και χρονοβόρα.

Αυτόματη εκμάθηση (auto-intelligence)

Σύμφωνα με τον Parsaye (1988), η αυτόματη εκμάθηση (auto-intelligence) αναφέρεται σε συστήματα που προσπαθούν να αποκτήσουν γνώση μέσω αλληλεπίδρασης με έναν ειδικό.

Στο πλαίσιο αυτής της διαδικασίας, τα συστήματα προσπαθούν αρχικά να αντλήσουν την απαραίτητη γνώση από τον ειδικό για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Στη συνέχεια, αυτά τα συστήματα επεξεργάζονται αυτήν την γνώση κατάλληλα και τελικά δημιουργούν μια βάση γνώσης. Αυτή η διαδικασία σχετίζεται με τη δημιουργία ενός συστήματος που μπορεί να μαθαίνει από την αλληλεπίδρασή του με ειδικούς και να αντλεί γνώση από αυτούς. Στη συνέχεια, αυτή η γνώση επεξεργάζεται και οργανώνεται σε μια βάση γνώσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση παρόμοιων προβλημάτων. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να είναι χρήσιμη όταν χρειάζεται να δημιουργηθεί γρήγορα μια βάση γνώσης για συγκεκριμένα προβλήματα και να εκμεταλλευτείτε την εμπειρία ειδικών για αυτό το σκοπό.

Αλληλεπιδραστική απόκτηση γνώσης (interactive knowledge acquisition)

Η αλληλεπιδραστική απόκτηση γνώσης (interactive knowledge acquisition) αναφέρεται στη διαδικασία απόκτησης γνώσης όπου ο μηχανικός γνώσης χρησιμοποιεί μια συνδυασμένη προσέγγιση που συνδυάζει χειρογραφικές μεθόδους με ειδικά εργαλεία πληροφορικής. Στόχος είναι να διευκολυνθεί η επίλυση ενός προβλήματος και η απόκτηση γνώσης από ειδικούς.

Αυτή η διαδικασία συνήθως συμπεριλαμβάνει τη χρήση εργαλείων πληροφορικής και επικοινωνίας που μπορούν να διευκολύνουν την αλληλεπίδραση με τους ειδικούς. Αυτά τα εργαλεία μπορεί να περιλαμβάνουν συστήματα παροχής επεξηγήσεων, συστήματα μεταφοράς εμπειρίας, εργαλεία

ελέγχου των βάσεων γνώσης και άλλα που διευκολύνουν τη συλλογή και την οργάνωση της γνώσης από τους ειδικούς. Αυτό βοηθά στη δημιουργία μιας βάσης γνώσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το σύστημα για την επίλυση παρόμοιων προβλημάτων.

Προβλήματα απόσπασης γνώσης

Η απόκτηση γνώσης, σύμφωνα με τον Turban (1993), από ειδικούς και η μεταφορά της σε ένα εκτελέσιμο σύστημα μπορεί να αντιμετωπίσει αρκετά προβλήματα και δυσκολίες, όπως αναφέρατε:

- **Διαφορετικό Γνωστικό Υπόβαθρο:**
Η διαφορετική εκπαίδευση και εμπειρία των συμμετεχόντων στη διαδικασία μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στον καθορισμό της κοινής γλώσσας και της ορολογίας που χρησιμοποιείται.
- **Απουσία Γενικά Αποδεκτής Μεθοδολογίας:**
Δεν υπάρχει μια γενικά αποδεκτή μεθοδολογία για τη διαδικασία απόσπασης γνώσης, και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ανεπάρκεια στη σχεδίαση και τον προγραμματισμό της.
- **Προβλήματα Συναίνεσης:**
Η γνώση που προκύπτει από τη διαδικασία απόσπασης μπορεί να περιέχει αντιφάσεις ή να είναι ελλιπής, και χρειάζεται επεξεργασία και βελτιώσεις πριν να χρησιμοποιηθεί από το σύστημα.
- **Συνεργασία και Επικοινωνία:**
Η διαδικασία απόσπασης απαιτεί συνεργασία και αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ του ειδικού και του μηχανικού γνώσης. Οι προβληματικές σχέσεις ή η έλλειψη συνεργασίας μπορεί να προκαλέσουν δυσκολίες.
- **Χρονικός Περιορισμός:**
Οι ειδικοί συχνά είναι απασχολημένοι και δεν έχουν αρκετό χρόνο για να αφιερώσουν στη διαδικασία απόσπασης και μεταφοράς της γνώσης.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, είναι σημαντικό να δημιουργηθούν αποτελεσματικές μεθοδολογίες και εργαλεία για την απόσπαση και τη μεταφορά της γνώσης, να εξεταστεί η ανάγκη για ενισχυμένη επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών, και να αξιοποιηθούν τεχνολογίες όπως τα συστήματα παροχής επεξηγήσεων και οι βάσεις δεδομένων για την αποτελεσματική διαχείριση της γνώσης.

Αναπαράσταση της γνώσης (knowledge representation)

Η αναπαράσταση της γνώσης (knowledge representation) είναι κρίσιμη για την επιτυχημένη μεταφορά της γνώσης από τον ειδικό στο εκτελέσιμο σύστημα (Ε.Σ.). Σύμφωνα με τη διαίρεση που παρουσιάσατε, υπάρχουν δύο είδη γνώσης:

- Γενική Γνώση:
Αυτή η γνώση είναι πιο γενική και αναφέρεται στον γενικό τρόπο επίλυσης περισσότερων προβλημάτων. Είναι συχνά αφηρημένη και περιλαμβάνει κανόνες, προτάσεις, και έννοιες που εφαρμόζονται σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα. Η γενική γνώση συνήθως τοποθετείται στον μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων του Ε.Σ.
- Ειδική Γνώση:
Αυτή η γνώση είναι συγκεκριμένη για το συγκεκριμένο πρόβλημα που επιδιώκεται να λυθεί. Περιλαμβάνει πληροφορίες και κανόνες που είναι σχετικοί με το συγκεκριμένο πεδίο γνώσης του ειδικού. Αυτή η ειδική γνώση πρέπει να αναπαρασταθεί κατάλληλα ώστε να είναι κατανοητή από το Ε.Σ. που θα τη χρησιμοποιήσει.

Μέθοδοι αναπαράστασης

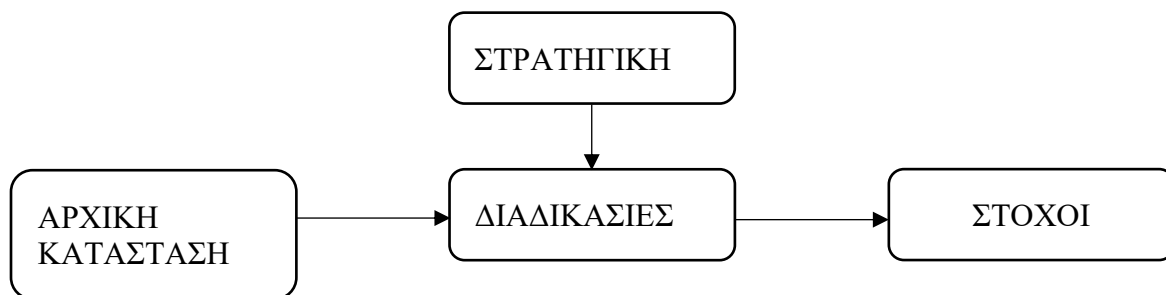
Η διάκριση μεταξύ δηλωτικής (declarative) και διαδικαστικής (procedural) αναπαράστασης γνώσης είναι σημαντική στον χώρο της τεχνητής νοημοσύνης και της επιστήμης της γνώσης. Αυτή η διάκριση αφορά τον τρόπο με τον οποίο η γνώση αναπαρίσταται και διαχειρίζεται στα εξειδικευμένα συστήματα που βασίζονται στη γνώση.

- **Δηλωτική Αναπαράσταση Γνώσης (Declarative Representation):**
Στη δηλωτική αναπαράσταση, η γνώση περιγράφεται ως δεδομένα, γεγονότα και ισχυρισμοί. Συχνά χρησιμοποιούνται δομές δεδομένων όπως, πλαίσια, σημασιολογικά δίκτυα, κανόνες και σενάρια για την αναπαράσταση γνώσης.
Η δηλωτική αναπαράσταση αφορά την περιγραφή του "τι είναι" ή το "τι ξέρουμε" για ένα θέμα, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη πώς αυτό χρησιμοποιείται σε ένα πρόγραμμα ή μια διαδικασία.
Συστήματα που χρησιμοποιούν δηλωτική αναπαράσταση γνώσης έχουν συνήθως διαχωρισμό μεταξύ της γνώσης και των μηχανισμών ελέγχου, προσφέροντας μεγαλύτερη διαφάνεια και ευκολία στην ανάπτυξη και την συντήρηση.
- **Διαδικαστική Αναπαράσταση Γνώσης (Procedural Representation):**
Στη διαδικαστική αναπαράσταση, η γνώση περιγράφεται ως ειδικές διαδικασίες, ενέργειες και διαδικασίες ελέγχου. Αυτές οι διαδικασίες καθορίζουν πώς η γνώση χρησιμοποιείται σε ένα πρόγραμμα ή σε μια διαδικασία.
Η διαδικαστική αναπαράσταση αφορά το "πώς να γίνει κάτι" και περιλαμβάνει λεπτομερείς οδηγίες για τον τρόπο εκτέλεσης εργασιών.
Συστήματα που χρησιμοποιούν διαδικαστική αναπαράσταση γνώσης συνήθως ενσωματώνουν την γνώση και τους μηχανισμούς ελέγχου σε ένα.

Η επιλογή μεταξύ δηλωτικής και διαδικαστικής αναπαράστασης εξαρτάται από τον τύπο του προβλήματος που αντιμετωπίζεται, τις ανάγκες του εφαρμογής, και τις προτιμήσεις των σχεδιαστών του συστήματος.

Εξαγωγή συμπερασμάτων (inferencing)

Η επίλυση ενός προβλήματος είναι στην πραγματικότητα η αναζήτηση μιας λύσης μέσα σε ένα πεδίο δυνατών καταστάσεων. Η διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος δίνεται στο παρακάτω σχήμα.



(Matsatsinis, 2022)

Σχήμα 4: Διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος

Η εξαγωγή συμπερασμάτων (inferencing) είναι ένα βασικό στάδιο στην επίλυση προβλημάτων και την λήψη αποφάσεων σε τεχνητή νοημοσύνη και συστήματα που βασίζονται στη γνώση. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, οι συστήματα προσπαθούν να βρουν την καλύτερη λύση ή την πιο κατάλληλη απόφαση, βάσει της διαθέσιμης γνώσης.

Η επίλυση ενός προβλήματος συχνά περιλαμβάνει την αναζήτηση μιας λύσης μέσα σε έναν χώρο δυνατών καταστάσεων. Η επιλογή της στρατηγικής ελέγχου και της μεθόδου αναζήτησης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την αναπαράσταση της γνώσης που χρησιμοποιείται. Ο τρόπος αυτός που το σύστημα προσεγγίζει το πρόβλημα μπορεί να διαφέρει σημαντικά, ανάλογα με την γνώση που διαθέτει.

Η γραφική αναπαράσταση του συνόλου των δυνατών λύσεων και των συνδέσεων τους περιγράφεται συνήθως με χρήση γραφών αναζήτησης (search graphs) ή δένδρων αναζήτησης (search trees). Αυτά τα διαγράμματα αντιπροσωπεύουν τη δομή του προβλήματος και περιέχουν πληροφορίες για τις διάφορες δυνατές καταστάσεις και τις διαδρομές που μπορούν να οδηγήσουν σε λύσεις.

Ο εντοπισμός μιας λύσης σε ένα πρόβλημα είναι πράγματι μια πρόκληση, και όπως αναφέρετε, μπορεί να γίνει ακόμη πιο δύσκολος όσο αυξάνεται το βάθος του δένδρου αναζήτησης. Το φαινόμενο της συνδυαστικής έκρηξης (combinatorial explosion) αναφέρεται στην αύξηση εκθετικά του αριθμού των εναλλακτικών λύσεων καθώς αυξάνεται το μέγεθος του προβλήματος. Αυτό μπορεί να καθιστά αδύνατη την εξερεύνηση όλων των πιθανών λύσεων σε μεγάλα προβλήματα.

Οι τεχνικές αναζήτησης που περιγράφετε είναι σχεδιασμένες για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Οι μέθοδοι τυφλής μερικής αναζήτησης επικεντρώνονται στην αναζήτηση μιας λύσης σε έναν περιορισμένο χώρο αναζήτησης, προσπαθώντας να μειώσουν τον όγκο της αναζήτησης. Αυτές οι μέθοδοι μπορεί να είναι αποτελεσματικές σε αρκετά προβλήματα, αλλά είναι τυφλές ως προς το αν θα βρουν την βέλτιστη λύση.

Αντίθετα, οι ευρετικές μέθοδοι χρησιμοποιούν γνώση για να καθοδηγήσουν την αναζήτηση προς πιθανά καλύτερες λύσεις. Αυτές οι μέθοδοι μπορεί να οδηγήσουν σε πιο γρήγορη εύρεση μιας ικανοποιητικής λύσης, αλλά δεν εγγυώνται την εύρεση της βέλτιστης λύσης. Συχνά, χρειάζεται να επιλέξετε τον τρόπο αναζήτησης ανάλογα με τις απαιτήσεις του προβλήματός σας και τον διαθέσιμο χρόνο και πόρους.

Τεχνικές αναζήτησης

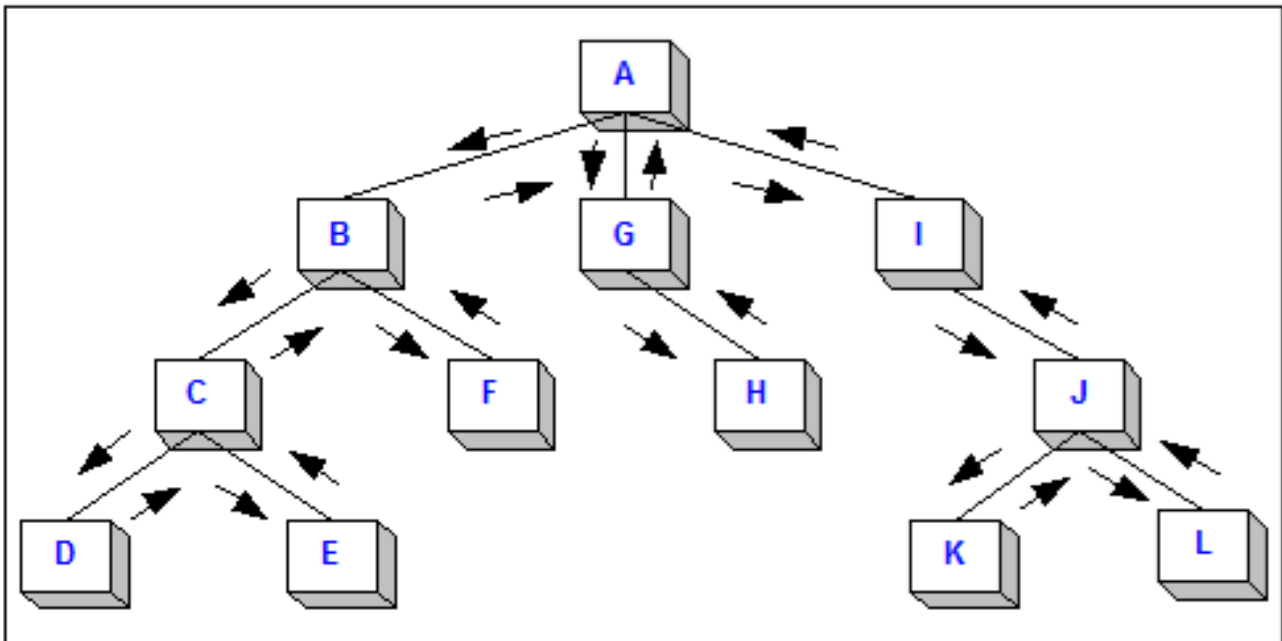
Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή μερικών από τις πιο διαδομένες τεχνικές αναζήτησης.

Αναζήτηση κατά βάθος (depth-first search)

Η αναζήτηση κατά βάθος (DFS) είναι μια από τις πιο βασικές τεχνικές αναζήτησης στον τομέα της επιστήμης της πληροφορικής. Ας επεξηγήσουμε τη διαδικασία που περιγράψατε πιο αναλυτικά:

- **Αρχική Κατάσταση (Root):**
Η αναζήτηση ξεκινά από τη ρίζα του δένδρου (ή του γράφου, αν αυτό είναι πιο κατάλληλο για το πρόβλημα) στην οποία βρίσκεται η αρχική κατάσταση του προβλήματος.
- **Κατά βάθος Εξερεύνηση (Depth-First Exploration):**
Η αναζήτηση εξετάζει τον αριστερότερο υποκόμβο της τρέχουσας κατάστασης. Αυτό σημαίνει ότι προχωράει βαθιά προς τα κάτω, εξετάζοντας όλους τους κόμβους ενός επιπέδου πριν μετακινηθεί στο επόμενο επίπεδο.
- **Στόχος (Goal):**
Αν η αναζήτηση βρει τον στόχο, δηλαδή τη λύση του προβλήματος, τότε ολοκληρώνεται με επιτυχία.
- **Αποτυχία (Failure):**
Αν η αναζήτηση δεν μπορεί να βρει τον στόχο σε έναν υποκόμβο, επιστρέφει στον πατρικό κόμβο (στον οποίο απέτυχε) και εξετάζει τους επόμενους υποκόμβους του. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται (backtracking) μέχρι να βρεί τη λύση ή να εξετάσει όλους τους δυνατούς κόμβους.

Σημειώνεται ότι η αναζήτηση κατά βάθος δεν εγγυάται τη εύρεση της βέλτιστης λύσης, αλλά μπορεί να είναι γρήγορη για προβλήματα με μικρό βάθος. Ωστόσο, σε προβλήματα με μεγάλο βάθος, μπορεί να απαιτήσει πολύ μεγάλο χρόνο και μνήμη, εξαιτίας του backtracking που εξετάζει όλους τους δυνατούς κόμβους. Η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής αναζήτησης εξαρτάται από τη φύση του προβλήματος που αντιμετωπίζετε.



(Matsatsinis, 2022)

Σχήμα 5: Διαδικασία αναζήτησης κατά βάθος

Αναζήτηση κατά πλάτος (breadth-first search)

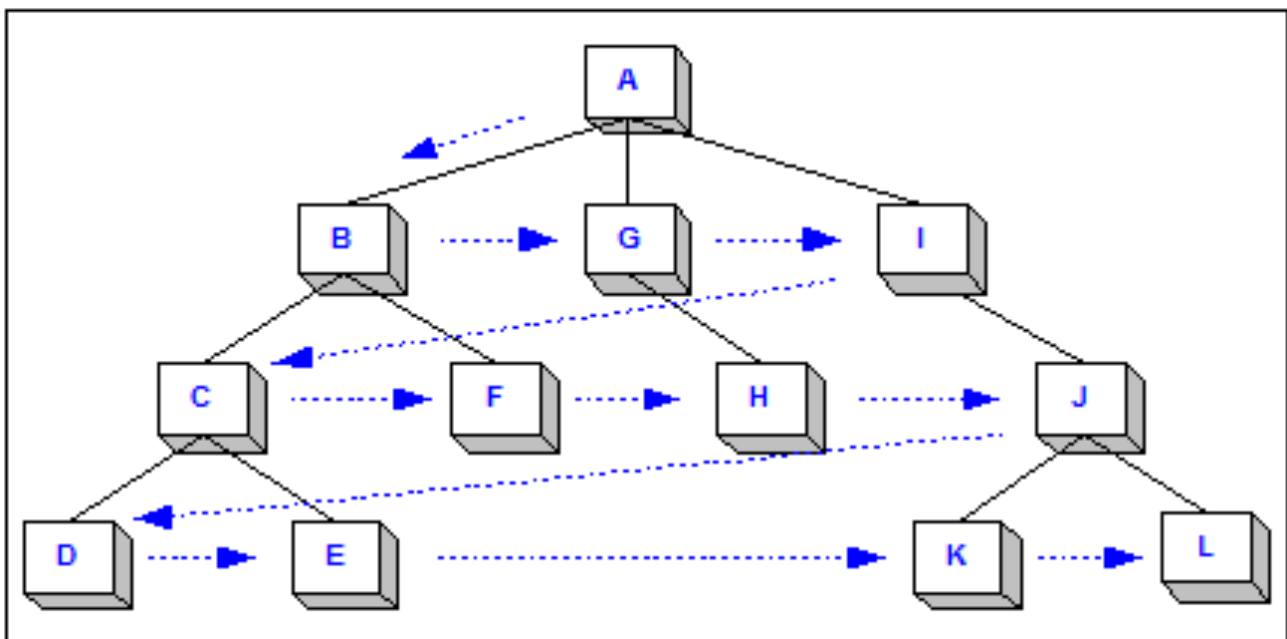
Η αναζήτηση κατά πλάτος (BFS) είναι μια άλλη σημαντική τεχνική αναζήτησης στην επιστήμη της πληροφορικής. Ας αναλύσουμε τη διαδικασία αυτή που περιγράψατε:

- **Αρχική Κατάσταση (Root):**
Η αναζήτηση ξεκινά από τη ρίζα του δένδρου (ή του γράφου) στην οποία βρίσκεται η αρχική κατάσταση του προβλήματος.
- **Κατά πλάτος Εξερεύνηση (Breadth-First Exploration):**
Η αναζήτηση εξετάζει όλους τους κόμβους ενός επιπέδου πριν προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο. Αυτό σημαίνει ότι εξερευνά πρώτα όλες τις γειτονικές καταστάσεις στο ίδιο επίπεδο πριν μετακινηθεί προς τα επόμενα.

- Στόχος (Goal):
Αν η αναζήτηση βρει τον στόχο, τότε ολοκληρώνεται με επιτυχία.
- Αποτυχία (Failure):
Αν η αναζήτηση δεν μπορεί να βρει τον στόχο, αλλά έχει εξετάσει όλους τους δυνατούς κόμβους στο τρέχον επίπεδο, τότε αποτυγχάνει.

Η προσέγγιση αυτή διασφαλίζει ότι βρίσκει τη λύση, αν υπάρχει, εξερευνώντας όλους τους κόμβους σε κάθε επίπεδο πριν προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο. Αυτό σημαίνει ότι η BFS εγγυάται τη εύρεση της βέλτιστης λύσης, δηλαδή της συντομότερης διαδρομής σε προβλήματα με βάρη σε ακμές.

Ωστόσο, το κύριο μειονέκτημα της BFS είναι η αύξηση του απαιτούμενου χώρου μνήμης και χρόνου καθώς το βάθος του δένδρου αυξάνει. Αυτό την καθιστά ακατάλληλη για προβλήματα με μεγάλο βάθος.



(Matsatsinis, 2022)

Σχήμα 6: Διαδικασία αναζήτησης κατά πλάτος

Αναζήτηση διακλάδωσης και οριοθέτησης (branch and bound search)

Η τεχνική της αναζήτησης διακλάδωσης και οριοθέτησης (Branch and Bound Search) είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την επίλυση προβλημάτων, όπως το πρόβλημα της εύρεσης της συντομότερης διαδρομής σε δίκτυα. Σε αυτή την τεχνική, η αναζήτηση δεν σταματά όταν βρει την πρώτη διαδρομή προς τον στόχο, αλλά συνεχίζει να εξερευνά όλες τις πιθανές διαδρομές με σκοπό να βρει τη συντομότερη.

Οι βασικές αρχές της αναζήτησης διακλάδωσης και οριοθέτησης περιλαμβάνουν τα εξής βήματα:

- **Αρχική κατάσταση (Root):**
Η αναζήτηση ξεκινά από τη ρίζα του δένδρου, που είναι η αρχική κατάσταση του προβλήματος.
- **Διακλάδωση (Branching):**
Κατά την αναζήτηση, δημιουργούνται κλαδιά (branches) για κάθε εναλλακτική επιλογή ή ενέργεια που μπορεί να ακολουθήσει. Κάθε κλαδί αντιστοιχεί σε μια πιθανή διαδρομή.
- **Αξιολόγηση (Bounding):**
Κατά τη διάρκεια της αναζήτησης, υπολογίζεται ένα κριτήριο ορίου για κάθε κλαδί. Αυτό το κριτήριο ορίου μπορεί να είναι, για παράδειγμα, η συνολική απόσταση που έχει διανυθεί μέχρι στιγμής στην κάθε διαδρομή. Τα κλαδιά με υψηλότερο κόστος απορρίπτονται αν είναι βέλτιστα, δηλαδή αν το κόστος της υπάρχουσας διαδρομής σε αυτά τα κλαδιά υπερβαίνει το κόστος της βέλτιστης διαδρομής που έχει βρεθεί μέχρι στιγμής.
- **Επιλογή (Selection):**
Επιλέγεται το κλαδί που έχει το χαμηλότερο κριτήριο ορίου για εξέταση. Αυτό είναι το κλαδί που πιθανότατα οδηγεί στη βέλτιστη διαδρομή.

- Έλεγχος (Checking):
Ελέγχεται αν το επιλεγμένο κλαδί οδηγεί σε λύση, δηλαδή αν φτάσαμε στον στόχο. Αν ναι, η αναζήτηση έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία και έχει βρεί τη συντομότερη διαδρομή.
- Σταμάτημα (Termination):
Η αναζήτηση σταματά όταν δεν υπάρχουν άλλα κλαδιά για έρευνα, καθώς όλα έχουν απορριφθεί ή έχει βρεθεί η βέλτιστη διαδρομή.

Ευρετική αναζήτηση (heuristic search)

Η ευρετική αναζήτηση (heuristic search) είναι μια προχωρημένη τεχνική αναζήτησης που χρησιμοποιεί ευρετικές (heuristic) πληροφορίες για να κατευθύνει την αναζήτηση προς τον στόχο. Η ιδέα πίσω από την ευρετική αναζήτηση είναι να προσπαθήσει να επιλέξει κατευθυντήρια κινήσεις που πιθανόν να οδηγήσουν σε επιτυχή αποτέλεσμα, με σκοπό την εξοικονόμηση χρόνου και πόρων. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει εγγύηση για την εύρεση της βέλτιστης λύσης.

Οι ευρετικοί αλγόριθμοι χρησιμοποιούν τις ευρετικές συναρτήσεις, που είναι εκτιμήσεις του κόστους ή της απόστασης από τον τρέχοντα κόμβο προς τον στόχο, για να αξιολογήσουν τις εναλλακτικές διαδρομές και να επιλέξουν ποια να διερευνηθούν πρώτα. Η πιο γνωστή ευρετική αναζήτηση είναι η A^* αναζήτηση, που χρησιμοποιεί την ευρετική συνάρτηση $f(n) = g(n) + h(n)$, όπου:

- $f(n)$ είναι η συνολική εκτίμηση κόστους από την αρχική κατάσταση μέχρι τον στόχο.
- $g(n)$ είναι το πραγματικό κόστος από την αρχική κατάσταση μέχρι τον κόμβο n .
- $h(n)$ είναι η ευρετική εκτίμηση του κόστους από τον κόμβο n μέχρι τον στόχο.

Η A^* αναζήτηση εξασφαλίζει τη εύρεση της λύσης και επιλέγει τις διαδρομές που έχουν το χαμηλότερο $f(n)$ για έρευνα, προσπαθώντας να εξερευνήσει πρώτα τις πιθανά βέλτιστες διαδρομές.

Οι ευρετικοί αλγόριθμοι μπορούν να εφαρμοστούν σε πολλούς τομείς, όπως η αναζήτηση σε δίκτυα, η διαδρομή ρομπότ, η αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων, και πολλά άλλα.

Επιτρέπουν την αποτελεσματική επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων, αλλά πρέπει να προσεγγίζονται με προσοχή, καθώς η επιλογή λανθασμένων ευρετικών μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες αποτελέσματα.

Αναζήτηση με επιλογή βέλτιστου κόμβου (best-first search)

Η αναζήτηση με επιλογή του βέλτιστου κόμβου είναι μια προηγμένη ευρετική αναζήτηση που συνδυάζει τα θετικά στοιχεία της αναζήτησης κατά βάθος και της αναζήτησης κατά πλάτος. Στην αναζήτηση αυτή, ο κόμβος που αναπτύσσεται είναι αυτός που έχει το υψηλότερο βαθμό προτεραιότητας σύμφωνα με ένα ευρετικό κριτήριο αξιολόγησης. Η ιδέα είναι να προσπαθήσετε να επιλέξετε τον κόμβο που πιθανότατα θα οδηγήσει προς τη βέλτιστη λύση, με βάση τη διαθέσιμη πληροφορία.

Κατά τη διαδικασία αναζήτησης μιας λύσης μπορούμε να κινηθούμε προς δύο κατευθύνσεις, ανεξάρτητα από τη τεχνική αναζήτησης που ακολουθείται. Η μία είναι πηγαίνοντας από την αρχική κατάσταση προς τελική και η άλλη κατά την αντίστροφη φορά. Αυτές είναι οι δύο στρατηγικές που ακολουθούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων και οι οποίες περιγράφονται αναλυτικότερα στη συνέχεια. Το ποια όμως από τις δύο θα επιλέξουμε για να ακολουθήσουμε, θα εξαρτηθεί από το τι πληροφόρηση διαθέτουμε και το τι ζητάμε; Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε ειδικές περιπτώσεις είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και οι δύο στρατηγικές ταυτόχρονα. Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή σαν διπλής κατεύθυνσης συλλογιστική (bi-directional reasoning).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των στρατηγιών αυτών είναι η δυνατότητά τους για οπισθοδρόμηση (backtracking). Με αυτήν υπάρχει η δυνατότητα για επιστροφή σε προηγούμενες καταστάσεις, σε περίπτωση αποτυχίας μίας αναζήτησης. Και οι δύο στρατηγιές χρησιμοποιούν τους ίδιους κανόνες αλλά βέβαια με διαφορετικό τρόπο.

Στρατηγιές εξαγωγής συμπερασμάτων

Οι στρατηγιές εξαγωγής συμπερασμάτων που περιγράφετε, προς τα εμπρός και προς τα πίσω συλλογιστική, είναι δύο διαφορετικοί τρόποι που χρησιμοποιούνται στην τεχνητή νοημοσύνη για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Και οι δύο στρατηγιές έχουν τα πλεονεκτήματά τους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με το πρόβλημα και τη διαθέσιμη πληροφορία.

Παρουσιάζω τις βασικές διαφορές και τα χαρακτηριστικά κάθε στρατηγικής:

- **Προς τα εμπρός συλλογιστική (Forward Reasoning):**
Ξεκινά από την αρχική πληροφορία και προχωρά προς τα εμπρός για να φτάσει στην επιθυμητή λύση. Ονομάζεται επίσης "απαγωγικός συλλογισμός" καθώς αποδεικνύει λόγους και συμπεράσματα από δεδομένα. Δημιουργεί ένα δένδρο εξαγωγής συμπερασμάτων, ξεκινώντας από την αρχική πληροφορία και συνδέοντας τα αποδεικτικά δεδομένα προς τα εμπρός. Είναι κατάλληλη για προβλήματα με μικρό αριθμό στόχων και μεγάλο αριθμό δεδομένων.
- **Προς τα πίσω συλλογιστική (Backward Reasoning):**
Ξεκινά από τον στόχο προς τα πίσω για να βρει αποδείξεις για την ισχύ του. Ονομάζεται επίσης "συνεπαγωγικός συλλογισμός" καθώς αποδεικνύει την αλήθεια ενός δεδομένου εξάγοντας τα συμπεράσματα από τον στόχο προς τα πίσω. Δημιουργεί ένα δένδρο εξαγωγής συμπερασμάτων, ξεκινώντας από τον στόχο και αναζητώντας αποδείξεις προς τα πίσω. Είναι κατάλληλη για προβλήματα με συγκεκριμένους στόχους και λίγα δεδομένα.

Και οι δύο στρατηγικές έχουν την ευελιξία να χρησιμοποιούν ευρετικές μεθόδους για να βελτιώσουν την απόδοσή τους και να αποφύγουν την εξερεύνηση λανθασμένων κατευθύνσεων.

Η επιλογή ανάμεσα στις δύο στρατηγικές εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του προβλήματος και τις διαθέσιμες πληροφορίες, και μπορεί να επιλέγεται ανάλογα με το πλαίσιο της εφαρμογής.

§ 2.2. Ανάπτυξη έμπειρων συστημάτων

Η ανάπτυξη έμπειρων συστημάτων (Ε.Σ.) δεν αποτελεί μια σταθερή και απόλυτη ακολουθία διαδοχικών ενεργειών που οφείλουν να τηρούν όλοι οι κατασκευαστές. Κάθε έμπειρο σύστημα έχει τις δικές του ιδιομορφίες και κάθε ομάδα κατασκευαστών έχει τις δικές της πρακτικές που ακολουθεί.

Πολλοί ερευνητές έχουν προτείνει κατά καιρούς διάφορες μεθοδολογίες ανάλυσης και ανάπτυξης έμπειρων συστημάτων όπως αναφέρουν οι Matsatsinis, N.F. and Y. Siskos (2003).

2.2.1. Προβλήματα εφαρμογής των έμπειρων συστημάτων

Το πιο σημαντικό πρόβλημα στην ανάπτυξη ενός έμπειρου συστήματος είναι η απόκτηση της κατάλληλης γνώσης και η αναπαράστασή της κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η χρήση της όπως αναφέρουν οι Curry and Moutinho, (1991).

Η υποκειμενική φύση της λογικής και της εμπειρίας δημιουργούν σοβαρά εμπόδια στις περιπτώσεις τυποποιημένης αναπαράστασης της γνώσης, γεγονός το οποίο αποτέλεσε και την βασική αιτία της μικρής εφαρμογής των Ε.Σ. στο μάρκετινγκ και τη στρατηγική (Dubelaar et al., 2010).

Στο σημείο αυτό δεν θα πρέπει να αγνοήσουμε το γεγονός ότι ο χρήστης πρέπει να αντιλαμβάνεται τη λογική που χρησιμοποιεί ένα έμπειρο σύστημα για να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα.

2.2.2. Μεθοδολογία Ανάπτυξης Έμπειρων Συστημάτων

Στη χρονοβόρα και εξαιρετικά περίπλοκη διαδικασία ανάπτυξης ενός Ε.Σ. αφενός εμπλέκονται με τον ένα ή τον άλλο τρόπο πολλοί άνθρωποι διαφόρων ειδικοτήτων, αφετέρου απαιτείται η λήψη αποφάσεων τόσο σε θέματα οικονομικά, κοινωνικά όσο και τεχνικά.

Το πρώτο θέμα που πρέπει να αντιμετωπισθεί είναι η επιλογή, μέσα από το σύνολο των προβλημάτων μιας επιχείρησης, εκείνου του προβλήματος που θα έχει τη μέγιστη προτεραιότητα για την επίλυσή του.

Σύμφωνα με τον Waterman (1985) η μελέτη για την επιλογή του κατάλληλου προβλήματος, θα πρέπει να αποτελείται από τα εξής τρία στάδια:

- Απαραίτητες απαιτήσεις (necessary requirements).
- Αιτιολόγηση (justification).
- Καταλληλότητα (appropriateness).

Στα ανωτέρω, όπως περιγράφει ο Turban (1993) μπορούν να προστεθούν μερικές νέες απαραίτητες απαιτήσεις και μερικές νέες προϋποθέσεις αιτιολόγησης της ανάπτυξης Ε.Σ.

Στην όλη προσπάθεια να διαπιστωθεί αν ένα πρόβλημα είναι κατάλληλο να επιλυθεί μέσω της ανάπτυξής του σε Ε.Σ., έχουν αναπτυχθεί διάφορες τυποποιημένες ακολουθίες ερωτήσεων, όπως το ερωτηματολόγιο των Sagle and Wick (1988) το οποίο χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο σύστημα βαρών.

Επίσης μια τέτοια σειρά ερωτήσεων προσφέρεται από το πρόγραμμα Expert One (Human Edge, Palo Alto, CA), το οποίο ανάλογα με τις απαντήσεις, που δίνονται συμβουλεύει τον χρήστη του αν το πρόβλημα είναι κατάλληλο για να επιλυθεί με την ανάπτυξη ενός Ε.Σ.

Η δουλειά αυτή μπορεί να ανατεθεί στην ομάδα εργασίας που θα παρακολουθεί τη διαδικασία ανάπτυξης του έμπειρου συστήματος. Η ομάδα αυτή αποτελείται από άτομα της διοίκησης και από ειδικούς επιστήμονες (οικονομολόγους, επιστήμονες πληροφορικής, μηχανικούς γνώσης κ.α.).

Στη συνέχεια, η ομάδα ανάπτυξης του συστήματος, προχωρεί στις εργασίες ανάλυσής του, εξετάζοντας διεξοδικά τα ακόλουθα θέματα:

- Κατά πόσο το συγκεκριμένο πρόβλημα είναι κατάλληλο για να μπορεί να επιλυθεί ικανοποιητικά με τη χρήση έμπειρων συστημάτων.
- Αν υπάρχει διαθέσιμη γνώση στο πεδίο εφαρμογής του (ειδικός, βιβλιογραφία κ.λ.π.).
- Αν το σύστημα ανταποκρίνεται και ικανοποιεί τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί από την επιχείρηση.

Αν κάτι από τα ανωτέρω δεν μπορεί να ικανοποιηθεί, τότε οι εργασίες ανάπτυξης του συστήματος διακόπτονται, είτε οριστικά, είτε γίνεται επανακαθορισμός του προβλήματος, είτε επιλέγεται άλλο πρόβλημα για επίλυση.

Στην όλη διαδικασία ανάπτυξης ενός Ε.Σ., τους κορυφαίους ρόλους παίζουν δύο παράγοντες, ο ειδικός του τομέα και ο μηχανικός γνώσης.

Η έννοια της εργασίας του μηχανικού γνώσης μπορεί να οριστεί σαν η τέχνη της σύνδεσης των αρχών και των εργαλείων της έρευνας της τεχνητής νοημοσύνης, ώστε να προσφέρουν λύσεις σε προβλήματα δύσκολων εφαρμογών, για την επίλυση των οποίων απαιτούνται ειδικές γνώσεις.

Επίσης τα τεχνικά θέματα της απόσπασης γνώσης, της αναπαράστασής της και της κατάλληλης χρήσης της στη κατασκευή και επεξήγηση της λογικής, είναι σημαντικά προβλήματα στη σχεδίαση συστημάτων βασιζόμενων στη γνώση, αποτελούν δε μέρος των καθηκόντων του μηχανικού γνώσης.

Για την υλοποίηση των στόχων του ο μηχανικός γνώσης χρειάζεται να έχει στη διάθεσή του γνώση, την οποία μπορεί να αποκτήσει από: ειδικούς, βιβλία, βάσεις δεδομένων, αναφορές και από διάφορες άλλες πηγές.

Μερικά από τα προβλήματα που πιθανόν να προκύψουν και που θα πρέπει να επιλυθούν είναι:

- Ποιος επιλέγει τον ειδικό ή ακόμη πιο γενικά ποιος επιλέγει το ποιες πηγές γνώσης είναι κατάλληλες για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.
- Τι κίνητρα θα δοθούν στον ειδικό για να επιτευχθεί η συνεργασία του.

- Ποια είναι τα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει ο ειδικός.
- Τι ενέργειες γίνονται όταν σε ένα πρόβλημα είναι απαραίτητη η παρουσία πολλών ειδικών.
- Πώς εκτιμάται η ποιότητα της κρίσης του ειδικού και οι συνθήκες κάτω από τις οποίες αξιολογείται αυτή (Bolger and Wright, 1994).

Όταν έχει πλέον διευκρινισθεί η δυνατότητα κατασκευής του έμπειρου συστήματος για την επίλυση του προβλήματος, τότε γίνεται η εννοιολογική σχεδίαση και διενεργείται η μελέτη σκοπιμότητας της κατασκευής του. Με την εννοιολογική σχεδίαση του συστήματος δίνεται μια γενική ιδέα για το σύστημα, για τους σκοπούς του και για τις αναμενόμενες ικανότητές του.

Μερικές από τις παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία της μελέτης σκοπιμότητας δίνονται ακολούθως:

- Κόστος ανάπτυξης συστήματος.
- Αναμενόμενο όφελος της εταιρείας από την ανάπτυξη του Ε.Σ.
- Κόστος συντήρησης συστήματος.
- Οργανωτικό σχήμα της επιχείρησης.
- Λειτουργία συστήματος σε δίκτυο.
- Ασφάλεια λειτουργίας συστήματος.
- Διαθεσιμότητα υλικού (hardware) και λογισμικού (software).
- Συμβατότητα διαθέσιμων συστημάτων.
- Η διαθεσιμότητα τόσο ενός ειδικού του τομέα όσο και μηχανικού γνώσης.
- Οι λόγοι που επιβάλλουν την ανάπτυξη ενός Ε.Σ. έναντι ενός άλλου συστήματος.
- Οι τυχόν επιπτώσεις, της λειτουργίας του Ε.Σ., στις εργασιακές σχέσεις.
- Ο χρονικός προγραμματισμός του έργου.

- Διάφοροι περιορισμοί (π.χ. νομικοί).

Οι εργασίες αυτές οδηγούν, αρχικά στην αναγνώριση και τον καθορισμό του προβλήματος, ενώ ακολούθως, είτε στην απόφαση κατασκευής του είτε στη διακοπή των εργασιών επειδή κρίνεται ασύμφορη η ολοκλήρωσή του.

Στη συνέχεια καθορίζονται τόσο το τεχνικοοικονομικό πλαίσιο της ανάπτυξης του συστήματος όσο και οι απαιτήσεις, που θέτει η επιχείρηση για τη λειτουργία του.

Οι αποφάσεις που απομένει να ληφθούν αφορούν:

- Την επιλογή και ενδεχομένως τη προμήθεια του υλικού (hardware) στο οποίο θα εγκατασταθεί και θα λειτουργεί τελικά το Ε.Σ.
- Την επιλογή και ενδεχομένως την προμήθεια των κατάλληλων εργαλείων λογισμικού (software tools) για την ανάπτυξη του Ε.Σ.

Ανάπτυξη έμπειρων συστημάτων - Εργαλεία ανάπτυξης:






- Συμβατικές γλώσσες (π.χ. C, Fortran, Pascal, Basic) και γλώσσες τεχνητής νοημοσύνης (π.χ. Lisp, Prolog)
- Φλοιούς και περιβάλλοντα (πχ. 1st CLASS, ESE, Nexpert, Level5, ART, Level5 Object, Visual Rule Studio, Jess, Stylianou et al., 1992)
- Βοηθήματα με τα οποία κατασκευάζονται τα διάφορα τμήματα ενός Ε.Σ., εκτός από τη βάση γνώσης, που μπορεί να κατασκευασθεί και με τη βοήθεια φλοιών.
- Υβριδικά συστήματα, που αποτελούνται από βοηθήματα και γλώσσες προγραμματισμού. Με αυτά παρέχεται η δυνατότητα ταχύτερης ανάπτυξης φλοιών ή ειδικών Ε.Σ. (π.χ. ART, KEE, Nexpert Object).
- Ειδικά έμπειρα συστήματα που απευθύνονται σε εξειδικευμένα θέματα.

2.2.3. Διαγράμματα Ροής Εργασιών - Θεωρητικό Υπόβαθρο.

Για την σχηματική απεικόνιση του Ε.Σ. επιλέχθηκε η μεθοδολογία των Διαγραμμάτων Ροής.

Τα διαγράμματα ροής είναι γραφικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν τη ροή των διαδικασιών ή των εργασιών σε ένα σύστημα. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς, όπως η μηχανική, η πληροφορική, η διοίκηση έργων, και άλλους, για να κατανοήσουν, να περιγράψουν και να βελτιστοποιήσουν διαδικασίες.

Τα βασικά στοιχεία ενός διαγράμματος ροής περιλαμβάνουν:

Symbol	Name
	Start/end
	Arrows
	Input/Output
	Process
	Decision

(<https://asq.org/quality-resources/flowchart>)

Σχήμα 7: Βασικά στοιχεία ενός διαγράμματος ροής

Αρχή/Τέλος (Start/End): Αυτό το σύμβολο αναπαριστά την αρχή ή το τέλος μιας διαδικασίας και συνήθως σχεδιάζεται σαν ένα ορθογώνιο ή ένα στρογγυλό σχήμα με το κείμενο "Αρχή" ή "Τέλος" μέσα.

Διαδικασία (Process): Αυτό το σύμβολο αναπαριστά μια ενέργεια ή μια διαδικασία που πρέπει να πραγματοποιηθεί. Συνήθως σχεδιάζεται σαν ένα ορθογώνιο με το όνομα της διαδικασίας μέσα.

Απόφαση (Decision): Αυτό το σύμβολο αναπαριστά μια απόφαση που πρέπει να ληφθεί. Συνήθως σχεδιάζεται σαν ένα ρόμβο και περιλαμβάνει την συνθήκη που πρέπει να ελεγχθεί και δύο πιθανές κατευθύνσεις, μία για την αληθή συνθήκη και μία για την ψευδή.

Είσοδος/Έξοδος (Input/Output): Αυτά τα σύμβολα αναπαριστούν είσοδο και έξοδο δεδομένων αντίστοιχα. Συνήθως σχεδιάζονται σαν παραλληλόγραμμα και περιλαμβάνουν το όνομα της εισόδου ή της εξόδου.

Σύνδεση (Flowline): Αυτά τα σύμβολα είναι απλές γραμμές με βέλη που χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τα διάφορα στοιχεία του διαγράμματος ροής και να δείξουν τη ροή των δεδομένων ή των ελέγχων.

Ένα διάγραμμα ροής παρέχει έναν απλό και κατανοητό τρόπο για να αναλύσετε, να σχεδιάσετε και να κατανοήσετε τη σειρά των βημάτων σε μια διαδικασία ή ένα σύστημα. Χρησιμοποιούνται επίσης για να εντοπίσουν προβλήματα, να βελτιστοποιήσουν την απόδοση και να επικοινωνήσουν τις διαδικασίες μεταξύ μελών μιας ομάδας ή οργανισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΡΥΤΗΘΝ

§ 3.1. Ορισμός προβλήματος και ανάγκη αντιμετώπισης.

Ο χώρος της αεροπορικής συντήρησης χαρακτηρίζεται πλέον ως ένας δυναμικός χώρος στον οποίο το προσωπικό που εργάζεται πρέπει να είναι πάντα ενημερωμένο για νέες τεχνικές, προσεγγίσεις, ζητήματα ασφαλείας, ενημερώσεις νομοθεσίας, κανονισμών κ.α.

Παράγοντες όπως,

- Οι αυξημένες ανάγκες των απαιτήσεων παραγωγής,
- Ο φυσικός χώρος που κατέχει μια επιχείρηση (από μεγάλες βιομηχανικές εκτάσεις σε διαφορετικές τοποθεσίες, πόλεις ή και χώρες ακόμη),
- Ο μεγάλος αριθμός του προσωπικού που απασχολεί,

δημιουργούν δυσκολία στην υλοποίηση των ενημερώσεων, αξιολογήσεων και των επανεκπαιδεύσεων του προσωπικού με σημαντικές επιπτώσεις στην ροή και την ποιότητα της παραγωγής των προϊόντων και παρεχόμενων υπηρεσιών. Με αυτόν το τρόπο έχει παρατηρηθεί ότι η διαδικασία ενημέρωσης και αξιολόγησης αδρανοποιείται με αυξημένο το ρίσκο ανεπιθύμητων καταστάσεων όπως , εργατικά ατυχήματα , μείωση ποιότητας παραγωγής, δημιουργία τοξικού περιβάλλοντος στους χώρους εργασίας κ.α.

Συνεπώς, το πρόβλημα εντοπίζεται στην διαδικασία ελέγχου αλλά και διατήρησης της γνώσης των εργαζομένων μιας επιχείρησης Αεροπορικής Συντήρησης σε συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα.

§ 3.2. Υφιστάμενη κατάσταση.

Η επικρατέστερη προσέγγιση των περισσότερων επιχειρήσεων στον χώρο στο παραπάνω πρόβλημα είναι η σύσταση εκπαιδεύσεων κάθε δύο χρόνια όπως περιγράφεται και απαιτείται από την Αεροπορική Νομοθεσία COMMISSION REGULATION (EU) No 1321/2014 of 26 November 2014 / ANNEX II Part-145 / 145.A.35 Certifying staff and support staff, χωρίς να πραγματοποιείται οποιοσδήποτε έλεγχος γνώσεων κατά το ενδιάμεσο χρονικό διάστημα.

Ο ανωτέρω τρόπος αντιμετώπισης δημιουργεί πρόβλημα στις επιχειρήσεις διότι χωλαίνει ως προς τον έλεγχο, την διατήρηση των γνώσεων και την πληροφόρηση του προσωπικού σε νέες γνώσεις, οδηγίες, ενημερώσεις που προκύπτουν στο χρονικό διάστημα μεταξύ των εκπαιδεύσεων.

§ 3.3. Επιλογές Αντιμετώπισης και Βέλτιστη Λύση.

Οι επιλογές επίλυσης στο παραπάνω πρόβλημα βασίζονται πάνω σε δυο κατευθύνσεις. Η πρώτη είναι η πρόσληψη ικανού αριθμού προσωπικού το οποίο θα ασχολείται με τις αξιολογήσεις και θα έχει την δυνατότητα σε τακτά χρονικά διαστήματα να βρίσκεται σε άμεση επαφή με τους εργαζομένους σε όλους τους χώρους της επιχείρησης. Πρόκειται για μια παραδοσιακή αντιμετώπιση του προβλήματος με σημαντικά προβλήματα στην υλοποίηση.

Πέραν του μεγάλου κόστους υλοποίησης (μεγάλοι μισθοί, μετακινήσεις προσωπικού, παροχές κ.α.) , όπως αναφέρθηκε πριν αυτές οι αξιολογήσεις πρέπει να πραγματοποιηθούν από εργαζομένους οι οποίοι έχουν μεγάλη εμπειρία ο καθένας στον τομέα του . Το βασικό λοιπόν πρόβλημα είναι ότι στον χώρο της αεροπορικής συντήρησης είναι σχετικά δύσκολο να βρεθούν αλλά και να συγκεντρωθούν στα πλαίσια μια εταιρίας τόσοι πολλοί εξειδικευμένοι επαγγελματίες. Τις περισσότερες των περιπτώσεων λοιπόν μια τέτοιου είδους προσέγγιση οδηγεί σε πρόσληψη προσωπικού χωρίς την απαιτούμενη εμπειρία με αποτέλεσμα την αδυναμία ουσιαστικής λύσης του προβλήματος.

Μια δεύτερη επιλογή σχετικά με την αντιμετώπιση του προβλήματος είναι η χρήση κατάλληλης τεχνολογίας η οποία θα λειτουργεί συμβουλευτικά και βοηθά το προσωπικό που συμμετέχει στην λήψη αποφάσεων να οδηγηθεί σε σωστά συμπεράσματα.

Μια τέτοια λύση λοιπόν είναι και η εφαρμογή μεθόδων Επιχειρησιακής Έρευνας με σκοπό την δημιουργία ενός Έμπειρου Συστήματος Αξιολόγησης και Εκπαίδευσης Προσωπικού (Intelligent Expert Audit System).

§ 3.4. Βασικό Διάγραμμα Ροής Εργασιών Ε.Σ.

Με σκοπό την αντιμετώπιση του προβλήματος που εξετάζει η παρούσα Διπλωματική Εργασία, όπως αυτό περιγράφεται στην παράγραφο 3.1, παρακάτω παρουσιάζεται ένα Ε.Σ. – Basic Characterization Model Αξιολόγησης Προσωπικού ενός οργανισμού αεροπορικής συντήρησης σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο HUMAN FACTORS.

Το εν λόγω σύστημα μέσω :

- Της επεξεργασίας συγκεκριμένων δεδομένων για το προσωπικό,
- Της αξιολόγησης θεωρητικών γνώσεων (αποστολή ερωτηματολογίων μέσω ηλεκτρονικών μηνυμάτων στο προσωπικό σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και ανάλυση αποτελεσμάτων) ,
- Των αξιολογήσεων εργασίας στην πράξη (On the Job).

θα έχει την δυνατότητα να :

- Παρακολουθεί ατομικά το επίπεδο επάρκειας γνώσης για κάθε εργαζόμενο (individual tracking).
- Προσαρμόζει την εκπαίδευση του κάθε εργαζομένου ανάλογα με τις αδυναμίες του σε αντικείμενα που υπάρχει ανάγκη (Adaptive Training).
- Παρέχει εγκαίρως συμβουλές στο τμήμα εκπαίδευσης, εκπαιδευτές, επιθεωρητές εργασιών για το επίπεδο γνώσεων του προσωπικού.
- Παρέχει συμβουλές για την ανάγκη πραγματοποίησης αξιολογήσεων (On the Job).
- Παρέχει συμβουλές για την ανάγκη πραγματοποίησης κάποιου είδους επανεκπαίδευσης του προσωπικού (Decision Support).

Σε συνεργασία με ειδικούς του αντικείμενου από το χώρο της Αεροπορικής Συντήρησης αλλά και με την δική μου προσωπική επαγγελματική εμπειρία, διαμορφώθηκαν οι ακόλουθοι συλλογισμοί αντιμετώπισης του προβλήματος όπως και η αντίστοιχη αναπαράσταση και διαχείριση της γνώσης.

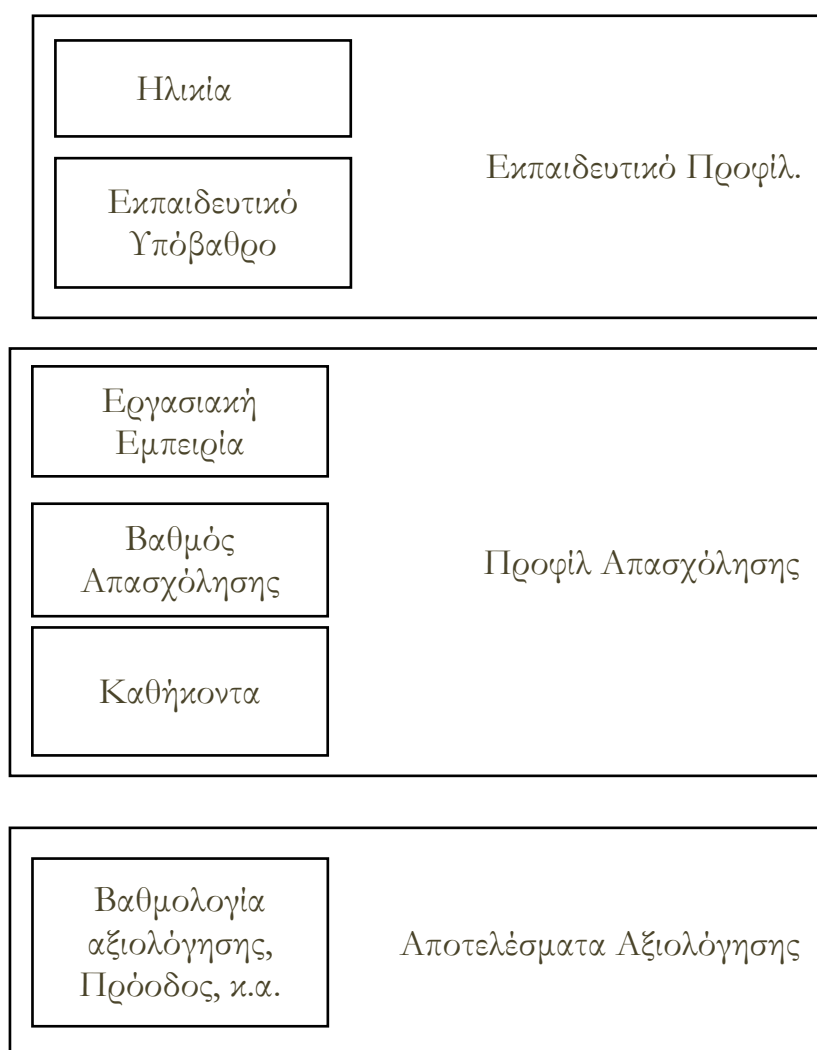
Η ανάγκη για πραγματοποίηση εκπαίδευσης του προσωπικού μιας επιχείρησης βασίζεται σε τρεις βασικούς δείκτες:

- Το Εκπαιδευτικό Προφίλ των εργαζομένων.
- Το Προφίλ Απασχόλησης, σε εργατώρες σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.
- Τα Αποτελέσματα Αξιολόγησης τους .

Οι παραπάνω δείκτες καθορίζονται από συγκεκριμένους παράγοντες όπως:

- Η Ηλικία,
- Το Εκπαιδευτικό Υπόβαθρο,
- Η Εργασιακή Εμπειρία ,
- Ο βαθμός απασχόλησης ,
- Τα καθήκοντα που κατέχει ένας εργαζόμενος,
- Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση του σε θεωρητικές γνώσεις αλλά και στην πράξη (On The Job).

Ως εκ τούτου μια αρχική απεικόνιση των ανωτέρω συλλογισμών θα μπορούσε να είναι η εξής:

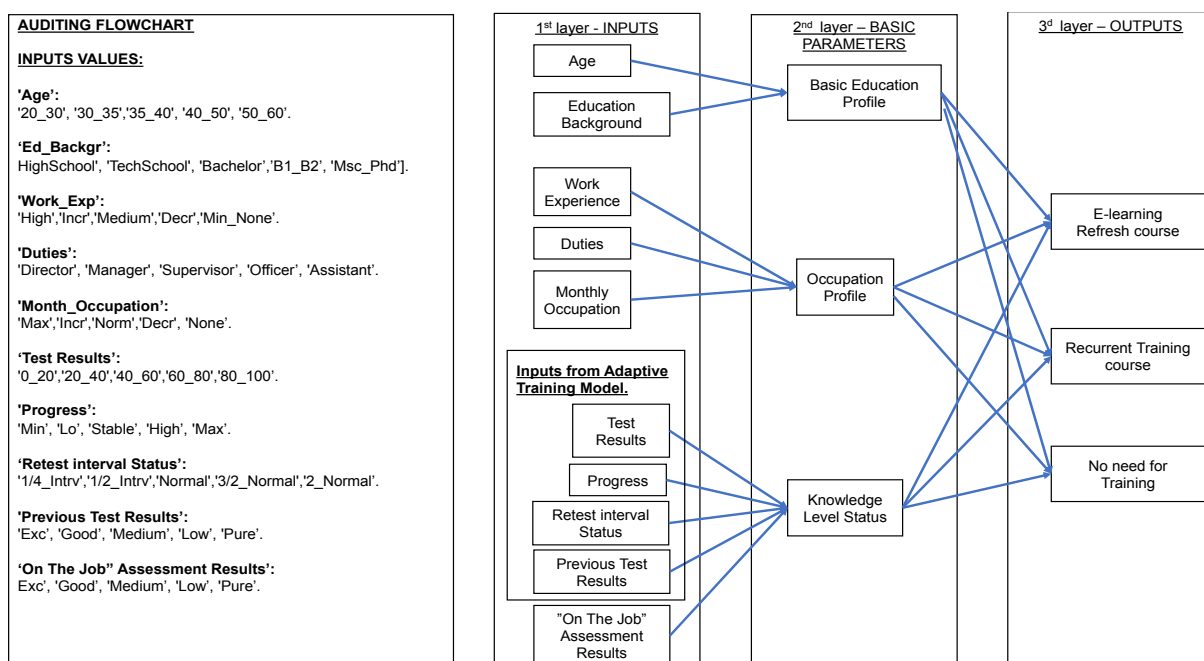


Σχήμα 8: Βασικά προφίλ χαρακτηρισμού εργαζομένων

Στην συνέχεια οι τρεις βασικοί δείκτες θα οδηγήσουν στο τελικό αποτέλεσμα το οποίο μπορεί να ανήκει στα παρακάτω :

- Ανάγκη για εκπαίδευση με φυσική παρουσία.
- Ταχύρρυθμη Διαδικτυακή εκπαίδευση βασικών σημείων.
- Μη ανάγκη εκπαίδευσης.

Η έκφραση της ανάγκης για εκπαίδευση μπορεί να γίνει με ποσοτικοποίηση των δεδομένων εισόδου κάτω από τη επίδραση συγκεκριμένων βαρών ανάλογα με την σημαντικότητα τους (Αναλυτική επεξήγηση στην § 3.5). Κατόπιν των ανωτέρω, προκύπτει το διάγραμμα ροής εργασιών του Ε.Σ. (Basic Characterization Model).



Σχήμα 9 : Basic Characterization Model

Το Basic Characterization Model αναπτύσσεται σε τρία επίπεδα. Ο κάθε παράγοντας του πρώτου επιπέδου συμβάλλει αριθμητικά στην διαμόρφωση της ανάγκης για εκπαίδευση για τα συγκεκριμένα Προφίλ – παράγοντες του δεύτερου επιπέδου. Ο τελικός καθορισμός των δεδομένων εξόδου πραγματοποιείται με την άθροιση αριθμητικών τιμών όπως έχουν διαμορφωθεί στο τρίτο επίπεδο, διαμορφωμένων από συγκεκριμένους συντελεστές βάρους που εκφράζουν τον βαθμό επίδρασης τους ως προς το τελικό αποτέλεσμα. Με το τρόπο αυτόν προσομοιάζεται η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων από τους ειδικούς του τομέα για τον καθορισμό της τελικής απόφασης.

§ 3.5. Εξόρυξη - Αναπαράσταση Γνώσης.

3.5.1. Πρώτο επίπεδο – Δεδομένα εισόδου (Facts Determination).

Τα δεδομένα εισόδου του συστήματος παρέχουν έναν πλήρη χαρακτηρισμό για τον κάθε εργαζόμενο σχετικά με το υπόβαθρο του αλλά και την παρούσα εργασιακή εικόνα του.

Πιο συγκεκριμένα εισάγονται τα παρακάτω δεδομένα με τις συγκεκριμένες επιλογές τιμών:

'Age':	'20_30', '30_35', '35_40', '40_50', '50_60'.
'Ed_Backgr':	'HighSchool', 'TechSchool', 'Bachelor', 'B1_B2', 'Msc_PhD'.
'Work_Exp':	'High', 'Incr', 'Medium', 'Decr', 'Min_None'.
'Duties':	'Director', 'Manager', 'Supervisor', 'Officer', 'Assistant'.
'Month_Occupation':	'Max', 'Incr', 'Norm', 'Decr', 'None'.
'Test Results':	'0_20', '20_40', '40_60', '60_80', '80_100'.
'Progress':	'Min', 'Lo', 'Stable', 'High', 'Max'.
'Retest interval Status':	'1/4_Intrv', '1/2_Intrv', 'Normal', '3/2_Normal', '2_Normal'.
'Previous Test Results':	'Exc', 'Good', 'Medium', 'Low', 'Pure'.
'On The Job" Ass Results':	'Exc', 'Good', 'Medium', 'Low', 'Pure'.

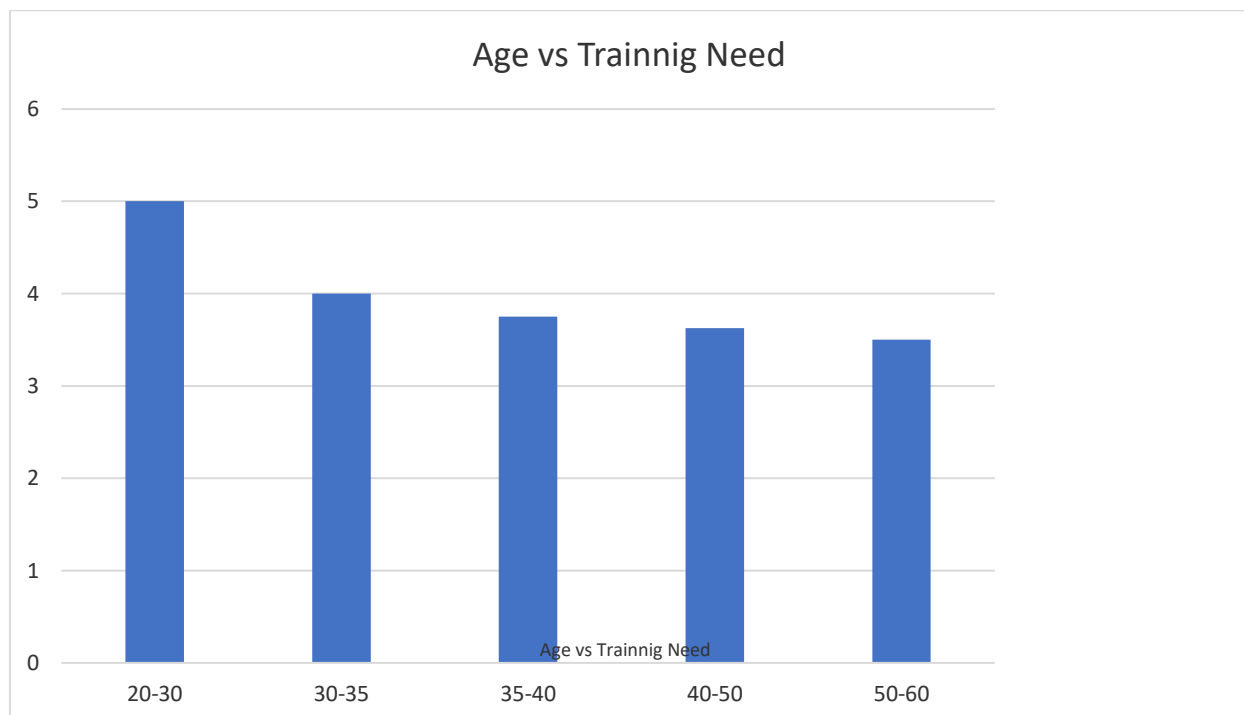
Κάθε συνδυασμός των παραπάνω επιλογών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως Δεδομένο – Fact για την υλοποίηση του Ε.Σ. (Περαιτέρω ανάπτυξη στο Κεφ 3.)

3.5.2. Δεύτερο επίπεδο - Καθορισμός Βασικών Παραμέτρων -Rules Determination.

3.5.2.1 Βάση Γνώσης (Training Need based on Basic Education Profile).

Οι πρώτες δύο κατηγορίες δεδομένων , "Ηλικία "και "Εκπαιδευτικό Υπόβαθρο" αντλούνται από βάσεις δεδομένων του τμήματος Ανθρωπίνου Δυναμικού και με την σειρά τους θα καθορίσουν το Βασικό Προφίλ Εκπαίδευσης 'Basic Education Profile' του κάθε εργαζομένου.

Η "Ηλικία " κυμαινόμενη από 20 έως και 60 έτη κλιμακώνεται σε δεκάδες εκτός από το εύρος '30_35' και '35_40' ετών όπου εκεί συγκεντρώνεται και το μεγαλύτερο ποσοστό εργαζομένων σε μια επιχείρηση αεροπορικής συντήρησης. Αρχικά ένας εργαζόμενος μικρής ηλικίας κρίνεται ότι έχει μεγάλη ανάγκη διαρκούς εκπαίδευσης και διατήρησης γνώσης. Όσο αυξάνεται η ηλικία η συγκεκριμένη ανάγκη μειώνεται εκθετικά διατηρώντας μια σχετικά υψηλή σταθερή τιμή για έτη από 40 έως 60.



Οι πρώτοι κανόνες του Ε.Σ. ουσιαστικά εκφράζονται μέσω της ποσοτικοποίησης της Ανάγκης για εκπαίδευση (VAge) σε σχέση με τα Ηλικιακά Δεδομένα όπως απεικονίζεται στο παραπάνω σχήμα.

Οι τιμές όπως φαίνεται κυμαίνονται από 3,5 για την ελάχιστη Ανάγκη για εκπαίδευση έως 5 για την μέγιστη και παρουσιάζονται παρακάτω ως κανόνες της μορφής,

If“Condition_1”.....then“Condition_2”.

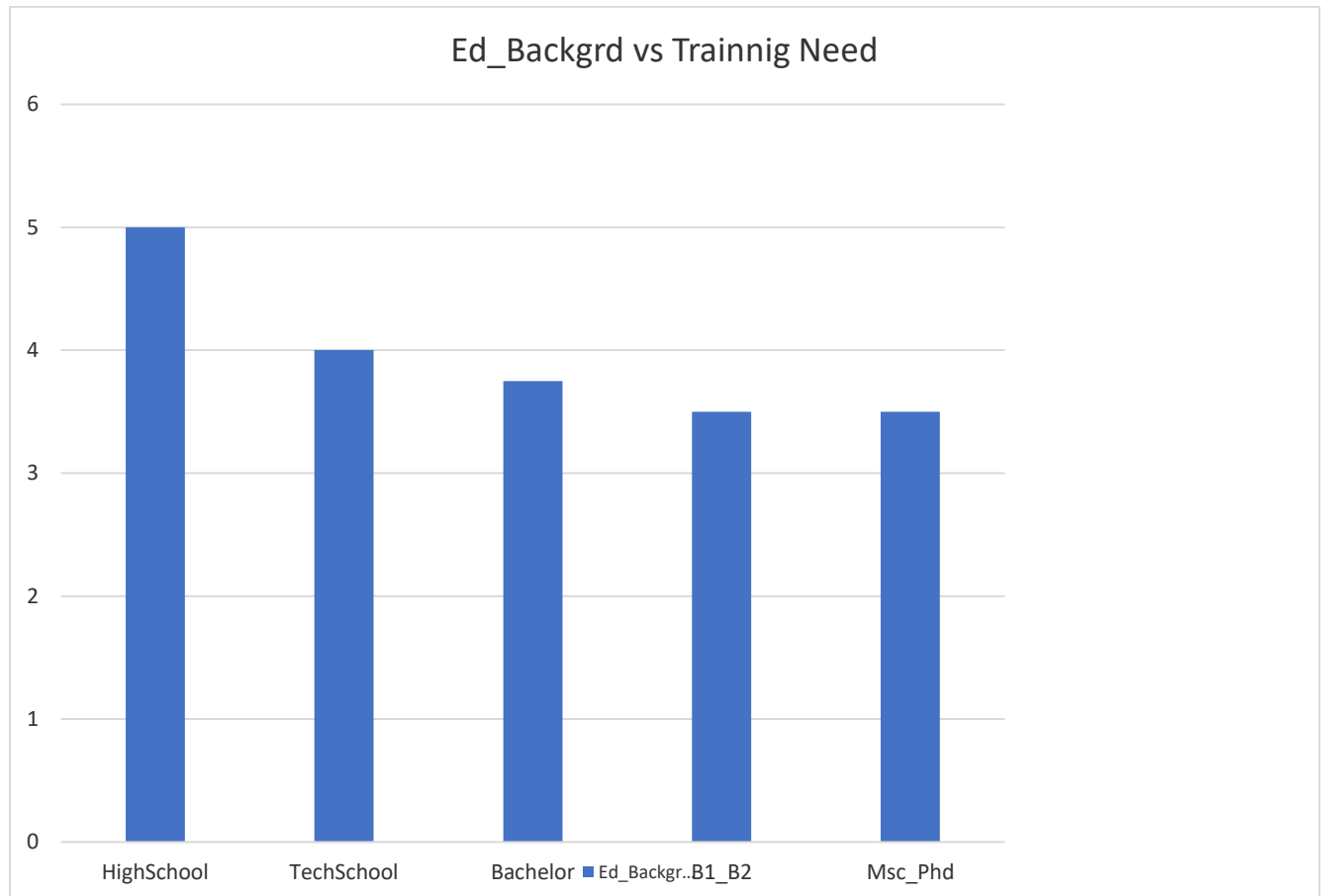
- If Age 20-30 then Value of Vage equals 5
- If Age 30 -35 then Value of Vage equals 4
- If Age 35-40 then Value of Vage equals 3,75
- If Age 40-50 then Value of Vage equals 3,625
- If Age 50-60 then Value of Vage equals 3,5

Στην συνέχεια, σχετικά με το “Εκπαιδευτικό Υπόβαθρο”, το οποίο εκφράζει την θεωρητική εκπαίδευση που κατέχει ο κάθε εργαζόμενος, παρουσιάζονται τιμές που αντιστοιχούν σε αποφοίτους δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, τεχνικών σχολών, αποφοίτους ανώτατης εκπαίδευσης, κάτοχους μεταπτυχιακών και διδακτορικών τίτλων σπουδών.

Σημειώνεται η κατηγορία εκπαίδευσης ‘B1_B2’ που αντιστοιχεί σε κάτοχους άδειας μηχανικού συντήρησης αεροσκαφών αναγνωρισμένη από την EASA. Στην εν λόγω κατηγορία το προσωπικό έχει λάβει θεωρητική εκπαίδευση που ορίζει η EASA από αναγνωρισμένους εκπαιδευτικούς οργανισμούς (Part 147 EASA approved Training Organizations). Θεωρείται λοιπόν ότι οι εργαζόμενοι αυτοί γνωρίζουν σε ικανοποιητικό επίπεδο βασικά γνωστικά αντικείμενα που σχετίζονται με τον αεροπορικό χώρο συντήρησης.

Με την ίδια ακριβώς μεθοδολογία του προηγούμενου παράγοντα, η ανάγκη για εκπαίδευση εκφράζεται ποσοτικά σε σχέση με το “Εκπαιδευτικό Υπόβαθρο”.

Η σχηματική και αριθμητική απεικόνιση της ανωτέρω της σχέσης 'Ed_Backgr' και Ανάγκης Εκπαίδευσης (V Ed_Backgr) έχει ως εξής:



Οι σχετικοί κανόνες που προκύπτουν από το παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται παρακάτω:

- If Ed_Backgr HighSchool then Value of V Ed_Backgr 5
- If Ed_Backgr TechSchool then Value of V Ed_Backgr 4
- If Ed_Backgr Bachelor then Value of V Ed_Backgr 3,75
- If Ed_Backgr B1_B2 then Value of V Ed_Backgr 3,5
- If Ed_Backgr Msc_PhD then Value of V Ed_Backgr 3,5

Μετά την διαδικασία ποσοτικοποίησης και την παραγωγή κανόνων των προηγούμενων σταδίων ακολουθεί η διαδικασία προσδιορισμού του βασικού χαρακτηρισμού για έναν εργαζόμενο που είναι το Βασικό Εκπαιδευτικό του Προφίλ “Basic Education Profile”. Σε αυτό το στάδιο σύμφωνα με την γνώμη των ειδικών η επιμέρους επίδραση των μεταβλητών “Age” και “Education Background” για τον καθορισμό του “Basic Education Profile” διαφέρει θεωρώντας πιο σημαντικό τον παράγοντα “Education Background”. Αυτό προκύπτει διότι ο αεροπορικός χώρος απαιτεί σχεδόν σε όλες τις θέσεις ένα αρκετά καλό θεωρητικό υπόβαθρο χωρίς ωστόσο να αμελείτε ο ηλικιακός παράγοντας, οπότε και τα αντίστοιχα βάρη των δύο μεταβλητών διαμορφώνονται ως εξής:

$$W_{Ed_Backgr} = 0,6.$$

$$W_{Age} = 0,4.$$

Αθροίζοντας τα δεδομένα εισόδου “Ηλικία” και “Εκπαιδευτικό Υπόβαθρο”, επηρεαζόμενα από τα αντίστοιχα βάρη, καθορίζεται και η τιμή της συνολικής ανάγκης για εκπαίδευση βάσει του Βασικού Προφίλ Εκπαίδευσης “V Basic Education Profile”.

$$V \text{ Basic Education Profile} = V_{Age} * W_{Age} + V_{Ed_Backgr} * W_{Ed_Backgr}.$$

Επίσης, σημειώνεται ότι η έως τώρα γνώση και εμπειρία του χώρου έχει οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι ο παράγοντας αυτός θα συμβάλει στη συνέχεια με ποσοστό 25% ($W_{Basic \text{ Education Profile}} = 0,25$) στην τελική απόφαση του τρίτου επιπέδου. Θεωρείται αρκετά σημαντικός για το προσωπικό μιας επιχείρησης εκφράζοντας τις θεωρητικές βάσεις τις οποίες πρέπει να έχει ο κάθε εργαζόμενος, τόσο για να ενταχθεί με την απαιτούμενη επάρκεια στον αεροπορικό χώρο συντήρησης όσο και να μπορέσει να ακολουθήσει την διαδικασία εμπλουτισμού νέων γνώσεων στην πορεία του στον χώρο.

Συνοψίζοντας λοιπόν, η πρώτη Βάση Γνώσης του Ε.Σ. αποτελείται από ένα σύνολο Δεδομένων – FACTS καθώς και κανόνων RULES σχετικά με τον καθορισμό της Ανάγκης για Εκπαίδευση ενός εργαζομένου συναρτήσει του Βασικού Εκπαιδευτικού του Προφίλ.

3.5.2.2 Βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Occupation Profile) - Rules Determination.

Ο δεύτερος βασικός χαρακτηρισμός ενός εργαζομένου είναι αυτός του Βασικού Προφίλ Απασχόλησης 'Basic Occupation Profile' ο οποίος μετά από σχετικές συστάσεις των ειδικών του χώρου της Αεροπορικής Συντήρησης διαμορφώνεται από την επίδραση των εξής δεδομένων εισόδου _ FACTS:

- Η Εργασιακή εμπειρία 'Work_Exp' του εργαζομένου,
- Τα Καθήκοντα 'Duties' που κατέχει ο εργαζόμενος στην επιχείρηση,
- Το επίπεδο της απασχόλησης του 'Month_Occupation' σε μηνιαία βάση.

Σχετικά με το πρώτο δεδομένο, οι πληροφορίες αντλούνται από τα τμήματα Ανθρώπινου Δυναμικού, Παραγωγής και Διασφάλισης Ποιότητας ενός οργανισμού και διαβαθμίζονται συνήθως ως εξής:

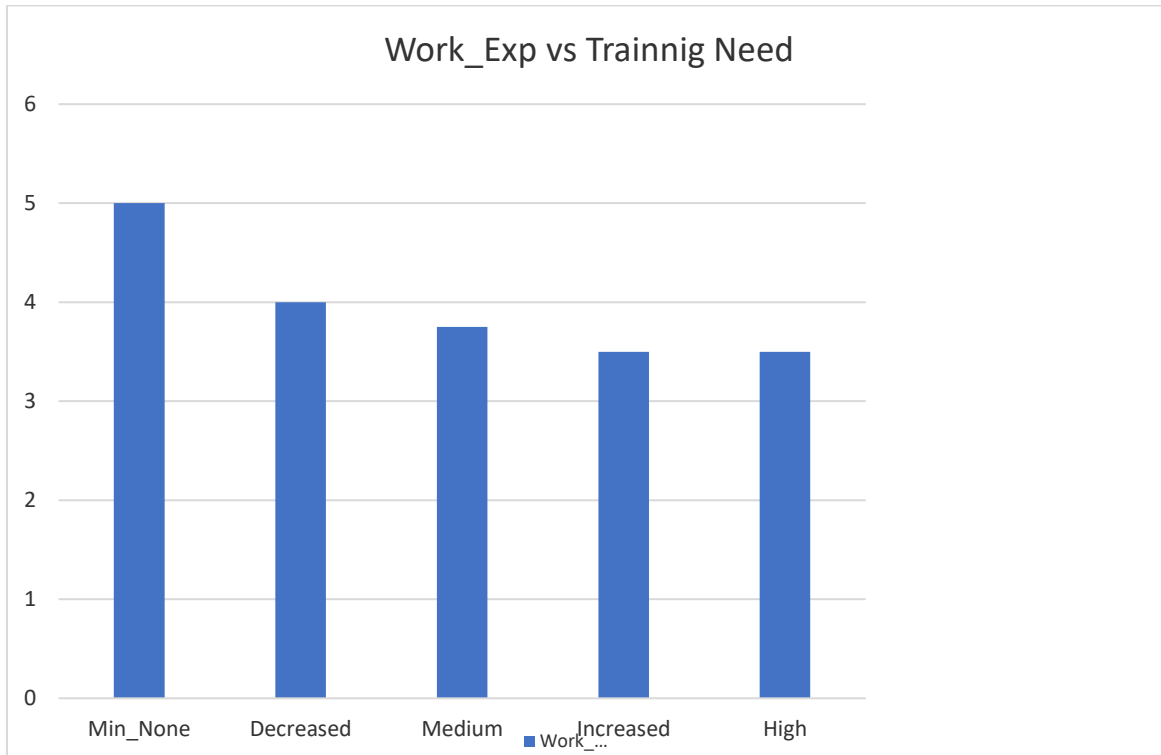
- 'High',
- 'Incr',
- 'Medium',
- 'Decr',
- 'Min_None'.

Σε αυτήν την φάση δεδομένα όπως,

- προηγούμενες θέσεις εργασίας και η διάρκεια τους,
- η συμμετοχή σε συγκεκριμένα project,
- οι αξιολογήσεις της παρούσας απόδοσης του εργαζομένου,

αξιολογούνται από τους ειδικούς και αποδίδεται ο αντίστοιχος χαρακτηρισμός σε κάθε εργαζόμενο ανά τομέα εργασίας.

Η σχέση Ανάγκης για εκπαίδευση όπως φαίνεται παρακάτω βαίνει φθίνουσα όσο αυξάνεται η εργασιακή εμπειρία 'Work_Exp' διατηρώντας όμως μια ικανοποιητική ελάχιστη τιμή αναδεικνύοντας την ανάγκη διατήρησης γνώσης ακόμα και εργαζομένων με αυξημένη κατάρτιση και εργασιακή εμπειρία.



Οι κανόνες – RULES που προκύπτουν από το παραπάνω σχήμα έχουν ως εξής :

If	Work_Exp' Min_None	then Value of Training Need	5
If	Work_Exp' Decreased	then Value of Training Need	4
If	Work_Exp' Medium	then Value of Training Need	3,5
If	Work_Exp' Increased	then Value of Training Need	3,25
If	Work_Exp' High	then Value of Training Need	3,25

Εν συνεχεία αναλύεται η ανάγκη για εκπαίδευσή του εργατικού δυναμικού συναρτήσει των καθηκόντων που κατέχει ο κάθε εργαζόμενος στην επιχείρηση 'Duties' αντλούμενα συνήθως από το τμήμα Ανθρωπίνου Δυναμικού άλλα και από το τμήμα Παραγωγής. Οι βασικές τιμές – FACTS του εν λόγω παράγοντα είναι οι εξής:

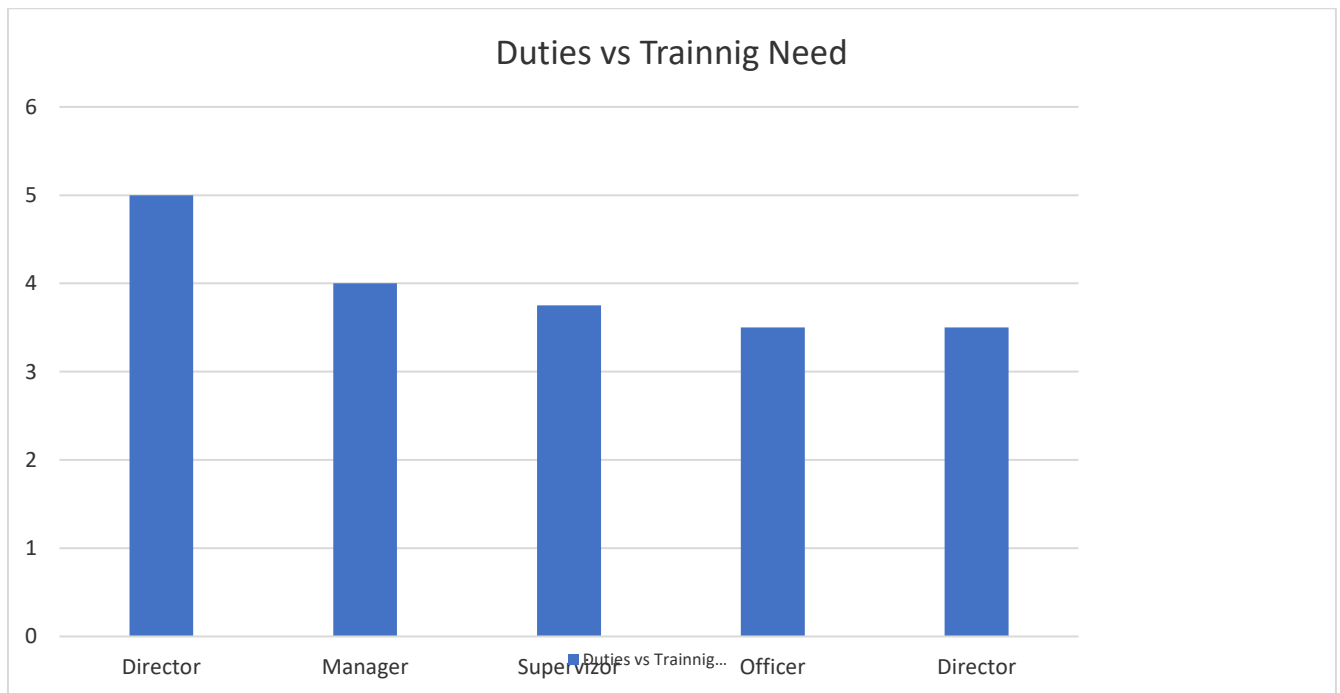
- 'Director',
- 'Manager',
- 'Supervisor',
- 'Officer',
- 'Assistant'.

Εδώ λαμβάνονται υπόψη στοιχεία όπως :

- Το εργασιακό περιβάλλον (επικινδυνότητα, συνθήκες εργασίας)
- Ο βαθμός εξειδίκευσης του εργαζόμενου και το επίπεδο δεξιότητας του.
- Η ανάθεση καθηκόντων ελέγχου και ηγεσίας ομάδων εργασίας .
- Η συμμετοχή στην λήψη αποφάσεων σε ανώτερο επίπεδο διοίκησης.

Οι παραπάνω αναθέσεις καθηκόντων αποδίδονται μετά από αξιολόγηση του προσωπικού από τους διοικούντες του κάθε τομέα της επιχείρησης καθώς και από τον Διευθύνων Σύμβουλο για ανώτερες θέσεις Διοίκησης.

Στο παρακάτω σχήμα αναδεικνύεται η αυξημένη ανάγκη εκπαίδευσης σε νέο εισερχόμενο προσωπικό στον χώρο της Αεροπορικής Συντήρησης , ενώ παράλληλα αναδεικνύεται και ανάγκη διατήρησης της γνώσης ακόμα και στα ανώτερα κλιμάκια διοίκησης.



Οι κανόνες – RULES που προκύπτουν από το παραπάνω σχήμα έχουν ως εξής :

If	Duties	Director	then value of Training Need equals	3,5
If	Duties	Manager	then value of Training Need equals	3,625
If	Duties	Supervisor	then value of Training Need equals	3,75
If	Duties	Officer	then value of Training Need equals	4
If	Duties	Assistant	then value of Training Need equals	5

Ο τελευταίος παράγοντας που επιδρά στην διαμόρφωσης του Βασικού Προφίλ Απασχόλησης 'Basic Occupation Profile' είναι το επίπεδο απασχόλησης του προσωπικού 'Monthly_Occupation'.

Τα δεδομένα εδώ αντλούνται από ημερήσιες αναφορές κάθε τομέα στο τμήμα Ανθρωπίνου Δυναμικού και διαβαθμίζονται ως εξής:

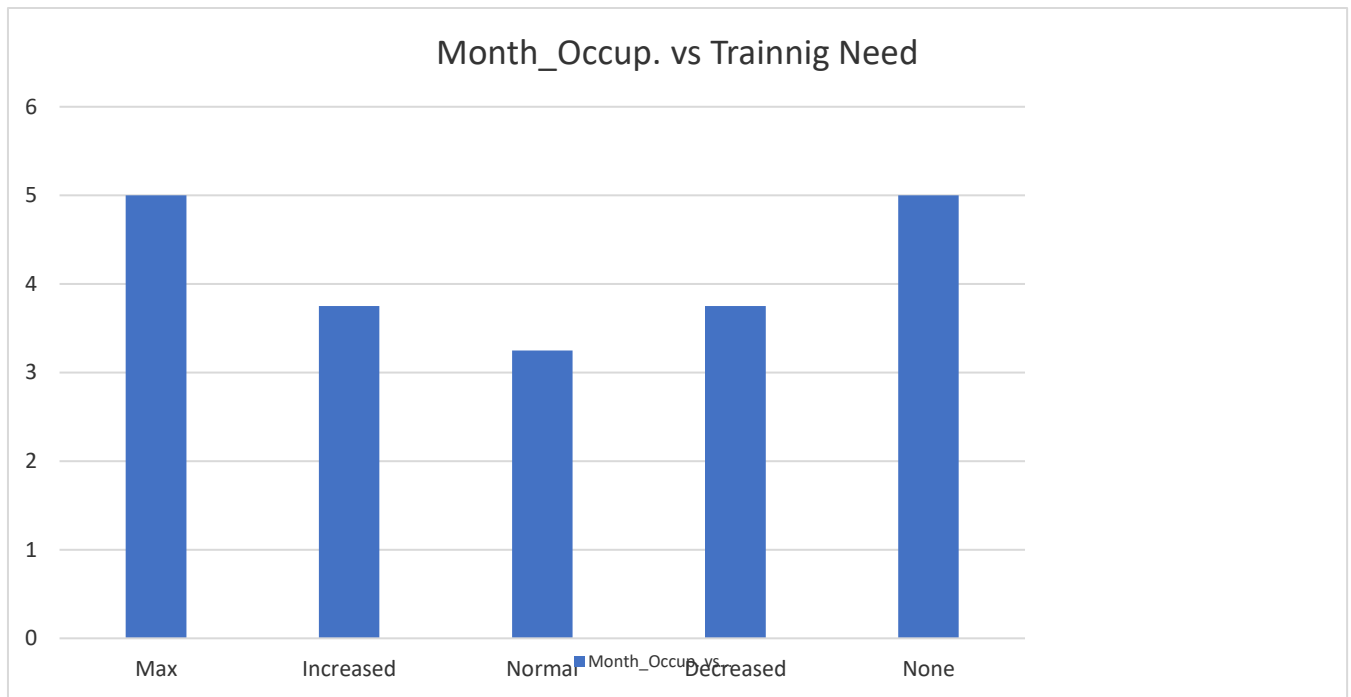
- 'Max',
- 'Incr',
- 'Norm',
- 'Decr',
- 'None'.

Εδώ πραγματοποιείται επεξεργασία της συχνότητας και της διάρκειας δεδομένων όπως,

- Η κανονική απασχόληση του προσωπικού ανά ημέρα ,
- Η ανάγκη για υπερωριακή απασχόληση,
- Η προγραμματισμένη ή απρογραμματίστη απουσία .

Βασικές διαπιστώσεις των ειδικών ορίζουν ότι γεγονότα όπως η μεγάλη αποχή και ο υπερβολικός φόρτος εργασίας μπορούν να οδηγήσουν σε φαινόμενα είτε ατονίας των εργαζομένων ως προς την διατήρηση θεωρητικών γνώσεων, για την πρώτη περίπτωση, είτε στην συνεχή επικέντρωση σε συγκεκριμένα αντικείμενα με αποτέλεσμα την αγνόηση άλλων εξίσου σημαντικών αντίστοιχα.

Με βάση αυτό το γεγονός λοιπόν προσαρμόζεται και η ανάγκη εκπαίδευσης για κάθε διαβάθμιση απασχόλησης όπως φαίνεται παρακάτω:



Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι κανόνες – RULES που διαμορφώνονται είναι οι παρακάτω:

If	Monthly Occupation Max	then value of Training Need equals	5
If	Monthly Occupation Increased	then value of Training Need equals	3,75
If	Monthly Occupation Normal	then value of Training Need equals	3,25
If	Monthly Occupation Decreased	then value of Training Need equals	3,75
If	Monthly Occupation None	then value of Training Need equals	5

Ο καθορισμός λοιπόν της ανάγκης για εκπαίδευση βάση του Βασικού Προφίλ Απασχόλησης 'Basic Occupation Profile' προκύπτει από τον παρακάτω τύπο:

$V \text{ Basic Occupation Profile} = V \text{ Work_Exp} * W \text{ Work_Exp} + V \text{ Duties} * W \text{ Duties} + V \text{ Month_Occupation} * W \text{ Month_Occupation}.$

Τα βάρη των μεταβλητών "Work_Exp", "Duties" και "Month_Occupation" για τον καθορισμό του 'Basic Occupation Profile', σύμφωνα με την έως τώρα εμπειρία, διαφέρουν και κλιμακώνονται ιεραρχικά με την παρακάτω σειρά και τις αντίστοιχες τιμές βαρών :

1st. Duties, $W_{\text{Duties}} = 0,4$.

2nd. Work_Exp, $W_{\text{Work_Exp}} = 0,3$.

3d. Month_Occupation , $W_{\text{Month_Occupation}} = 0,3$.

Το 'Basic Occupation Profile' εκφράζει μια δυναμική κατάσταση όπου κατά την λειτουργία της επιχείρησης ο εργαζόμενος μπορεί να μεταβάλει το επίπεδο απασχόλησης του, να επιθεωρήσει την εργασία άλλων , να αξιολογήσει κρίσιμες καταστάσεις , να ηγηθεί ομάδων, να λάβει μέρος στην λήψη σημαντικών αποφάσεων κ.α.

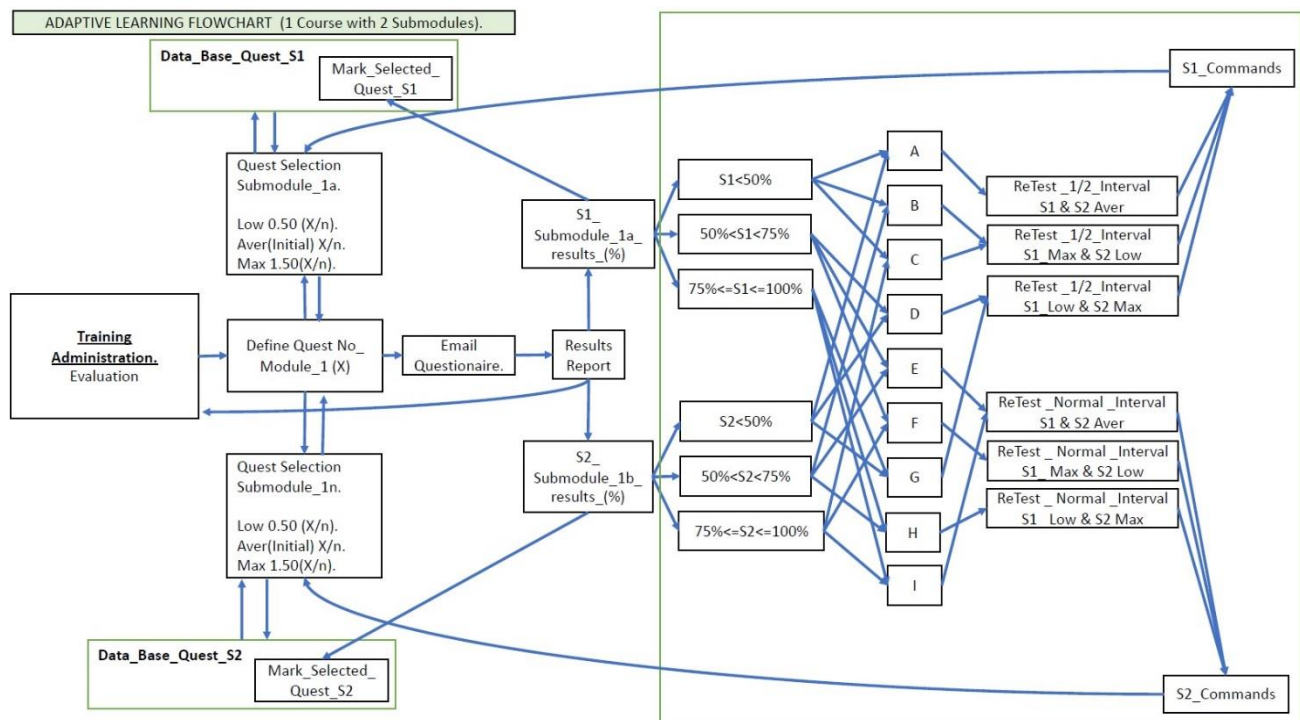
Είναι κατανοητό λοιπόν ότι η ανάγκη εκπαίδευσης του προσωπικού βάσει αυτού του κριτηρίου είναι καίριας σημασίας οπότε και επιδρά στη τελική απόφαση πραγματοποίησης εκπαίδευσης με ποσοστό 25% ($W_{\text{Basic Occupation Profile}} = 0,25$).

Συμπληρωματικά με την εφαρμογή ενός μοντέλου 'Adaptive Learning Model' εισάγουμε δεδομένα όπως τα πρόσφατα αλλά και προηγούμενα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων, η συνολική εικόνα προόδου καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο ελέγχεται το προσωπικό της επιχείρησης.

Στο σημείο αυτό λοιπόν με το. σύνολο των δεδομένων – FACTS και κανόνων - RULES που παρουσιάστηκαν ανωτέρω καθορίζεται και η δεύτερη Βάση Γνώσης η οποία αναφέρεται στον καθορισμό της Ανάγκης για Εκπαίδευση ενός εργαζομένου συναρτήσει του Βασικού Προφίλ Απασχόλησης.

3.5.3. Περιγραφή Adaptive Learning Model – Βάση Γνώσης - Rules Determination.

Παρακάτω παρουσιάζεται η λειτουργία της διαχείρισης του σταδίου εξέτασης των εργαζομένων μέσω ερωτηματολογίων καθώς και η προσαρμογή των αντικειμένων εξέτασης στις ανάγκες του κάθε του εργαζόμενου .Η εν λόγω λειτουργίες φαίνονται στο παρακάτω σχήμα ενός 'Adaptive Learning Model' για ένα γνωστικό αντικείμενο (Theoretical Module) αποτελούμενο από δυο υπό ενότητες (Sub-Modules).



Σχήμα 9

Το μοντέλο όπως περιγράφεται στο σχήμα λειτουργεί και ελέγχεται από τον Training Administrator ο οποίος,

- Αρχικά αποστέλλει ερωτηματολόγια στους εργαζομένους που καλύπτουν κάποιο γνωστικό αντικείμενο.
- Οι απαντήσεις διορθώνονται και αναλύονται αυτόματα η από προσωπικό του τμήματος εκπαίδευσης οπότε προκύπτει η συνολική βαθμολογία (Total Result Report) αλλά και επιμέρους για κάθε υπό κεφάλαιο (SubModule Result) .

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα προσδιορίζονται τα παρακάτω :

- Το χρονικό διάστημα που θα μεσολαβήσει για τον επόμενο επανέλεγχο (Retest Interval). Σε περίπτωση χαμηλής βαθμολογίας κρίνεται σκόπιμο να γίνει επανέλεγχος σε μικρότερο χρονικό διάστημα (1/2 Interval) από το καθοριζόμενο ως κανονικό (Normal Interval).
- Ο αριθμός των ερωτήσεων που θα αντιπροσωπεύουν το κάθε SubModule στο επόμενο ερωτηματολόγιο που θα αποσταλεί.
- Στην συνέχεια ενημερώνονται οι βάσεις δεδομένων των θεωρητικών ερωτήσεων έτσι ώστε να μην επιλεγθούν οι ίδιες ερωτήσεις αλλά και να επιλεγθεί ο σωστός αριθμός ερωτήσεων που θα συνθέσουν το νέο ερωτηματολόγιο που θα δημιουργηθεί ώστε να ξανασταλεί στον κάθε εργαζόμενο.

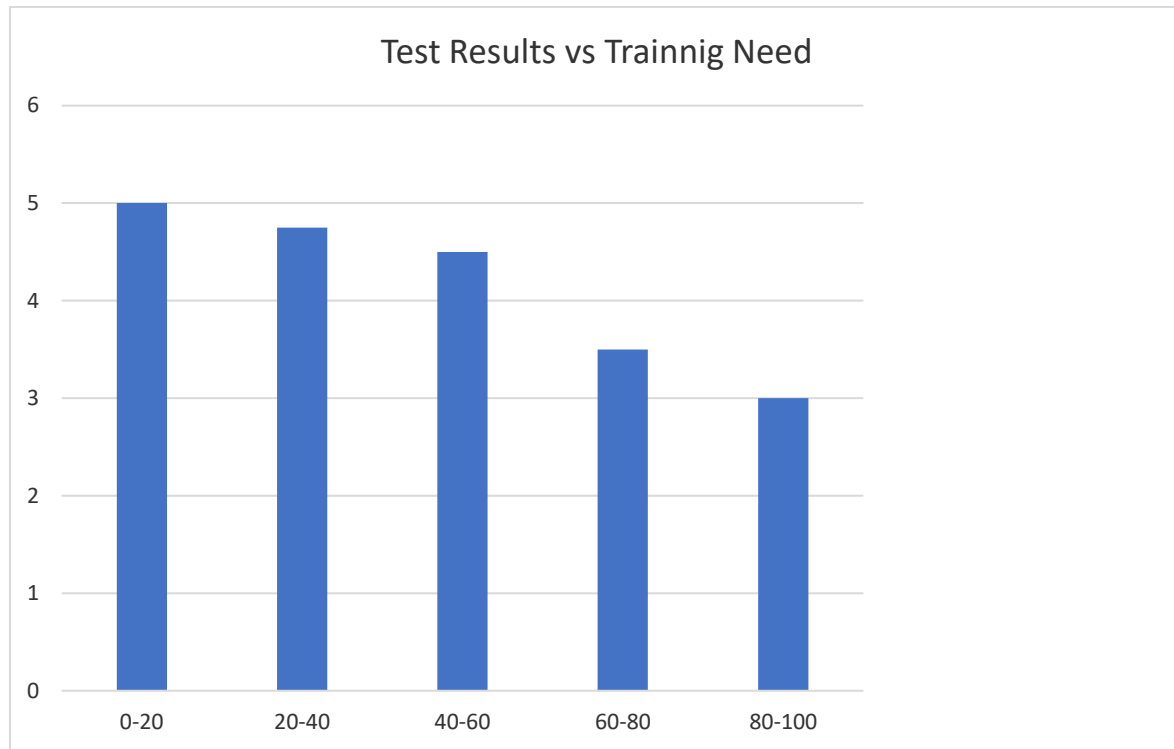
Με αυτόν τρόπο προσαρμόζουμε τα ερωτηματολόγια ως προς το πλήθος αλλά και το είδος των ερωτήσεων σε Submodules που υπήρχε η χαμηλότερη βαθμολογία με σκοπό την βελτίωση συγκεκριμένων γνώσεων (Adaptive Learning Procedures).

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες εξάγονται ως Report στον Training Administrator με σκοπό:

- Να εισέλθουν ως Input στο Auditing Model,
- Να παρθούν αποφάσεις και να ενημερωθεί περαιτέρω η διοίκηση της εταιρίας όταν κρίνετε σκόπιμο.

Η πρώτη μεταβλητή που προέρχεται από το 'Adaptive Learning Model' είναι τα αποτελέσματα του πρόσφατου ερωτηματολογίου 'Test Results' με τις παρακάτω τιμές (%) '0_20', '20_40', '40_60', '60_80', '80_100'.

Σε αυτήν τη περίπτωση η ανάγκη για εκπαίδευση ακολουθεί εκθετική μείωση και απεικονίζεται ως εξής:

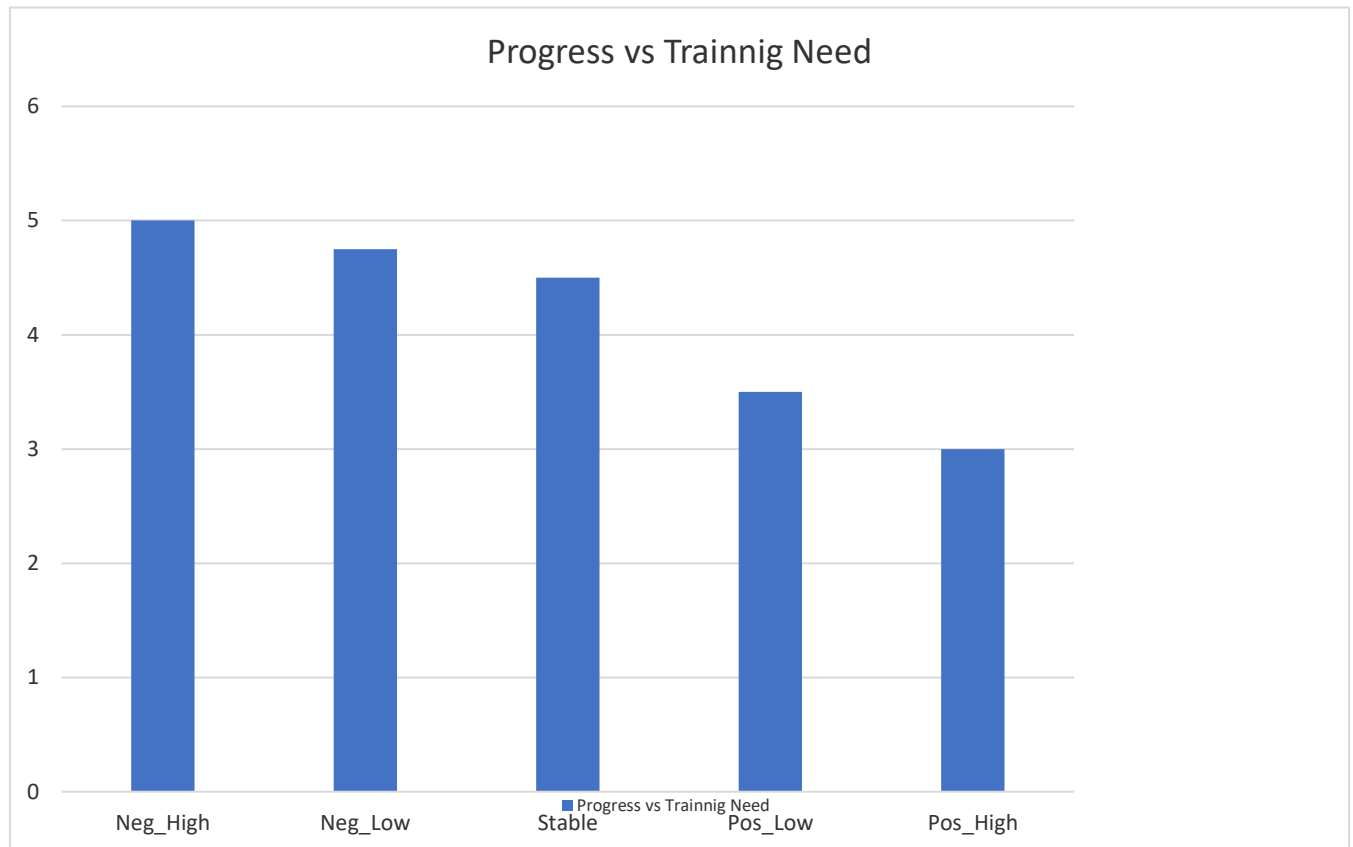


Οι κανόνες που προκύπτουν από την παραπάνω σχέση παρουσιάζονται παρακάτω :

If	Test Results 0-20	then value of VTest_Results equals	5
If	Test Results 20-40	then value of VTest_Results equals	4.75
If	Test Results 40-60	then value of VTest_Results equals	4.5
If	Test Results 60-80	then value of VTest_Results equals	3.5
If	Test Results 80-100	then value of VTest_Results equals	3

Οι μεταβλητές 'Progress' και 'Retest interval Status' εκφράζουν την πρόοδο του κάθε εργαζόμενου από την καταγραφή των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων καθώς και το εφαρμοζόμενο διάστημα επαναξιολόγησης του. Ομοίως με την προηγούμενη μεταβλητή υπάρχει μια φθίνουσα εκθετική σχέση με την ανάγκη για εκπαίδευση όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα.

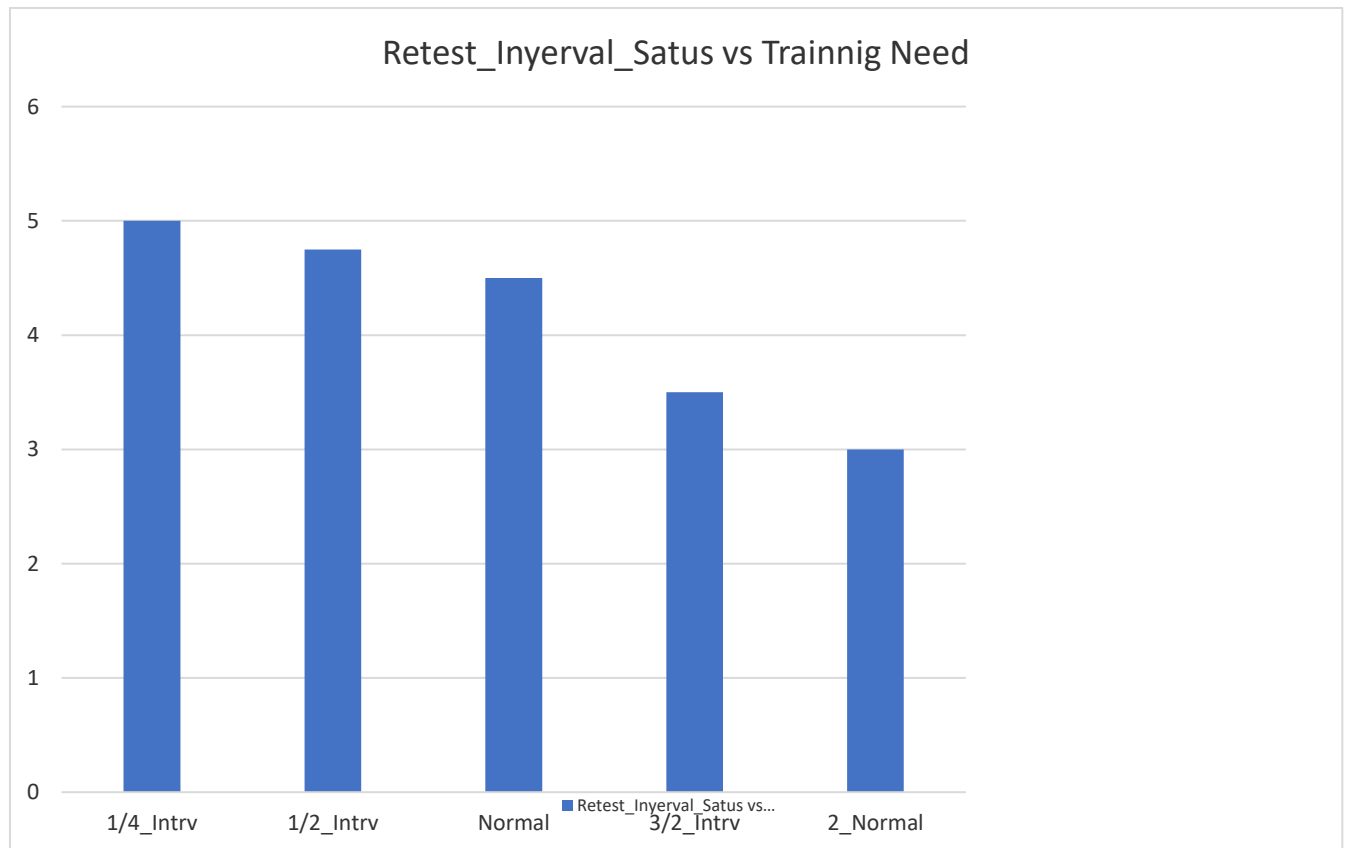
Progress vs Training Need



Ομοίως με την προηγούμενη διαδικασία οι κανόνες που παράγονται έχουν ως εξής :

If	Progress	Neg_high	then value of Training Need equals	5
If	Progress	Neg_Low	then value of Training Need equals	4
If	Progress	Stable	then value of Training Need equals	3,5
If	Progress	Pos_Low	then value of Training Need equals	3,25
If	Progress	Pos_High	then value of Training Need equals	3,125

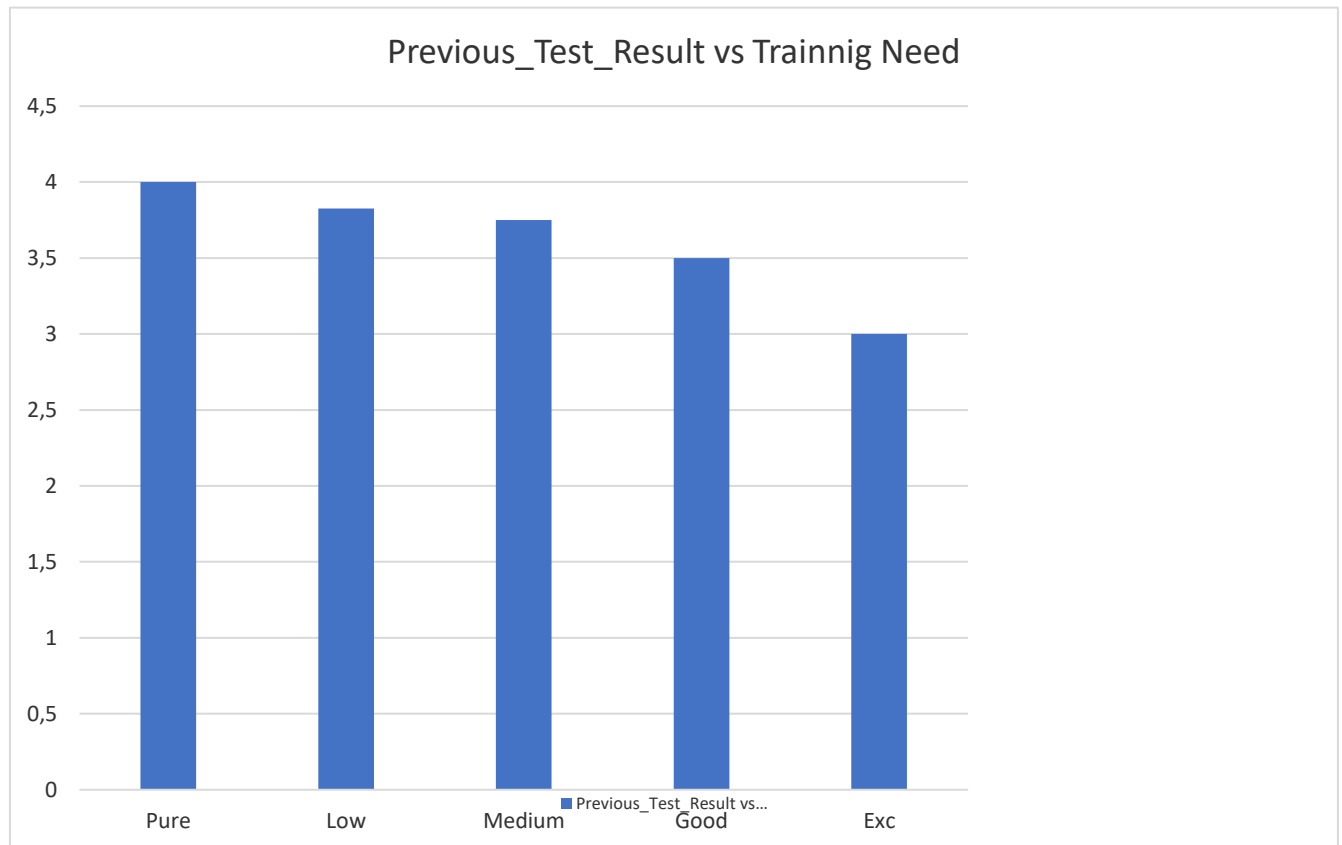
Retest Interval Status vs Training Need



If	Retest_Interval_Status	1/4_Intrv	then value of Training Need equals	5
If	Retest_Interval_Status	1/2_Intrv	then value of Training Need equals	4
If	Retest_Interval_Status	Normal	then value of Training Need equals	3,5
If	Retest_Interval_Status	3/2_Normal	then value of Training Need equals	3,25
If	Retest_Interval_Status	2_Normal	then value of Training Need equals	3,125

Η τελευταία μεταβλητή προερχόμενη από το Adaptive Training Model είναι ο μέσος όρος των προηγούμενων αποτελεσμάτων 'Previous Test Results' των ερωτηματολογίων και η ανάγκη για εκπαίδευση όπως φαίνεται παρακάτω ακολουθεί σχέση εκθετικής αύξησης.

Previous Test Results vs Training Need

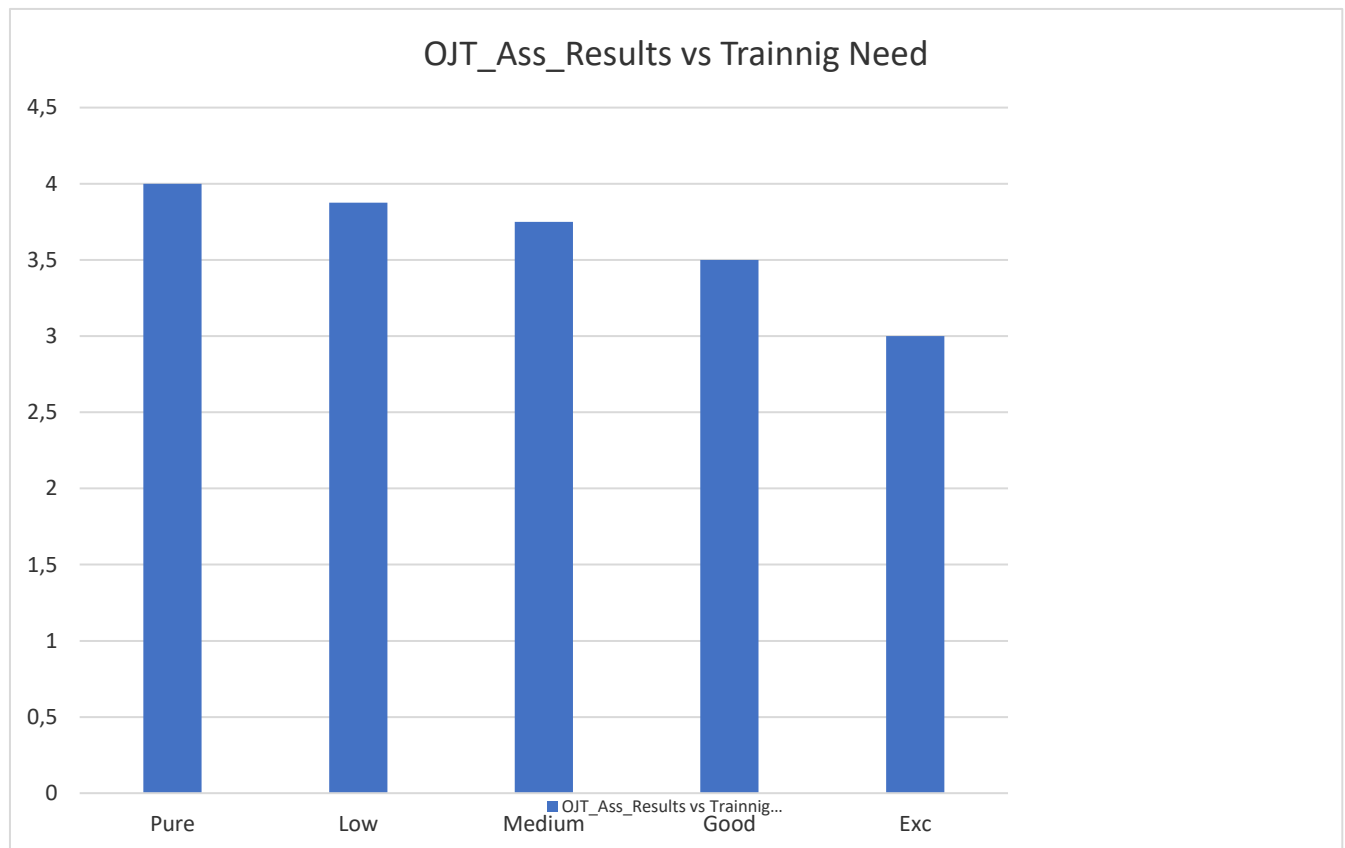


Οι κανόνες που προκύπτουν από το παραπάνω σχήμα έχουν ως εξής :

If Previous Test Results	Exc	then value of Training Need equals	3
If Previous Test Results	Good	then value of Training Need equals	3,5
If Previous Test Results	Medium	then value of Training Need equals	3,75
If Previous Test Results	Low	then value of Training Need equals	3,825
If Previous Test Results	Pure	then value of Training Need equals	4

Τέλος εισάγεται το αποτέλεσμα της αξιολόγησης εργασίας του προσωπικού με φυσική παρουσία "On The Job", από το Τμήμα Εκπαίδευσης, το οποίο σχετίζεται με την ανάγκη για εκπαίδευση όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.

On The Job Ass Results vs Training Need



If On The Job Ass Results	Exc	then value of Training Need equals	3
If On The Job Ass Results	Good	then value of Training Need equals	3,5
If On The Job Ass Results	Medium	then value of Training Need equals	3,75
If On The Job Ass Results	Low	then value of Training Need equals	3,875
If On The Job Ass Results	Pure	then value of Training Need equals	4

Η συνολική ανάγκη για εκπαίδευση βάσει του Επιπέδου Επάρκειας Γνώσης 'Knowledge Level Status' καθορίζεται από το άθροισμα των ανωτέρω παραγόντων λαμβάνοντας υπόψη και τον βαθμό επίδρασης (W_x , βάρος) του καθενός στο τελικό αποτέλεσμα.

$$V_{\text{Knowledge_Level_Status}} = V_{\text{Test Results}} * W_{\text{Test Results}} + V_{\text{Progress}} * W_{\text{Progress}} + V_{\text{Retest interval Status}} * W_{\text{Retest interval Status}} + V_{\text{Previous Test Results}} * W_{\text{Previous Test Results}} + V_{\text{On The Job Ass Results}} * W_{\text{On The Job Ass Results}}$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση αρχικά θεωρείται ότι όλοι οι παράγοντες συμβάλουν διαφορετικά στην διαμόρφωση της τελικής απόφασης. Οπότε τα αντίστοιχα βάρη διαμορφώνονται ως εξής:

- $W_{\text{Test Results}} = 0,3$.
- $W_{\text{Previous Test Results}} = 0,2$.
- $W_{\text{On The Job Ass Results}} = 0,2$.
- $W_{\text{Progress}} = 0,15$.
- $W_{\text{Retest interval Status}} = 0,15$.

Τέλος, η ανάγκη για εκπαίδευση βάσει του Επιπέδου Επάρκειας Γνώσης 'Knowledge Level Status' κρίνεται ως ο πιο βασικός παράγοντας διαμόρφωσης της τελικής απόφασης οπότε και επιδρά στη τελική απόφαση πραγματοποίησης εκπαίδευσης με ποσοστό 50% ($W_{\text{Basic Occupation Profile}} = 0,50$).

Με την ανωτέρω διαδικασία λοιπόν, ολοκληρώθηκε και η τρίτη Βάση Γνώσης του Ε.Σ. αποτελούμενη από ένα σύνολο Δεδομένων – FACTS καθώς και κανόνων RULES σχετικά Επιπέδου Επάρκειας Γνώσης.

3.5.4. Τρίτο επίπεδο – Δεδομένα Εξόδου.

Στο τελευταίο στάδιο του συστήματος καθορίζεται η ανάγκη ή όχι για εκπαίδευση του κάθε εργαζομένου:

- Σε προσωπικό επίπεδο (E-learning Refreshing Course),
- Η σύσταση εκπαίδευσης με φυσική παρουσία ομάδας εργαζομένων (Recurrent Training Course).

Εδώ τα δεδομένα εισόδου υπό την επίδραση συγκεκριμένων βαρών αθροίζονται και διαμορφώνεται η τελική σύσταση του συστήματος,

$V_{Total} = V_{Basic\ Education\ Profile} * W_{Basic\ Education\ Profile} + V_{Basic\ Occupation\ Profile} * W_{Basic\ Occupation\ Profile} + V_{Knowledge\ Level\ Status} * W_{Knowledge\ Level\ Status}$.

($W_{Basic\ Education\ Profile} = 0.25$, $W_{Basic\ Occupation\ Profile} = 0.25$, $W_{Knowledge\ Level\ Status} = 0.50$).

Σχετικά με την τελική απόφαση ο τελικός χρήστης δέχεται τρεις συστάσεις :

- No Need for Training.
- Need for E-Learning Refreshing Training.
- Need for Recurrent Training Course.

με αντίστοιχα ποσοστά σχετικά με την ανάγκη πραγματοποίηση ή όχι εκπαίδευσης όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Στο σημείο αυτό η κάθε επιχείρηση θέτει το δικό της όριο για την αποδοχή της τελικής σύστασης. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή σύμφωνα με την γνώμη των ειδικών τέθηκε το όριο 0.75 , το οποίο εάν ξεπεραστεί η συγκεκριμένη σύσταση θεωρείται αποδεκτή και λαμβάνεται υπόψη στην λήψη των τελικών αποφάσεων.

§ 3.6. Κρίσιμες Καταστάσεις

Με την εφαρμογή του ανωτέρου μοντέλου μπορούν να διαγνωστούν και σημαντικές ενδείξεις οι οποίες αποτελούν συμπτώματα εξαιρετικά σοβαρών εργασιακών προβλημάτων. Η εξέταση τους σε συνδυασμό και με άλλους εργασιακούς παράγοντες καθιστά δυνατή την έγκαιρη διάγνωση και αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων.

3.6.1. Εργασιακό Στρες

Πρόκειται για ένα από τα πιο σημαντικά εργασιακά προβλήματα στις μέρες μας και εντοπίζεται γενικά όταν ο εργαζόμενος αισθανθεί ανεπαρκής πνευματικά ή σωματικά ώστε να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις του εργασιακού του περιβάλλοντος.

Πέραν των σωματικών, συναισθηματικών και συμπεριφοράς, τα βασικά πνευματικά συμπτώματα του εργασιακού στρες συνοψίζονται παρακάτω:

- Αδυναμία συγκέντρωσης
- Ασθενή μνήμη
- Σύγχυση
- Απώλεια αίσθησης χιούμορ
- Σύνδρομο άδειου μυαλού
- Αδυναμία λήψης αποφάσεων
- Αδυναμία ολοκλήρωσης έργου
- Μειωμένη απόδοση

Η παράμετρος “ Knowledge Level Status” του μοντέλου που αναλύθηκε προηγουμένως θα μπορούσε να οδηγήσει και σε ενδείξεις :

- Αδυναμίας συγκέντρωσης
- Ασθενούς μνήμης
- Μειωμένης πνευματικής απόδοσης

- Σύνδρομου άδειου μυαλού.

Ιδιαίτερος η παράμετρος " On The Job Ass Results" μπορεί να αναδείξει περιπτώσεις:

- Σύγχυσης
- Αδυναμίας ολοκλήρωσης έργου
- Αδυναμίας λήψης αποφάσεων'.

Συμπερασματικά η ένδειξη για πιθανή ανάδειξη εργασιακού Στρες μπορεί να αναλυθεί από τον παρακάτω τύπο :

$$V \text{ Possible_Work_Stress} = V \text{ Knowledge_Level_Status} * W \text{ Knowledge_Level_Status} + V \text{ Occupation_Profile} * W \text{ Occupation_Profile} + V \text{ OJT_Ass} * W \text{ OJT_Ass}.$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση και σύμφωνα με την γνώμη των ειδικών θεωρείται ότι όλοι οι παράγοντες συμβάλουν διαφορετικά στην διαμόρφωση της τελικής απόφασης. Οπότε τα αντίστοιχα βάρη διαμορφώνονται ως εξής:

- $W \text{ Knowledge_Level_Status} = 0,4.$
- $W \text{ Occupation_Profile} = 0,3.$
- $W \text{ On The Job Ass Results} = 0,3.$

Συνοψίζοντας, οι παραπάνω παράγοντες θα μπορούσαν να τροφοδοτήσουν με σημαντικές πληροφορίες την εξέταση ενός περιστατικού πιθανού εργασιακού στρες σε εργαζόμενο. Το σημαντικότερο δε είναι να αποτελέσουν αυτοί το έναυσμα για την πιθανή διάγνωση μιας τέτοιας κατάστασης , αναδεικνύοντας περαιτέρω το όφελος από την εφαρμογή του μοντέλου.

3.6.2. Επαγγελματική εξουθένωση - Burn out

Η επαγγελματική εξουθένωση εμφανίζεται στο μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων μετά το στάδιο του χρόνιου εργασιακού στρες το οποίο προφανώς δεν έχει αντιμετωπιστεί επιτυχώς. Τα τρία βασικά συμπτώματα που την χαρακτηρίζουν είναι τα εξής:

- Εξάντληση: εμφάνιση ψυχικής και σωματικής κόπωσης.
- Αποπροσωποποίηση: πρόκειται για ένα αίσθημα αδιαφορίας.
- Μειωμένο αίσθημα προσωπικής ολοκλήρωσης.

Η εφαρμογή του μοντέλου μέσω της παραμέτρου 'Knowledge Level Status' μπορεί να αναδείξει έως ένα βαθμό το ποσοστό του συμπτώματος της 'Αποπροσωποποίησης' όπως επίσης και της Εξάντλησης', στο οποίο μπορεί να συνδράμει η παράμετρος 'Basic Occupation Profile'.

Οπότε και ο αντίστοιχος τύπος μπορεί να διαμορφωθεί ως εξής:

$$V \text{ Possible_Burnout} = V \text{ Knowledge_Level_Status} * W \text{ Knowledge_Level_Status} + V \text{ Occupation_Profile} * W \text{ Occupation_Profile}.$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση και σύμφωνα με την γνώμη των ειδικών θεωρείται ότι όλοι οι παράγοντες συμβάλουν διαφορετικά στην διαμόρφωση της τελικής απόφασης. Οπότε τα αντίστοιχα βάρη διαμορφώνονται ως εξής:

- $W \text{ Knowledge_Level_Status} = 0,6$.
- $W \text{ Occupation_Profile} = 0,4$.

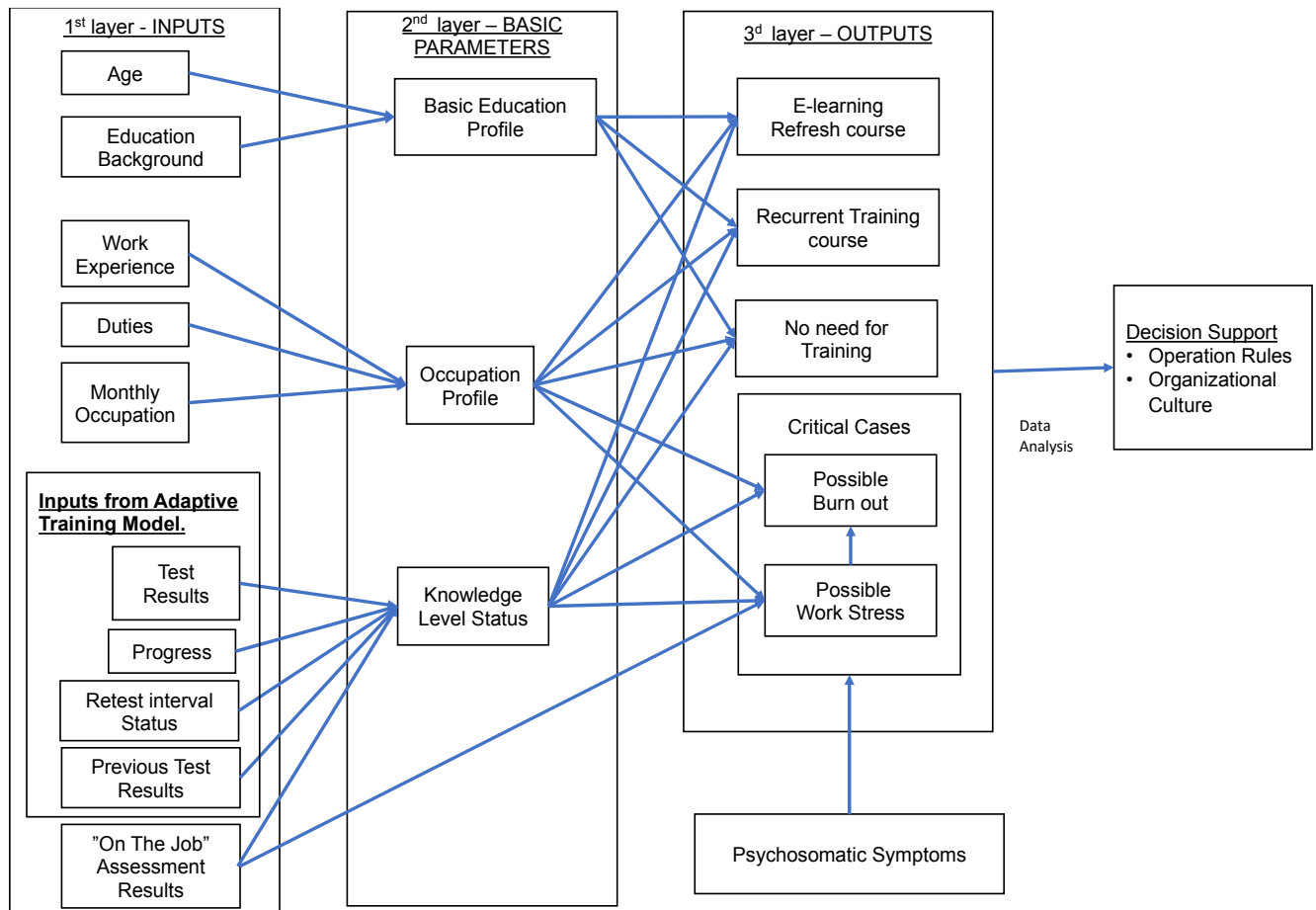
3.6.3. Τρόπος λειτουργίας και Οργανωσιακή Κουλτούρα

Ο τρόπος λειτουργίας μιας επιχείρησης αναφέρεται σε όλο το πλαίσιο κανόνων που έχει θεσπίσει βάσει των στόχων που έχει θέσει αλλά και των περιορισμών στον οποίον υπόκειται. Οι κανόνες αφορούν όλα τα τμήματα της επιχείρησης και σε όλα τα επίπεδα.

Η Οργανωσιακή Κουλτούρα θα μπορούσε να οριστεί ως «ο τρόπος που γίνονται τα πράγματα εδώ» (Deal & Kennedy 2000). Σε πολλές περιπτώσεις επιχειρήσεων υπάρχουν κοινές αντιλήψεις από το σύνολο των εργαζομένων για συγκεκριμένα ζητήματα ή ενέργειες οι οποίες δεν μπορούν (ή δεν έχουν έως τη παρούσα στιγμή) καθοριστεί σαφώς από τους κανόνες λειτουργίας του.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του μοντέλου στο σύνολο του προσωπικού μια επιχείρησης αλλά και σε βάθος χρόνου μπορεί να υποστηρίξει αποφάσεις της διοίκησης σχετικά με την 'Οργανωσιακή Κουλτούρα' της επιχείρησης καθώς και του 'Τρόπου λειτουργίας' όλων των τμημάτων της.

Με την προσθήκη των ανωτέρω δυνατοτήτων το 'Βασικό Διάγραμμα Ροής Εργασιών' διαμορφώνεται όπως απεικονίζεται παρακάτω.



Σχήμα 10

§ 3.7. Μεθοδολογία Ανάπτυξης Συστήματος

Με αφορμή την έλλειψη πραγματικών δεδομένων αξιολόγησης εργατικού δυναμικού η ανάπτυξη του εν λόγω συστήματος προτείνεται να πραγματοποιηθεί με τα εξής παρακάτω στάδια:

1. Δημιουργία Δεδομένων Εισόδου - FACTS του Ε.Σ. τα οποία θα καλύπτουν όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των εξής παραμέτρων (Σχήμα 10):

- Age
- Education
- Background
- Work Experience
- Duties, Monthly Occupation
- Test Results
- Progress
- Interval Status
- Previous Test Results
- OJT Assessment

2. Δημιουργία κανόνων – RULES του Ε.Σ.

3. Δημιουργία συστήματος, επεξεργασία και εξαγωγή τελικών συστάσεων (Knowledge Engineering).

4. Έξοδος δεδομένων απεικόνιση, ανάλυση και αξιολόγηση αποτελεσμάτων.

§ 3.8. Δημιουργία Βάσεων Γνώσης.

Βάσει των παραμέτρων του 'Βασικού Διαγράμματος Ροής Εργασιών' όπως παρουσιάστηκε στο Κεφ.2 και με εφαρμογή μεθόδων προγραμματισμού μέσω της γλώσσας Python μπορούν να δημιουργηθούν πίνακες δεδομένων (Data frames) οι οποίοι να καλύπτουν όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των δεδομένων εισόδου - FACTS . Στην συνέχεια θα εφαρμοστούν συγκεκριμένοι κανόνες - RULES ώστε να δημιουργηθούν οι Βάσεις Γνώσης του Ε.Σ. Τα αποτελέσματα που εξάγονται από τις Βάσεις Γνώσης προκύπτουν από την εφαρμογή συγκεκριμένων ορίων τιμών οι οποίες καθορίστηκαν με την γνώμη των ειδικών.

3.8.1 Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Education Profile)

1. Δημιουργία συνολικών πιθανών συνδυασμών των παραγόντων Age & Ed.Profile.
Σε αυτό το στάδιο παράγονται συνολικά 25 FACTS - συνδυασμοί δεδομένων.
2. Εφαρμογή Κανόνων – RULES.

Ποσοτικοποίηση παραγόντων για κάθε τιμή 'Age' & 'Ed_Backgr' και παραγωγή κανόνων

- If Age 20-30 then Value of Vage equals 5.
- If Age 30 -35 then Value of Vage equals 4.
- If Age 35-40 then Value of Vage equals 3,75.
- If Age 40-50 then Value of Vage equals 3,625.
- If Age 50-60 then Value of Vage equals 3,5.
- If Ed_Backgr HighSchool then Value of V Ed_Backgr 5
- If Ed_Backgr TechSchool then Value of V Ed_Backgr 4
- If Ed_Backgr Bachelor then Value of V Ed_Backgr 3,75
- If Ed_Backgr B1_B2 then Value of V Ed_Backgr 3,5
- If Ed_Backgr Msc_PhD then Value of V Ed_Backgr 3,5

3. Υπολογισμός παραγόντων Δευτέρου επιπέδου.

Εφαρμογή επιμέρους βαρών και προσδιορισμός της Ανάγκης για Εκπαίδευση βάσει του Εκπαιδευτικού Προφίλ του κάθε ατόμου (V Basic Education Profile).

$$V \text{ Basic Education Profile} = V_{Age} * W_{Age} + V_{Ed_Backgr} * W_{Ed_Backgr} .$$

$$W_{Ed_Backgr} = 0,6.$$

$$W_{Age} = 0,4.$$

4. Τροποποίηση ποσοτικών δεδομένων σε εντολές – συμπεράσματα σχετικά με τις τελικές συστάσεις του συστήματος οι οποίες είναι οι εξής:

- No Need for Training (NNT1).
- E-learning Refreshing Course (ERC1).
- Recurrent Training Course (RTC1).

Υπολογισμός εύρους τιμών του παράγοντα Training Need Based on Education Profile (V Basic Education Profile), 5 έως 3,5 μονάδες.

Στην συνέχεια καθορίζονται τρεις περιοχές που αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις . Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

- For VBasic Education Profile E [5.0 , 4.5] Recommendation: RTC.
- For VBasic Education Profile E (4.5 , 4.0] Recommendation: ERC.
- For VBasic Education Profile E (4.0 , 3.5] Recommendation: NNT.

5. Δημιουργία και εξαγωγή τελικού πίνακα Βάσης Γνώσης.

Ο σχετικός κώδικας παρουσιάζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.

3.8.2 Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Occupation Profile)

1. Δημιουργία συνολικών πιθανών συνδυασμών των παραγόντων Work_Exp, Duties & Month_Occ .

Σε αυτό το στάδιο παράγονται συνολικά 125 FACTS - συνδυασμοί δεδομένων.

2. Εφαρμογή Κανόνων - RULES.

Ποσοτικοποίηση παραγόντων για κάθε τιμή 'Work_Exp', 'Month_Occ' & 'Duties'.

- If Work_Exp' Min_None then Value of Training Need 5
- If Work_Exp' Decreased then Value of Training Need 4
- If Work_Exp' Medium then Value of Training Need 3,5
- If Work_Exp' Increased then Value of Training Need 3,25
- If Work_Exp' High then Value of Training Need 3,25

- If Duties Director then value of Training Need equals 3,5
- If Duties Manager then value of Training Need equals 3,625
- If Duties Supervisor then value of Training Need equals 3,75
- If Duties Officer then value of Training Need equals 4
- If Duties Assistant then value of Training Need equals 5

- If Monthly Occupation Max then value of Training Need equals 5.
- If Monthly Occupation Increased then value of Training Need equals 3,75
- If Monthly Occupation Normal then value of Training Need equals 3,25
- If Monthly Occupation Decreased then value of Training Need equals 3,75
- If Monthly Occupation None then value of Training Need equals 5

3. Υπολογισμός παραγόντων Δευτέρου επιπέδου Συστήματος.

Εφαρμογή επιμέρους βαρών και προσδιορισμός της Ανάγκης για Εκπαίδευση βάσει του Εκπαιδευτικού Προφίλ του κάθε ατόμου (V Basic Occupation Profile).

$$V \text{ Basic Occupation Profile} = V \text{ Work_Exp} * W \text{ Work_Exp} + V \text{ Duties} * W \text{ Duties} + V \text{ Month_Occupation} * W \text{ Month_Occupation}.$$

$$W \text{ Duties} = 0,4.$$

$$W \text{ Work_Exp} = 0,3.$$

$$W \text{ Month_Occupation} = 0,3.$$

4. Τροποποίηση ποσοτικών δεδομένων σε εντολές – συμπεράσματα σχετικά με τις τελικές συστάσεις του συστήματος οι οποίες είναι οι εξής:

- No Need for Training (NNT2).
- E-learning Refreshing Course (ERC2).
- Recurrent Training Course (RTC2).
- V Basic_Occupation_Profile_Critical_Cases (Vbopcc).

Υπολογισμός εύρους τιμών του παράγοντα Training Need Based on Occupation Profile (V Basic Occupation Profile) από 4.5 έως και 2.925.

Στην συνέχεια μπορούμε να διαχωρίσουμε τρεις περιοχές που αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις. Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

- For VBasic Education Profile E [4.5 , 4.0] Recommendation: RTC.
- For VBasic Education Profile E (4.0 , 3.5] Recommendation: ERC.
- For VBasic Education Profile E (3.5 , 2.925] Recommendation: NNT.

Με τις τιμές του παράγοντα Vbopcc να κυμαίνεται από 5.0 έως και 2.925 μπορούμε να διαχωρίσουμε δυο περιοχές που αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις.

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

- For Vbopcc E [5.0, 3.96] Recommendation: 1.
- For Vbopcc E (3.96 , 2.925] Recommendation: 0.

5. Δημιουργία και εξαγωγή τελικού πίνακα Βάσης Γνώσης.

Ο σχετικός κώδικας παρουσιάζεται στο ΠΛΑΡΑΡΤΗΜΑ.

3.8.3 Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Knowledge Level Status)

1. Δημιουργία συνολικών πιθανών συνδυασμών των παραγόντων Rm, Progress, Retest_Interv, Prv_Theory & OJT_Ass.
Σε αυτό το στάδιο παράγονται συνολικά 3125 FACTS - συνδυασμοί δεδομένων.

2. Εφαρμογή Κανόνων - RULES.

Ποσοτικοποίηση παραγόντων για κάθε τιμή 'Rm', 'Progress', 'Retest_Interv', 'Prv_Theory', & 'OJT_Ass' σύμφωνα με τους Ειδικούς του Συστήματος.

- If Test Results 0-20 then value of VTest_Results equals 5
- If Test Results 20-40 then value of VTest_Results equals 4.75
- If Test Results 40-60 then value of VTest_Results equals 4.5
- If Test Results 60-80 then value of VTest_Results equals 3.5
- If Test Results 80-100 then value of VTest_Results equals 3

- If Progress Neg_high then value of Training Need equals 5
- If Progress Neg_Low then value of Training Need equals 4
- If Progress Stable then value of Training Need equals 3,5
- If Progress Pos_Low then value of Training Need equals 3,25
- If Progress Pos_High then value of Training Need equals 3,125

- If Retest_Interval_Status 1/4_Intrv then value of Training Need equals 5
- If Retest_Interval_Status 1/2_Intrv then value of Training Need equals 4
- If Retest_Interval_Status Normal then value of Training Need equals 3,5
- If Retest_Interval_Status 3/2_Normal then value of Training Need equals 3,25
- If Retest_Interval_Status Normal then value of Training Need equals 3,125

- If Previous Test Results Exc then value of Training Need equals 3
- If Previous Test Results Good then value of Training Need equals 3,5
- If Previous Test Results Medium then value of Training Need equals 3,75
- If Previous Test Results Low then value of Training Need equals 3,825
- If Previous Test Results Pure then value of Training Need equals 4

- If On The Job Ass Results Exc then value of Training Need equals 3
- If On The Job Ass Results Good then value of Training Need equals 3,5
- If On The Job Ass Results Medium then value of Training Need equals 3,75
- If On The Job Ass Results Low then value of Training Need equals 3,875
- If On The Job Ass Results Pure then value of Training Need equals 4

3. Υπολογισμός παραγόντων Δευτέρου επιπέδου Συστήματος.

Εφαρμογή επιμέρους βαρών και προσδιορισμός της Ανάγκης για Εκπαίδευση βάσει του Εκπαιδευτικού Προφίλ του κάθε ατόμου (V Knowledge Level Status).

$$V \text{ Knowledge_Level_Status} = V \text{ Test Results} * W \text{ Test Results} + V \text{ Progress} * W \text{ Progress} + V \text{ Retest interval Status} * W \text{ Retest interval Status} + V \text{ Previous Test Results} * W \text{ Previous Test Results} + V \text{ On The Job Ass Results} * W \text{ On The Job Ass Results}.$$

- $W \text{ Test Results} = 0,3.$
- $W \text{ Previous Test Results} = 0,2.$

- W On The Job Ass Results = 0,2.
- W Progress = 0,15.
- W Retest interval Status =0,15.

4. Τροποποίηση ποσοτικών δεδομένων σε εντολές – συμπεράσματα σχετικά με τις τελικές συστάσεις του συστήματος οι οποίες όπως φαίνεται στο σχήμα 3 είναι οι εξής:

- No Need for Training (NNT).
- E-learning Refreshing Course (ERC).
- Recurrent Training Course (RTC).
- V Knowledge_Level_Status_Work_Stress (Vklsws).
- V Knowledge_Level_Status_Burn_Out (Vklso).

Υπολογισμός εύρους τιμών του παράγοντα Training Need Based on Education Profile (V Basic Education Profile) από 4.6 έως και 3,0375,

Στην συνέχεια μπορούμε να διαχωρίσουμε τρεις περιοχές που αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

- For VBasic Education Profile E [4.6 , 4.0] Recommendation: RTC.
- For VBasic Education Profile E (4.0 , 3.5] Recommendation: ERC.
- For VBasic Education Profile E (3.5 , 3.00375] Recommendation: NNT.

Υπολογισμός εύρους τιμών του παράγοντα CC_OJT_Ass από 0.80 έως και 0.60. Στην συνέχεια μπορούμε να διαχωρίσουμε δύο περιοχές που αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

- For CC_OJT_Ass E [0.80 , 0.70] Recommendation: 1.
- For CC_OJT_Ass E (0.70 , 0.80] Recommendation: 0.

Υπολογισμός εύρους τιμών του παράγοντα $Vklsws$ από 4.6 έως και 3,00. Στην συνέχεια μπορούμε να διαχωρίσουμε δύο περιοχές που αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

- For $Vklsws$ E [4.6 , 3.8] Recommendation: 1.
- For $Vklsws$ E (3.8 , 3.00] Recommendation: 0.

Υπολογισμός εύρους τιμών του παράγοντα $Vklsbo$ από 4.6 έως και 3,0375. Στην συνέχεια μπορούμε να διαχωρίσουμε δύο περιοχές που αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

- For $Vklsbo$ E [4.6 , 3.8] Recommendation: 1.
- For $Vklsbo$ E (3.8 , 3.00] Recommendation: 0.

5. Δημιουργία και εξαγωγή τελικού πίνακα Βάσης Γνώσης.

Ο σχετικός κώδικας παρουσιάζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.

§ 3.9. Στάδια Επεξεργασίας και εξαγωγής τελικών συστάσεων (Knowledge Engineering).

Σε αυτά τα στάδια σε κάθε σετ δεδομένων εισόδου εφαρμόζονται διαδοχικά όλοι οι κανόνες των Βάσεων Γνώσης και οι τελικοί υπολογισμοί με την εφαρμογή συγκεκριμένων Βαρών με σκοπό την εξαγωγή τελικών συστάσεων.

1. Εισαγωγή Βάσεων Γνώσης.
2. Εφαρμογή Βαρών επιμέρους παραγόντων.
4. Εισαγωγή Δεδομένων και υπολογισμός τελικών συστάσεων*.

Ο σχετικός κώδικας όπως επίσης και ένα παράδειγμα λειτουργίας (σελ. 132 – 134) παρουσιάζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.

§ 3.10. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Συστήματος (System Evaluation).

1. Εισαγωγή Βάσεων Γνώσης
2. Εφαρμογή Βαρών επιμέρους παραγόντων
3. Δημιουργία όλων των πιθανών συνδυασμών των δεδομένων εισόδου, συνολικά παράγονται 9.765.625 πιθανών συνδυασμών εισόδου.
4. Έλεγχος αποτελεσμάτων.
5. Απεικόνιση αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα μετά και από την απεικόνιση τους στο δείγμα των 9.765.625 πιθανών συνδυασμών εισόδου αναδεικνύουν τα παρακάτω:

- 7.031.250 περιπτώσεις , ποσοστό της τάξης του 72% θα χρειαστεί 'E-Learning_Help'.
- 2.987.500 περιπτώσεις, ποσοστό της τάξης του 30% θα χρειαστεί 'Recurrent_Training_Course'.
- 1.279.775 περιπτώσεις, ποσοστό της τάξης του 13% δεν θα χρειαστεί εκπαίδευση πέραν της προβλεπόμενης.

Ενώ σχετικά με την ανίχνευση Κρίσιμων καταστάσεων:

- 1.720.00- περιπτώσεις λαμβάνουν τιμή 'FINAL_POSS_WORK_STRESS' μεγαλύτερη του 0.7 , ποσοστό της τάξης του 17% αναδεικνύοντας την πιθανότητα να βιώνουν εργασιακό στρες.
- 1.176.000- περιπτώσεις λαμβάνουν τιμή 'FINAL_POSS_BURN_OUT' μεγαλύτερη του 0.6 , ποσοστό της τάξης του 12% αναδεικνύοντας την πιθανότητα να έχουν υποστεί εργασιακή εξουθένωση.

Ο σχετικός κώδικας παρουσιάζεται στο ΠΛΑΡΑΡΤΗΜΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

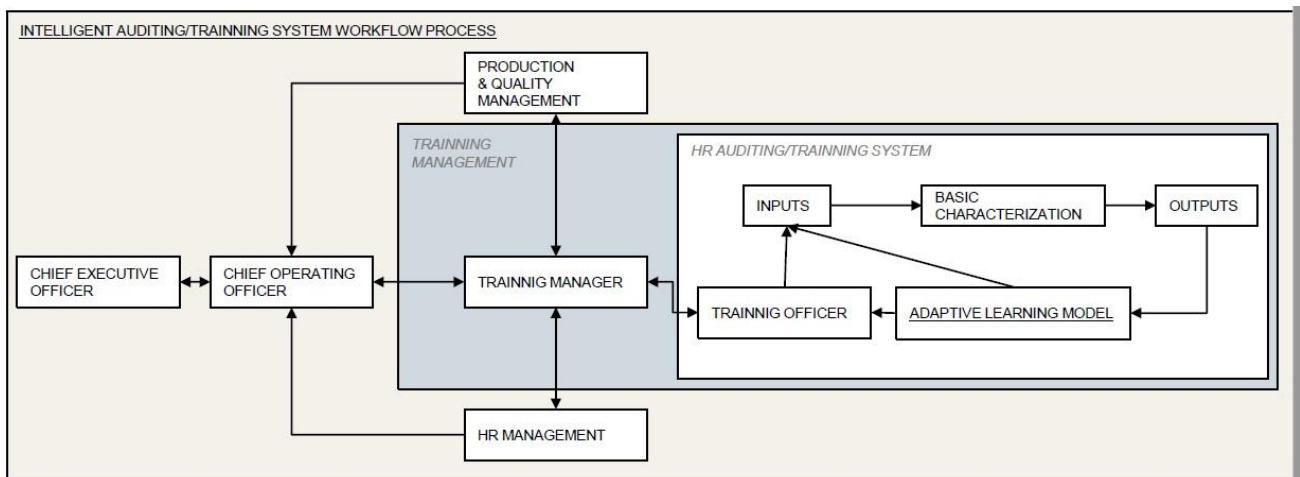
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΕΠΙΧΕΙΡΙΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

§ 4.1. Εισαγωγής Συστήματος σε Οργανισμό Αεροπορικής Συντήρησης.

Όπως φαίνεται παρακάτω, το εν λόγω Ε.Σ. διαχειρίζεται εξολοκλήρου η Διεύθυνση Εκπαίδευσης όπου ένας διαχειριστής (Training Officer) βρίσκεται σε άμεση αλληλεπίδραση (έλεγχος, οδηγίες, αναφορά αποτελεσμάτων) με τον αντίστοιχο Διευθυντή (Training Manager).

Ο Training Manager αλληλοεπιδρά με τις Διευθύνσεις Προσωπικού, Παραγωγής & Ποιότητας, δεχόμενος αναγκαία δεδομένα για την λειτουργία του συστήματος άλλα και ενημερώνοντας τους για τα αποτελέσματα της λειτουργίας του συστήματος για το προσωπικό της επιχείρησης.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται meeting με σκοπό την ενημέρωση των ανώτατων επιπέδων διοίκησης της επιχείρησης, Chief Operating Officer και τελικώς με ένα final report τον Chief Executive Officer.



Σχήμα 4

§ 4.2. Παρουσίαση MRO Part 145 APELLA SA.

Η επιχείρηση APELLA SA είναι ένας ιδιόκτητος Οργανισμός Επισκευής Συντήρησης Αεροπορικού (MRO) κατά EASA Part 145 η οποία από την ίδρυσή της το 1987, γνωρίζει συνεχή ανάπτυξη. Η εταιρεία ιδρύθηκε από τον Αντιπτέραρχο (Ι) Σωτήριο Κοντογιάννη με όραμα να υποστηρίξει τοπικά και περιφερειακά αεροσκάφη στην αποστολή τους προσφέροντας ασφαλείς και οικονομικά αποδοτικές υπηρεσίες.

Έχοντας χτίσει ισχυρές σχέσεις με τους συνεργάτες καθώς και με τους πελάτες της, σήμερα η APELLA εξυπηρετεί πελάτες σε όλο τον κόσμο με δέσμευση την ασφάλεια και την ποιότητα, λειτουργώντας σε μια ιδιόκτητη μονάδα 2.500m², η οποία εδρεύει στην περιοχή των Σπάτων Αττικής μόλις τρία μίλια από τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών.

Η APELLA SA στελεχώνεται από μια ομάδα διαχείρισης και ένα αφοσιωμένο εργατικό δυναμικό που έχει κατά μέσο όρο περισσότερα από 18 χρόνια πρακτικής εμπειρίας στον τομέα της αεροπορίας και της αμυντικής βιομηχανίας.

Επίσης, είναι μέλος του Ελληνικού Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου, της Ένωσης Ελλήνων Κατασκευαστών Αμυντικών Υλικών και του Ομίλου Ελληνικών Αεροδιαστημικών και Αμυντικών Βιομηχανιών. Η εταιρεία διαθέτει επίσης πιστοποιητικό TRACE ως εμπορική ενδιάμεση εταιρεία και είναι επίσημο μέλος των Αμερικανοελληνικών, Γερμανοελληνικών και Ελληνοϊταλικών Εμπορικών Επιμελητηρίων.

§ 4.3. Συνέντευξη με τους Ειδικούς της Επιχείρησης.

Με σκοπό την πιλοτική εφαρμογή του Ε.Σ. τον Φεβρουάριο του 2023 πραγματοποιήθηκαν συναντήσεις με τους κάτωθι:

- Βασιλείου Ιωάννης, Chief Operating Officer
- Τριαντάφυλλος Ιωάννης, Technical Director
- Μιτσάκη Ρέα, HR Director
- Κεχαγιάς Νικόλαος, Training Officer

Στις εν λόγω συναντήσεις έγινε μια επεξηγηματική περιγραφή του Ε.Σ. καθώς και του προτεινόμενου τρόπου εισόδου στην λειτουργία της επιχείρησης με σκοπό:

- Την εκμείωση γνώσης καθώς οι παραπάνω θεωρούνται οι ειδικοί οι οποίοι πραγματοποιούν έως τώρα την Αξιολόγηση του εργατικού δυναμικού της επιχείρησης.
- Την τροποποίηση του συστήματος με σκοπό την εναρμόνιση του στην λειτουργία της επιχείρησης.

Πιο συγκεκριμένα κατά την διάρκεια της συνέντευξης με τους Ειδικούς της Επιχείρησης τέθηκαν τα παρακάτω βασικά ερωτήματα:

- Κριτική του συστήματος από κάθε διεύθυνση (Χρησιμότητα, ικανοποίηση στόχων, λεπτομέρειες-προβλήματα στην εφαρμογή.
- Αξιολόγηση – Τροποποίηση ως προς το είδος, το πλήθος και την σημαντικότητα των παραμέτρων σε κάθε επίπεδο του “ Basic Characterization Model ”.
- Αξιολόγηση “Adaptive Learning Model”.

- Καθορισμός σχέσεων αλληλεπίδρασης μεταξύ εμπλεκομένων διευθύνσεων κατά την εφαρμογή του συστήματος.
- Καθορισμός προσωπικού πιλοτικής εφαρμογής .
- Έναρξη και πέρας εφαρμογής & τελική παρουσίαση αποτελεσμάτων.

§ 4.4. Προσαρμογή Συστήματος στον τρόπο λειτουργίας - Καθορισμός δεδομένων και προσαρμογή βαρών.

Σχετικά με την ανάπτυξη των μοντέλων λειτουργίας και την παραμετροποίηση των επιμέρους δεδομένων και συντελεστών στα επίπεδα λειτουργίας υπήρξε συμφωνία με την αρχική προσέγγιση του συγγραφέα της εργασίας.

Στο κομμάτι των προσωπικών δεδομένων των εργαζόμενων η εν λόγω επιχείρηση αδυνατεί να δημοσιεύσει τέτοιου είδους δεδομένα από το προσωπικό που απασχολεί. Μετά από συμβουλή της Νομικής Συμβούλου της εταιρίας η εφαρμογή της εργασίας θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί σε προσωπικό επίπεδο μεταξύ του συγγραφέα και συμμετεχόντων με την συναίνεση τους χωρίς την ουσιαστική έγκριση της εταιρίας.

Η τελική απόφαση που πάρθηκε από τον συγγραφέα της εργασίας είναι να πραγματοποιηθεί η εφαρμογή με εικονικά δεδομένα της παραγράφου 3.10. Τα δε αποτελέσματα της Αξιολόγησης του Συστήματος θα παρουσιαστούν στην Διοίκηση της επιχείρησης για περαιτέρω αξιολόγηση και πιθανή μελλοντική υιοθεσία του συστήματος στην λειτουργία της εταιρίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της αεροπορικής βιομηχανίας είναι η έγκαιρη εναρμόνιση του προσωπικού το οποίο απασχολείται, με νέες εφαρμογές, τεχνολογίες κ.α., σε ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο δυναμικό περιβάλλον. Η εφαρμογή έμπειρων συστημάτων καθώς και άλλων μεθόδων με την υποστήριξη της τεχνητής νοημοσύνης έρχεται να καλύψει αυτό το κενό.

Επίσης, βάσει των αριθμητικών αποτελεσμάτων της § 3.10 κρίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη η υιοθέτηση ενός Ε.Σ. όπως περιγράφεται στην παράγραφο § 1.6 . Σχετικά με την μελλοντική ανάπτυξη του Ε.Σ. προτείνονται τα παρακάτω:

- Τα δεδομένα εξόδου από την εφαρμογή του συστήματος σε επιχειρησιακό περιβάλλον θα μπορούσαν να συγκριθούν με τις αποφάσεις που θα έπαιρναν οι ειδικοί αξιολόγησης προσωπικού. Με αυτόν τον τρόπο θα είναι εφικτή η προσαρμογή της αρχικής προσέγγισης της Βάσης Γνώσης του Ε.Σ. και η περαιτέρω βελτίωση του .
- Η υλοποίηση του εν λόγω Ε.Σ. θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με επιπλέον βιβλιοθήκες της PYTHON όπως οι Pyke και Experta, καθώς και εξειδικευμένες γλώσσες προγραμματισμού για δημιουργία Ε.Σ. όπως η CLIPS. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να γίνει μια συγκριτική αξιολόγηση και επιλογή της βέλτιστης λύσης για το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Σημαντική λεπτομέρεια είναι το γεγονός της εφαρμογής των ανωτέρω μεθόδων με ανθρωποκεντρική προσέγγιση πάντα, με σκοπό την παροχή συμβουλών στο ελάχιστο διοικητικό προσωπικό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Education Profile)

1. Δημιουργία συνολικών πιθανών συνδυασμών των παραγόντων Age & Ed.Profile.

```
In [1]: # Import Required Libraries

from itertools import product
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
In [2]: # Data Creation

data_01 = {
    'Age': ['20_30', '30_35', '35_40', '40_50', '50_60'],
    'Ed_Backgr': ['HighSchool', 'TechSchool', 'Bachelor', 'B1_B2', 'Msc_PhD'],
}
```

```
In [3]: # Dataframe Creation

df01 = pd.DataFrame(data_01)
df01
```

```
Out[3]:
```

	Age	Ed_Backgr
0	20_30	HighSchool
1	30_35	TechSchool
2	35_40	Bachelor
3	40_50	B1_B2
4	50_60	Msc_PhD

```
In [4]: # Create total combinations

from itertools import product
df01 = pd.DataFrame(list(product(*df01.values.T)))
df01
```

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

```
Out[4]:
```

	0	1
0	20_30	HighSchool
1	20_30	TechSchool
2	20_30	Bachelor
3	20_30	B1_B2
4	20_30	Msc_PhD
5	30_35	HighSchool
6	30_35	TechSchool
7	30_35	Bachelor
8	30_35	B1_B2
9	30_35	Msc_PhD
10	35_40	HighSchool
11	35_40	TechSchool
12	35_40	Bachelor
13	35_40	B1_B2
14	35_40	Msc_PhD
15	40_50	HighSchool
16	40_50	TechSchool
17	40_50	Bachelor
18	40_50	B1_B2
19	40_50	Msc_PhD
20	50_60	HighSchool
21	50_60	TechSchool
22	50_60	Bachelor
23	50_60	B1_B2
24	50_60	Msc_PhD

```
In [5]: df01.columns = ['Age', 'Ed_Backgr']  
df01
```

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

```
Out[5]:
```

	Age	Ed_Backgr
0	20_30	HighSchool
1	20_30	TechSchool
2	20_30	Bachelor
3	20_30	B1_B2
4	20_30	Msc_PhD
5	30_35	HighSchool
6	30_35	TechSchool
7	30_35	Bachelor
8	30_35	B1_B2
9	30_35	Msc_PhD
10	35_40	HighSchool
11	35_40	TechSchool
12	35_40	Bachelor
13	35_40	B1_B2
14	35_40	Msc_PhD
15	40_50	HighSchool
16	40_50	TechSchool
17	40_50	Bachelor
18	40_50	B1_B2
19	40_50	Msc_PhD
20	50_60	HighSchool
21	50_60	TechSchool
22	50_60	Bachelor
23	50_60	B1_B2
24	50_60	Msc_PhD

2. Εφαρμογή Κανόνων.

Ποσοτικοποίηση παραγόντων για κάθε τιμή 'Age' & 'Ed_Backgr'
συνμφωνα με τους Ειδικούς του Συστήματος.

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowlledge_Base_1.ipynb?download=false

Page 3 of 13

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

```
In [6]: df1=df01.replace(to_replace =[
        "20_30", "30_35", "35_40", "40_50", "50_60",
        "HighSchool", "TechSchool", "Bachelor", "B1_B2", "Msc_PhD",
        ],
        value =[
            "5", "4", "3.75", "3.625", "3.5",
            "5", "4", "3.75", "3.5", "3.5",
            ])
df1
```

```
Out[6]:
```

	Age	Ed_Backgr
0	5	5
1	5	4
2	5	3.75
3	5	3.5
4	5	3.5
5	4	5
6	4	4
7	4	3.75
8	4	3.5
9	4	3.5
10	3.75	5
11	3.75	4
12	3.75	3.75
13	3.75	3.5
14	3.75	3.5
15	3.625	5
16	3.625	4
17	3.625	3.75
18	3.625	3.5
19	3.625	3.5
20	3.5	5
21	3.5	4
22	3.5	3.75
23	3.5	3.5
24	3.5	3.5

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowlledge_Base_1.ipynb?download=false

Page 4 of 13

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

```
In [7]: dfl["Age"] = pd.to_numeric(dfl["Age"])  
dfl["Ed_Backgr"] = pd.to_numeric(dfl["Ed_Backgr"])
```

3. Υπολογισμός παραγόντων Δευτέρου επιπέδου Συστήματος.

Εφαρμογή επιμέρους βαρών και προσδιορισμός της Ανάγκης για Εκπαίδευση βάσει του Εκπαιδευτικού Προφίλ του κάθε ατόμου (V Basic Education Profile).

```
In [8]: #Definition of Second Layer's Parameters  
#V Basic Education Profile  
  
dfl["Age"] = dfl["Age"].mul(0.4)  
dfl["Ed_Backgr"] = dfl["Ed_Backgr"].mul(0.6)  
dfl
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowlledge_Base_1.ipynb?download=false

Page 5 of 13

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

Out[8]:

	Age	Ed_Backgr
0	2.00	3.00
1	2.00	2.40
2	2.00	2.25
3	2.00	2.10
4	2.00	2.10
5	1.60	3.00
6	1.60	2.40
7	1.60	2.25
8	1.60	2.10
9	1.60	2.10
10	1.50	3.00
11	1.50	2.40
12	1.50	2.25
13	1.50	2.10
14	1.50	2.10
15	1.45	3.00
16	1.45	2.40
17	1.45	2.25
18	1.45	2.10
19	1.45	2.10
20	1.40	3.00
21	1.40	2.40
22	1.40	2.25
23	1.40	2.10
24	1.40	2.10

```
In [9]: sum_column = df1["Age"] + df1["Ed_Backgr"]  
df1["V_Basic_Education_Profile"] = sum_column  
df1
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowlledge_Base_1.ipynb?download=false

Page 6 of 13

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

Out[9]:

	Age	Ed_Backgr	V_Basic_Education_Profile
0	2.00	3.00	5.00
1	2.00	2.40	4.40
2	2.00	2.25	4.25
3	2.00	2.10	4.10
4	2.00	2.10	4.10
5	1.60	3.00	4.60
6	1.60	2.40	4.00
7	1.60	2.25	3.85
8	1.60	2.10	3.70
9	1.60	2.10	3.70
10	1.50	3.00	4.50
11	1.50	2.40	3.90
12	1.50	2.25	3.75
13	1.50	2.10	3.60
14	1.50	2.10	3.60
15	1.45	3.00	4.45
16	1.45	2.40	3.85
17	1.45	2.25	3.70
18	1.45	2.10	3.55
19	1.45	2.10	3.55
20	1.40	3.00	4.40
21	1.40	2.40	3.80
22	1.40	2.25	3.65
23	1.40	2.10	3.50
24	1.40	2.10	3.50

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowlledge_Base_1.ipynb?download=false

Page 7 of 13

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

4. Τροποποίηση ποσοτικών δεδομένων σε εντολές – συμπεράσματα σχετικά με τις τελικές συστάσεις του συστήματος οι οποίες όπως φαίνεται στο σχήμα 3 είναι οι εξής:

- No Need for Training (NNT1).
- E-learning Refreshing Course (ERC1).
- Recurrent Training Course (RTC1).

```
In [10]: df1["NNT1"] = df1["V_Basic_Education_Profile"]  
df1["ERC1"] = df1["V_Basic_Education_Profile"]  
df1["RTC1"] = df1["V_Basic_Education_Profile"]  
df1
```

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

Out[10]:

	Age	Ed_Backgr	V_Basic_Education_Profile	NNT1	ERC1	RTC1
0	2.00	3.00	5.00	5.00	5.00	5.00
1	2.00	2.40	4.40	4.40	4.40	4.40
2	2.00	2.25	4.25	4.25	4.25	4.25
3	2.00	2.10	4.10	4.10	4.10	4.10
4	2.00	2.10	4.10	4.10	4.10	4.10
5	1.60	3.00	4.60	4.60	4.60	4.60
6	1.60	2.40	4.00	4.00	4.00	4.00
7	1.60	2.25	3.85	3.85	3.85	3.85
8	1.60	2.10	3.70	3.70	3.70	3.70
9	1.60	2.10	3.70	3.70	3.70	3.70
10	1.50	3.00	4.50	4.50	4.50	4.50
11	1.50	2.40	3.90	3.90	3.90	3.90
12	1.50	2.25	3.75	3.75	3.75	3.75
13	1.50	2.10	3.60	3.60	3.60	3.60
14	1.50	2.10	3.60	3.60	3.60	3.60
15	1.45	3.00	4.45	4.45	4.45	4.45
16	1.45	2.40	3.85	3.85	3.85	3.85
17	1.45	2.25	3.70	3.70	3.70	3.70
18	1.45	2.10	3.55	3.55	3.55	3.55
19	1.45	2.10	3.55	3.55	3.55	3.55
20	1.40	3.00	4.40	4.40	4.40	4.40
21	1.40	2.40	3.80	3.80	3.80	3.80
22	1.40	2.25	3.65	3.65	3.65	3.65
23	1.40	2.10	3.50	3.50	3.50	3.50
24	1.40	2.10	3.50	3.50	3.50	3.50

```
In [11]: dfl["NNT1"] = pd.to_numeric(dfl["NNT1"])
dfl["ERC1"] = pd.to_numeric(dfl["ERC1"])
dfl["RTC1"] = pd.to_numeric(dfl["RTC1"])
```

Υπολογισμός συνολικού εύρους τιμών και προσδιορισμός επιμέρους τιμών για κάθε εντολή – συμπέρασμα.

```
In [12]: max_value = dfl["V_Basic_Education_Profile"].max()
print(max_value)
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowlledge_Base_1.ipynb?download=false

Page 9 of 13

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

5.0

```
In [13]: min_value = df1["V_Basic_Education_Profile"].min()
print(min_value)
```

3.5

Με τις τιμές του παράγοντα Training Need Based on Education Profile (V Basic Education Profile) να κυμαίνεται από 5 έως και 3,5 μπορούμε να διαχωρίσουμε τρεις περιοχές που να αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

For VBasic Education Profile E [5.0 , 4.5] Recommendation: RTC.

For VBasic Education Profile E (4.5 , 4.0] Recommendation: ERC.

For VBasic Education Profile E (4.0 , 3.5] Recommendation: NNT.

```
In [14]: df1['ERC1'] = np.where((df1['V_Basic_Education_Profile'] >= 4.00)
& (df1['V_Basic_Education_Profile'] < 4.50), '0','1')
df1['RTC1'] = np.where(df1['V_Basic_Education_Profile'] >= 4.50, '1','0')
df1['NNT1'] = np.where(df1['V_Basic_Education_Profile'] < 4.00, '1','0')
df1
```

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

Out[14]:

	Age	Ed_Backgr	V_Basic_Education_Profile	NNT1	ERC1	RTC1
0	2.00	3.00	5.00	0	1	1
1	2.00	2.40	4.40	0	0	0
2	2.00	2.25	4.25	0	0	0
3	2.00	2.10	4.10	0	0	0
4	2.00	2.10	4.10	0	0	0
5	1.60	3.00	4.60	0	1	1
6	1.60	2.40	4.00	0	0	0
7	1.60	2.25	3.85	1	1	0
8	1.60	2.10	3.70	1	1	0
9	1.60	2.10	3.70	1	1	0
10	1.50	3.00	4.50	0	1	1
11	1.50	2.40	3.90	1	1	0
12	1.50	2.25	3.75	1	1	0
13	1.50	2.10	3.60	1	1	0
14	1.50	2.10	3.60	1	1	0
15	1.45	3.00	4.45	0	0	0
16	1.45	2.40	3.85	1	1	0
17	1.45	2.25	3.70	1	1	0
18	1.45	2.10	3.55	1	1	0
19	1.45	2.10	3.55	1	1	0
20	1.40	3.00	4.40	0	0	0
21	1.40	2.40	3.80	1	1	0
22	1.40	2.25	3.65	1	1	0
23	1.40	2.10	3.50	1	1	0
24	1.40	2.10	3.50	1	1	0

5. Δημιουργία και εξαγωγή τελικού πίνακα Βάσης Γνώσης.

In [15]: df1

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowlledge_Base_1.ipynb?download=false

Page 11 of 13

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

Out[15]:

	Age	Ed_Backgr	V_Basic_Education_Profile	NNT1	ERC1	RTC1
0	2.00	3.00	5.00	0	1	1
1	2.00	2.40	4.40	0	0	0
2	2.00	2.25	4.25	0	0	0
3	2.00	2.10	4.10	0	0	0
4	2.00	2.10	4.10	0	0	0
5	1.60	3.00	4.60	0	1	1
6	1.60	2.40	4.00	0	0	0
7	1.60	2.25	3.85	1	1	0
8	1.60	2.10	3.70	1	1	0
9	1.60	2.10	3.70	1	1	0
10	1.50	3.00	4.50	0	1	1
11	1.50	2.40	3.90	1	1	0
12	1.50	2.25	3.75	1	1	0
13	1.50	2.10	3.60	1	1	0
14	1.50	2.10	3.60	1	1	0
15	1.45	3.00	4.45	0	0	0
16	1.45	2.40	3.85	1	1	0
17	1.45	2.25	3.70	1	1	0
18	1.45	2.10	3.55	1	1	0
19	1.45	2.10	3.55	1	1	0
20	1.40	3.00	4.40	0	0	0
21	1.40	2.40	3.80	1	1	0
22	1.40	2.25	3.65	1	1	0
23	1.40	2.10	3.50	1	1	0
24	1.40	2.10	3.50	1	1	0

In [16]:

```

df11 = df01
df11 = df11.merge(df1['NNT1'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df11 = df11.merge(df1['ERC1'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df11 = df11.merge(df1['RTC1'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df11

```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowlledge_Base_1.ipynb?download=false

Page 12 of 13

Knowlledge_Base_1

10/10/23, 10:22 AM

Out[16]:

	Age	Ed_Backgr	NNT1	ERC1	RTC1
0	20_30	HighSchool	0	1	1
1	20_30	TechSchool	0	0	0
2	20_30	Bachelor	0	0	0
3	20_30	B1_B2	0	0	0
4	20_30	Msc_PhD	0	0	0
5	30_35	HighSchool	0	1	1
6	30_35	TechSchool	0	0	0
7	30_35	Bachelor	1	1	0
8	30_35	B1_B2	1	1	0
9	30_35	Msc_PhD	1	1	0
10	35_40	HighSchool	0	1	1
11	35_40	TechSchool	1	1	0
12	35_40	Bachelor	1	1	0
13	35_40	B1_B2	1	1	0
14	35_40	Msc_PhD	1	1	0
15	40_50	HighSchool	0	0	0
16	40_50	TechSchool	1	1	0
17	40_50	Bachelor	1	1	0
18	40_50	B1_B2	1	1	0
19	40_50	Msc_PhD	1	1	0
20	50_60	HighSchool	0	0	0
21	50_60	TechSchool	1	1	0
22	50_60	Bachelor	1	1	0
23	50_60	B1_B2	1	1	0
24	50_60	Msc_PhD	1	1	0

In [17]: `#Export Data`
`df11.to_csv('out.csv11')`

Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Basic Occupation Profile)

1. Δημιουργία συνολικών πιθανών συνδυασμών των παραγόντων Work_Exp, Duties & Month_Occ .

In [1]: *# Import Required Libraries*

```
from itertools import product
import pandas as pd
import numpy as np
```

In [2]: *# Data Creation*

```
data_02 = {
    'Work_Exp': ['W_Min_None', 'W_Deceased', 'W_Medium', 'W_Increased', 'W_High'],
    'Duties': ['Director', 'Manager', 'Supervizor', 'Officer', 'Assistant'],
    'Month_Occ': ['Occ_Max', 'Occ_Incr', 'Occ_Norm', 'Occ_Decr', 'Occ_None'],
}
```

In [3]: *# Dataframe Creation*

```
df02 = pd.DataFrame(data_02)
df02
```

Out[3]:

	Work_Exp	Duties	Month_Occ
0	W_Min_None	Director	Occ_Max
1	W_Deceased	Manager	Occ_Incr
2	W_Medium	Supervizor	Occ_Norm
3	W_Increased	Officer	Occ_Decr
4	W_High	Assistant	Occ_None

In [4]: *# Create total combinations*

```
from itertools import product
df02 = pd.DataFrame(list(product(*df02.values.T)))
df02
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Base_2.ipynb?download=false

Page 1 of 9

Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

Out[4]:

	0	1	2
0	W_Min_None	Director	Occ_Max
1	W_Min_None	Director	Occ_Incr
2	W_Min_None	Director	Occ_Norm
3	W_Min_None	Director	Occ_Decr
4	W_Min_None	Director	Occ_None
...
120	W_High	Assistant	Occ_Max
121	W_High	Assistant	Occ_Incr
122	W_High	Assistant	Occ_Norm
123	W_High	Assistant	Occ_Decr
124	W_High	Assistant	Occ_None

125 rows × 3 columns

In [5]: `df02.columns = ['Work_Exp', 'Duties', 'Month_Occ']`
`df02`

Out[5]:

	Work_Exp	Duties	Month_Occ
0	W_Min_None	Director	Occ_Max
1	W_Min_None	Director	Occ_Incr
2	W_Min_None	Director	Occ_Norm
3	W_Min_None	Director	Occ_Decr
4	W_Min_None	Director	Occ_None
...
120	W_High	Assistant	Occ_Max
121	W_High	Assistant	Occ_Incr
122	W_High	Assistant	Occ_Norm
123	W_High	Assistant	Occ_Decr
124	W_High	Assistant	Occ_None

125 rows × 3 columns

Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

2. Εφαρμογή Κανόνων.

Ποσοτικοποίηση παραγόντων για κάθε τιμή 'Work_Exp', 'Month_Occ' & 'Duties' σύμφωνα με τους Ειδικούς του Συστήματος.

```
In [6]: df2=df02.replace(to_replace =[
        "W_Min_None", "W_Decreased", "W_Medium", "W_Increased", "W_High",
        "Director", "Manager", "Supervizor", "Officer", "Assistant",
        "Occ_Max", "Occ_Incr", "Occ_Norm", "Occ_Decr", "Occ_None"],
        value =[
            "5", "4", "3.5", "3.25", "3.25",
            "3.5", "3.625", "3.75", "4", "5",
            "5", "3.75", "3.25", "3.75", "5",
            ])
df2
```

```
Out[6]:
```

	Work_Exp	Duties	Month_Occ
0	5	3.5	5
1	5	3.5	3.75
2	5	3.5	3.25
3	5	3.5	3.75
4	5	3.5	5
...
120	3.25	5	5
121	3.25	5	3.75
122	3.25	5	3.25
123	3.25	5	3.75
124	3.25	5	5

125 rows x 3 columns

```
In [7]: df2["Work_Exp"] = pd.to_numeric(df2["Work_Exp"])
df2["Duties"] = pd.to_numeric(df2["Duties"])
df2["Month_Occ"] = pd.to_numeric(df2["Month_Occ"])
```

Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

3. Υπολογισμός παραγόντων Δευτέρου επιπέδου Συστήματος.

Εφαρμογή επιμέρους βαρών και προσδιορισμός της Ανάγκης για Εκπαίδευση βάσει του Εκπαιδευτικού Προφίλ του κάθε ατόμου (V Basic Occupation Profile).

```
In [8]: #Definition of Second Layer's Parameters
#Occupation_Profile

df2["Work_Exp"] = df2["Work_Exp"].mul(0.3)
df2["Duties"] = df2["Duties"].mul(0.4)
df2["Month_Occ"] = df2["Month_Occ"].mul(0.3)

df2
```

```
Out[8]:
```

	Work_Exp	Duties	Month_Occ
0	1.500	1.4	1.500
1	1.500	1.4	1.125
2	1.500	1.4	0.975
3	1.500	1.4	1.125
4	1.500	1.4	1.500
...
120	0.975	2.0	1.500
121	0.975	2.0	1.125
122	0.975	2.0	0.975
123	0.975	2.0	1.125
124	0.975	2.0	1.500

125 rows × 3 columns

```
In [9]: sum_column = df2["Work_Exp"] + df2["Work_Exp"]+ df2["Month_Occ"]
df2["V_Basic_Occupation_Profile"] = sum_column
df2
```

Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

Out[9]:

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	V_Basic_Occupation_Profile
0	1.500	1.4	1.500	4.500
1	1.500	1.4	1.125	4.125
2	1.500	1.4	0.975	3.975
3	1.500	1.4	1.125	4.125
4	1.500	1.4	1.500	4.500
...
120	0.975	2.0	1.500	3.450
121	0.975	2.0	1.125	3.075
122	0.975	2.0	0.975	2.925
123	0.975	2.0	1.125	3.075
124	0.975	2.0	1.500	3.450

125 rows x 4 columns

4. Τροποποίηση ποσοτικών δεδομένων σε εντολές – συμπεράσματα σχετικά με τις τελικές συστάσεις του συστήματος οι οποίες όπως φαίνεται στο σχήμα 3 είναι οι εξής:

- No Need for Training (NNT2).
- E-learning Refreshing Course (ERC2).
- Recurrent Training Course (RTC2).
- V Basic_Occupation_Profile_Critical_Cases (Vbopcc).

```
In [10]: df2["NNT2"] = df2["V_Basic_Occupation_Profile"]
df2["ERC2"] = df2["V_Basic_Occupation_Profile"]
df2["RTC2"] = df2["V_Basic_Occupation_Profile"]
df2["Vbopcc"] = df2["V_Basic_Occupation_Profile"]
df2
```


Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

```
Out[10]:
```

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	V_Basic_Occupation_Profile	NNT2	ERC2	RTC2	VI
0	1.500	1.4	1.500	4.500	4.500	4.500	4.500	
1	1.500	1.4	1.125	4.125	4.125	4.125	4.125	
2	1.500	1.4	0.975	3.975	3.975	3.975	3.975	
3	1.500	1.4	1.125	4.125	4.125	4.125	4.125	
4	1.500	1.4	1.500	4.500	4.500	4.500	4.500	
...
120	0.975	2.0	1.500	3.450	3.450	3.450	3.450	
121	0.975	2.0	1.125	3.075	3.075	3.075	3.075	
122	0.975	2.0	0.975	2.925	2.925	2.925	2.925	
123	0.975	2.0	1.125	3.075	3.075	3.075	3.075	
124	0.975	2.0	1.500	3.450	3.450	3.450	3.450	

125 rows x 8 columns

```
In [11]: df2["NNT2"] = pd.to_numeric(df2["NNT2"])
df2["ERC2"] = pd.to_numeric(df2["ERC2"])
df2["RTC2"] = pd.to_numeric(df2["RTC2"])
df2["Vbopcc"] = pd.to_numeric(df2["Vbopcc"])
```

4. Υπολογισμός συνολικού εύρους τιμών και προσδιορισμός επιμέρους τιμών για κάθε εντολή – συμπέρασμα.

```
In [12]: max_value = df2["V_Basic_Occupation_Profile"].max()
print(max_value)
```

4.5

```
In [13]: min_value = df2["V_Basic_Occupation_Profile"].min()
print(min_value)
```

2.925

```
In [14]: max_value = df2["Vbopcc"].max()
print(max_value)
```

4.5

```
In [15]: min_value = df2["Vbopcc"].min()
print(min_value)
```

2.925

Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

Με τις τιμές του παράγοντα Training Need Based on Occupation Profile (V Basic Occupation Profile) να κυμαίνεται από 4.5 έως και 2.925 μπορούμε να διαχωρίσουμε τρεις περιοχές που να αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

For VBasic Education Profile E [4.5 , 4.0] Recommendation: RTC.

For VBasic Education Profile E (4.0 , 3.5] Recommendation: ERC.

For VBasic Education Profile E (3.5 , 2.925] Recommendation: NNT.

Με τις τιμές του παράγοντα Vbopcc να κυμαίνεται από 5.0 έως και 2.925 μπορούμε να διαχωρίσουμε δυο περιοχές που να αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

For Vbopcc E [5.0, 3.96] Recommendation: 1.

For Vbopcc E (3.96 , 2.925] Recommendation: 0.

```
In [16]: df2['ERC2'] = np.where((df2['V_Basic_Occupation_Profile'] >= 4.00) & (df2['V_Basic_Occupation_Profile'] >= 4.00, '1', '0')
df2['RTC2'] = np.where(df2['V_Basic_Occupation_Profile'] >= 4.00, '1', '0')
df2['NNT2'] = np.where(df2['V_Basic_Occupation_Profile'] < 3.50, '1', '0')
df2['Vbopcc'] = np.where(df2['Vbopcc'] < 3.96, '0', '1')
df2
```


Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

Out[16]:

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	V_Basic_Occupation_Profile	NNT2	ERC2	RTC2	Vt
0	1.500	1.4	1.500	4.500	0	1	1	
1	1.500	1.4	1.125	4.125	0	1	1	
2	1.500	1.4	0.975	3.975	0	1	0	
3	1.500	1.4	1.125	4.125	0	1	1	
4	1.500	1.4	1.500	4.500	0	1	1	
...
120	0.975	2.0	1.500	3.450	1	1	0	
121	0.975	2.0	1.125	3.075	1	1	0	
122	0.975	2.0	0.975	2.925	1	1	0	
123	0.975	2.0	1.125	3.075	1	1	0	
124	0.975	2.0	1.500	3.450	1	1	0	

125 rows × 8 columns

5. Δημιουργία και εξαγωγή τελικού πίνακα Βάσης Γνώσης.

In [17]: df2

Out[17]:

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	V_Basic_Occupation_Profile	NNT2	ERC2	RTC2	Vt
0	1.500	1.4	1.500	4.500	0	1	1	
1	1.500	1.4	1.125	4.125	0	1	1	
2	1.500	1.4	0.975	3.975	0	1	0	
3	1.500	1.4	1.125	4.125	0	1	1	
4	1.500	1.4	1.500	4.500	0	1	1	
...
120	0.975	2.0	1.500	3.450	1	1	0	
121	0.975	2.0	1.125	3.075	1	1	0	
122	0.975	2.0	0.975	2.925	1	1	0	
123	0.975	2.0	1.125	3.075	1	1	0	
124	0.975	2.0	1.500	3.450	1	1	0	

125 rows × 8 columns

Knowledge_Base_2

10/10/23, 10:22 AM

```

In [18]: df22 = df02
df22 = df22.merge(df2['NNT2'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df22 = df22.merge(df2['ERC2'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df22 = df22.merge(df2['RTC2'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df22 = df22.merge(df2['Vbopcc'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df22

```

```

Out[18]:

```

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc
0	W_Min_None	Director	Occ_Max	0	1	1	1
1	W_Min_None	Director	Occ_Incr	0	1	1	1
2	W_Min_None	Director	Occ_Norm	0	1	0	1
3	W_Min_None	Director	Occ_Decr	0	1	1	1
4	W_Min_None	Director	Occ_None	0	1	1	1
...
120	W_High	Assistant	Occ_Max	1	1	0	0
121	W_High	Assistant	Occ_Incr	1	1	0	0
122	W_High	Assistant	Occ_Norm	1	1	0	0
123	W_High	Assistant	Occ_Decr	1	1	0	0
124	W_High	Assistant	Occ_None	1	1	0	0

125 rows x 7 columns

```

In [19]: #Export Data
df22.to_csv('out.csv22')

```

Στάδια δημιουργίας - Βάσης Γνώσης (Training Need based on Knowledge Level Status)

1. Δημιουργία συνολικών πιθανών συνδυασμών των παραγόντων Rm, Progress, Retest_Interv, Prv_Theory & OJT_Ass.

In [1]: *#Import Required Libraries*

```
from itertools import product
import pandas as pd
import numpy as np
```

In [2]: *#Data Creation*

```
data_03 = {
'Rm': ['0_20', '20_40', '40_60', '60_80', '80_100'],
'Progress': ['Neg_high', 'Neg_Low', 'Stable', 'Pos_Low', 'Pos_High'],
'Retest_Interv': ['1/4_Intrv', '1/2_Intrv', 'Normal', '3/2_Normal', '2_Normal'],
'Prv_Theory': ['Exc', 'Good', 'Medium', 'Low', 'Pure'],
'OJT_Ass': ['Exc', 'Good', 'Medium', 'Low', 'Pure']
}
```

In [3]: *#Dataframe Creation*

```
df03 = pd.DataFrame(data_03)
df03
```

Out[3]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc
1	20_40	Neg_Low	1/2_Intrv	Good	Good
2	40_60	Stable	Normal	Medium	Medium
3	60_80	Pos_Low	3/2_Normal	Low	Low
4	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure

In [4]: *# Create total combinations*

```
from itertools import product
df03 = pd.DataFrame(list(product(*df03.values.T)))
df03
```

Knowledge_Base_3

10/10/23, 10:23 AM

Out[4]:

	0	1	2	3	4
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure
...
3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc
3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good
3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium
3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low
3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure

3125 rows × 5 columns

In [5]: `df03.columns = ['Rm', 'Progress', 'Retest_Interv', 'Prv_Theory', 'OJT_Ass']`
`df03`

Out[5]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure
...
3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc
3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good
3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium
3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low
3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure

3125 rows × 5 columns

2. Εφαρμογή Κανόνων.

Ποσοτικοποίηση παραγόντων για κάθε τιμή 'Rm', 'Progress', 'Retest_Interv', 'Prv_Theory', & 'OJT_Ass' σύμφωνα με τους Ειδικούς του Συστήματος.

```
In [6]: df3=df03.replace(to_replace =[
        "0_20", "20_40", "40_60", "60_80", "80_100",
        "Neg_high", "Neg_Low", "Stable", "Pos_Low", "Pos_High",
        "1/4_Intrv", "1/2_Intrv", "Normal", "3/2_Normal", "2_Normal",
        "Exc", "Good", "Medium", "Low", "Pure",
        "Exc", "Good", "Medium", "Low", "Pure"],
        value =[
            "5", "4.75", "4.5", "3.5", "3",
            "5", "4", "3.5", "3.25", "3.125",
            "5", "4", "3.5", "3.25", "3.125",
            "3", "3.5", "3.75", "3.875", "4",
            "3", "3.5", "3.75", "3.875", "4", ])
df3
```

```
Out[6]:
```

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass
0	5	5	5	3	3
1	5	5	5	3	3.5
2	5	5	5	3	3.75
3	5	5	5	3	3.875
4	5	5	5	3	4
...
3120	3	3.125	3.125	4	3
3121	3	3.125	3.125	4	3.5
3122	3	3.125	3.125	4	3.75
3123	3	3.125	3.125	4	3.875
3124	3	3.125	3.125	4	4

3125 rows × 5 columns

```
In [7]: df3["Rm"] = pd.to_numeric(df3["Rm"])
df3["Progress"] = pd.to_numeric(df3["Progress"])
df3["Retest_Interv"] = pd.to_numeric(df3["Retest_Interv"])
df3["Prv_Theory"] = pd.to_numeric(df3["Prv_Theory"])
df3["OJT_Ass"] = pd.to_numeric(df3["OJT_Ass"])
```

Knowledge_Base_3

10/10/23, 10:23 AM

3. Υπολογισμός παραγόντων Δευτέρου επιπέδου Συστήματος.

Εφαρμογή επιμέρους βαρών και προσδιορισμός της Ανάγκης για Εκπαίδευση βάσει του Εκπαιδευτικού Προφίλ του κάθε ατόμου (V Knowledge Level Status).

```
In [8]: #Definition of Second Layer's Parameters
#Knowledge_Level_Status

df3["Rm"] = df3["Rm"].mul(0.3)
df3["Progress"] = df3["Progress"].mul(0.15)
df3["Retest_Interv"] = df3["Retest_Interv"].mul(0.15)
df3["Prv_Theory"] = df3["Prv_Theory"].mul(0.2)
df3["OJT_Ass"] = df3["OJT_Ass"].mul(0.2)
df3["CC_OJT_Ass"] = df3["OJT_Ass"]
df3
```

```
Out[8]:
```

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	CC_OJT_Ass
0	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.600	0.600
1	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.700	0.700
2	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.750	0.750
3	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.775	0.775
4	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.800	0.800
...
3120	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.600	0.600
3121	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.700	0.700
3122	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.750	0.750
3123	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.775	0.775
3124	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.800	0.800

3125 rows × 6 columns

```
In [9]: sum_column = df3["Rm"] + df3["Progress"] + df3["Retest_Interv"] + df3["Prv_Theory"] + df3["OJT_Ass"] + df3["CC_OJT_Ass"]
df3["V_Knowledge_Level_Status"] = sum_column
df3
```


Knowledge_Base_3

10/10/23, 10:23 AM

Out[9]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	CC_OJT_Ass	V_Knowledge_L
0	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.600	0.600	
1	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.700	0.700	
2	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.750	0.750	
3	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.775	0.775	
4	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.800	0.800	
...
3120	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.600	0.600	
3121	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.700	0.700	
3122	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.750	0.750	
3123	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.775	0.775	
3124	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.800	0.800	

3125 rows x 7 columns

4. Τροποποίηση ποσοτικών δεδομένων σε εντολές – συμπεράσματα σχετικά με τις τελικές συστάσεις του συστήματος οι οποίες όπως φαίνεται στο σχήμα 3 είναι οι εξής:

- No Need for Training (NNT).
- E-learning Refreshing Course (ERC).
- Recurrent Training Course (RTC).
- V Knowledge_Level_Status_Work_Stress (Vklsws).
- V Knowledge_Level_Status_Burn_Out (Vklso).

```
In [10]: df3["NNT3"] = df3["V_Knowledge_Level_Status"]
df3["ERC3"] = df3["V_Knowledge_Level_Status"]
df3["RTC3"] = df3["V_Knowledge_Level_Status"]
df3["Vklsws"] = df3["V_Knowledge_Level_Status"]
df3["Vklso"] = df3["V_Knowledge_Level_Status"]
df3
```

Knowledge_Base_3

10/10/23, 10:23 AM

```
Out[10]:
```

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	CC_OJT_Ass	V_Knowledge_L
0	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.600	0.600	
1	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.700	0.700	
2	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.750	0.750	
3	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.775	0.775	
4	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.800	0.800	
...
3120	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.600	0.600	
3121	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.700	0.700	
3122	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.750	0.750	
3123	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.775	0.775	
3124	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.800	0.800	

3125 rows × 12 columns

```
In [11]: df3["NNT3"] = pd.to_numeric(df3["NNT3"])
df3["ERC3"] = pd.to_numeric(df3["ERC3"])
df3["RTC3"] = pd.to_numeric(df3["RTC3"])
df3["CC_OJT_Ass"] = pd.to_numeric(df3["CC_OJT_Ass"])
df3["Vklsws"] = pd.to_numeric(df3["Vklsws"])
df3["Vklso"] = pd.to_numeric(df3["Vklso"])
```

Υπολογισμός συνολικού εύρους τιμών και προσδιορισμός επιμέρους τιμών για κάθε εντολή – συμπέρασμα.

```
In [12]: max_value = df3["V_Knowledge_Level_Status"].max()
print(max_value)
```

4.6

```
In [13]: min_value = df3["V_Knowledge_Level_Status"].min()
print(min_value)
```

3.0375

```
In [14]: max_value = df3["CC_OJT_Ass"].max()
print(max_value)
```

0.8

```
In [15]: min_value = df3["CC_OJT_Ass"].min()
print(min_value)
```

0.6000000000000001

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Base_3.ipynb?download=false

Page 6 of 10

Knowledge_Base_3

10/10/23, 10:23 AM

```
In [16]: max_value = df3["Vklsws"].max()  
print(max_value)
```

4.6

```
In [17]: min_value = df3["Vklsws"].min()  
print(min_value)
```

3.0375

```
In [18]: max_value = df3["Vklso"].max()  
print(max_value)
```

4.6

```
In [19]: min_value = df3["Vklso"].min()  
print(min_value)
```

3.0375

Με τις τιμές του παράγοντα Training Need Based on Education Profile (V Basic Education Profile) να κυμαίνεται από 4.6 έως και 3,0375 μπορούμε να διαχωρίσουμε τρεις περιοχές που να αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

For VBasic Education Profile E [4.6 , 4.0] Recommendation: RTC.

For VBasic Education Profile E (4.0 , 3.5] Recommendation: ERC.

For VBasic Education Profile E (3.5 , 3.00375] Recommendation: NNT.

Με τις τιμές του παράγοντα CC_OJT_Ass να κυμαίνεται από 0.80 έως και 0.60 μπορούμε να διαχωρίσουμε δύο περιοχές που να αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

For CC_OJT_Ass E [0.80 , 0.70] Recommendation: 1.

For CC_OJT_Ass E (0.70 , 0.80] Recommendation: 0.

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Base_3.ipynb?download=false

Page 7 of 10

Knowledge_Base_3

10/10/23, 10:23 AM

Με τις τιμές του παράγοντα Vklsws να κυμαίνεται από 4.6 έως και 3,00 μπορούμε να διαχωρίσουμε δύο περιοχές που να αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

For Vklsws E [4.6 , 3.8] Recommendation: 1.

For Vklsws E (3.8 , 3.00] Recommendation: 0.

Με τις τιμές του παράγοντα Vklubo να κυμαίνεται από 4.6 έως και 3,0375 μπορούμε να διαχωρίσουμε δύο περιοχές που να αντιστοιχούν στις τελικές συστάσεις .

Μετά από συστάσεις των ειδικών οι περιοχές αυτές καθορίστηκαν ως εξής:

For Vklubo E [4.6 , 3.8] Recommendation: 1.

For Vklubo E (3.8 , 3.00] Recommendation: 0.

```
In [20]: df3['ERC3'] = np.where((df3['V_Knowledge_Level_Status'] >= 4.00) & (df3['V_Knowledge_Level_Status'] < 3.50), '1', '0')
df3['RTC3'] = np.where(df3['V_Knowledge_Level_Status'] >= 4.00, '1', '0')
df3['NNT3'] = np.where(df3['V_Knowledge_Level_Status'] < 3.50, '1', '0')
df3['CC_OJT_Ass'] = np.where(df3['CC_OJT_Ass'] >= 0.70, '1', '0')
df3['Vklsws'] = np.where(df3['Vklsws'] >= 3.80, '1', '0')
df3['Vklubo'] = np.where(df3['Vklubo'] < 3.80, '1', '0')
```

5. Δημιουργία και εξαγωγή τελικού πίνακα Βάσης Γνώσης.

```
In [21]: df3
```

Knowledge_Base_3

10/10/23, 10:23 AM

Out [21]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	CC_OJT_Ass	V_Knowledge_Lt
0	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.600	0	
1	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.700	1	
2	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.750	1	
3	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.775	1	
4	1.5	0.75000	0.75000	0.6	0.800	1	
...
3120	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.600	0	
3121	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.700	1	
3122	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.750	1	
3123	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.775	1	
3124	0.9	0.46875	0.46875	0.8	0.800	1	

3125 rows × 12 columns

```
In [22]: df33 = df03
df33 = df33.merge(df3['NNT3'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df33 = df33.merge(df3['ERC3'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df33 = df33.merge(df3['RTC3'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df33 = df33.merge(df3['CC_OJT_Ass'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df33 = df33.merge(df3['Vklsws'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df33 = df33.merge(df3['Vklso'],
                  left_index=True, right_index=True, how='left')
df33
```

Knowledge_Base_3

10/10/23, 10:23 AM

Out [22]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	CC_O
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0	1	1	
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good	0	1	1	
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium	0	1	1	
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low	0	1	1	
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure	0	1	1	
...
3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc	1	1	0	
3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good	1	1	0	
3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium	1	1	0	
3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low	1	1	0	
3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	1	1	0	

3125 rows × 11 columns

In [23]: #Export Data

```
df33.to_csv('out.csv33')
```

Επεξεργασία και εξαγωγή τελικών συστάσεων (Knowledge Engine)

1. Εισαγωγή Βάσεων Γνώσης

In [1]: *# Import Required Libraries*

```
from itertools import product
import pandas as pd
import numpy as np
```

In [2]: *#Import_Knowledge Bases*

```
df1 = pd.read_csv('/Users/ioannismendrinis/Desktop/Pyke_2/out.csv11')
df1 = pd.DataFrame(df1)
df2 = pd.read_csv('/Users/ioannismendrinis/Desktop/Pyke_2/out.csv22')
df2 = pd.DataFrame(df2)
df3 = pd.read_csv('/Users/ioannismendrinis/Desktop/Pyke_2/out.csv33')
df3 = pd.DataFrame(df3)
df1
```

Knowledge_Engine_Final

10/10/23, 10:32 AM

Out[2]:

	Unnamed: 0	Age	Ed_Backgr	NNT1	ERC1	RTC1
0	0	20_30	HighSchool	0	1	1
1	1	20_30	TechSchool	0	0	0
2	2	20_30	Bachelor	0	0	0
3	3	20_30	B1_B2	0	0	0
4	4	20_30	Msc_PhD	0	0	0
5	5	30_35	HighSchool	0	1	1
6	6	30_35	TechSchool	0	0	0
7	7	30_35	Bachelor	1	1	0
8	8	30_35	B1_B2	1	1	0
9	9	30_35	Msc_PhD	1	1	0
10	10	35_40	HighSchool	0	1	1
11	11	35_40	TechSchool	1	1	0
12	12	35_40	Bachelor	1	1	0
13	13	35_40	B1_B2	1	1	0
14	14	35_40	Msc_PhD	1	1	0
15	15	40_50	HighSchool	0	0	0
16	16	40_50	TechSchool	1	1	0
17	17	40_50	Bachelor	1	1	0
18	18	40_50	B1_B2	1	1	0
19	19	40_50	Msc_PhD	1	1	0
20	20	50_60	HighSchool	0	0	0
21	21	50_60	TechSchool	1	1	0
22	22	50_60	Bachelor	1	1	0
23	23	50_60	B1_B2	1	1	0
24	24	50_60	Msc_PhD	1	1	0

In [3]: df2

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Engine_Final.ipynb?download=false

Page 2 of 10

Knowledge_Engine_Final

10/10/23, 10:32 AM

Out[3]:

	Unnamed: 0	Work_Exp	Duties	Month_Occ	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc
0	0	W_Min_None	Director	Occ_Max	0	1	1	1
1	1	W_Min_None	Director	Occ_Incr	0	1	1	1
2	2	W_Min_None	Director	Occ_Norm	0	1	0	1
3	3	W_Min_None	Director	Occ_Decr	0	1	1	1
4	4	W_Min_None	Director	Occ_None	0	1	1	1
...
120	120	W_High	Assistant	Occ_Max	1	1	0	0
121	121	W_High	Assistant	Occ_Incr	1	1	0	0
122	122	W_High	Assistant	Occ_Norm	1	1	0	0
123	123	W_High	Assistant	Occ_Decr	1	1	0	0
124	124	W_High	Assistant	Occ_None	1	1	0	0

125 rows × 8 columns

In [4]: df3

Out[4]:

	Unnamed: 0	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	I
0	0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0	1	
1	1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good	0	1	
2	2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium	0	1	
3	3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low	0	1	
4	4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure	0	1	
...
3120	3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc	1	1	
3121	3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good	1	1	
3122	3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium	1	1	
3123	3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low	1	1	
3124	3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	1	1	

3125 rows × 12 columns

```
In [5]: #Clear Data
del df1['Unnamed: 0']
del df2['Unnamed: 0']
del df3['Unnamed: 0']
df1
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Engine_Final.ipynb?download=false

Page 3 of 10

Knowledge_Engine_Final

10/10/23, 10:32 AM

Out[5]:

	Age	Ed_Backgr	NNT1	ERC1	RTC1
0	20_30	HighSchool	0	1	1
1	20_30	TechSchool	0	0	0
2	20_30	Bachelor	0	0	0
3	20_30	B1_B2	0	0	0
4	20_30	Msc_PhD	0	0	0
5	30_35	HighSchool	0	1	1
6	30_35	TechSchool	0	0	0
7	30_35	Bachelor	1	1	0
8	30_35	B1_B2	1	1	0
9	30_35	Msc_PhD	1	1	0
10	35_40	HighSchool	0	1	1
11	35_40	TechSchool	1	1	0
12	35_40	Bachelor	1	1	0
13	35_40	B1_B2	1	1	0
14	35_40	Msc_PhD	1	1	0
15	40_50	HighSchool	0	0	0
16	40_50	TechSchool	1	1	0
17	40_50	Bachelor	1	1	0
18	40_50	B1_B2	1	1	0
19	40_50	Msc_PhD	1	1	0
20	50_60	HighSchool	0	0	0
21	50_60	TechSchool	1	1	0
22	50_60	Bachelor	1	1	0
23	50_60	B1_B2	1	1	0
24	50_60	Msc_PhD	1	1	0

In [6]: df2

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Engine_Final.ipynb?download=false

Page 4 of 10

Knowledge_Engine_Final

10/10/23, 10:32 AM

Out[6]:

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc
0	W_Min_None	Director	Occ_Max	0	1	1	1
1	W_Min_None	Director	Occ_Incr	0	1	1	1
2	W_Min_None	Director	Occ_Norm	0	1	0	1
3	W_Min_None	Director	Occ_Decr	0	1	1	1
4	W_Min_None	Director	Occ_None	0	1	1	1
...
120	W_High	Assistant	Occ_Max	1	1	0	0
121	W_High	Assistant	Occ_Incr	1	1	0	0
122	W_High	Assistant	Occ_Norm	1	1	0	0
123	W_High	Assistant	Occ_Decr	1	1	0	0
124	W_High	Assistant	Occ_None	1	1	0	0

125 rows × 7 columns

In [7]: df3

Out[7]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	CC_C
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0	1	1	
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good	0	1	1	
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium	0	1	1	
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low	0	1	1	
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure	0	1	1	
...
3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc	1	1	0	
3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good	1	1	0	
3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium	1	1	0	
3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low	1	1	0	
3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	1	1	0	

3125 rows × 11 columns

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Engine_Final.ipynb?download=false

Page 5 of 10

Knowledge_Engine_Final

10/10/23, 10:32 AM

```
In [8]: df1["NNT1"] = pd.to_numeric(df1["NNT1"])
df1["ERC1"] = pd.to_numeric(df1["ERC1"])
df1["RTC1"] = pd.to_numeric(df1["RTC1"])

df2["NNT2"] = pd.to_numeric(df2["NNT2"])
df2["ERC2"] = pd.to_numeric(df2["ERC2"])
df2["RTC2"] = pd.to_numeric(df2["RTC2"])

df3["NNT3"] = pd.to_numeric(df3["NNT3"])
df3["ERC3"] = pd.to_numeric(df3["ERC3"])
df3["RTC3"] = pd.to_numeric(df3["RTC3"])
```

3. Εφαρμογή Βαρών επιμέρους παραγόντων

```
In [9]: df1["NNT1"] = df1["NNT1"].mul(0.25)
df1["ERC1"] = df1["ERC1"].mul(0.25)
df1["RTC1"] = df1["RTC1"].mul(0.25)

df2["NNT2"] = df2["NNT2"].mul(0.25)
df2["ERC2"] = df2["ERC2"].mul(0.25)
df2["RTC2"] = df2["RTC2"].mul(0.25)

df3["NNT3"] = df3["NNT3"].mul(0.50)
df3["ERC3"] = df3["ERC3"].mul(0.50)
df3["RTC3"] = df3["RTC3"].mul(0.50)

df3["Vklsws"] = df3["Vklsws"].mul(0.30)
df3["Vklso"] = df3["Vklso"].mul(0.60)
df2["Vbopcc"] = df2["Vbopcc"].mul(0.40)
df3["CC_OJT_Ass"] = df3["CC_OJT_Ass"].mul(0.30)

df2
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Engine_Final.ipynb?download=false

Page 6 of 10

Knowledge_Engine_Final

10/10/23, 10:32 AM

Out[9]:

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc
0	W_Min_None	Director	Occ_Max	0.00	0.25	0.25	0.4
1	W_Min_None	Director	Occ_Incr	0.00	0.25	0.25	0.4
2	W_Min_None	Director	Occ_Norm	0.00	0.25	0.00	0.4
3	W_Min_None	Director	Occ_Decr	0.00	0.25	0.25	0.4
4	W_Min_None	Director	Occ_None	0.00	0.25	0.25	0.4
...
120	W_High	Assistant	Occ_Max	0.25	0.25	0.00	0.0
121	W_High	Assistant	Occ_Incr	0.25	0.25	0.00	0.0
122	W_High	Assistant	Occ_Norm	0.25	0.25	0.00	0.0
123	W_High	Assistant	Occ_Decr	0.25	0.25	0.00	0.0
124	W_High	Assistant	Occ_None	0.25	0.25	0.00	0.0

125 rows × 7 columns

In [10]: df3

Out[10]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	CC_C
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.5	
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good	0.0	0.5	0.5	
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium	0.0	0.5	0.5	
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low	0.0	0.5	0.5	
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure	0.0	0.5	0.5	
...
3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc	0.5	0.5	0.0	
3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good	0.5	0.5	0.0	
3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium	0.5	0.5	0.0	
3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low	0.5	0.5	0.0	
3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	

3125 rows × 11 columns

In []:

4. Εισαγωγή Δεδομένων και υπολογισμός τελικών συστάσεων*.

(*Παράδειγμα με υποθετικά δεδομένα).

```
In [11]: #Input System Data
data_X1 = {
    'Age': ['35_40'],
    'Ed_Backgr': ['HighSchool'],
}
data_X2 = {
    'Work_Exp': ['W_High'],
    'Duties': ['Assistant'],
    'Month_Occ': ['Occ_Incr'],
}
data_X3 = {
    'Rm': ['0_20'],
    'Progress': ['Pos_High'],
    'Retest_Interv': ['2_Normal'],
    'Prv_Theory': ['Pure'],
    'OJT_Ass': ['Low']
}
```

```
In [12]: #Dataframe Creation
dfx1 = pd.DataFrame(data_X1)
dfx2 = pd.DataFrame(data_X2)
dfx3 = pd.DataFrame(data_X3)
dfx1
```

```
Out[12]:
```

	Age	Ed_Backgr
0	35_40	HighSchool

```
In [13]: dfx2
```

```
Out[13]:
```

	Work_Exp	Duties	Month_Occ
0	W_High	Assistant	Occ_Incr

```
In [14]: dfx3
```

```
Out[14]:
```

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass
0	0_20	Pos_High	2_Normal	Pure	Low

```
In [15]: int_df1 = pd.merge(df1, dfx1, on = ['Age', 'Ed_Backgr'])
int_df1
```

Knowledge_Engine_Final

10/10/23, 10:32 AM

```
Out[15]:
```

	Age	Ed_Backgr	NNT1	ERC1	RTC1
0	35_40	HighSchool	0.0	0.25	0.25

```
In [16]: int_df2 = pd.merge(df2, dfx2, on = ['Work_Exp', 'Duties', 'Month_Occ'])
int_df2
```

```
Out[16]:
```

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc
0	W_High	Assistant	Occ_Incr	0.25	0.25	0.0	0.0

```
In [17]: int_df3 = pd.merge(df3, dfx3, on = ['Rm', 'Progress', 'Retest_Interv', 'Prv_
int_df3
```

```
Out[17]:
```

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	CC_OJT_Ass
0	0_20	Pos_High	2_Normal	Pure	Low	0.0	0.5	0.5	0

```
In [18]: df_F1 = int_df1[['NNT1', 'ERC1', 'RTC1']]
df_F1
```

```
Out[18]:
```

	NNT1	ERC1	RTC1
0	0.0	0.25	0.25

```
In [19]: df_F2 = int_df2[['NNT2', 'ERC2', 'RTC2', 'Vbopcc']]
df_F2
```

```
Out[19]:
```

	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc
0	0.25	0.25	0.0	0.0

```
In [20]: df_F3 = int_df3[['NNT3', 'ERC3', 'RTC3', 'CC_OJT_Ass', 'Vklsws', 'Vklso']]
df_F3
```

```
Out[20]:
```

	NNT3	ERC3	RTC3	CC_OJT_Ass	Vklsws	Vklso
0	0.0	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0

```
In [21]: DF = pd.concat ([df_F1, df_F2, df_F3],axis=1)
DF
```

```
Out[21]:
```

	NNT1	ERC1	RTC1	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc	NNT3	ERC3	RTC3	CC_OJT_Ass
0	0.0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.3

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Engine_Final.ipynb?download=false

Page 9 of 10

Knowledge_Engine_Final

10/10/23, 10:32 AM

```

In [22]: sum_column_A = DF["NNT1"] + DF["NNT2"] + DF["NNT3"]
sum_column_B = DF["ERC1"] + DF["ERC2"] + DF["ERC3"]
sum_column_C = DF["RTC1"] + DF["RTC2"] + DF["RTC3"]
sum_column_D = DF["Vklsws"] + DF["Vbopcc"] + DF["CC_OJT_Ass"]
sum_column_E = DF["Vklso"] + DF["Vbopcc"]

DF["FINAL NNT"] = sum_column_A
DF["FINAL ERC"] = sum_column_B
DF["FINAL RTC"] = sum_column_C
DF["FINAL POSS_WORK_STRESS"] = sum_column_D
DF["FINAL POSS_BURN_OUT"] = sum_column_E

DF

```

```

Out[22]:
   NNT1  ERC1  RTC1  NNT2  ERC2  RTC2  Vbopcc  NNT3  ERC3  RTC3  CC_OJT_Ass
0    0.0    0.25    0.25    0.25    0.25    0.0    0.0    0.0    0.5    0.5    0.3

```

```

In [23]: DFF = DF.drop(["NNT1", "ERC1", "RTC1", "NNT2", "ERC2", "RTC2", "NNT3", "ERC3", "R

```

```

In [24]: DFF

```

```

Out[24]:
   FINAL  FINAL  FINAL  FINAL  FINAL
   NNT    ERC    RTC  POSS_WORK_STRESS  POSS_BURN_OUT
0    0.25    1.0    0.75             0.6             0.0

```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/Knowledge_Engine_Final.ipynb?download=false

Page 10 of 10

Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Συστήματος

(System Evaluation)

1. Εισαγωγή Βάσεων Γνώσης

```
In [1]: # Import Required Libraries
from itertools import product
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
In [2]: #Import Available Data & Dataframes
df1 = pd.read_csv('/Users/ioannismendrinis/Desktop/Pyke_2/out.csv11')
df1 = pd.DataFrame(df1)
df2 = pd.read_csv('/Users/ioannismendrinis/Desktop/Pyke_2/out.csv22')
df2 = pd.DataFrame(df2)
df3 = pd.read_csv('/Users/ioannismendrinis/Desktop/Pyke_2/out.csv33')
df3 = pd.DataFrame(df3)
df1
```

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

Out[2]:

	Unnamed: 0	Age	Ed_Backgr	NNT1	ERC1	RTC1
0	0	20_30	HighSchool	0	1	1
1	1	20_30	TechSchool	0	0	0
2	2	20_30	Bachelor	0	0	0
3	3	20_30	B1_B2	0	0	0
4	4	20_30	Msc_PhD	0	0	0
5	5	30_35	HighSchool	0	1	1
6	6	30_35	TechSchool	0	0	0
7	7	30_35	Bachelor	1	1	0
8	8	30_35	B1_B2	1	1	0
9	9	30_35	Msc_PhD	1	1	0
10	10	35_40	HighSchool	0	1	1
11	11	35_40	TechSchool	1	1	0
12	12	35_40	Bachelor	1	1	0
13	13	35_40	B1_B2	1	1	0
14	14	35_40	Msc_PhD	1	1	0
15	15	40_50	HighSchool	0	0	0
16	16	40_50	TechSchool	1	1	0
17	17	40_50	Bachelor	1	1	0
18	18	40_50	B1_B2	1	1	0
19	19	40_50	Msc_PhD	1	1	0
20	20	50_60	HighSchool	0	0	0
21	21	50_60	TechSchool	1	1	0
22	22	50_60	Bachelor	1	1	0
23	23	50_60	B1_B2	1	1	0
24	24	50_60	Msc_PhD	1	1	0

In [3]: df2

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

Out[3]:

	Unnamed: 0	Work_Exp	Duties	Month_Occ	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc
0	0	W_Min_None	Director	Occ_Max	0	1	1	1
1	1	W_Min_None	Director	Occ_Incr	0	1	1	1
2	2	W_Min_None	Director	Occ_Norm	0	1	0	1
3	3	W_Min_None	Director	Occ_Decr	0	1	1	1
4	4	W_Min_None	Director	Occ_None	0	1	1	1
...
120	120	W_High	Assistant	Occ_Max	1	1	0	0
121	121	W_High	Assistant	Occ_Incr	1	1	0	0
122	122	W_High	Assistant	Occ_Norm	1	1	0	0
123	123	W_High	Assistant	Occ_Decr	1	1	0	0
124	124	W_High	Assistant	Occ_None	1	1	0	0

125 rows × 8 columns

In [4]: df3

Out[4]:

	Unnamed: 0	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	I
0	0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0	1	
1	1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good	0	1	
2	2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium	0	1	
3	3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low	0	1	
4	4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure	0	1	
...
3120	3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc	1	1	
3121	3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good	1	1	
3122	3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium	1	1	
3123	3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low	1	1	
3124	3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	1	1	

3125 rows × 12 columns

```
In [5]: #Clear Data
del df1['Unnamed: 0']
del df2['Unnamed: 0']
del df3['Unnamed: 0']
df1
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/SYSTEM_EVALUATION.ipynb?download=false

Page 3 of 14

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

Out[5]:

	Age	Ed_Backgr	NNT1	ERC1	RTC1
0	20_30	HighSchool	0	1	1
1	20_30	TechSchool	0	0	0
2	20_30	Bachelor	0	0	0
3	20_30	B1_B2	0	0	0
4	20_30	Msc_PhD	0	0	0
5	30_35	HighSchool	0	1	1
6	30_35	TechSchool	0	0	0
7	30_35	Bachelor	1	1	0
8	30_35	B1_B2	1	1	0
9	30_35	Msc_PhD	1	1	0
10	35_40	HighSchool	0	1	1
11	35_40	TechSchool	1	1	0
12	35_40	Bachelor	1	1	0
13	35_40	B1_B2	1	1	0
14	35_40	Msc_PhD	1	1	0
15	40_50	HighSchool	0	0	0
16	40_50	TechSchool	1	1	0
17	40_50	Bachelor	1	1	0
18	40_50	B1_B2	1	1	0
19	40_50	Msc_PhD	1	1	0
20	50_60	HighSchool	0	0	0
21	50_60	TechSchool	1	1	0
22	50_60	Bachelor	1	1	0
23	50_60	B1_B2	1	1	0
24	50_60	Msc_PhD	1	1	0

In [6]: df2

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

Out[6]:

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopcc
0	W_Min_None	Director	Occ_Max	0	1	1	1
1	W_Min_None	Director	Occ_Incr	0	1	1	1
2	W_Min_None	Director	Occ_Norm	0	1	0	1
3	W_Min_None	Director	Occ_Decr	0	1	1	1
4	W_Min_None	Director	Occ_None	0	1	1	1
...
120	W_High	Assistant	Occ_Max	1	1	0	0
121	W_High	Assistant	Occ_Incr	1	1	0	0
122	W_High	Assistant	Occ_Norm	1	1	0	0
123	W_High	Assistant	Occ_Decr	1	1	0	0
124	W_High	Assistant	Occ_None	1	1	0	0

125 rows × 7 columns

In [7]: df3

Out[7]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	CC_C
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0	1	1	
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good	0	1	1	
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium	0	1	1	
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low	0	1	1	
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure	0	1	1	
...
3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc	1	1	0	
3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good	1	1	0	
3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium	1	1	0	
3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low	1	1	0	
3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	1	1	0	

3125 rows × 11 columns

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

```
In [8]: df1["NNT1"] = pd.to_numeric(df1["NNT1"])
df1["ERC1"] = pd.to_numeric(df1["ERC1"])
df1["RTC1"] = pd.to_numeric(df1["RTC1"])

df2["NNT2"] = pd.to_numeric(df2["NNT2"])
df2["ERC2"] = pd.to_numeric(df2["ERC2"])
df2["RTC2"] = pd.to_numeric(df2["RTC2"])

df3["NNT3"] = pd.to_numeric(df3["NNT3"])
df3["ERC3"] = pd.to_numeric(df3["ERC3"])
df3["RTC3"] = pd.to_numeric(df3["RTC3"])
```

2. Εφαρμογή Βαρών επιμέρους παραγόντων

```
In [9]: df1["NNT1"] = df1["NNT1"].mul(0.25)
df1["ERC1"] = df1["ERC1"].mul(0.25)
df1["RTC1"] = df1["RTC1"].mul(0.10)

df2["NNT2"] = df2["NNT2"].mul(0.25)
df2["ERC2"] = df2["ERC2"].mul(0.25)
df2["RTC2"] = df2["RTC2"].mul(0.10)

df3["NNT3"] = df3["NNT3"].mul(0.50)
df3["ERC3"] = df3["ERC3"].mul(0.50)
df3["RTC3"] = df3["RTC3"].mul(0.80)

df3["Vklsws"] = df3["Vklsws"].mul(0.30)
df3["Vklso"] = df3["Vklso"].mul(0.60)
df2["Vbopcc"] = df2["Vbopcc"].mul(0.40)
df3["CC_OJT_Ass"] = df3["CC_OJT_Ass"].mul(0.30)

df2
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/SYSTEM_EVALUATION.ipynb?download=false

Page 6 of 14

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

```
Out[9]:
```

	Work_Exp	Duties	Month_Occ	NNT2	ERC2	RTC2	Vbopec
0	W_Min_None	Director	Occ_Max	0.00	0.25	0.1	0.4
1	W_Min_None	Director	Occ_Incr	0.00	0.25	0.1	0.4
2	W_Min_None	Director	Occ_Norm	0.00	0.25	0.0	0.4
3	W_Min_None	Director	Occ_Decr	0.00	0.25	0.1	0.4
4	W_Min_None	Director	Occ_None	0.00	0.25	0.1	0.4
...
120	W_High	Assistant	Occ_Max	0.25	0.25	0.0	0.0
121	W_High	Assistant	Occ_Incr	0.25	0.25	0.0	0.0
122	W_High	Assistant	Occ_Norm	0.25	0.25	0.0	0.0
123	W_High	Assistant	Occ_Decr	0.25	0.25	0.0	0.0
124	W_High	Assistant	Occ_None	0.25	0.25	0.0	0.0

125 rows x 7 columns

In [10]: df3

```
Out[10]:
```

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	CC_C
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Good	0.0	0.5	0.8	
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Medium	0.0	0.5	0.8	
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Low	0.0	0.5	0.8	
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Pure	0.0	0.5	0.8	
...
3120	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Exc	0.5	0.5	0.0	
3121	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Good	0.5	0.5	0.0	
3122	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Medium	0.5	0.5	0.0	
3123	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Low	0.5	0.5	0.0	
3124	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	

3125 rows x 11 columns

3. Δημιουργία όλων των πιθανών συνδιασμών των δεδομένων εισόδου.

```
In [11]: df4 = df3.merge(df2, how='cross')
```

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/SYSTEM_EVALUATION.ipynb?download=false

Page 7 of 14

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

In [12]: df4

Out[12]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	CC
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
...
390620	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
390621	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
390622	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
390623	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
390624	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	

390625 rows x 18 columns

In [13]: df5 = df4.merge(df1, how='cross')
df5

Out[13]:

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	CC
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
...
9765620	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
9765621	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
9765622	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
9765623	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
9765624	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	

9765625 rows x 23 columns

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

```

In [14]: sum_column_A = df5["NNT1"] + df5["NNT2"] + df5["NNT3"]
sum_column_B = df5["ERC1"] + df5["ERC2"] + df5["ERC3"]
sum_column_C = df5["RTC1"] + df5["RTC2"] + df5["RTC3"]
sum_column_D = df5["Vklsws"] + df5["Vbopcc"] + df5["CC_OJT_Ass"]
sum_column_E = df5["Vklso"] + df5["Vbopcc"]

df5["FINAL_NNT"] = sum_column_A
df5["FINAL_ERC"] = sum_column_B
df5["FINAL_RTC"] = sum_column_C
df5["FINAL_POSS_WORK_STRESS"] = sum_column_D
df5["FINAL_POSS_BURN_OUT"] = sum_column_E

df5

```

```

Out[14]:

```

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	NNT3	ERC3	RTC3	C
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	0.0	0.5	0.8	
...	
9765620	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
9765621	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
9765622	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
9765623	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	
9765624	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	0.5	0.5	0.0	

9765625 rows x 28 columns

```

In [15]: df5 = df5.drop(['NNT1', 'ERC1', 'RTC1', 'NNT2', 'ERC2', 'RTC2', 'NNT3', 'ERC3', '

```

```

In [16]: df5

```

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

```
Out[16]:
```

	Rm	Progress	Retest_Interv	Prv_Theory	OJT_Ass	Work_Exp	Duties
0	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	W_Min_None	Director
1	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	W_Min_None	Director
2	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	W_Min_None	Director
3	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	W_Min_None	Director
4	0_20	Neg_high	1/4_Intrv	Exc	Exc	W_Min_None	Director
...
9765620	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	W_High	Assistant
9765621	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	W_High	Assistant
9765622	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	W_High	Assistant
9765623	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	W_High	Assistant
9765624	80_100	Pos_High	2_Normal	Pure	Pure	W_High	Assistant

9765625 rows x 15 columns

4. Έλεγχος αποτελεσμάτων.

```
In [17]: #Check out the Data

df5.info()

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 9765625 entries, 0 to 9765624
Data columns (total 15 columns):
 #   Column                Dtype
---  -
 0   Rm                    object
 1   Progress              object
 2   Retest_Interv         object
 3   Prv_Theory            object
 4   OJT_Ass               object
 5   Work_Exp              object
 6   Duties                object
 7   Month_Occ             object
 8   Age                   object
 9   Ed_Backgr             object
10  FINAL_NNT              float64
11  FINAL_ERC              float64
12  FINAL_RTC              float64
13  FINAL_POSS_WORK_STRESS float64
14  FINAL_POSS_BURN_OUT    float64
dtypes: float64(5), object(10)
memory usage: 1.2+ GB
```

```
In [18]: df5.describe()
```


SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

Out[18]:	FINAL_NNT	FINAL_ERC	FINAL_RTC	FINAL_POSS_WORK_STRESS	FINAL_
count	9.765625e+06	9.765625e+06	9.765625e+06		9.765625e+06
mean	3.695200e-01	9.300000e-01	2.727360e-01		4.909760e-01
std	2.526590e-01	1.122497e-01	3.718778e-01		2.608868e-01
min	0.000000e+00	7.500000e-01	0.000000e+00		0.000000e+00
25%	2.500000e-01	7.500000e-01	0.000000e+00		3.000000e-01
50%	2.500000e-01	1.000000e+00	0.000000e+00		6.000000e-01
75%	5.000000e-01	1.000000e+00	8.000000e-01		6.000000e-01
max	1.000000e+00	1.000000e+00	1.000000e+00		1.000000e+00

In [19]: *#Let's create some simple plots to check out the data.*

```
df5['FINAL_NNT'].value_counts()
```

Out[19]:

0.25	4007700
0.50	3032750
0.00	1445400
0.75	757925
1.00	521850

Name: FINAL_NNT, dtype: int64

In [20]: df5['FINAL_ERC'].value_counts()

Out[20]:

1.00	7031250
0.75	2734375

Name: FINAL_ERC, dtype: int64

In [21]: df5['FINAL_RTC'].value_counts()

Out[21]:

0.0	5010390
0.8	2208360
0.1	1637595
0.9	721780
0.2	130140
1.0	57360

Name: FINAL_RTC, dtype: int64

In [22]: df5['FINAL_POSS_WORK_STRESS'].value_counts()

Out[22]:

0.6	3822500
0.3	3057500
1.0	955625
0.0	932500
0.7	764375
0.4	233125

Name: FINAL_POSS_WORK_STRESS, dtype: int64

In [23]: df5['FINAL_POSS_BURN_OUT'].value_counts()

http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/SYSTEM_EVALUATION.ipynb?download=false

Page 11 of 14

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

```
Out[23]: 0.0    4452500
         0.6    3360000
         0.4    1113125
         1.0     840000
         Name: FINAL_POSS_BURN_OUT, dtype: int64
```

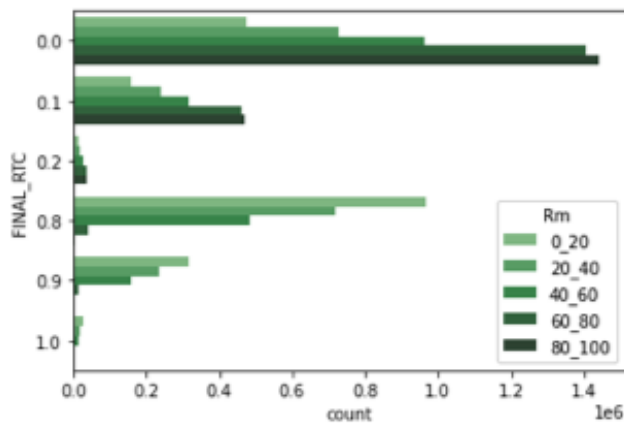
4. Απεικόνιση αποτελεσμάτων.

```
In [24]: # Import Required Libraries for Data Visualllization

import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
```

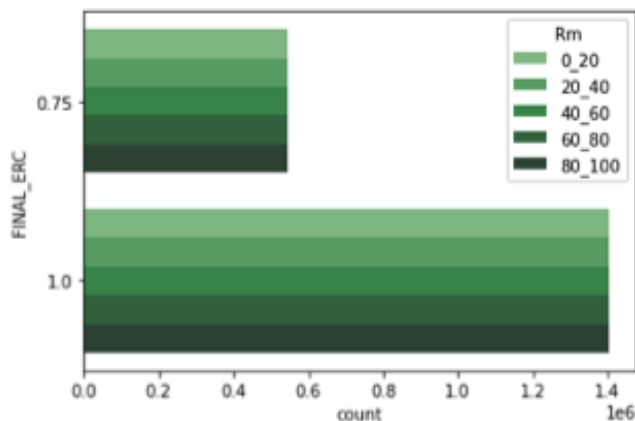
```
In [25]: sns.countplot(y='FINAL_RTC', hue='Rm', data=df5, palette="Greens_d")
```

```
Out[25]: <AxesSubplot:xlabel='count', ylabel='FINAL_RTC'>
```



```
In [26]: sns.countplot(y='FINAL_ERC', hue='Rm', data=df5, palette="Greens_d")
```

```
Out[26]: <AxesSubplot:xlabel='count', ylabel='FINAL_ERC'>
```


http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/SYSTEM_EVALUATION.ipynb?download=false

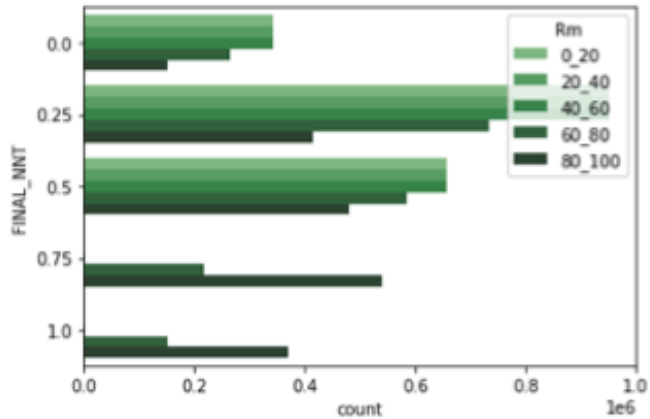
Page 12 of 14

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM

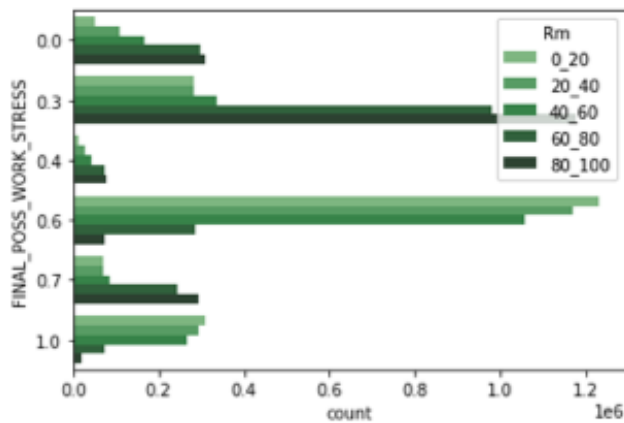
```
In [27]: sns.countplot(y='FINAL_NNT', hue='Rm', data=df5, palette="Greens_d")
```

```
Out[27]: <AxesSubplot:xlabel='count', ylabel='FINAL_NNT'>
```



```
In [28]: sns.countplot(y='FINAL_POSS_WORK_STRESS', hue='Rm', data=df5, palette="Gr")
```

```
Out[28]: <AxesSubplot:xlabel='count', ylabel='FINAL_POSS_WORK_STRESS'>
```

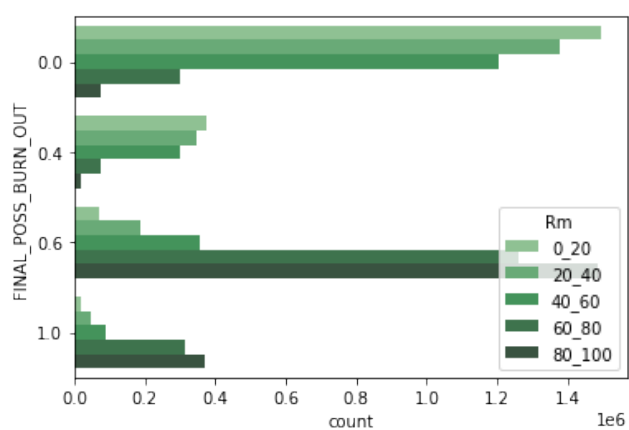


```
In [29]: sns.countplot(y='FINAL_POSS_BURN_OUT', hue='Rm', data=df5, palette="Green")
```

```
Out[29]: <AxesSubplot:xlabel='count', ylabel='FINAL_POSS_BURN_OUT'>
```

SYSTEM_EVALUATION

10/10/23, 11:28 AM



http://localhost:8888/nbconvert/html/Desktop/RM_2/SYSTEM_EVALUATION.ipynb?download=false

Page 14 of 14

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

COMMISSION REGULATION (EU) No 1321/2014 of 26 November 2014.

“On the continuing airworthiness of aircraft and aeronautical products, parts and appliances, and on the approval of organizations and personnel involved in these tasks”
As Amended and Corrected as shown in 02.12.2022.

Induction of decision tree, Published: March 1986 volume 1, J. R. Quinlan.

Feigenbaum, E. (1982), Knowledge engineering for the 1980's, Department of Computer Science, Standford University, California.

Feigenbaum, E., P. McCorduck (1983), The fifth generation, Reading, MA: Addison-Wesley.

Weiss, S.M., C.A. Kulikowski (1984), A practical guide to designing expert systems, Rowman and Allanheld Publishers, USA.

Expert Systems for Site Location Decisions, Bruce Curry, Luiz Moutinho, 1991

Expert systems for experts by Kamran Parsaye and Mark Chignell, John Wiley & Sons, Inc., 1988.

An Eclectic Approach to Building Natural Language Interfaces (Phillips et al., ACL 1985)

Decision Support and Expert Systems Ma by Turban, Efraim (1993)

Εισαγωγή στην τεχνητή νοημοσύνη και στα συστήματα πολλαπλών πρακτόρων, Ματσατσίνης, Σπανουδάκης και Σαμαράς, 2005

Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems, Efraim Turban, Vol 3, Macmillan 1993.

Newell, A., & Simon, H. A. (1972). Human problem solving. Prentice-Hall.

Decision Making and Knowledge Decision Support Systems: VIII International Conference of RACEF, Barcelona, Spain, November 2013 and International Conference MS 2013, Chania Crete, Greece, November 2013.

Ματσατσίνης, Ν. (2010), Συστήματα Υποστήριξης αποφάσεων, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών

Ματσατσίνης, Ν. (2021), Επιχειρηματική Ευφυΐα, Επιχειρηματική Αναλυτική και Ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων, Νέες Τεχνολογίες, Αθήνα.

Ματσατσίνης, Ν. (2022), Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Β' Έκδοση), Νέες Τεχνολογίες, Αθήνα.

Expert Systems for Site Location Decisions, Bruce Curry, Luiz Moutinho, Logistics Information Management, 1 April 1991

Expert systems: The cold fusion of marketing? Chris Dubelaar , Paul N. Finlay & David Taylor, 06 May 2010.

Matsatsinis, N.F. and Y. Siskos (2003), Intelligent support systems for marketing decisions, Springer Pub

A Guide to Expert Systems (Teknowledge Series in Knowledge Engineering) 1st edition by Waterman, Donald A., Waterman, D. A. (1985), Addison-Wesley Company.

Sagle, J., M. Wick (1988), A method for evaluating candidate expert expert systems application, AI Magagine, Winter.

Assessing the quality of expert judgment: Issues and analysis

F Bolger, G Wright - Decision support systems, 1994.

Selection criteria for expert system shells: a socio-technical framework

AC Stylianou, GR Madey, RD Smith - Communications of the ACM, 1992

HUMAN FACTORS, Aviation Maintenance Technician Certification Series Copyright © 2015 - Aircraft Technical Book Company.

Πηγές Εργασιακού Στρες, Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφαλείας Εργασίας 2007.

Ιστότοποι

EASA Artificial Intelligence Roadmap 1.0 published,

<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/news/easa-artificial-intelligence-roadmap-10-published>

ASQ Quality Tools - Flowchart

<https://asq.org/quality-resources/flowchart>