

Στη Διοίκηση  
Πληροφοριακών Συστημάτων  
& Συστημάτων Αποφάσεων

# Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Βελτίωση Αποδοτικότητας Έργων  
με δυναμική αναδιάταξη πόρων  
σε επιχειρήσεις Ανάπτυξης Λογισμικού**

Τριμελής Επιτροπή  
**Ματσατσίνης Νικόλαος**  
**Μουστάκης Βασίλειος**  
**Τσαφάρκης Στέλιος**

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στη  
Διοίκηση Επιχειρήσεων

Σχολή Μηχανικών  
Παραγωγής και Διοίκησης

Πολυτεχνείο Κρήτης,  
Χανιά, Ελλάδα

Μανδουραράκης Ιωάννης – ΑΜ 2019019008

[i.mandourarakis@gmail.com](mailto:i.mandourarakis@gmail.com)

25 Ιουνίου 2022

Στην παρούσα εργασία όσοι όροι τονίζονται με **bold** κρίνεται πως συμπυκνώνουν το νόημα της παραγράφου ενώ όσοι παρατίθενται και στα Αγγλικά (σε παρένθεση) κρίνεται πως προδιαθέτουν σε δεσμευμένους όρους και εκφράσεις του τομέα.

## Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος – Ευχαριστίες .....	1
Περίληψη .....	2
Title and abstract (Περίληψη στην Αγγλική Γλώσσα).....	3
Εισαγωγή – Διάρθρωση Εργασίας .....	5
1. Κρατούσα Κατάσταση - Τεχνολογία Πληροφορίας & Επικοινωνίας .....	7
1.1. Ρόλος Λογισμικού Προγραμματισμού Επιχειρηματικών Πόρων .....	7
1.2. Εξέλιξη συστημάτων λογισμικού Επιχειρησιακής Υποστήριξης .....	8
1.3. Η χρήση ενός ERP στο τμήμα Διαχείρισης Προσωπικού .....	10
2. Η ανάγκη διασταύρωσης των προφίλ τεχνικής κατάρτισης .....	12
2.1. Θεώρηση από την σκοπιά της Οικονομικής Επιστήμης .....	12
2.2. Ανάγκη διαχείρισης του ανθρώπινου δυναμικού .....	21
2.3. Βιβλιογραφική Έρευνα Προσεγγίσεων .....	21
2.4. Αδυναμία εκτίμησης ρίσκου κατά την ανάληψη .....	26
2.4.1. Επιρροή στον χρονοπρογραμματισμό .....	27
2.4.2. Επιρροή κατά την σύσταση ομάδων .....	29
2.4.3. Επιρροή κατά τους κύκλους υλοποίησης και δοκιμών .....	33
2.4.4. Επιρροή κατά την ανάληψη πολλαπλών εργασιών .....	33
2.5. Ανάγκη για καταγραφή και υπολογισμό (Σύστημα Στήριξης Αποφάσεων) .....	35
3. Προτεινόμενη Μοντελοποίηση .....	42
3.1. Υπόθεση .....	42
3.2. Μεθοδολογία .....	42
3.3. Εργαλείο μοντελοποίησης και εξομοιώσεων .....	42
3.4. Γενετικοί Αλγόριθμοι / Παραδοχές .....	43
3.5. Ακαδημαϊκή προσέγγιση με πραγματικά δεδομένα .....	45
3.6. Δεδομένα .....	46
3.6.1. Δομή Δεδομένων .....	46
3.6.2. Συλλογή Δεδομένων .....	48
3.6.3. Πρόσθετες Παραδοχές για τα Δεδομένα .....	49
3.6.4. Περιπτώσεις Δεδομένων .....	51
4. Σχεδιαστικές Επιλογές .....	53
4.1. Προφίλ δεξιοτήτων των άμεσα συσχετισμένων με τα έργα υπαλλήλων .....	53
4.2. Η αποτύπωση της ενίσχυσης δεξιοτήτων .....	57
4.3. Προφίλ απαιτητών δεξιοτήτων των έργων της εταιρίας .....	58
4.4. Διάχυση επιδόσεων δεξιοτήτων και ατομική προσαρμοστικότητα .....	60

4.4.1.	Ανάλυση σχεδιασμού εργασιακής προσαρμοστικότητας .....	63
4.4.2.	Παραδείγματα εργασιακής προσαρμοστικότητας .....	64
4.4.3.	Απόδοση προσαρμοστικότητας στα δεδομένα - Ανάλυση ευαισθησίας .....	75
4.4.4.	Χαρακτηρισμός Συστήματος .....	77
5.	Αποτελέσματα & Συμπεράσματα .....	79
5.1.	Πρώτα Σύντομα Αποτελέσματα.....	79
5.2.	Εκτενή Τελικά Αποτελέσματα .....	80
5.2.1.	Εισαγωγή προσαρμοστικότητας στους νέους υπολογισμούς .....	80
5.2.2.	Επιρροή του πλήθους αναδιατάξεων .....	81
5.2.3.	Προσέγγιση για ταχύτερο χαρακτηρισμό του συστήματος .....	82
5.2.4.	Η σημασία προσφερόμενης ευελιξίας στην ανάληψη πακέτων εργασίας.....	83
5.2.5.	Αποτελέσματα επιρροής της παραμέτρου $\alpha$ .....	83
5.2.6.	Νέα εικονική εκπαίδευση στοχεύοντας σε αναπροσαρμογή προφίλ.....	84
5.2.7.	Δοκιμή αντικατάστασης εργαζομένων .....	87
5.2.8.	Δοκιμές πρόσληψης εργαζομένων.....	89
5.3.	Συμπεράσματα .....	96
6.	Τρέχοντα Ζητήματα – Προτάσεις .....	97
6.1.	Τρέχοντα Ζητήματα .....	97
6.1.1.	Χρήση εμπειρίας (skill factor) αποκλειστικά στο μισθολογικό .....	97
6.1.2.	Η δυσκολία χαρακτηρισμού και εκτίμηση βαθμού υποκειμενικότητας .....	97
6.1.3.	Συστημικός Αυτοέλεγχος .....	98
6.2.	Προτάσεις Περαιτέρω Ανάπτυξης .....	98
6.2.1.	Πολυκριτήρια ανάλυση.....	98
6.2.2.	Χαρακτηρισμός συστήματος με προσαρμογή Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου .....	99
6.2.3.	Πλήθος και κατανομή αναδιατάξεων.....	99
6.2.4.	Διαχείριση του προφίλ των εργαζόμενων.....	99
6.2.5.	Αναγνώριση των εκφραστών του κλάδου .....	100
6.2.6.	Προσθήκη επιπλέον μεταβλητών για διαχείριση ρίσκου.....	100
6.2.7.	Περαιτέρω μείωση των αναδιατάξεων .....	101
Επίλογος.....		102
Σκοπός.....		102
Ανακεφαλαίωση .....		102
Παράρτημα.....		103
Βιβλιογραφικές Πηγές.....		104

## Πρόλογος – Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της παρούσας διατριβής πρωτίστως ευχαριστώ πολύ τον Καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης δρ. Νικόλαο Ματσατσίνη για την πολύτιμη παρότρυνση, βοήθεια και καθοδήγησή στα πρώτα στάδια της σχετικής έρευνας.

Επίσης ευχαριστώ την συνάδελφο και σύντροφο της ζωής μου Juliana Peres Hernandes Sanches, για την πολύτιμη βοήθειά της στη συγκέντρωση και διάρθρωση του βιβλιογραφικού ερευνητικού υλικού, την διαρκή τόνωση του κινήτρου γύρω από την ανάπτυξη της ακαδημαϊκής εκδοχής του συγκεκριμένου θέματος, γνωρίζοντας πως αποτέλεσε αξιόλογο αντικείμενο έρευνας κατά τα πρόσφατα χρόνια εργασίας μου στον ιδιωτικό τομέα, και τέλος για τη διακριτική συμβουλευτική της γύρω από όμορα πεδία του χώρου έως και σήμερα.

Ως μια περαιτέρω πράξη αναγνώρισης της συνεισφοράς τους, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Ιωάννη Σκιά, Christopher Short και George Khairallah για τις πολύτιμες αφορμές που μου έδωσαν μέσα από εποικοδομητικές συζητήσεις μαζί τους να αντιληφθώ την επιτακτική ανάγκη επίλυσης του δεδομένου προβλήματος.

Τέλος, νιώθω την έντονη ανάγκη να εκφράζω την αμέριστη ευγνωμοσύνη μου σε γονείς και φίλους για την ανυπολόγιστη πνευματική τους υποστήριξη και την ανιδιοτελή ηθική τους συμπαράσταση, για όλα αυτά τα χρόνια αλλά ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των δυσκολότερων εξ' αυτών, στιγμών. Χωρίς την παρουσία και ανεκτικότητα τους θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Χανιά, Ιούνιος 2022

## Περίληψη

Οι νεοσύστατες επιχειρήσεις εντάσεως εργασίας και ειδικότερα όσες από τη φύση τους στηρίζονται σε καινοτόμες τεχνολογίες, όπου η εμπειρία τους περιορίζεται σε πρόσφατα δεδομένα έργων με παραπλήσια τεχνογνωσία (προφίλ έργων), όπως οι επιχειρήσεις ανάπτυξης λογισμικού, αντιμετωπίζουν μια κύρια δυσκολία. Αυτή εντοπίζεται στην αδυναμία εκτίμησης του ρίσκου κατά την εργοληψία (πχ. περιθώριο προσοδοφόρας τιμολόγησης). Κατ' επέκταση όμως και στην επιρροή στον χρονοπρογραμματισμό κατά τους κύκλους υλοποίησης και δοκιμών, και στις επιπτώσεις γύρω από την τακτική σχεδίαση και την ευθυγράμμιση της σύνθεσης των έργων με τους στρατηγικούς στόχους.

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματεύεται την περίπτωση της εκτίμησης των περιθωρίων βελτίωσης του χρόνου παράδοσης έργων, μέσω ανακατανομής του προσωπικού, διαπιστώνοντας ότι υπάρχει ικανοποιητικό περιθώριο στην κατανομή των ανθρώπινων πόρων κατά περίπτωση, με τρόπο που η ταύτιση των ικανοτήτων των εργαζομένων με τις απαιτήσεις του εκάστοτε έργου να επιφέρει τις επιθυμητές τιμές στις αντίστοιχες μετρικές επίδοσης. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε ένα (εν δυνάμει) πολυκριτήριο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων μέσω την υλοποίησης κατάλληλου γενετικού αλγορίθμου στο περιβάλλον της MATLAB, ο οποίος, στο πλαίσιο της εργασίας τροφοδοτείται αρχικά με σενάρια βασισμένα σε πραγματικά δεδομένα αλλά στη συνέχεια εξετάζει και εικονικά σενάρια.

## **Title and abstract (Περίληψη στην Αγγλική Γλώσσα)**

### **Improving Project Efficiency with dynamic resource redistribution in software development companies**

All start-ups, especially those based on innovative technologies, where their project management experience is limited to the most recent data projects that present similar know-how (e.g., project profiles in software development companies) face a major difficulty in assessing costs that emerge from inefficiency of provisional planning (like company positioning and tactical pivoting based on pre-planning, requirement analysis, definition of cost centers and evaluation regarding project logistics and procurement status). This involves a) the risks during the fixation of contracts (mostly related to the evaluation of the pricing margin for maximizing profitability), b) the deviations influencing the program and project scheduling of the implementation and testing cycles of the software, and consequently, c) the effects on the ordinary business-as-usual processes causing misalignment effects of the resulting product mix against the strategic objectives of the enterprise.

This dissertation proposes a method that can extract useful insights for any potential improvement in project delivery times, through re-allocation remarks of human resources in project-based teams, where the selection takes place with limited or no evidence-based reviews. The method assumes no or limited knowledge on similar project performance outside the frame of the company's ecosystem, so it is solely based on estimations regarding the skill and competence level of the members of the teams against the requirements of each project. The confidence of the method can be increased by refining the initial estimations during project execution. The results facilitate the method's application maturity, with gradual weight factors' readjustment per iteration, enhancing the credibility of future solutions.

This tool is mostly useful in start-ups where there exists no gap-analysis or other type of prior knowledge regarding the traits of the trade and, subsequently, the available margins of improvement, per case. The method is designed to be applied in a regular or sporadic fashion, allowing for iterative re-estimations that can support the interactive decision making in various levels of corporate governance.

The work of this research is based on a multi-criteria decision support system implementation which has been coded in the MATLAB environment. The support system examines various scenarios based on real business cases and realistic data for the dynamic resource allocation, exploiting competency-profile matching based on a genetic algorithm design.



## Εισαγωγή – Διάρθρωση Εργασίας

Η σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται πολύ έντονα από την πρωτοφανή ανάπτυξη των διαφόρων Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας που επηρεάζει το πλήρες φάσμα των πληροφοριακών συστημάτων που αποτελούν επιχειρηματικά εργαλεία. Το εταιρικό περιβάλλον γίνεται όλο και πιο σύνθετο, με τις λειτουργικές μονάδες κάθε επιχείρησης να απαιτούν μεγαλύτερη ολοκλήρωση με τις υπόλοιπες, με σκοπό την γρηγορότερη και αρτιότερη λήψη αποφάσεων, την καλύτερη διαχείριση των εκάστοτε πόρων, των πελατών, των εφοδιαστικών αλυσίδων και την ευθυγράμμιση όλων αυτών με την στρατηγική των κύριων επενδυτών/εταίρων. Συνεπώς, η διοικητική αποτελεσματικότητα των σύγχρονων επιχειρήσεων απαιτεί πληροφοριακά συστήματα ικανά να συμβάλλουν στην αύξηση της αποδοτικότητας και την βελτίωση της ανταγωνιστικότητας, τόσο για το στήσιμο μιας νεοφυούς δραστηριότητας όσο και για την διαρκή βελτίωση των ήδη εγκαθιδρυμένων πρακτικών μιας παγιωμένης.

Στο **Κεφάλαιο 1** επιχειρείται η επισκόπηση των γενικών και ειδικών χαρακτηριστικών των συστημάτων λογισμικού επιχειρησιακής υποστήριξης ώστε να διακριθεί αφενός η εφαρμοσιμότητά τους και αφετέρου η αποδοτικότητά τους στις ειδικές περιπτώσεις χρήσης όπως αυτές έχουν κατά καιρούς αναπτυχθεί στην βιβλιογραφία ή και ως εμπορικά εργαλεία, από την ακαδημαϊκή κοινότητα και τους παράγοντες των σχετικών αγορών, αντίστοιχα.

Στο **Κεφάλαιο 2** αναπτύσσεται η περιγραφή του ζητήματος εξετάζοντάς το (αρχικά) μέσα από το πρίσμα της οικονομικής θεωρίας, ως μια πρώιμη εισαγωγή στην σχετική μαθηματική διατύπωση και ορολογία. Έτσι, διευκολύνεται η διαπίστωση των συστημικών αιτιών, ο τρόπος εκδήλωσης του φαινομένου, και η πραγματική δυναμική των προκλήσεων που αυτό ενέχει. Κατ' επέκταση, παρατίθενται τα θεμέλια των ακαδημαϊκών προσεγγίσεων που ερευνούν εφαρμόσιμες μεθόδους για την επίλυση των προβλημάτων όπως αυτά αναδύονται εκ φύσεως σε παρόμοια σχήματα υποστήριξης αποφάσεων ή αλλιώς προβλήματα διαχείρισης της πληροφορίας.

Στο **Κεφάλαιο 3** επεξηγείται το προτεινόμενο μοντέλο, ξεκινώντας από την υπόθεση της διατριβής, όπως αυτή πηγάζει μέσα από τον προβληματισμό του 2<sup>ου</sup> κεφαλαίου. Αυτή αφορά την εκτίμηση γύρω από την ύπαρξη ενός ικανοποιητικού περιθωρίου βελτίωσης της απόδοσης έργων **ανάπτυξης λογισμικού από νεοσύστατες** επιχειρήσεις. Η υπόθεση αφορά το πλαίσιο τέλεσης υπό τις δεδομένες συνθήκες

θεώρησης, χωρίς όμως να αποκλείει την πιθανότητα επέκτασης και σε διαφορετικές εταιρικές δομές διαφορετικού επιπέδου ωριμότητας στην αγορά. Το κεφάλαιο συνεχίζει με την ανάπτυξη του σκεπτικού που οδήγησε στην υιοθέτηση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας, παραθέτοντας την δομή της αλγοριθμικής προσέγγισης και τις αρμοστές – για το πρόβλημα – παραδοχές. Τέλος αναλύεται ο τρόπος συλλογής των δεδομένων, η επιλογή τμηματοποίησης/κατηγοριοποίησης καθώς και ο τρόπος μετεπεξεργασίας για να εξυπηρετήσουν το δεδομένο υπολογιστικό εργαλείο, όπως αυτό σχεδιάστηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής.

Στο **Κεφάλαιο 4** περιγράφονται οι σχεδιαστικές επιλογές για την μηχανογράφηση, ψηφιοποίηση και μοντελοποίηση (computerization) του προβλήματος, παρέχοντας την ανάλογη επεξήγηση του σκεπτικού και των παραδοχών που εφαρμόστηκαν στα διάφορα σημεία καθώς και ποιες περιπτώσεις του πραγματικού κόσμου καλύπτουν.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρατίθενται τα αποτελέσματα διακρίνοντάς τα, όπως αυτά προέκυψαν κατά την ανάπτυξη της εργασίας, σε δύο κύριες ομάδες. Τα πρώτα αποτελέσματα αφορούν το πρώιμο στάδιο ανάπτυξης που καταστρώθηκε για να επιβεβαιωθεί η αρχική υπόθεση. Τα επόμενα, πιο εκτενή αποτελέσματα παρήχθησαν κατά την εξέταση πρόσθετων σεναρίων, και τη μελέτη περιπτώσεων ώστε να ενισχυθεί η αρχική υπόθεση και να διερευνηθεί η έκταση της υποστήριξης που μπορεί να προσφέρει το εργαλείο στη λήψη αποφάσεων γύρω από τα εργοδοτικά ζητήματα. Το κεφάλαιο 5 κλείνει με την παράθεση των σχετικών συμπερασμάτων.

Στο **Κεφάλαιο 6** αναφέρονται πρόσθετα ζητήματα, όπως αυτά προέκυψαν μέσα από την σχετική έρευνα που κρίνεται ότι αξίζουν αναφοράς και που αποτελούν αξιόλογες προτάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη. Επισημαίνονται οι συνεπακόλουθες πρακτικές προτάσεις για την ενίσχυση των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων, τουλάχιστον για αρχή, και για όσες περιπτώσεις ομοιάζουν ικανοποιητικά με τις παραδοχές που αναφέρθηκαν και με συνθήκες συγκρίσιμες με αυτές που εξετάστηκαν.

Η διατριβή ολοκληρώνεται μέσα από μια σύντομη ανακεφαλαίωση, εστιάζοντας στον σκοπό πραγμάτωσης και την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας του DSS.

# 1. Κρατούσα Κατάσταση - Τεχνολογία Πληροφορίας & Επικοινωνίας

## 1.1. Ρόλος Λογισμικού Προγραμματισμού Επιχειρηματικών Πόρων

Ισχυρά και σύνθετα πληροφοριακά συστήματα υπάρχουν εγκατεστημένα σε όλες τις σύγχρονες μεγάλες επιχειρήσεις και η τάση πλέον εντοπίζεται στη δημιουργία μικρότερων υποστηρικτικών εκδόσεων λογισμικού που να καλύπτουν τις αντίστοιχες ανάγκες μικρομεσαίων επιχειρήσεων (ΜΜΕ). Η τάση αυτή έχει επηρεάσει σημαντικά τις εμπορικές λύσεις βασισμένες στην αρχιτεκτονική του Enterprise Resource Planning λογισμικού (ERP software) οι οποίες, σε αντίθεση με τα λοιπά 'παραδοσιακά' πληροφοριακά συστήματα, κυρίως εστιάζουν στην υποστήριξη διοικητικών πρακτικών για την οργάνωση μιας επιχείρησης.

Κάποιες από τις κυριότερες πρακτικές αφορούν [1]:

- Εξισορρόπηση προσφοράς και ζήτησης προϊόντων/υπηρεσιών.
- Σύνδεση πελατών με προμηθευτές ενισχύοντας την εφοδιαστική αλυσίδα.
- Υιοθέτηση τεκμηριωμένων πρακτικών (best practices) με στόχο **την υποστήριξη στη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων**.
- Την ελαχιστοποίηση οποιασδήποτε μορφής κόστους (φύρα) με την παράλληλη βελτίωση της πελατειακής ικανοποίησης.
- Την καταγραφή και κατανόηση των αναγκών αγοράς, πελατών και ανταγωνισμού.
- Την παραγωγή συμπερασμάτων, δηλαδή δευτερογενούς γνώσης (πχ. knowledge base), για την αυτοματοποίηση της λειτουργικής αλλά και οικονομικής διαχείρισης της επιχείρησης.

Ένα σύστημα ERP εν δυνάμει μπορεί (και επομένως, εξ' ορισμού, επιδιώκει) να υποστηρίξει σταδιακά όλες σχεδόν τις λειτουργίες μιας επιχείρησης. Αυτό συμβαίνει γιατί ο βαθμός ολοκλήρωσης, δηλαδή της κάλυψης, όλο και περισσότερων λειτουργιών μιας επιχείρησης από ένα κεντρικό λογισμικό, συνεπάγεται μεγάλα οργανικά οφέλη και ιδιαίτερο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Αυτό μάλιστα το πλεονέκτημα αυξάνεται σε βάθος χρόνου καθώς το σύστημα **προσαρμόζεται εμπειρικά όλο και αποδοτικότερα στις νέες προκλήσεις του κάθε γνωστικού τομέα**, επιτρέποντας τη ροή της πληροφορίας σε όλα τα τμήματα μιας επιχείρησης, και τη διευκόλυνση της ανάπτυξης

της επιχείρησης με μέγεθος αλλά και της επεκτασιμότητάς της (scalability enabler) σε όμορους τομείς δραστηριοποίησης, με προφανή πλεονεκτήματα. Ο ρόλος των συστημάτων ERP σήμερα καθίσταται ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς τέτοια συστήματα καλούνται να υλοποιήσουν και στη συνέχεια να ρυθμίσουν νέες επιχειρηματικές προσεγγίσεις και μοντέλα.

## 1.2. Εξέλιξη συστημάτων λογισμικού Επιχειρησιακής Υποστήριξης

Ξεκινώντας από το 1960, οι επιχειρήσεις ως βασική στρατηγική επιλογή είχαν την παραγωγή με μειωμένο κόστος. Έτσι, η ιδέα οδηγούσε στην δημιουργία οικονομιών κλίμακος με την εστίαση σε υψηλό όγκο παραγωγής και με την αυθαίρετη παραδοχή ότι οι οικονομικοί περιβάλλον παρέμενε σταθερό. Τα πρώιμα πληροφοριακά συστήματα της εποχής εστίαζαν στην αυτοματοποίηση παραγγελιών πρώτων υλών (ROP ή Re-order Point συστήματα). Αυτά εκτιμούσαν την οικονομική ποσότητα παραγγελίας (EOQ ή Economic Order Quantity) έτσι ώστε οι συμπληρωματικές παραγγελίες να γίνονται αυτόματα την κατάλληλη χρονική στιγμή (Optimum Order Point). Αυτή είναι και μια από τις βασικές απαιτήσεις για προγραμματισμό και έλεγχο της παραγωγής (MPC ή Manufacturing Planning and Control).

Ως λογική συνέχεια ακολούθησε ο προγραμματισμός ως προς τις απαιτήσεις των υλικών τα οποία είναι απαραίτητα για την κατασκευή (MRP ή Material Requirements Planning). Στόχος ήταν και πάλι η ελαχιστοποίηση του κόστους εντοπίζοντας με τη βοήθεια βέλτιστων αλγορίθμων και μαθηματικών τεχνικών την **κατάλληλη χρονική στιγμή για την παραγγελία υλικών**.

Οι ερωτήσεις που σχετίζονται με το ποιο προϊόν, ποια υλικά χρειαζόμαστε, ποια έχουμε διαθέσιμα και πόσα πρέπει να παραγγείλουμε τότε, αποτελούν τη γενικευμένη εξίσωση κατασκευής (UME ή Universal Manufacturing Equation) της οποίας η φιλοσοφία υπερβαίνει την κατασκευή προϊόντων και αφορά ακόμα και την διάθεση υπηρεσιών. Όπως ένα MRP αναζητά πληροφορία μέσα από ένα πρόγραμμα παραγωγής για το προϊόν προς κατασκευή αλλά και τη λίστα υλικών (BOM ή Bill of Materials), έτσι και τα λοιπά σύγχρονα λογισμικά προσπαθούν να ταυτίσουν τα χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της υπηρεσίας με τους προς διάθεση πόρους ή δεξιότητες.

Με αφορμή την ανάπτυξη των MRP συστημάτων αναδύθηκε και ο φορμαλισμός που ορίζει τον συγχρονισμό ενός συστήματος ως προς τα άκρα της **εφοδιαστικής**

**αλυσίδας** (διάθεσης και ζήτησης) ο οποίος αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό κριτήριο για την οικονομική ευστάθεια μιας επιχείρησης. Αυτός ο φορμαλισμός που βασίστηκε στη σύγκριση ημερομηνιών παράδοσης και χρήσης υλικών βοήθησε περαιτέρω στην διαδικασία του **προγραμματισμού προτεραιοτήτων** (priority planning) που, σε συνδυασμό με τον **προγραμματισμό δυναμικότητας** (capacity planning) μπόρεσαν να προσφέρουν λύσεις σε καίρια ερωτήματα που σχετίζονται με την πρόβλεψη και τον προγραμματισμό πωλήσεων και παραγωγής και συνεπώς την περαιτέρω μείωση των αστοχιών και άρα του συνολικού κόστους λειτουργίας μιας επιχείρησης (closed και open loop MRPs). Οι εξελεγμένες εκδόσεις των MRPs συνδέουν τα παραπάνω με την οικονομική διαχείριση, περιγράφοντας το μοντέλο με οικονομικούς όρους ενώ παράλληλα έχουν τη δυνατότητα να προσομοιώνουν σενάρια πωλήσεων και παραγωγής ώστε να εξετάσουν τη συμπεριφορά (και επιλογή) του βέλτιστου σεναρίου.

Έτσι, το 1990, όπου εμφανίζονται λογισμικά αρχιτεκτονικής client/server και νέα γραφικά περιβάλλοντα εργασίας, η βιομηχανία λογισμικού επανασχεδιάζει τα προϊόντα της προετοιμάζοντας τις επιχειρήσεις στη δραστηριοποίηση σε νέες αγορές (παγκοσμιοποίηση), όπου στόχος πλέον είναι να ικανοποιηθεί η στόχευση προς την κουλτούρα κάθε καταναλωτή, διατηρώντας παράλληλα κάποια βασικά πρότυπα ποιότητας. **Οι ανάγκες για τη διαχείριση των ανθρωπίνων πόρων απέκτησε άλλη σημασία, τα δεδομένα αυξήθηκαν εκθετικά και η δυναμική των αγορών δημιούργησε την ανάγκη για νέα μοντέλα πρόβλεψης.**

Έτσι, η φύση των ERPs μετεξελίχθηκε καθώς οι λύσεις λογισμικού που βοηθούν στη διευθέτηση των νέων προκλήσεων σήμερα, αποτελούν πλέον υβριδικά πληροφοριακά συστήματα μεταξύ **Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων** (DSS ή Decision Support Systems) και **Εκτελεστικά Πληροφοριακά Συστήματα** (EIS ή Executive Information Systems).

Σύμφωνα με το [2] στη βασική τους λειτουργικότητα τα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων αναλαμβάνουν την υποστήριξη : οικονομικής λειτουργίας, προγραμματισμού λειτουργιών και πωλήσεων, εφοδιαστικών αλυσίδων, ολοκλήρωσης διαδικασιών μάρκετινγκ και διαχείρισης ανθρωπίνων πόρων. Μεταξύ των τμημάτων αυτών η ανάγκη μετάφρασης των ποιοτικών χαρακτηριστικών σε ποσοτικά εντοπίζεται κυρίως στη 'Διαχείριση Προσωπικού' (Human Resources). Στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια τμήματα μιας επιχείρησης με τις

αντίστοιχες επιχειρησιακές δραστηριότητες που απαιτούνται για τη λειτουργία κάθε ενός εξ' αυτών.

Functional area of operation	Marketing and Sales	Supply Chain Management	Accounting and Finance	Human Resources
Business functions	Marketing a product	Purchasing goods and raw materials	Financial accounting of payments from customers and to suppliers	Recruiting and hiring
	Taking sales orders	Receiving goods and raw materials	Cost allocation and control	Training
	Customer support	Transportation and logistics	Planning and budgeting	Payroll
	Customer relationship management	Scheduling production runs	Cash-flow management	Benefits
	Sales forecasting	Manufacturing goods		Government compliance
	Advertising	Plant maintenance		

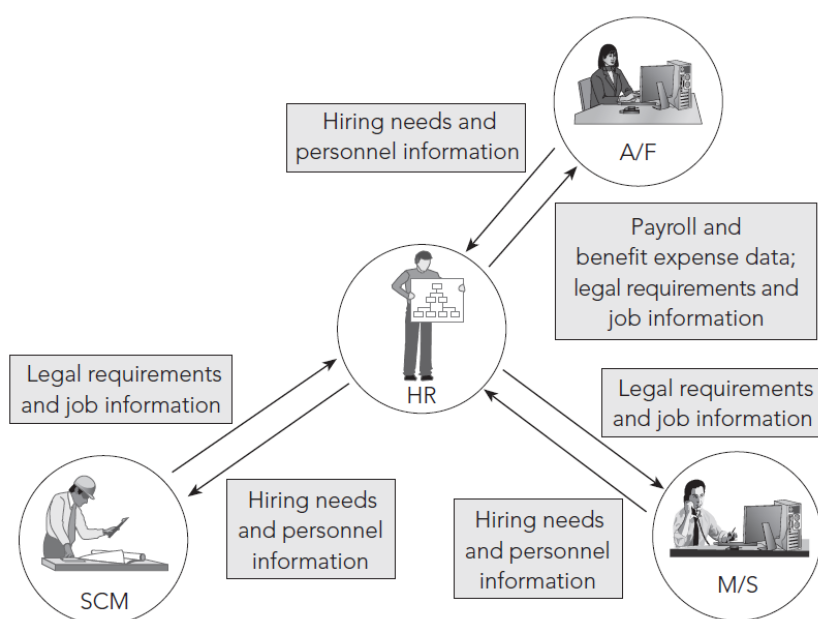
**Εικόνα 1. Παραδείγματα τμημάτων και των επιχειρησιακών λειτουργιών τους [2].**

### **1.3. Η χρήση ενός ERP στο τμήμα Διαχείρισης Προσωπικού**

Στην παρούσα εργασία, ιδιαίτερη σημασία δίνεται στις βασικές λειτουργίες του τμήματος του Human Resources (HR) και της διασύνδεσής του με τα υπόλοιπα τμήματα. Σημαντικές είναι επίσης οι ακριβείς προβλέψεις για : την ανάγκη σε πλήρωση της εταιρίας με το κατάλληλο προσωπικό, δηλαδή τις απαραίτητες δεξιότητες που απαιτούνται για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας ή ενός έργου, του οικονομικού κόστους αυτού λόγω της σύνθεσης των εργαζομένων που απαιτούνται για να το φέρουν εις πέρας, των εκπαιδευτικών αναγκών και επανα/πιστοποίησης βασικών ή και εξειδικευμένων δεξιοτήτων των εργαζομένων, της αξιοκρατικής απόδοσης μισθών, αυξήσεων και bonus κτλ. Σύμφωνα με το [2], το τμήμα του Human Resources θα πρέπει να διατηρεί ακριβή και έγκαιρα δεδομένα καθώς και πρωτότυπες εκθέσεις για χρήση από τη Διοίκηση. Διατηρώντας μια λεπτομερή βάση δεδομένων που να περιέχει τις δεξιότητες που απαιτούνται για συγκεκριμένες θέσεις εργασίας, καθώς και την αμοιβή για κάθε θέση, η επιχείρηση μπορεί στη συνέχεια να αξιολογεί σε πραγματικό χρόνο την απόδοση (την παραγωγικότητα) αλλά και την αποζημίωση

των εργαζομένων με αξιοκρατικό και συνεπή τρόπο. Η ανάλυση τέτοιων δεδομένων μπορεί να αποτρέψει αδικίες που οδηγούν στην απώλεια υπαλλήλων λόγω της υπερβολικής ή μειωτικής αξιοποίησής τους (που και τα δύο μπορούν να έχουν συνέπειες στην επαγγελματική τους εξέλιξη) και της ασύμμετρης αμοιβής τους.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, υπάρχει μια σημαντική ποσότητα δεδομένων που διακινείται μεταξύ του HR και των λοιπών λειτουργικών περιοχών μιας επιχείρησης, μέσω ενός λογισμικού ERP. Η επικαιρότητα και ακρίβεια αυτών των δεδομένων είναι κρίσιμες για την ικανότητα της εταιρείας να δημιουργήσει κέρδη και να εξασφαλίσει τη διαρκή μελλοντική ανάπτυξη.



**Εικόνα 2. Ανταλλαγή πληροφορίας του HR με τα υπόλοιπα τμήματα της επιχείρησης [2].**



## 2. Η ανάγκη διασταύρωσης των προφίλ τεχνικής κατάρτισης

### 2.1. Θεώρηση από την σκοπιά της Οικονομικής Επιστήμης

Η οικονομική επιστήμη ασχολείται με τη μελέτη της αξιοποίησης των παραγωγικών συντελεστών που διατίθενται (συνήθως περιορισμένοι) στις κοινωνίες για την παραγωγή υπηρεσιών και προϊόντων, ώστε να διανεμηθούν στη συνέχεια με τον αποδοτικότερο, κατά το δυνατό, τρόπο. Σε ένα υγιές, ελεύθερο και δημοκρατικό καθεστώς, η κατανομή των αγαθών αναπτύσσεται οργανικά με τη συνδυασμένη δράση ιδιωτών και επιχειρήσεων. Οι οικονομολόγοι μελετούν τις ροπές που διαμορφώνουν την εικόνα της οικονομίας ως σύνολο, εξετάζουν τον τρόπο λήψης αποφάσεων, το επίπεδο εργασιακής διαθεσιμότητας, τις εισοδηματικές ανισότητες, τα ποσοστά αποταμίευσης, τον τρόπο επένδυσης, τα πιθανά ρίσκα και τις αλληλεπιδράσεις (πέρα από τις κεφαλαιακές κινήσεις) των εμπλεκόμενων.

Η οικονομική λογική στον χώρο εύρεσης εργασίας στηρίζεται, όπως και πολλές άλλες σχετικές θεωρίες στην πιο θεμελιώδη αρχή της οικονομικής επιστήμης · **στη θεωρία της προσφοράς και της ζήτησης**. Όπως είχε διατυπωθεί από το 1776 από το Adam Smith, όταν η προσφορά υπερτερεί της ζήτησης τότε θα δημιουργούνται πλεονάσματα, ενώ αν η ζήτηση υπερτερεί της προσφοράς τότε δημιουργούνται ελλείψεις. Συνεπώς, μια αγορά ισορροπεί ότι η προσφορά ισούται με τη ζήτηση. Ωστόσο, σήμερα είναι γνωστό πως αυτό συμβαίνει σπανίως στις πραγματικές αγορές. Σε μια ιδανική αγορά όπου υπάρχει ένας πωλητής που διαθέτει το προϊόν και ένας καταναλωτής που επιθυμεί να το αγοράσει η προσφορά ισούται με τη ζήτηση και συνεπώς η αγορά θα πρέπει να βρίσκεται σε ισορροπία. Αυτό όπως προϋποθέτει πως πωλητής και αγοραστής, αυτομάτως και αυτοστιγμεί, βρίσκουν ο ένας τον άλλο και συμφωνούν στη συναλλαγή. Ωστόσο, στον πραγματικό κόσμο, υπάρχουν αρκετοί λόγοι που μπορούν να κάνουν αυτή την υπόθεση να μην ισχύει. Για παράδειγμα, να μη γνωρίζει ο ένας τον άλλο, ή ο πωλητής να μην είναι σίγουρος αν θέλει να πουλήσει σε αυτό τον αγοραστή ή ο αγοραστής να μην είναι σίγουρος για την ποιότητα του συγκεκριμένου προϊόντος, ή να βρίσκονται μακριά ή να υπάρχει διαφωνία για το πότε θα γίνει η συναλλαγή κτλ. Οι λόγοι που δυσχεραίνουν τέτοιου είδους συναλλαγές ονομάζονται **Τριβές Αναζήτησης** (Search Frictions) και έχουν όλοι τους μια κοινή ρίζα, την πρόσβαση στην πληροφορία.



Η αγορά διάθεσης και ζήτησης εργατικού δυναμικού ελάχιστα διαφέρει από τις υπόλοιπες αγορές ως προς αυτό το χαρακτηριστικό. Η αγορά εργατικού δυναμικού θα ισορροπήσει όταν κάθε άτομο καταλήξει να βρει την καταλληλότερη για αυτό θέση εργασίας. Όπως όμως όλες οι αγορές αντιμετωπίζουν προβλήματα από τριβές αναζήτησης, η αγορά εργατικού δυναμικού αντιμετωπίζει ακόμα περισσότερες, σε σημείο που ακόμα και αν υπάρχει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα εν δυνάμει εργατών (εργοληπτών) σε μια κοινωνία, να μην είναι καθόλου απίθανο να αντιμετωπίζουν εξίσου έντονο πρόβλημα και οι εργοδότες. Το γιατί και το πώς οι τριβές αναζήτησης επιφέρουν ανισορροπία σε μια αγορά αποτέλεσε αφετηρία πολυετούς έρευνας στην οικονομική επιστήμη. Μια από τις δημοφιλέστερες απαντήσεις δόθηκε με την ανάπτυξη του μοντέλου **Search and Matching**, που ανέπτυξαν οι Dale Mortensen, Peter Diamond και Χριστόφορος Πισσαρίδης [3], όπου το 2010, οι τρεις τους μοιράστηκαν το Nobel οικονομίας για τη συνεισφορά τους στο πως σήμερα γίνονται περισσότερο κατανοητοί οι λόγοι αποτυχίας εξισορρόπησης κάποιων αγορών, που για το δεδομένο ζήτημα αυξάνουν το πρόβλημα της ανεργίας.

Από τις αρχές του περασμένου αιώνα έως και σήμερα είναι εμφανές πως η αγορά εργασίας αποτυγχάνει να ισορροπήσει παρόλο που υπάρχει ταυτόχρονα και ενεργή προσφορά και ενεργή ζήτηση. Υπάρχουν μάλιστα παραδείγματα από την παγκόσμια οικονομία όπου μπορεί κατά περίπτωση η ζήτηση εργασίας να υπερβαίνει την προσφορά και ταυτόχρονα να παρατηρείται σημαντική ανεργία. Το μοντέλο Search and Matching, αν και σύνθετο, ουσιαστικά περιέχει τις εξισώσεις που περιγράφουν τη δυναμική εξέλιξη της ανεργίας, όπου αυτή παρατηρείται ως πλεόνασμα εργαζομένων στην αγορά. Ωστόσο, με τον ίδιο τρόπο και με κατάλληλες τροποποιήσεις αυτό μπορεί να εφαρμοστεί για την ανάπτυξη αλγόριθμων αντιστοίχισης σχεδόν για οτιδήποτε, όπως πχ. πελάτες σε μικρά μαγαζιά (Skroutz), επιβάτες σε ταξί (Beat), τηλεθεατές σε βίντεο (YouTube), ενοικιαστές σε δωμάτια (AirBnB) κτλ. Αν και οι αλγόριθμοι αυτού του τύπου καταφέρνουν να αμβλύνουν τις επιπτώσεις από τις τριβές αναζήτησης, η αγορά εύρεσης εργασίας παρουσιάζει μια επιπλέον προβληματική ιδιαιτερότητα. Κάθε (εν δυνάμει) εργαζόμενος έχει **ασύμμετρο κίνητρο** (asymmetric incentive) να παρουσιάζεται ως κατάλληλος (ή και ο καταλληλότερος) έναντι των υπολοίπων (εν δυνάμει) εργαζομένων σε μια σειρά από εργασιακές θέσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται με ένα πλήθος από **τυπικές δεξιότητες**. Αυτό το κίνητρο εξακολουθεί να υφίσταται ακόμα και μεταξύ εργαζομένων εντός εταιριών, όταν, για παράδειγμα, επίκειται

περίοδος προαγωγών ή απόδοσης ενισχύσεων ή απλά αναγνώρισης ακόμα και σε καθημερινή βάση όταν η φύση της εργασίας απαιτεί συμμετοχή σε αυτοτελή έργα (project-based). Σε αυτές τις περιπτώσεις αναδύονται αξιώσεις για το χώρο και τον τρόπο απασχόλησης (καθώς αυτά θα διαφέρουν ανά έργο), ενώ το κίνητρο ενισχύεται όταν ενθαρρύνεται η συμμετοχή σε συγκεκριμένα έργα με επικουρικές διευκολύνσεις (χρηματικές ή μη). **Οι εντονότερες τριβές αναζήτησης σε τέτοιες περιπτώσεις αναπτύσσονται μεταξύ των μελών ομάδων διαφορετικών ταχυτήτων.**

Καθίσταται λοιπόν σαφές πως το εγγενές πρόβλημα που προκύπτει από την ασυμμετρία της πληροφορίας λόγω ιδιωτευόντων κινήτρων δημιουργεί έντονες τριβές αναζήτησης ακόμα και σε ένα ενδοεταιρικό περιβάλλον, όπως για παράδειγμα συμβαίνει σε εταιρίες ανάπτυξης λογισμικού, ειδικά αν αυτές είναι νεοσύστατες, δηλαδή λειτουργούν χωρίς να υπάρχει πρότερη γνώση.

Η αναφορά της πρότερης γνώσης γίνεται σχετικά με τον μηχανισμό που εκτιμά την **αξία μιας επένδυσης** (return of investment) όπου η αποτελεσματικότητα της απόφασης για την επένδυση κρίνεται από τη διαφορά των επιλεγμένων μετρικών εξεταζόμενων σε δύο εποχές, της παγιωμένης πριν την απόφαση επένδυσης (που αποτελεί την παρελθοντική αναφορά) και αυτής που προκύπτει σε κάποιο λογικό χρονικό διάστημα μετά την απόφαση επένδυσης. Η όποια προκύπτουσα διαφορά στις νέες τιμές των μετρικών (πχ. της οικονομικής απόδοσης) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγχεται αναδρομικά η εφαρμογή μιας επόμενης επενδυτικής απόφασης. Εν τω απουσία όμως ώριμων μετρικών που να έχουν κατασταλάξει σε τιμές που να μπορούν να θεωρηθούν **παγιωμένο μέτρο** (standard) καθίσταται τελικά αδύνατη η αρχική εκτίμηση για την ποιοτική απόκλιση (θετική ή αρνητική) από την αναμενόμενη μετρική (πχ. οικονομική απόδοση) και ομοίως αδύνατη καθίσταται και η εκτίμηση σχετικά με την **αποτελεσματικότητα της απόφασης**. Επομένως, όταν οι παρελθοντικές αναφορές περιορίζονται σε πολύ πρόσφατα στοιχεία, και άρα σε πληροφορία που η εγκυρότητά της δεν έχει επιβεβαιωθεί μέσα από ένα πλήθος διαφορετικών προκλήσεων στο πέρασμα του χρόνου, αυτές δημιουργούν **συστημική ασάφεια στον αναδρομικό έλεγχο** γύρω από ένα σημείο αναφοράς. Με αυτό ως δεδομένο καθίσταται πιο έκδηλος ο λόγος που το πρόβλημα μεταφέρεται πλέον αποκλειστικά στη δυνατότητα επικύρωσης των πρώιμα συλλεχθέντων δεδομένων. Η εξασφάλιση της εγκυρότητας τέτοιων δεδομένων μπορεί στη συνέχεια να οδηγήσει στην επιτυχημένη

προβολή των μελλοντικών αποτελεσμάτων της επενδυτικής απόφασης, μειώνοντας έτσι το ρίσκο και άρα το κόστος απόφασης, πάντα στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό για τις περιπτώσεις όπου η πρότερη γνώση ασθενεί.

Στα εργασιακά περιβάλλοντα νεοσύστατων εταιριών τα προαναφερόμενα ως πρώιμα δεδομένα εστιάζουν κυρίως στις απαιτητές δεξιότητες των εργαζόμενων σε σχέση με τα απαιτητά χαρακτηριστικά κάθε έργου το οποίο λαμβάνεται με δέσμευση της εταιρίας για βέλτιστη τέλεση (αποσκοπώντας να μειώσει χρόνους παράδοσης διατηρώντας ταυτόχρονα το μέγιστο δυνατό περιθώριο κέρδους). Η **ασύμμετρη πληροφόρηση** υφίσταται ως φαινόμενο διότι αφενός ο εργοδότης θεωρεί συμφέρον να απολάβει τουλάχιστον τις πραγματικές απαιτητές δεξιότητες, χωρίς να εξετάζει την περίπτωση που απασχολεί έναν επιδέξιο εργαζόμενο σε μέτριων δεξιοτήτων έργα, αφετέρου διότι ο εν δυνάμει εργαζόμενος αναζητεί να συσχετιστεί με απαιτητικά έργα προβάλλοντας πάντα ως κάτοχος των αναζητούμενων δεξιοτήτων.

**Πίνακας 1.** Πιθανά σενάρια (χωρίς πληροφορία καταλληλότητας)

Τύπος Έργου	Τύπος Εργάτη	Πιθανότητα Ανάληψης Έργου	Score Έργου	Score Εργάτη	Ακάλυπτο Ποσοστό Έργου	Αναξιοποίητες Δεξιότητες Εργάτη
Έργο Δεξιοτήτων τύπου Α	Εργάτης Δεξιοτήτων τύπου Α	50 %	S	$a \times S$	0	0
Έργο Δεξιοτήτων τύπου Β	Εργάτης Δεξιοτήτων τύπου Α	50 %	s	$a \times s$	0	$a \times (S-s)$
Έργο Δεξιοτήτων τύπου Α	Εργάτης Δεξιοτήτων τύπου Β	50 %	s	$a \times S$	S-s	0
Έργο Δεξιοτήτων τύπου Β	Εργάτης Δεξιοτήτων τύπου Β	50 %	s	$a \times s$	0	0

Ακολουθεί ένα απλό παράδειγμα θεωρημένο μέσα από τη μοντελοποίηση της **αναμενόμενης ωφέλειας** (expected utility) και το πώς αυτή εκδηλώνεται σε διάφορα σενάρια διασταύρωσης έργων και εργαζόμενων. Στην απλή περίπτωση που υπάρχουν δύο εργάτες, με πολύ συγκεκριμένες δεξιότητες που καθένας τους μπορεί να εξυπηρετήσει βέλτιστα ένα από τα δύο διαθέσιμα έργα, εάν δεν υπάρχει πληροφορία που να μπορεί να βοηθήσει στην καταλληλότερη διασταύρωση, οι πιθανότητες

ανάληψης είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες (ίσες με 50%) στα 4 πιθανά σενάρια του Πίνακα 1. Το ίδιο ακριβώς πρόβλημα μεταφράζεται στη θεώρηση ενός περισσότερο και ένας λιγότερο επιδέξιου εργάτη (υψηλής και μέτριας επιδεξιότητας, δηλαδή τύπου A και τύπου B, αντίστοιχα) που αναζητά να διαλέξει ανάμεσα σε δύο έργα (ομοίως τύπου A και τύπου B), με το A να είναι περισσότερο και το B λιγότερο απαιτητικό, επομένως και προσοδοφόρο.

Έτσι, αν οι δεξιότητες του διασταυρούμενου εργαζομένου ταυτίζονται με τις αναμενόμενες από το έργο (ή την ομάδα έργου) τότε το έργο τελείται με score S και ο εργαζόμενος λαμβάνει score  $a \times S$ , όπου  $a < 1$ . Η διαφορά μεταξύ S και  $a \times S$  περιέχει την υπεραξία που διατηρεί βιώσιμη την επιχείρηση. Αν οι δεξιότητες του εργαζομένου υπερβαίνουν τις αναμενόμενες από το έργο τότε το έργο τελείται με score s, όπου  $s < S$  και ο εργαζόμενος λαμβάνει score  $a \times s$ . Οι ανεκμετάλλευτες δεξιότητες του εργαζομένου σε αυτή την περίπτωση είναι  $a \times (S - s)$ .

Όταν ένας λιγότερο επιδέξιος εργαζόμενος διασταυρωθεί με ένα έργο (ή μια ομάδα έργου) μεγαλύτερων ικανοτήτων τότε το έργο τελείται με score s και ο εργαζόμενος λαμβάνει score  $a \times S$ . Έτσι προκύπτει ένα ακάλυπτο ποσοστό έργου  $S - s$  καθώς η **πρόσδοος** που προκύπτει στο έργο από αυτόν τον τύπο εργαζομένου θα είναι μειωμένη. Τέλος, όταν ένας λιγότερο επιδέξιος εργαζόμενος διασταυρωθεί με ένα έργο συγγενών ικανοτήτων, τότε το έργο τελείται με score s και ο εργαζόμενος λαμβάνει score  $a \times s$ .

Όπως γίνεται φανερό, στην περίπτωση που δεν υπάρχει αξιοποιήσιμη πληροφορία για την ακαταλληλότητα διασταύρωσης, η αναμενόμενη ωφέλεια για κάθε τύπο εργαζομένου προκύπτει να είναι

$$Utility\_labor\_A = Utility\_labor\_B = \frac{1}{2} \times a \times S + \frac{1}{2} \times a \times s = \frac{1}{2} \times a \times (S + s), \quad (1)$$

ενώ η ωφέλεια στα έργα τύπου A υπολείπεται αυτής των έργων τύπου B κατά

$$Utility\_project\_A - Utility\_project\_B = \frac{1}{2} \times (S - s), \quad (2)$$

το οποίο αποτελεί ταυτόχρονα και το ακάλυπτο ποσοστό έργου του Πίνακα 1. Όπως γίνεται φανερό από την τελευταία στήλη του ίδιου πίνακα, **οι αστοχίες αξιοποίησης των δυνατοτήτων των εργατών στοιχίζουν περισσότερο στην ίδια την επιχείρηση και λιγότερο στο σύνολο των εργατών λόγω του συντελεστή a** (την υπεραξία εργασίας).

Σε κάθε περίπτωση, είναι φανερό πως η πλευρά της εργοδοσίας χάνει περισσότερο από την πλευρά της εργοληψίας αλλά συνολικά χάνουν και οι δύο πλευρές από τις τριβές αναζήτησης. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο τύπων εργαζομένων που περιεγράφηκαν παραπάνω ανήκει στην κατηγορία παιγνίων της λεγόμενης **Δυσμενούς Επιλογής** (Adverse Selection) που ανέπτυξε ο **George Akerlof** το 1970 [4]. Μάλιστα το 2001 ο George Akerlof τιμήθηκε με το Nobel Οικονομίας για αυτή του την εργασία. Η δεδομένη έρευνα αφορούσε την μελέτη του τρόπου με τον οποίο η αβεβαιότητα της ποιότητας των προϊόντων μπορεί να εκφυλίζει μια ολόκληρη αγορά. Το παράδειγμα που χρησιμοποίησε ο Akerlof αφορούσε την αγορά μεταχειρισμένων αυτοκινήτων όπου οι πωλητές σε κάθε περίπτωση προβάλλουν κάθε πώληση ως δελεαστική ακόμα και αν πρόκειται για μια μέτρια περίπτωση. Έτσι δείχθηκε ότι τα αξιόλογα μεταχειρισμένα αυτοκίνητα θα αποσύρονται σταδιακά από την αγορά καθώς οι αγοραστές θα υπόκεινται στις επιπτώσεις του φαινομένου δυσμενούς επιλογής. Αυτό συμβαίνει γιατί το ρίσκο λανθασμένης επιλογής αυξάνει για τους αγοραστές τόσο που ακόμα και ένα αξιόλογο μεταχειρισμένο αυτοκίνητο να καταλήγει να πωλείται χαμηλότερα της αξίας του, και σταδιακά το κίνητρο πώλησης σε αυτή την αγορά να μειώνεται και ο πωλητής του αξιόλογου μεταχειρισμένου αυτοκινήτου να στρέφεται να το πουλήσει σε κάποιον φίλο του (δηλαδή μέσα από ένα κανάλι που περιέχει την ποθητή πληροφορία και μειώνει το ρίσκο ενώ παράλληλα αυξάνει την ωφέλεια) αφού ο φίλος θα μπορεί να αναγνωρίσει (και να απολαύσει) τη δεδομένη αξία.

Όπως είναι φανερό, η ασύμμετρη πληροφόρηση ευνοεί την μετατόπιση της ισορροπίας των συναλλασσόμενων μερών προς τον εκφυλισμό του προσφερόμενου αγαθού (ή της υπηρεσίας) σε μια αγορά. Και δεν είναι η φύση των εμπλεκόμενων μερών ή το αντικείμενο της συναλλαγής που προκαλεί αυτό τον εκφυλισμό αλλά η διαφορά στην πληροφόρηση μεταξύ των συμμετεχόντων. Αυτό ακριβώς δύναται να συμβεί και στην περίπτωση που εξετάζεται στην παρούσα εργασία, ειδικότερα όταν η εργοδοσία καθιστά πιο ξεκάθαρες τις δεξιότητες που απαιτούν τα έργα της σε σχέση με την ασάφεια που λαμβάνει γύρω από τους ισχυρισμούς των ενδιαφερόμενων εργοληπτών για την ποιότητα και ωριμότητα των σχετικών δεξιοτήτων τους.

Μεταξύ του ζητήματος βέλτιστης διασταύρωσης στην αγορά εργασίας (δηλαδή την απόδοση των ατόμων με την κατάλληλη τεχνική κατάρτιση στα αντίστοιχα έργα), και τη θεωρία του Akerlof υπάρχει μια σημαντική τεχνική διαφορά. Ο εκφυλισμός μιας

αγοράς με τα χαρακτηριστικά που σημειώνει ο Akerlof είναι αναπόφευκτος. Ο εκφυλισμός όμως της αγορά εργασίας, δεν αφορά σε αγοραπωλησία αγαθών αλλά σε αντιστοίχιση εν δυνάμει εργαζόμενων σε έργα (ή ομάδες εργασίας) και εύκολα αποδεικνύεται πως υπάρχει τρόπος να αποφευχθεί.

Στον Πίνακα 2 παρατίθεται το ίδιο πρόβλημα αλλά αυτή τη φορά γίνεται η θεώρηση ότι υπάρχει **αξιοποιήσιμη πληροφορία** σχετικά με την καταλληλότητα διασταύρωσης έργων με εργαζόμενους. Συνεπώς οι πιθανότητες ευνοούν την πρώτη περίπτωση όπου 4 στις 5 φορές ένας εργάτης δεξιοτήτων A καταφέρνει να αναλάβει το έργο δεξιοτήτων τύπου A. Συνεπώς την 1 στις 5 φορές δεν το καταφέρνει και αναλαμβάνει έργο τύπου B. Εφόσον υπάρχει μόλις δύο εργαζόμενοι στο παράδειγμα, εκείνη την 1 φορά ο εργαζόμενος τύπου B αναλαμβάνει έργο τύπου A, ενώ στις υπόλοιπες 4 περιπτώσεις αναλαμβάνει έργο τύπου B, όπως του αναλογεί.

**Πίνακας 2.** Πιθανά σενάρια (με αξιοποίηση πληροφορίας καταλληλότητας)

Τύπος Έργου	Τύπος Εργάτη	Πιθανότητα Καταλληλότητας	Score Έργου	Score Εργάτη	Ακάλυπτο Ποσοστό Έργου	Αναξιοποίητες Δεξιότητες Εργάτη
Έργο Δεξιοτήτων τύπου A	Εργάτης Δεξιοτήτων τύπου A	80 %	S	$a \times S$	0	0
Έργο Δεξιοτήτων τύπου B	Εργάτης Δεξιοτήτων τύπου A	20 %	s	$a \times s$	0	$a \times (S-s)$
Έργο Δεξιοτήτων τύπου A	Εργάτης Δεξιοτήτων τύπου B	20 %	s	$a \times S$	S-s	0
Έργο Δεξιοτήτων τύπου B	Εργάτης Δεξιοτήτων τύπου B	80 %	s	$a \times s$	0	0

Τώρα η αναμενόμενη ωφέλεια του εργαζομένου τύπου A είναι

$$Utility\_labor\_A = 0.8 \times a \times S + 0.2 \times a \times s = a \times \left( \frac{4}{5} \times S + \frac{1}{5} \times s \right) \quad (3)$$

ενώ του τύπου B είναι

$$Utility\_labor\_B = 0.2 \times a \times S + 0.8 \times a \times s = a \times \left( \frac{1}{5} \times S + \frac{4}{5} \times s \right) \quad (4)$$

το οποίο αποτελεί σαφή βελτίωση καθώς αυξάνει την ωφέλεια του εργαζομένου τύπου A και μειώνει την ωφέλεια του εργαζομένου τύπου B, με αστοχία  $\frac{1}{5} \times a \times (S-s)$  έναντι

αστοχίας  $\frac{1}{2} \times a \times (S-s)$  που ήταν προηγουμένως και συνεπώς μειώνει και το όποιο κίνητρο συμμετοχής του εργάτη τύπου B σε έργα τύπου A. Ομοίως, μειώνεται το ακάλυπτο ποσοστό έργου σύμφωνα με την

$$\text{Utility\_project\_A} - \text{Utility\_project\_B} = \frac{1}{5} \times (S-s) \quad (5)$$

**Και ακριβώς ανάλογα μειώνονται και οι αναξιοποίητες δεξιότητες των εργαζόμενων.**

Στη γενική περίπτωση ασύμμετρης πληροφόρησης, τα έργα που απαιτούν πολλές διαφορετικών ειδών (ποιότητες) τεχνικής κατάρτισης καθώς και επαγγελματική ωριμότητα, δηλαδή τα έργα τύπου A, δύναται να εκφυλιστούν επειδή οι εργαζόμενοι τύπου A δεν απολαμβάνουν ικανοποιητική πρόσοδο (ωφέλεια) σε σχέση με τους εργαζόμενους τύπου B. Όπως φάνηκε από το παραπάνω παράδειγμα, για να μεταβληθεί η ωφέλεια προς την κατεύθυνση που εξυπηρετεί τους εργαζόμενους τύπου A (καθώς και τη συνολική ωφέλεια της επιχείρησης) αρκεί να εισαχθεί **σχετική πληροφόρηση** όπως για παράδειγμα περισσότερη ανάλυση για τις ακριβείς απαιτήσεις ενός έργου καθώς και **περισσότερη διαφάνεια** για τις τεχνικές δεξιότητες ενός εν δυνάμει εργαζόμενου στο έργο αυτό.

Ακόμα όμως και με λιγοστή διαφάνεια στο κομμάτι των δεξιοτήτων, υπάρχει ένας ακόμη τρόπος αποφυγής του προβλήματος εκφυλισμού, αρκεί να είναι ικανοποιητικά σαφείς οι απαιτήσεις των έργων. Η αποφυγή εκφυλισμού ευνοείται με την εξασφάλιση μιας κρίσιμης μάζας εργαζομένων τύπου A έναντι αυτών τύπου B, ακόμα και όταν η προαναφερόμενη πληροφορία είναι απύσχα ή ασθενής. Συνεπώς, αν υπάρξει η μέριμνα ώστε η διαφορά των πληθυσμών να είναι τέτοια που να επηρεάζει σημαντικά (και προς ικανοποίηση των εργαζόμενων τύπου A κυρίως) τις πιθανότητες των επιθυμητών διασταυρώσεων, η δυναμική του εκφυλισμού μετριάζεται δραστικά.

Για την επεξήγηση της αρχής λειτουργίας αυτού του μέτρου αρχικά θεωρείται πως δεν υπάρχει προσπάθεια εισαγωγής πληροφορίας για τους εργαζόμενους και πως η γνώση περιορίζεται στη διαφάνεια των απαιτούμενων των έργων (δηλαδή υπάρχει από την πλευρά του εργοδότη). Έστω  $p$  η πιθανότητα προσέγγισης ενός εργαζόμενου τύπου B σε ένα έργο τύπου B. Έστω επίσης ότι καταφέρνει να αναλάβει εργασία σε ένα έργο τύπου A με πιθανότητα  $b$ . Στα προηγούμενα, για απλούστευση, ίσχυε ότι  $b=1$ . Με αυτές τις παραδοχές, ο εργαζόμενος B θα καταλήγει να δουλέψει σε έργο τύπου B με πιθανότητα  $p$  ενώ σε ένα έργο τύπου A με πιθανότητα  $(1-p) \times b$ . Παράλληλα, ένας



εργαζόμενος τύπου A θα αντιστοιχείται σε έργο τύπου B με πιθανότητα  $p$  (αλλά θα επιλέγει να μη δουλέψει σε αυτό) και σε έργο τύπου A με πιθανότητα  $1-p$  (στο οποίο θα αρέσκεται να δουλέψει).

Έτσι, η ωφέλεια του εργαζόμενου τύπου B σε αυτό το παράδειγμα είναι

$$Utility\_labor\_B = 1 \times p + b \times (1-p) = p + b - p \times b \quad (6)$$

ενώ του τύπου A είναι

$$Utility\_labor\_A = 0 \times p + 1 \times (1-p) = 1-p \quad (7)$$

Επομένως, ο μη-εκφυλισμός συμβαίνει όταν ισχύει  $p + b - p \times b < 1 - p$  ή αλλιώς όταν

$$p < (1-b)/(2-b) \quad (8)$$

Σύμφωνα με την (8), όταν η πιθανότητα ανάληψης έργου A από έναν εργαζόμενο τύπου B είναι 50 % (όπως στα δεδομένα του Πίνακα 1), δηλαδή  $b = 0.5$ , αφού δεν υπάρχει πληροφόρηση για το ποιόν τους, η ελάχιστη πιθανότητα  $p$  που κάμπτε τις τάσεις εκφυλισμού είναι  $1/3$ , ή διαφορετικά, το πλήθος των εργατών τύπου A θα πρέπει να είναι τα  $2/3$  όλων των διαθέσιμων εργατών. Εάν ωστόσο εισαχθεί πληροφορία και για το ποιόν των εργατών τότε περιορίζεται και η κρίσιμη μάζα τύπου A. Για παράδειγμα, σύμφωνα με την (8), αν η πιθανότητα ανάληψης  $b$  γίνει 20 % (όπως κατά κάποιο τρόπο συμβαίνει με τα δεδομένα του Πίνακα 2) τότε αρκεί μόλις το 56 % των διαθέσιμων εργαζόμενων να είναι τύπου A για να καμφθούν οι τάσεις εκφυλισμού.

Είναι αρκετά ενθαρρυντικό πως οι ανθρώπινες συμπεριφορές που περιγράφονται σε αυτή την παράγραφο, αν και διαμορφώθηκαν μέσα από υποθέσεις οι οποίες έδρασαν ως λογικές τομές για να τις εξάγουν ως ακέραιες δομές μοντελοποιημένες στις παραπάνω εξισώσεις, παρατηρούνται έντονα και στον πραγματικό κόσμο. Όλες οι πλατφόρμες που προαναφέρθηκαν (Skroutz, Beat, YouTube, AirBnB) χρειάζεται να εξασφαλίσουν μια κρίσιμη μάζα σοβαρών χρηστών (κατ' αναλογία των επιδέξιων εργατών) ώστε να εξασφαλίσουν την βιωσιμότητα του επιχειρηματικού τους μοντέλου. Στον εργασιακό χώρο αυτό συνήθως συμβαίνει με τους **προκαταρκτικούς ελέγχους** (screening) και τη χρήση μορφών **πιστοποίησης**. Επικουρικά ως προς την μείωση της ασύμμετρης πληροφόρησης, οι νεοσύστατες επιχειρήσεις (που παρουσιάζουν απουσία πρότερης γνώσης – της γνώσης κατάστασης) και ειδικότερα όσες έχουν project-based φιλοσοφία, μπορούν κατ' αναλογία των πλατφορμών που προαναφέρθηκαν, να ενισχύσουν το Μητρώο του Ανθρώπινου Δυναμικού τους με τις



εξελισσόμενες τεχνικές δεξιότητες των υπαλλήλων, μέσα από τη **εντατικοποίηση της συλλογής δεδομένων** για τους υποψήφιους κάθε ομάδας και την **αποκλειστική διάθεσή** τους σε συγκεκριμένα έργα.

## **2.2. Ανάγκη διαχείρισης του ανθρώπινου δυναμικού**

Μια εταιρία εντάσεως εργασίας, σε αντίθεση με μια εταιρία εντάσεως κεφαλαίου, στηρίζει την εύρυθμη λειτουργία της στη σωστή διαχείριση του προσωπικού της, καθώς οι μισθοί προς απόδοση αποτελούν το μεγαλύτερο λειτουργικό της έξοδο και παράλληλα οι μισθωτοί (τόσο στο τμήμα διοικήσεως όσο και στο τμήμα παραγωγής) το κερδοφόρο της δυναμικό. Χωρίς αυτό να είναι απόλυτο, το διοικητικό προσωπικό συνήθως εμπλέκεται σε διαδικασίες που δε συναρτώνται άμεσα με το προφίλ των τεχνικών δεξιοτήτων που απαιτούνται στην παραγωγική διαδικασία (αποτελούν το επονομαζόμενο overhead). Ωστόσο, το προφίλ που διαμορφώνεται από τα Έργα (Projects) που αναλαμβάνει μια εταιρία, πχ. λογισμικού, συναρτάται απόλυτα με το αντίστοιχο προφίλ της 'μέσης' τεχνικής κατάρτισης των προς διάθεση μηχανικών/προγραμματιστών της.

Τα έξοδα ανθρώπινου δυναμικού όπως το κόστος κατάρτισης, τα έξοδα εκτός έδρας ή/και διαμονής καθώς και οι μισθοί, αποτελούν μεγάλο μέρος των λειτουργικών εξόδων σε οποιοδήποτε έργο [5]. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες γενικά προσπαθούν να χρησιμοποιούν το προσωπικό όσο το δυνατόν πιο βέλτιστα.

## **2.3. Βιβλιογραφική Έρευνα Προσεγγίσεων**

Πολλά ομαδικά έργα προσπαθούν να επιτύχουν πολλούς στόχους ταυτόχρονα (multi-objective orientation) πολλοί εκ των οποίων είναι αντικρουόμενοι και γι' αυτό η πρόκληση της κατάλληλης διάθεσης προσωπικού και δημιουργίας ομάδων έργων έχει προσελκύσει την προσοχή πολλών ερευνητών. Ειδικά ο σχηματισμός αποτελεσματικών και επιτυχημένων ομάδων που προσπαθούν να φέρουν εις πέρας αντικρουόμενους στόχους, όπως το κόστος και ο χρόνος, εξακολουθούν να αποτελούν ένα ανοικτό πρόβλημα στην βιβλιογραφία [6].

Αυτό αποτελεί επέκταση του [7] και [8] διότι, όπως αναφέρεται στις αντίστοιχες εργασίες, η ποιότητα ενός έργου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα χαρακτηριστικά

(δηλαδή την επαγγελματική ωριμότητα, τις ικανότητες και τις τεχνικές δεξιότητες) της ομάδας έργου (Project Team). Είναι επίσης γνωστό, σύμφωνα με το [9], ότι :

Τα βασικά κριτήρια απόδοσης ενός έργου είναι:

- i) η ελαχιστοποίηση του εύρους εργασίας (scope of work, time of work),
- ii) η ελαχιστοποίηση του κόστους (cost), και
- iii) η μεγιστοποίηση της ποιότητας (quality).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, και με δεδομένο ότι τα i) και ii) είναι αντικρουόμενα μεταξύ τους, το προσωπικό υψηλής ποιότητας συνεπάγεται υψηλό κόστος και επομένως, για την ικανοποίηση αυτού του **πολλαπλών στόχων** (multi-objective) προβλήματος απαιτείται η εύρεση της βέλτιστης λύσης κατά περίπτωση («χρυσής τομής» ανά σενάριο).

Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας από το [9] δείχνει ότι το μεγαλύτερο μέρος από τις υπάρχουσες έρευνες επικεντρώνονται στην ικανότητα κάθε υποψήφιου ως προς ένα έργο, και λίγες μόνο έρευνες εξετάζουν την ικανότητα κάθε υποψηφίου για κάθε ρόλο. Επιπλέον, στα προβλήματα του πραγματικού κόσμου, η ντετερμινιστική μοντελοποίηση πολλών καταστάσεων μπορεί να μην είναι ρεαλιστική λόγω των διαφόρων τύπων παγώματος της εύρυθμης λειτουργίας στο επιχειρηματικό περιβάλλον. Υπάρχουν πολλές **πηγές αβεβαιότητας** που επηρεάζουν τις παραμέτρους και άρα την τελική έκβαση ενός έργου [10]. Για παράδειγμα, οι διάρκειες των επιμέρους δραστηριοτήτων (tasks) είναι μία από τις πιο κοινές πηγές αβεβαιότητας σε ένα έργο. Υπάρχουν δύο τύποι αβεβαιότητας που συμπεριλαμβάνουν τις **στοχαστικές** και τις **ασαφείς** παραμέτρους. Στις στοχαστικές, η κύρια πηγή της αβεβαιότητας είναι η τυχαιότητα και οι αβέβαιες παράμετροι θεωρούνται τυχαίες μεταβλητές με γνωστή κατανομή πιθανοτήτων. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το είδος αβεβαιότητας χρησιμοποιείται η στοχαστική προσέγγιση προγραμματισμού [11, 12]. Σε επιλύσεις με **ασαφείς** παραμέτρους, υπάρχει ένα συγκεκριμένο εύρος για τα δεδομένα που λαμβάνονται από την κρίση ενός εμπειρογνώμονα, και η ασαφής λογική προσέγγιση χρησιμοποιείται για να αντιμετωπίσει αυτό ακριβώς το είδος αβεβαιότητας. Από την ανασκόπηση των Fahimeh Rahmanniyay & Andrew Junfang Yu [9] βρέθηκε ότι οι μελετητές προτιμούν τον στοχαστικό προγραμματισμό σε σχέση με τον ασαφή προγραμματισμό σε αυτού του είδους τα προβλήματα. Στην Εικόνα 3 παρουσιάζονται

συγκεντρωτικά ο τύπος κάθε μεθόδου, οι στόχοι της αλλά και οι περιορισμοί τους, σύμφωνα με την ανασκόπηση των F. Rahmanniyay & A. J. Yu.

References	Methods			Objectives		Constraints	
	LP	Meta-Heuristic/ Heuristic	Fuzzy Interface	Single Objective	Multi-Objective	Deterministic	Stochastic
Zakarian and Kusiak (1999)	✓			✓		✓	
Karsak (2000)	✓			✓		✓	
Chen and Lin (2004)	✓			✓		✓	
Tseng et al. (2004)			✓	✓		✓	
Baykasoglu et al. (2007)		✓ (SA)			✓ (Optimizes sustainably and team size)	✓	
Hlaottinun et al. (2008)	✓			✓		✓	
Wi et al. (2009)		✓(GA)			✓ (Individual and collaborative performance)	✓	
Feng et al. (2010)		✓ (GA)			✓ (Individual and collaborative performance)	✓	
Strnad and Guid (2010)		✓ (Fuzzy GA)		✓		✓	
Zhang and Zhang (2013)		✓ (MOPSO)			✓ (Individual capability and collaboration)	✓	
Tavana et al. (2013)			✓	✓		✓	
Gutiérrez et al. (2016)		✓(Variable Neighborhood)		✓		✓	
Farasat and Nikolaev (2016)		✓		✓		✓	
Cavdur et al. (2018)			✓		✓(meeting different skills)	✓	
Our Paper	✓				✓ (Competency and cost)		✓

**Εικόνα 3. Ανταλλαγή πληροφορίας του HR με τα υπόλοιπα τμήματα της επιχείρησης [9].**

Ο χρόνος και το κόστος είναι δύο σημαντικές μετρικές στη Διαχείριση Έργων (Project Management) και συνεπώς ορισμένες πτυχές των συμβατικών μοντέλων δεν ασχολούνται με στοιχεία όπως η ομαδική ανάπτυξη, η ηγεσία, τα κίνητρα, η επικοινωνία, η αντίληψη του ρίσκου, το εργατικό ηθικό (morale), η εταιρική κουλτούρα (corporate culture), η διαχείριση της ποιότητας, οι επιρροές στην αλλαγή των αρχικών απαιτήσεων (backlog, scope of work), κ.ο.κ. μέχρι μόλις πρόσφατα [13].

Για τη μελέτη του χρόνου ως μετρικής, ορισμένοι ερευνητές [14] χρησιμοποίησαν **προσομοιώσεις** για την επίλυση του προβλήματος με περιορισμούς. Μέσα από τη γραφική αναπαράσταση όλων των δυνατών χρονοδιαγραμμάτων, ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων μπορεί να λάβει την τελική απόφαση σύμφωνα με τα αποτελέσματα προσομοίωσης.

Ο **γενετικός αλγόριθμος** [15] είναι μια ακόμα προσέγγιση για την επίλυση των προβλημάτων προγραμματισμού των έργων με **περιορισμένους πόρους** [16]. Ορισμένοι συγγραφείς ανέπτυξαν την έρευνά τους με βάση τα **χαρακτηριστικά** των προβλημάτων [17] ενώ άλλοι βασίστηκαν στον συνεχή περιορισμό των πόρων και ανέπτυξαν έναν αλγόριθμο μέσω της μεθόδου του **κρίσιμου μονοπατιού** (Critical Path Method ή CPM) για να βρουν το εφικτό χρονοδιάγραμμα θεωρώντας όμως πως ο ρυθμός της παραγωγικής δραστηριότητας παραμένει ο ίδιος [18] (αντί για σιγμοειδής).

Μια άλλη δημοφιλής προσέγγιση είναι ο μαθηματικός προγραμματισμός - όπως ο **γραμμικός προγραμματισμός** [19] ή ο **μη γραμμικός προγραμματισμός** [20] - για την επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης. Ένα έργο μπορεί να αποδομηθεί σε αρκετές συνεχείς φάσεις και να λυθεί χρησιμοποιώντας δυναμικό προγραμματισμό. Η αποσύνθεση ενός πολύπλοκου έργου σε διάφορα επιμέρους στάδια μπορεί να συντελέσει δραστικά στην απλοποίηση του προβλήματος και στη **μείωση της μαθηματικής πολυπλοκότητας** των υιοθετούμενων μοντέλων [21].

Κατά τη βιβλιογραφική έρευνα εντοπίστηκε επίσης μια μελέτη που πραγματεύεται τη διαχείριση των κρίσιμων για το χρόνο λειτουργιών και τις δυναμικές αλληλεπιδράσεις τους στις διαχειριστικές εργασίες του έργου. Οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι οι ασκούμενοι τείνουν να σχεδιάζουν **αποθέματα ασφαλείας** στις λειτουργίες τους, μια πρακτική που υποβοηθά το συνολικό σχεδιασμό των έργων και πρότεινε ένα μοντέλο διαχείρισης δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στα καθήκοντα κατά μήκος του κρίσιμου μονοπατιού (Critical Path) [22]. Σε αυτή τη μελέτη προστέθηκε ένας διευθυντής σε κάθε δραστηριότητα με περισσότερα από ένα άτομα που συμμετείχαν και συμπεριελήφθη πρόσθετος χρόνος για να ληφθεί υπόψη η επικοινωνία μεταξύ πόρων που εργάζονται στην ίδια δραστηριότητα.

Για τη λογική ελαχιστοποίησης του κόστους, οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποίησαν μαθηματικά μοντέλα. Ειδικά για την κατανομή των ανθρώπινων πόρων χρησιμοποιήθηκε ένα πρόγραμμα μεικτών ακέραιων αριθμών [23] και ένα γραμμικό πρόγραμμα [24].

Για να εξεταστεί η δυναμική αξία των πόρων, ειδικά αν τα σενάρια υπό μελέτη εκτείνονται σε βάθος χρόνου, προτείνεται η καθαρή παρούσα αξία ως κριτήριο κατανομής των πόρων [25]. Ο χρόνος και το κόστος είναι δύο στόχοι που συνήθως δεν βελτιστοποιούνται ταυτόχρονα και έτσι η αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των δύο συνήθως μελετάται χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις [26].

Μια πολύ σχετική έρευνα με την παρούσα διατριβή έχει γίνει από τους κ. Νικόλαο Ματσατσίνη και τον κ. Παύλο Δέλια, με την υλοποίηση του AgentAllocator DSS [27] όπου ως στόχο έχει τη δημιουργία ενός βέλτιστου σχεδίου διάταξης των υπαλλήλων. Η μεθοδολογία αντιμετώπισης του προβλήματος αναπτύσσεται μέσα από τη σχεδίαση ενός πολυπρακτορικού (multi-agent) συστήματος. Η αναδιάταξη βασίζεται στα χαρακτηριστικά των πρακτόρων και την ικανότητά τους να εκτελέσουν ένα

συγκεκριμένο πακέτο εργασίας. Τα χαρακτηριστικά του κάθε πράκτορα λαμβάνονται υπόψη κάθε φορά που αναλαμβάνει ένα νέο πακέτο εργασίας. Η τελική απόφαση προκύπτει από την εκτίμηση ενός συνόλου κριτηρίων που ορίζονται από τον υπεύθυνο λήψης των αποφάσεων (χρήστης του DSS). Τα χαρακτηριστικά των υποψήφιων πρακτόρων (εργαζόμενων) ορίζονται εξ αρχής (πχ. μέσα από συγκεκριμένη βάση δεδομένων). Ο καθένας εξ' αυτών έχει μια σειρά από χαρακτηριστικά και ομοίως το κάθε πακέτο εργασίας χαρακτηρίζεται από παρόμοια χαρακτηριστικά. Το σύστημα εκτιμά όλες τις πιθανές αναθέσεις εργασίας και εκτιμά το πλάνο που ευθυγραμμίζεται καλύτερα με τα πολλαπλά κριτήρια που έχει θέσει ο χρήστης του DSS. Το εργαλείο του AgentAllocator αφορά μια προσέγγιση που στηρίζεται σε 3 κύριες λειτουργίες:

1. την μοντελοποίηση μιας σαφώς ορισμένης οικογένειας μετρήσιμων ή ταξινομήσιμων κριτηρίων για την αξιολόγησή κάθε πιθανού σχήματος ανάθεσης εργασιών σε πράκτορες
2. την εκτίμηση μιας συνάρτησης προσθετικής αξίας προκειμένου τα κριτήρια αξιολόγησης να μπορούν να καταταχθούν σε μια σειρά εναλλακτικών σχημάτων εργασιών
3. την εφαρμογή ενός μηχανισμού κατανομής που τελικά αναθέτει τα πακέτα εργασίας σε πράκτορες (εργαζόμενους) ανάλογα με την αξία τους όπως αυτή συλλέγεται και εξετάζεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των πρακτόρων.

Η μέθοδος είναι δομημένη έτσι ώστε κάθε πακέτο εργασίας να μπορεί να εκτελεστεί ακριβώς από έναν πράκτορα και από τη στιγμή που η ανάθεση έχει αποφασιστεί ο πράκτορας να δεσμεύεται απέναντι στην εκτέλεσή της και να μην δικαιούται να διαπραγματευτεί την αλλαγή της. Επίσης, η μέθοδος επιτρέπει την δυναμική αντικατάσταση των χαρακτηριστικών του κάθε πράκτορα κατά την διαδικασία ανάθεσης των πακέτων εργασίας. Τα κριτήρια που ορίζει ο χρήστης του DSS θα πρέπει να διέπονται (όπως προκύπτει και από την θεωρία πολυκριτήριας ανάλυσης) από τις εξής τρεις συνθήκες: μονοτονία, αποκλειστικότητα και μη-πλεονασμό [28]. **Η AgentAllocator μέθοδος στηρίζεται, όπως και η μέθοδος που αναπτύσσεται στην παρούσα διατριβή, στην αξιολόγηση της συνάφειας που παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά ενός πακέτου εργασίας με τα αντίστοιχα του εργαζόμενου.** Έτσι, πιο αρμόδιος για την εκτέλεση, κρίνεται αυτός που καλύπτει σε μεγαλύτερο βαθμό τα απαιτητά χαρακτηριστικά, μέσα από ένα ειδικό σύστημα

απόδοσης αξιών. Οι αξίες αυτές αλλάζουν τιμή αναλόγως των προτιμήσεων που εκθέτει μέσα από τα διάφορα κριτήρια, ο χρήστης του DSS.

## 2.4. Αδυναμία εκτίμησης ρίσκου κατά την ανάληψη

Ο υψηλός κίνδυνος (ρίσκο) λανθασμένης εκτίμησης είναι αρκετά φανερός ειδικά για τις νεοφυείς επιχειρήσεις (start-ups) από αρχής γενομένης της ανάληψης του εκάστοτε έργου καθώς η αδυναμία τους να το τιμολογήσουν κατάλληλα είναι μεγάλη, αναγκάζοντάς τες να βασίζονται σε συμβόλαια της μορφής αορίστου χρόνου και υλικών (time and material). Αυτό εν συνεχεία έχει ως τις ωθεί να καθυστερούν τις προκαταρκτικές διαδικασίες δημιουργίας των χαρτών έργων (project charters) ή/και να επωμίζονται το κόστος **κωλυσιεργίας** ή **παρορμητικότητας** όταν πιέζονται να λάβουν μέρος σε αναδυόμενες πελατειακές ευκαιρίες ή μειοδοτικούς διαγωνισμούς.

Η αδυναμία εκτίμησης του συνολικού φόρτου εργασίας, και κατ' επέκταση του χρόνου παράδοσης και άρα του κόστους του προσωπικού, σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα εκτίμησης της **διαθέσιμης τεχνογνωσίας** (know-how) ή αλλιώς την ικανότητα βέλτιστης κατανομής του εργατικού δυναμικού στα τρέχοντα έργα. Αυτή η αδυναμία καθρεπτίζεται και στη δημιουργία των αντίστοιχων **σχεδίων έκτακτης ανάγκης** (contingency & fall-back plans) αλλά και την ανάγκη χρήσης **διαστημάτων προστασίας** (time-paddings, κάτι που δεν ενδείκνυται από τις βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης έργων), ή/και στην ανάγκη **εξωτερικής ανάθεσης** (outsourcing) υποσυνόλου του έργου όπου και πάλι, οι απαιτήσεις αλλά και το κόστος υπολογίζεται «βάσει διαίσθησης».

Ο κίνδυνος (ρίσκο) αποτελεί μια κοινή μετρική στη διαχείριση έργων, με ποικίλους ορισμούς στη βιβλιογραφία. Ορισμένοι συγγραφείς χρησιμοποιούν ερωτηματολόγια ή ημερολόγια ή **μητρώα πιθανών κινδύνων** (risk registers) για τη συλλογή πληροφοριών από διαχειριστές έργων (project managers). Οι στατιστικές αναλύσεις προσδιορίζουν έξι διαστάσεις για τον χαρακτηρισμό του ρίσκου και αναπτύσσουν κατάλληλα μέτρα για το καθένα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι κίνδυνοι επηρεάζουν καταλυτικά την απόδοση του έργου [29]. Ο **ανθρώπινος παράγοντας** (human factor) εντοπίστηκε ως ο σημαντικότερος λειτουργικός κίνδυνος κατά τη διαχείριση των αστάθμητων κινδύνων των έργων [30]. Ο κίνδυνος θα μπορούσε να ποσοτικοποιηθεί [31] ή να μετατραπεί σε διαχείριση αβεβαιότητας έργου και να ελέγχεται συστηματικά [32].

Κάποιοι συγγραφείς αναγνώρισαν τους κινδύνους καθώς η γνώση έπρεπε να επαναχρησιμοποιηθεί και συνεπώς να μειωθεί [33]. Σε μια ενδιαφέρουσα έρευνα που προέκυψε από την ενδελεχή μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, ως κίνδυνος θεωρήθηκε η ίδια η **διακύμανση του χρόνου ολοκλήρωσης** και διαμορφώθηκε ανάλογα ως υπολογίσιμο μέγεθος από τον μη γραμμικό προγραμματισμό [34].

Μεγάλο μέρος της διαχείρισης ρίσκου από το Book of Knowledge (BOK) του Project Management Institute (PMI) στηρίζεται στην θεώρηση πως κάθε αλλαγή περιέχει ρίσκο, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την αφιέρωση ξεχωριστής Γνωσιακής Περιοχής (Knowledge Area) του δεδομένου βιβλίου, αλλά και όλης της φιλοσοφίας που διέπει τον κλάδο, στις μεθόδους **Διαχείρισης των Αλλαγών** (Change Management). Μέσα από τη μελέτη αυτής της γνωστικής περιοχής εύκολα καταλήγει κάποιος πως η διαχείριση αλλαγών διέπεται σε μεγάλο βαθμό από ανθρώπινες ανησυχίες που φαντάζουν διαισθητικά ασήμαντες αλλά καταλήγουν να περιέχουν τα ουσιαστικότερα ρίσκα. Ως σύντομα παραδείγματα αρκεί να γίνει μια σύντομη αναφορά στις **γνωστικές προκαταλήψεις** (cognitive biases) και το πώς αυτές μπορούν να επηρεάσουν την αντιμετώπιση προβλημάτων προς επίλυση. Σε αυτό μπορεί να προστεθούν ιδιοσυγκρασιακά στοιχεία όπως η ατομιστική ή η συγκεντρωτική προσέγγιση, η λακωνική ή υπερανalyτική επικοινωνία, αυτά να ενισχυθούν από πιθανές αποκλίσεις μιας νορμοθυμικής συμπεριφοράς, όπως πχ. η αντίδραση στην πίεση, η ανάληψη ευθύνης, η ανησυχία του αγνώστου, η αντιμετώπιση της αποτυχίας και τέλος να δικαιολογηθούν μέσα από τις **φιλοσοφικές/φυλετικές/πολιτικές/κοινωνικές ή και επιστημονικές προσεγγίσεις** του ατόμου, όπως προσωπικές εκτιμήσεις περί αυτοθυσίας, αλτρουισμού, αισθητικής, ηθικής, δικαιοσύνης κτλ. Οι οποιεσδήποτε αλλαγές αποτελούν προκλητικό στοιχείο για τον ανθρώπινο παράγοντα. Συνεπώς η εκτιμώμενη απόκριση σε μια αλλαγή εμπεριέχει μεγάλη **λειτουργική αβεβαιότητα** (operational uncertainty), και κατ' επέκταση ρίσκο, ειδικά στη δυναμική των ομάδων (group dynamics).

#### **2.4.1. Επιρροή στον χρονοπρογραμματισμό**

Κατά τη φάση της πρώιμης σχεδίασης (δηλαδή κατά την υλοποίηση του Work Break-Down Structure), το 'σπάσιμο' των σημαντικότερων εργασιών συχνά γίνεται με την απόδοση μιας **T-shirt sizing φιλοσοφίας** που στηρίζεται σε πρότερη γνώση ή όταν αυτή δεν υπάρχει, απλά σε «διαίσθηση» και γενικές εκτιμήσεις που λαμβάνονται από



**την «εντύπωση» των εμπειρογνομόνων** (subject matter experts), δηλαδή μιας στείρας εκτίμησης που μπορεί να ποικίλει ως προς τις πραγματικές ανάγκες, ειδικά αν το προϊόν είναι καινοτόμο και άρα εξ' ορισμού περιγράφεται από απαιτήσεις που στερούνται πρότερης εμπειρίας.

Η φύση των παραπάνω σχετίζει την μοντελοποίηση με τις ανθρώπινες συμπεριφορές. Οι **προκαταλήψεις που εισάγονται από το προσωπικό του έργου** που εφαρμόζει ευρετικές μεθόδους μπορούν να μεταφερθούν στη διατύπωση των προδιαγραφών, οδηγώντας τελικά σε αποτυχημένα έργα [35]. Μια μελέτη ενσωμάτωσε διάφορα μοντέλα και χρησιμοποίησε κατάλληλη προσομοίωση για να προβλέψει τον αντίκτυπο που έχουν οι απροσδόκητες αυτές καταστάσεις κατά την φάση ανάπτυξης στην απόδοση του έργου [36]. Στο [37] παρουσιάζεται μια μέθοδος για την ανάλυση του αντίκτυπου που έχουν οι παράγοντες του σχεδίου λογισμικού στην επιτυχία του έργου ενώ στο [38] προσδιορίζεται μια οπτική για το τι πρέπει να επιτύχει το έργο και πώς μπορεί να έχει σημαντικό θετικό αντίκτυπο. Εστιάζοντας στις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις στην περιοχή της Νοτιοανατολικής Ασίας, στο [39] προτάθηκε ένα **μοντέλο βασισμένο σε ευφυείς πράκτορες** (intelligent agents) για το συντονισμό της διαχείρισης των επιχειρηματικών πόρων. Μια άλλη έρευνα [40] μελέτησε τα οργανωτικά αναπτυξιακά έργα καταλήγοντας ότι **δεν είναι δυνατόν να αναπτυχθεί μία λύση δια παντός στην αρχική φάση στησίματος του έργου καθώς κάτι τέτοιο θα αποτελεί μια διαρκή αναζήτηση για την εξεύρεση λύσεων που θα αντιπροσωπεύουν την κατάλληλη ισορροπία μεταξύ αντίθετων κριτηρίων**. Αυτή η έννοια ενθάρρυνε τους ερευνητές να αναπτύξουν ένα ευέλικτο μοντέλο κατανομής πόρων για να παρέχουν λύσεις **σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες συνθήκες**.

Για τον συνδυασμό των παραπάνω στόχων, η [41] αποδίδει **βάρη σχετικά με τους περιορισμούς των πόρων**, τη διάρκεια του έργου και το κόστος, για να σχηματίσει έναν και μοναδικό στόχο και επιλύει χρησιμοποιώντας Γενετικούς Αλγορίθμους (GAs). Τέλος, η [42] προτείνει προγραμματισμό ασαφούς λογικής, συνδυάζοντας τους στόχους του συνολικού κόστους, του συνολικού χρόνου ολοκλήρωσης και προϋπολογισμού.

Στο [43] ωστόσο προτείνεται ένας GA του οποίου η αντικειμενική συνάρτηση συνίσταται στη χρήση ενός **σταθμισμένου αθροίσματος** από 4 βαθμολογικούς



παράγοντες καταλληλότητας: 1. την ελαχιστοποίηση του κόστους, 2. τη συγκέντρωση αποδοτικότητας, 3. την συνεκτικότητα και 4. την ισορροπημένη κατανομή.

Η μελέτη αποδεικνύει ότι όταν οι 4 παράγοντες εξετάζονται συνολικά, ο GA δημιουργεί ένα πρακτικό αποτέλεσμα κατανομής των ανθρώπινων πόρων, σε λογικό χρόνο, με λιγότερες αναθέσεις – χωρίς να εξετάζεται όμως η προτεραιότητα των εργασιών, προσφέροντας πιο ομοιόμορφες κατανομές από έναν αλγόριθμο **ο οποίος θα έχει ως μοναδικό στόχο την ελαχιστοποίηση του χρονικού διαστήματος των συνολικών εργασιών.**

Στην Εικόνα 3 γίνεται μια απόπειρα σύνοψης της σχετική βιβλιογραφίας ως προς τη διαχείριση του έργου, όπως αυτή είχε εξεταστεί από τους συγγραφείς του [44] και παρουσιαστεί στο “Talent Management, Resource Management” PMI συνέδριο του 2006, με βάση δύο παράγοντες, αντικειμενικό και μεθοδολογικό. Παρατίθεται κυρίως για την κατηγοριοποίηση η οποία ως σχήμα (framework) υπερκαλύπτει το εύρος των λοιπών αναφορών της παρούσας μελέτης, έως το 2019.

Method Objective	Simulation	Heuristics	Mathematical Model	Management Model
Time	Ingalls & Morrice (2004)	Alcaraz & Maroto (2001) Ammar & Elbeltagi (2001) Hartmann (2001) Lova & Tormos (2001) Tormos & Lova (2001)	Burkova et al. (2004) Khamooshi(1999) Wang et al. (2002)	Hameri & Heikkila (2002)
Cost	Haga & Marold (2004)		Deokro & Hebert (2003) Olafsson(2003) Smith et al. (2004)	
Risk			Turnquist & Nozick (2004)	Barros et al. (2004) Crossland et al. (2003) Thevendran & Mawdesley (2004) Wallace et al. (2004) Ward & Chapman (2003)
Soft Factors	Lee & Miller (2004)	Purvis et al. (2004)		Christenson & Walker (2004) Huin (2004) Riis & Pedersen (2003) Wohlin & Andrews (2003)
Multiple Objectives	Chang et al. (2001) Wang & Liang (2004)			

**Εικόνα 4. Διαχείριση του έργου, αντικειμενικά και μεθοδολογικά [44].**

#### **2.4.2. Επιρροή κατά την σύσταση ομάδων**

Στις σύγχρονες επιχειρήσεις που έχουν προσανατολισμό στο έργο, η σύσταση κατάλληλων ομάδων (project teams) αποτελεί μια κοινά αποδεκτή και ευρέως διαδεδομένη μορφή οργάνωσης, με αφορμή την έντονη ανάγκη για τον **διαμοιρασμό**

**δεξιοτήτων, πληροφόρησης και νέας γνώσης** (επιμόρφωσης) κατά τη δημιουργία των παραδοτέων (hands-on gain of expertise) [45, 46]. Ως αποτέλεσμα, η δημιουργία αποτελεσματικών ομάδων αποτελεί καθημερινή πρακτική για την υλοποίηση έργων σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης λογισμικού [47], την έρευνα και την ανάπτυξη (R&D) [48], την ανάπτυξη νέων προϊόντων (NPD) [46], τη συντήρηση συστημάτων και τον έλεγχο ποιότητας [49]. Σε περιβάλλοντα όπου οι επιχειρήσεις προσανατολίζονται **εστιάζοντας σε αναλήψεις έργων** (project-oriented), οι ομάδες αναπτύσσουν μια δια-λειτουργική φύση αποτελούμενες από μέλη που συνδυάζουν εμπειρία και μοιράζονται γνώση για την ανάπτυξη πολλών πτυχών του κύκλου ζωής του προϊόντος, συμπεριλαμβανομένου του μάρκετινγκ, των πωλήσεων, του R&D, της κατασκευής, της αγοράς, των δοκιμών, της διασφάλισης της ποιότητας και της ποιότητας υπηρεσιών. Αυτές οι **δια-λειτουργικές ομάδες** συνδέουν τη γνώση των διαφόρων λειτουργικών περιοχών ώστε να αναπτύξουν βιώσιμες λύσεις κυρίως κατά τα στάδια σχεδιασμού και ανάπτυξης του προϊόντος. Τα μέλη φροντίζουν να ξεπεράσουν τους παραδοσιακούς περιορισμούς εργαζόμενα σε μια κοινή πλατφόρμα μοιραζόμενα τα σχέδιά, τις απόψεις και τις ανησυχίες τους, ενώ παράλληλα συνδιαλέγονται ώστε να λύνουν προβλήματα και να οδηγούνται σε κοινά αποδεκτές, βέλτιστες κατά το δυνατόν λύσεις [50].

Στις επιχειρήσεις, οι οργανώσεις με προσανατολισμό στο έργο συμμετέχουν ταυτόχρονα σε πολλά έργα, αλλά, λόγω των περιορισμών σε πόρους, οι υπάλληλοι από διάφορα λειτουργικά τμήματα ανατίθενται προσωρινά σε διαφορετικά έργα και μετά την ολοκλήρωση, επιστρέφουν στα δικά τους λειτουργικά τμήματα. Ως εκ τούτου, οι συνεργάτες σε ένα λειτουργικό τμήμα **διαμοιράζονται νέες και διαφορετικές γνώσεις / εμπειρίες από διάφορα έργα**. Αν αυτή η νέα γνώση δεν κατανεμηθεί κατάλληλα μεταξύ των εργαζομένων, η πιθανότητα μελλοντικών αποτυχιών ενός έργου παρόμοιας φύσης παραμένει υψηλή. Επιπλέον, ο **κίνδυνος μη αναμενόμενων κυκλικών μετακινήσεων** των εργαζομένων θα αυξηθεί και κατά συνέπεια το ίδιο θα συμβεί και με το χρόνο ανάπτυξης νέων προϊόντων στο μέλλον, οπότε και η αξιοπιστία της επιχείρησης θα πέσει [51 – 55]. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι η εκμετάλλευση αποτελεσματικών μεθόδων για τη διαχείριση της διαδικασίας ομαδοποίησης μπορεί να αποτελέσει τη διαφορά μεταξύ επιτυχίας και αποτυχίας [56, 50].

Ωστόσο, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάδοση της γνώσης μεταξύ ατόμων, αφενός λόγω των διαφορετικών και **ασύμμετρων περιορισμών** και απαιτήσεων των έργων (ως προς τα δεδομένα χαρακτηριστικά κάθε ομάδας) κατά περίπτωση, αφετέρου λόγω των **διαφορετικών ικανοτήτων και προθυμίας** για τη διάδοση / απορρόφηση της γνώσης κάθε μέλους. Επιπλέον, εισάγονται και οι διάφοροι πρακτικοί καθημερινοί περιορισμοί, συμπεριλαμβανομένου του **χρόνου εκτέλεσης** των καθηκόντων και του **συνολικού προϋπολογισμού** κάθε έργου. Επιπλέον, λόγω των ακατάλληλων υποδομών, οι εργαζόμενοι μπορεί να έχουν **ανεπαρκείς ευκαιρίες** ανταλλαγής γνώσεων. **Οι προαναφερθέντες παράγοντες εισάγουν ιδιαίτερη πολυπλοκότητα στον εντοπισμό της, κατά περίπτωση, πιο εύστοχης επιλογής των ειδικευμένων ατόμων για τη διαμόρφωση αποτελεσματικών ομάδων έργου.**

Τις τελευταίες δεκαετίες, πολλοί ερευνητές έχουν αρχίσει να ενδιαφέρονται για τη διαμόρφωση της ομάδας (ή ομάδων) έργου [46, 50, 52, 55, 57] εξετάζοντας ποικιλία κριτηρίων για την επιλογή των μελών της ομάδας, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών γνώσεων, της ομαδικής εργασίας, των προσωπικών χαρακτηριστικών, τις δεξιότητες επικοινωνίας, τον πολιτισμό, την ηγεσία και τα κίνητρα [56, 58, 59, 60]. Η εξέταση της βιβλιογραφίας σχετικά με τη διαμόρφωση της ομάδας έργου έδειξε ότι πολλές από τις υπάρχουσες μελέτες ασχολούνται με το σχηματισμό ομάδων που βασίζονται στις ψυχολογικές και κοινωνιολογικές διαπροσωπικές ικανότητες συμπεριλαμβανομένης της προσωπικότητας, των δεξιοτήτων επικοινωνίας, ηγεσίας και λήψης αποφάσεων [61]. **Η τεχνική κατάρτιση είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μετρική για την επιλογή των μελών των ομάδων** [46, 47, 50, 60, 62].

Ωστόσο, δεν έχουν υπάρξει πολλές μελέτες που να προτείνουν ένα μοντέλο για τη διαμόρφωση της ομάδας έργων (για ανάλογες επιχειρήσεις) εστιάζοντας στην ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ των συναδέλφων ενός λειτουργικού τμήματος, αλλά ούτε και για τη βελτιστοποίηση του κόστους του έργου και του ισοζυγίου στο φόρτο εργασίας. Επιπλέον, τα υπάρχοντα μοντέλα σχηματισμού ομάδας δεν έχουν εξετάσει το αποτέλεσμα των κινήτρων, τις ευκαιρίες και τις ικανότητες των διαφόρων υποψηφίων για την ανταλλαγή γνώσεων για την βελτίωση των επιδόσεων του συνολικού οργανισμού.

Στο [63] χρησιμοποιείται η ιδέα του «κινήτρου» για την αρπαγή της «ευκαιρίας» από τους «ικανούς» με στόχο τον ικανοποιητικό προσδιορισμό των καθοριστικών παραγόντων κοινοχρησίας της γνώσης για τον σχηματισμό ομάδας. Λόγω της αβεβαιότητας που υπάρχει στην περιγραφή του επιπέδου εμπειρογνωμοσύνης και τις ικανότητες των υποψηφίων ως προς τα χαρακτηριστικά του έργου, η μοντελοποίηση στο [63] (και στη συνέχεια η επίλυση του προβλήματος) γίνεται με τη χρήση ασαφούς λογικής.

Το προαναφερθέν πλαίσιο, το οποίο κινείται γύρω από την τριάδα **‘Κίνητρο-Ευκαιρία-Ικανότητα’** (Motive, Opportunity, Ability ή MOA), αναφέρεται στους καθοριστικούς παράγοντες που εμπνέουν για το διαμοιρασμό της κοινής γνώσης. Πέρα από την [63], αρκετές ακόμα μελέτες χρησιμοποιούν το MOA και απέδειξαν εμπειρικά πως τα κίνητρα, οι ευκαιρίες και οι ικανότητες είναι άμεσα συνδεδεμένα και επηρεάζουν θετικά την ανταλλαγή γνώσεων [64 – 66]. Αυτοί οι ερευνητές υποστήριξαν ότι το κίνητρο είναι ο σημαντικότερος παράγοντας της γνώσης επειδή οι εργαζόμενοι σκοπίμως και ορθολογικά αποφασίζουν να μοιραστούν τη γνώση μόνο όταν αξιολογούν ευνοϊκά τα οφέλη που επιτυγχάνονται μέσω της ανταλλαγής των γνώσεων τους. Εκτός όμως από την ανάγκη να παρακινηθούν, τα άτομα πρέπει επίσης να έχουν τη δυνατότητα να μοιραστούν τις γνώσεις τους, διότι **η ανταλλαγή γνώσεων είναι ένα δύσκολο έργο, ειδικά όταν πρόκειται για σιωπηρή και "κολλώδη" (tacit) γνώση** που πρέπει να μεταδοθεί σε άλλους. Τέλος, οι "πρόθυμοι και ικανοί" υπάλληλοι πρέπει **να ενθαρρύνονται με επίσημο τρόπο και να αναγνωρίζεται η προσφορά τους** ώστε να καλλιεργείται η δυνατότητά τους να μοιράζονται τις γνώσεις τους με άλλους.

Συγκεκριμένα, οι οργανωτικές ευκαιρίες που μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανταλλαγή γνώσεων, λαμβάνουν χώρα μέσα σε μια πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία, και το περιβάλλον του έργου πρέπει να παρέχει στους αντίστοιχους υπαλλήλους επαρκή χρόνο για τη μετάδοση, συλλογή και οργάνωση της γνώσης [66, 67]. Σύμφωνα με το πλαίσιο του MOA, εάν ένας παράγοντας απουσιάζει (π.χ. δεν υπάρχει αρκετός χρόνος), τότε οι άλλοι δύο παράγοντες δεν μπορούν να αντισταθμίσουν και να τονώσουν τη συμπεριφορά ανταλλαγής γνώσεων. **Ως εκ τούτου, και οι τρεις παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των κινήτρων, των ευκαιριών και της ικανότητας πρέπει να είναι παρόντες ταυτόχρονα** για να μπορέσει να μοιραστεί ικανοποιητικά η γνώση μεταξύ των μελών της ή των ομάδων.

### 2.4.3. Επιρροή κατά τους κύκλους υλοποίησης και δοκιμών

Κατά την περίοδο υλοποίησης οι ομάδες (team leaders) δυσκολεύονται να συμφωνήσουν στις ομάδες ατόμων που θα αναλάβουν έκαστο έργο (ή και υπο-έργο) καθώς και για το χρονικό διάστημα απασχόλησης εκάστου εργαζόμενου επάνω σε αυτό. Η αδυναμία συμμόρφωσής τους ως προς μια κοινά αποδεκτή αμερόληπτη αρχή ενισχύει τις εσωτερικές διαφωνίες.

Επιπρόσθετα η απουσία μιας μετρικής που να αποτυπώνει σε ποιο βαθμό όλες αυτές οι αδυναμίες μπορεί να μεταφράζονται σε ένα κοινά αποδεκτό και εύκολα αντιληπτό αξιακό σύστημα ώστε να καταγραφεί το κόστος τόσο σε **Τεχνικό Χρέος** (technical debt, που αντικατοπτρίζεται στην ποιότητα κώδικα), όγκου πρόσθετης εργασίας λόγω **Αιτήσεων Αλλαγών** (change requests), και κατ' επέκταση λόγω πρόσθετου χρόνου και χρήσης υλικού, που εντείνουν το αρχικό πρόβλημα και προκαλούν αρνητικότητα.

Χαρακτηριστικό είναι το πόσο προφανής φαντάζει για τους εργαζόμενους στα τεχνικά τμήματα (προγραμματιστές, αναλυτές, μηχανικούς δικτύων κτλ.) η αναντιστοιχία των δυναμικών αλλαγών στις απαιτήσεις, το εύρος που αυτές καλύπτουν ανά πάσα στιγμή και πως αυτές πληρώνονται βάσει των δυνατοτήτων του εργατικού δυναμικού και των ενδεχόμενων υπερωριών. Συνήθως η έκφραση αυτών των αναντιστοιχιών εκφράζεται στα ανώτερα κλιμάκια μέσα από το αίσθημα αδικίας, το οποίο επηρεάζει το θυμικό και κατ' επέκταση την απόδοσή τους.

### 2.4.4. Επιρροή κατά την ανάληψη πολλαπλών εργασιών


Οι επιδόσεις, οι επιπτώσεις και η ποσοτική εκτίμηση των αποτελεσμάτων της εργασιακής πολυπλοκότητας και της ανάληψης πολλαπλών εργασιών ταυτόχρονα απασχολούν διαρκώς την επιστημονική κοινότητα [68 - 71]. Οι εξελίξεις στην κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου προέρχονται από ποικίλες ειδικότητες (βιολογία, ανθρωπολογία, νευρο-επιστήμη, γνωσιακή ψυχολογία) που συναθροίζουν την εικόνα που αναπτύσσει η κοινότητα γύρω από τα σχετικά ζητήματα.

Δύο από τις πιο θεμελιώδεις θεωρίες γύρω από την ανάληψη πολλαπλών εργασιών είναι α) η **θεωρία πολλαπλών πόρων** (Multiple Recourse Theory) [72-77] με τους Wickens, C. D. Lang, A. και Basil, M. D. να έχουν κάνει την μεγαλύτερη συνεισφορά

σε αυτήν και β) η θεωρία για το **μοντέλο των κύκλων σκέψης-δράσης** [78] (Skill-rule and knowledge-based model) του Rasmussen (1986).

Η θεωρία πολλαπλών πόρων αναγνωρίζει πολλαπλά κανάλια επικοινωνίας στο ανθρώπινο σύστημα επεξεργασίας που επιτρέπει τον συντονισμό παράλληλων ενεργειών χωρίς να επιφορτώνονται όλες οι νοητικές δράσεις σε ένα κοινό πόρο. Αν δύο διεργασίες απαιτούν τους ίδιους πόρους (ή γνωσιακούς επεξεργαστές), δυσχεραίνεται η ανάλυση και επομένως οι υπολογισμοί με στόχο την εξυπηρέτηση δημιουργούν θέματα επισφάλειας. Ένα πρακτικό παράδειγμα αφορά την οδήγηση όπου ο οδηγός μπορεί να διατηρεί οπτική και ακουστική προσοχή στα διερχόμενα αυτοκίνητα, κρατώντας σταθερά το τιμόνι με το ένα χέρι αλλάζοντας παράλληλα ταχύτητες με το άλλο, συντονίζοντας το πόδι για χαλάρωση του συμπλέκτη ή/και ενδεχόμενο μερικό πάτημα του φρένου και στη συνέχεια του γκαζιού, χρησιμοποιώντας συνεχώς ποικίλους πόρους και αντίστοιχα επεξεργαστές και κανάλια εξυπηρέτησης της επικοινωνίας / πληροφορίας.

Η θεωρία των κύκλων δράσεων-σκέψης αφορά μια μοντελοποίηση των νοητικών διεργασιών του ανθρώπου, βασισμένη στην εισήγηση του Rasmussen το 1986. Πρόκειται, πιο συγκεκριμένα, για 3 κύκλους αυτοματισμού των γνώσεων.

- Ο μεγάλος (εξωτερικός κύκλος) απαιτεί πολύ χρόνο επεξεργασίας και έντονη προσοχή. Απαιτεί τους περισσότερους πόρους γιατί «χτίζει» βάση γνώσεων και λύνει σπανίως εμφανιζόμενες προκλήσεις.
- Ο μικρότερος κύκλος (αντίληψη  εκτέλεση δράσης) λειτουργεί ακριβώς αντίθετα. Είναι σχεδόν «αυτόματος», δηλαδή λιγότερο συνειδητός και λαμβάνει άμεσες αποφάσεις για προκλήσεις τις οποίες έχει από μνήμης/εμπειρίας έτοιμες (και άρα προϋπολογισμένες) προς δράση.
- Ο μεσαίος κύκλος επίσης λειτουργεί από εμπειρία αλλά όχι στον βαθμό του μικρού ο οποίος εφαρμόζει/δρα άμεσα και ασυναίσθητα. Αν ένας άνθρωπος μοντελοποιηθεί ως προς τις νοητικές διεργασίες όταν παίζει σκάκι, τότε στον μεγάλο κύκλο γίνεται η διεργασία για τους υπολογισμούς κάθε νέας κίνησης, στον μεσαίο κύκλο η αναγνώριση των κανόνων/τέχνης του παιχνιδιού (δηλαδή τόσο για compliance όσο και best practices) και στον μικρό κύκλο γίνεται η κίνηση των χεριών που πιάνουν και κινούν τα πιόνια.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό πως η εκτίμηση της έκθεσης σε πολλαπλές διεργασίες και η ανταπόκριση στην τέλεση αυτών κυρίως εξαρτάται από την φύση τους και από την προσωπική ευχέρεια του κάθε εργαζομένου. Για να μετριαστούν τα όποια προβλήματα μπορεί να υπάρξουν στην έγκαιρη ολοκλήρωση πολλαπλών πακέτων εργασίας, οι εταιρικές διαδικασίες δομούνται έτσι ώστε να παρέχουν όσο το δυνατόν περισσότερες μικρές και αυτοτελείς εργασιακές προκλήσεις που να αξιοποιούν τις πιο επιδέξιες από τις διαθέσιμες δεξιότητες του εργαζόμενου. Αποφεύγουν τον υπερβολικό παραλληλισμό και ευνοούν την σειριακότητα, χωρίς όμως η διαδοχή των πακέτων να καταλήγει να μονότονη ή επαναλαμβανόμενη.

## 2.5. Ανάγκη για καταγραφή και υπολογισμό (Σύστημα Στήριξης Αποφάσεων)

Για να μπορεί να παρθεί μια απόφαση από το την ηγεσία (C-level, top management) δεν αρκεί απλά η διαπίστωση του προβλήματος αλλά και η τεκμηρίωσή του μέσα από μια «σχετική» ποσοτικοποίηση, συνήθως εκφρασμένη σε οικονομικούς όρους για να γίνονται αντικειμενικά αντιληπτοί. Στην πραγματικότητα αυτό που απαιτείται σε μια πρώτη προσέγγιση είναι η **ανάπτυξη εμπιστοσύνης σε αντάλλαγμα της απόσπασης μιας τεκμηριωμένης απόφασης** (building confidence for an educated decision in return), κάτι που συνήθως εξυπηρετείται με ποσοτικοποίηση σε οικονομικούς όρους.

Σύμφωνα με το [79] η πρόσφατη έρευνα στους τομείς της **βιομηχανικής και οργανωτικής ψυχολογίας** και τους ανθρώπινους πόρους, εφευρίσκει και εξετάζει διαρκώς μεθόδους για τη βελτίωση των **μεθοδολογιών αξιολόγησης** (appraisal methods) [80, 81]. Μια πρόσφατη διεθνής έρευνα 3.300 επιχειρηματικών ηγετών διαπίστωσε ότι το 56% των ερωτηθέντων πιστεύουν ότι τα αποτελέσματα των επιδόσεων όπως αυτά εξάγονται από τα αντίστοιχα συστήματα (Performance Management Systems ή PMS) θα μπορούσαν να επηρεάσουν τον εργαζόμενο στην προσωπική του δέσμευση και απόδοση απέναντι στην επιχείρηση [82].

Παρά τις ενδείξεις ότι οι οργανώσεις που χρησιμοποιούν PMS που λειτουργούν καλύτερα έναντι των υπολοίπων, οι διευθυντές και οι εργαζόμενοι σπάνια δηλώνουν ικανοποιημένοι με αυτά τα συστήματα [83 – 86]. Πράγματι, μια έρευνα του 2014 αποκάλυψε ότι περισσότερο από το 75% των διαχειριστών ανέφερε ότι τα PMS είναι αναποτελεσματικά ή/και ανακριβή (Corporate Executive Board [CEB] 2014).



Οι διαχειριστές αναφέρουν επίσης συχνά ανυπόστατες εκτιμήσεις, διαπιστώνοντας αποτελέσματα με μικρή αξία και εκφράζουν ανησυχίες ότι αυτές μπορούν ακόμη και να υποβαθμιστούν το κίνητρο πραγματικά καλών σε επιδόσεις στελεχών [84, 87].

Στη CEB διαπιστώθηκε ότι ο μέσος διαχειριστής ξοδεύει 200 ώρες το χρόνο για δραστηριότητες που σχετίζονται με τις επιδόσεις των στελεχών και ότι σχεδόν το ήμισυ εξ' αυτών πιστεύει ότι το τρέχον PMS δεν αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο δεδομένου του χρόνου που αφιερώνει κάποιος σε αυτό. Σύμφωνα με έρευνα της Deloitte του 2015, **το 88% των επιχειρήσεων σχεδιάζουν να επανεξετάσουν το PMS τους** και "κατά κάποιες εκτιμήσεις, περισσότερο από το ένα τρίτο των αμερικανικών εταιρειών αντικαθιστούν τις ετήσιες αναθεωρήσεις με συχνές, ανεπίσημες διαδικασίες ελέγχου μεταξύ διαχειριστών και εργαζομένων" [84, σελ. 58].

Για το λόγο αυτό, οι συγγραφείς του [79] εξετάζουν τις τρεις πιο πολλά υποσχόμενες καινοτομίες που συζητούνται ευρέως ως οι καταλληλότερες για την ποσοτικοποίηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ανθρώπινου δυναμικού. Αυτές περιλαμβάνουν τη 1. **συνεχή ανατροφοδότηση** (ongoing feedback, εφεξής **OF**), 2. το **περιεχόμενο που πηγάζει μέσα από το πλήθος** (crowdsourced, εφεξής **CS**) και 3. τις **κριτικές χωρίς βαθμολόγηση** (ratingless reviews, εφεξής **RR**) [84, 87].

Η OF είναι μια μέθοδος που συνιστάται για αντικατάσταση ή συμπλήρωση της παραδοσιακής και συχνά πιο οργανικά εγκατεστημένης «παραδοσιακής» ετήσιας **επισκόπησης επιδόσεων**. Το σκεπτικό των συχνότερων αναδράσεων είναι ότι: (α) ταιριάζει καλύτερα με τους αυξημένους σε συχνότητα κύκλους προϊόντων οι οποίοι εκδηλώνονται ταχύτερα από ό, τι στο παρελθόν, (β) η συχνή ανατροφοδότηση συμβάλλει στην καλύτερη εποπτεία στις εργασιακές σχέσεις, και (γ) είναι καταλληλότερη για την προσωπική και επαγγελματική ανάπτυξη των εργαζομένων, ένας στόχος που αναφέρθηκε ως πολύ σημαντικός σε αρκετές έρευνες σύμφωνα με τους συγγραφείς των [84, 88].

Η δεύτερη καινοτομία, η οποία αντανάκλα το κοινό, χρησιμοποιεί τα κοινωνικά μέσα για να προσφέρει "cheer-to-peer" ή "high-five". Παρόλο που ο σκοπός είναι παρόμοιος με τις αξιολογήσεις 360 μοιρών, δηλαδή, **παρέχοντας ανατροφοδότηση από τους άμεσους αλλά και έμμεσους συναδέλφους**, είναι με διαφορά **πιο άτυπη και πιο άμεση**. Όσοι υποστηρίζουν την μέθοδο αναφέρουν ότι η ανατροφοδότηση από πολλούς



ανθρώπους ταιριάζει καλύτερα στην διευρυμένη χρήση της νέας φύσης των ομάδων. Επίσης, το μέσο είναι πολύ οικείο στους Millennials και αυτό προσφέρει στους διαχειριστές πληθώρα δεδομένων. Οι Ledford και λοιποί στην [88] ισχυρίζονται ότι "βοηθά στη δημιουργία μιας θετικής -εταιρικής- κουλτούρας στην οργάνωση" (σελ. 9). Ωστόσο, όπως αναφέρεται στην έρευνα [89] η κουλτούρα ενός οργανισμού πρέπει να είναι ευνοϊκή για την έναρξη καθαρού διαλόγου πριν από την οποιαδήποτε διαχείριση της κοινωνικής κρίσης επί των επιδόσεων ενός προσώπου (Social Performance Management), ή αντίστοιχα μιας CS υλοποίησης. Ο Debbie Cohen, τότε αντιπρόεδρος του ανθρώπινου δυναμικού της Mozilla Corp., έγραψε πως η SPM είναι ένας διάλογος επιδόσεων παρά μια διαχείριση επιδόσεων.

Τέλος, ίσως η πιο επαναστατική ιδέα που έχει λάβει μεγάλη προσοχή τα τελευταία χρόνια είναι οι κριτικές χωρίς βαθμολόγηση (RR), των οποίων η φιλοσοφία έχει απομακρυνθεί παντελώς από τις παραδοσιακές (και επίσημα αποδεκτές) αξιολογήσεις που χρησιμοποιούνται για περισσότερο από έναν αιώνα. Οι παραδοσιακές αξιολογήσεις είναι συχνά ανεπιθύμητες τόσο από τους υφισταμένους όσο και από τους διαχειριστές τους, και θεωρούνται ως χάσιμο χρόνου με αμφισβητήσιμη αξιοπιστία και εγκυρότητα [90]. Μπορούν εύκολα να προωθήσουν τον ανταγωνισμό μεταξύ των εργαζομένων αντί της συνεργασίας [91, 80, 88] και μπορεί να αντικατοπτρίζουν την τυχαία διακύμανση άλλων χαρακτηριστικών του συστήματος παρά την ατομική απόδοση αυτή καθ' αυτή, διότι η μεγαλύτερη διακύμανση των επιδόσεων προκαλείται από το σύστημα (Deming 1986). Αυτά τα επιχειρήματα κατά των παραδοσιακών επίσημων αξιολογήσεων χρησιμοποιούνται ανεστραμμένα ώστε να δικαιολογήσουν την επιλογή της RR σε μια επιχείρηση.

Από τις τρεις τελευταίες πρακτικές, η έρευνα της [88] και η έρευνα Bersin - Deloitte [92] διαπίστωσε ότι η συνεχής ανατροφοδότηση (OF) είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με ανατροφοδότηση από το πλήθος (CS). Οι υποστηρικτές του πρωτοποριακού PMS φαίνεται να υποθέτουν ότι όσο περισσότερη ανατροφοδότηση τόσο το καλύτερο, κάτι που δεν αποτελεί μια νέα ιδέα. Η μέθοδος CS, στηριζόμενη στα κοινωνικά μέσα είναι στη φύση της παρόμοια με την ανατροφοδότηση 360 μοιρών [93, 94]. Είναι σαφές για ποιο λόγο η CS θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν νέες προσεγγίσεις PMS, ειδικά όταν μεγάλο μέρος της δουλειάς τους βασίζεται στην άρτια διαμόρφωση

της ομάδας ή των ομάδων, (συμπεριλαμβανομένων των απομακρυσμένων εικονικών ομάδων). Παρόλο που η ανατροφοδότηση από το πλήθος μπορεί να οφείλεται σε ανατροφοδότηση αξιολόγησης 360 μοιρών, μια βασική διαφορά είναι ότι μπορεί να παραδοθεί σε έναν εργαζόμενο ανά πάσα στιγμή αντίθετα από το να περιορίζεται μέσα από την απαίτηση συγκεκριμένων βημάτων και προθεσμιών εφαρμογής [95]. **Και όπως και οι παραδοσιακές αξιολογήσεις 360 μοιρών, οι ανατροφοδοτήσεις από το πλήθος παρέχουν συχνά πλεονεκτήματα όπως μεγαλύτερη αξιοπιστία, λιγότερη προκατάληψη και μειωμένη επιείκεια [96, 97].** Ωστόσο, ο μεγαλύτερος αριθμός από δεδομένα και η ασθενής τυποποίηση του περιεχομένου και του χρονοδιαγράμματος καθιστούν την ερμηνεία των αποτελεσμάτων πιο προκλητική.

Οι διευθυντές θεωρούν ότι οι υπάλληλοι θέλουν να ξέρουν σε τι επίπεδο επιδόσεων βρίσκονται, πράγμα που σημαίνει τη νομιμοποίηση της χρήσης μιας μορφής βαθμολόγησης ή κάποιας σχετικής σύγκρισης. Αλλά αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι όλοι οι εργαζόμενοι θέλουν να συγκριθούν με άλλους [80]. Πράγματι, η έρευνα στο [98] δείχνει ότι η παροχή αξιολογήσεων υπονομεύει τη δέσμευση προς την ομάδα και την αυτοπεποίθηση στις εργασιακές προκλήσεις. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η Nanterme, Διευθύνων Σύμβουλος της Accenture, υπογράμμισε τη σημασία της αξιολόγησης των εργαζομένων σε σχέση με τον ειδικό ρόλο τους και όχι τη σύγκρισή τους με άλλους [99]. Ωστόσο, η έρευνα του Corporate Leadership Council (CEB 2014) διαπίστωσε ότι οι **Millennials υποκινούνται περισσότερο από τη σχετική και όχι απόλυτη ανατροφοδότηση απόδοσης.** Και πάλι, αυτό υποδηλώνει ότι η υιοθέτηση του νέου RR PMS μπορεί να λειτουργήσει καλύτερα σε κάποιες περιπτώσεις. Άλλες πάλι ομάδες μπορούν να λειτουργούν αυτό-διαχειριστικά [100].

Επί δεκαετίες, η έρευνα αξιολόγησης της απόδοσης εστιάστηκε στη βελτίωση της ακρίβειας των αξιολογήσεων [81]. Πιο πρόσφατα, πρωταρχικός στόχος του PMS ήταν η βελτίωση της επίδοσης των επιμέρους εργαζομένων [101]. Η ακρίβεια, στο πλαίσιο αυτό, είναι σημαντική στο βαθμό που επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο οι υφιστάμενοι αντιλαμβάνονται ως δίκαιες τις βαθμολογίες καθώς και τη διαδικασία αξιολόγησης. Η έρευνα για τη δικαιοσύνη [102] υποδεικνύει ότι **οι εργαζόμενοι ενδέχεται να μην έχουν κίνητρο να βελτιώσουν την απόδοσή τους εάν αισθάνονται ότι οι αξιολογήσεις είναι άδικες** [103]. Πράγματι, ένας λόγος για τον οποίο οι εκτιμήσεις μπορεί να θεωρηθούν ως άδικες οφείλεται σε **ιδιοσυγκρασιακές επιδράσεις του κριτή, οι οποίες, όπως**

**αναπτύσσει η [90] θα μπορούσε να αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το ήμισυ της διακύμανσης των επιδόσεων.** Η αντίληψη της ακρίβειας των αξιολογήσεων επηρεάζει επίσης την αξία τους (ως θετικής επιρροής) στη βελτίωση της απόδοσης.

Η διαχείριση των εργασιακών επιδόσεων και η διαδικασία αξιολόγησης έχουν αποτελέσει το αντικείμενο αμέτρητων μελετών, άρθρων και βιβλίων [81]. Και όμως, η δυσaréσκεια με τις αντίστοιχες διαδικασίες οδηγεί συνεχώς στην ανάπτυξη και την υιοθέτηση πολλών νέων στρατηγικών, τουλάχιστον τριών εκ των οποίων έχουν συγκεντρώσει σημαντική πρόσφατη προσοχή, και όπως και με τις περισσότερες καινοτομίες, έχει υπάρξει σημαντική θετική δημοσιότητα γύρω από αυτές τις τρεις πρακτικές αιχμής. Αν και τα διαθέσιμα στοιχεία για την αποτελεσματικότητα αυτών των νέων τεχνικών ήταν γενικά θετικές - με την εξαίρεση των απεριόριστων σχολίων που βρέθηκαν στην έρευνα CEB (2016) και την παγκόσμια έρευνα από Bersin-Deloitte - υπάρχουν πολλά σημαντικά αναπάντητα ερωτήματα για τη χρήση αυτών των ερευνητικών μεθόδων.

Οι μέθοδοι PMS που υιοθετήθηκαν πρέπει να ευθυγραμμιστούν με τη φύση της εργασίας που εκτελείται. Δύο κύριες διαστάσεις που καθορίζουν τη φύση της εργασίας είναι:

1. **ο βαθμός στον οποίο η εργασία είναι ρουτίνας αντί για δυναμική**, με τις εργασίες ρουτίνας να χαρακτηρίζονται από σταθερές, σαφείς και γνωστές μεθόδους και διαδικασίες δυναμικής εργασίας χαρακτηριζόμενες από μεταβαλλόμενες, διφορούμενες και άγνωστες a priori μεθόδους
2. **το βαθμό στον οποίο η δουλειά είναι ανεξάρτητη** (δηλ. η ολοκλήρωση των επιμέρους εργασιών ενός εργαζομένου δεν εξαρτάται από άλλες και αντίστροφα) έναντι μιας ισχυρής και συχνής αλληλεξάρτησης.

Έτσι, όταν ο όγκος εργασίας είναι ρουτίνας και οι επιμέρους εργασίες του καθένα είναι ανεξάρτητες από των υπολοίπων, η υιοθέτηση διαρκούς ανατροφοδότησης και άρα η CS ανάδραση από το πλήθος θα δημιουργήσει ζημιά. Και οι δύο είναι περιττές, οπότε θα οδηγήσουν σε υπερφόρτωση πληροφοριών και δεν θα έχουν καμία χρησιμότητα προς τη βελτίωση των επιδόσεων.

Όταν η εργασία είναι συνηθισμένη και αλληλεξαρτώμενη, η ανατροφοδότηση από το πλήθος μπορεί να βοηθήσει να αναγνωρίσει ο υπάλληλος πώς η εργασία του / της ευθυγραμμίζεται με το έργο των υπολοίπων με τρόπο που θεωρηθεί χρήσιμη.

Όταν η εργασία είναι δυναμική και ανεξάρτητη, η συνεχής ανατροφοδότηση θα βοηθήσει να κρατηθούν οι υπάλληλοι σε δημιουργική τροχιά και να θεωρούνται ικανοί συντελεστές προόδου.

Όταν η δουλειά είναι δυναμική και αλληλεξαρτώμενη, η διαρκής ανάδραση και η συσσώρευση πληροφόρησης περί επιδόσεων γίνεται αντιληπτή ως χρήσιμη.

Η αλληλεξάρτηση εργασίας αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο οι εργαζόμενοι πρέπει να εργαστούν στενά με τους άλλους καθώς μοιράζονται υλικό, πληροφορίες και εμπειρογνωμοσύνη για να ολοκληρώσουν τα καθήκοντά τους [104]. Καθώς αυξάνεται η αλληλεξάρτηση εργασίας, η εξάρτηση των εργαζομένων από άλλους αυξάνει. Η αυξημένη αλληλεξάρτηση δημιουργεί την ανάγκη για πιο αποτελεσματικό συντονισμό με τρόπο που να βοηθά τους άλλους στην ολοκλήρωση των καθηκόντων. Όταν η εργασιακή αλληλεξάρτηση είναι υψηλή, απαιτείται μεγαλύτερη επικοινωνία, εντονότερη συνεργασία και συντονισμένη δράση για επίτευξη των κοινών στόχων [104, 105].

Από την άλλη πλευρά, όταν τα καθήκοντα είναι ανεξάρτητα, δεν υπάρχει ανάγκη ανταλλαγής πληροφοριών ή γνώσεων για την ολοκλήρωση των καθηκόντων [105].

Τα συμπεράσματα σχετικά με την μέθοδο CS είναι κάπως πιο ξεχωριστά. Οι συγγραφείς στο [88] σημείωσαν ότι η ανατροφοδότηση από το πλήθος λειτουργεί καλύτερα όταν 1. συνδυάζεται με συνεχή ανατροφοδότηση, 2. υπάρχει ανάγκη για ομαδική εργασία και 3. ο ρυθμός εργασίας είναι γρήγορος. Ομοίως, η μελέτη **Bersin-Deloitte [92]** διαπίστωσε ότι περισσότεροι από τους μισούς οργανισμούς υψηλής απόδοσης, σε σύγκριση με οργανισμούς χαμηλής απόδοσης, χρησιμοποίησαν συνεχή ανατροφοδότηση από ποικίλες πηγές. Εκτός από τις προειδοποιήσεις της τεχνολογίας που ανέφεραν οι συγγραφείς στα [88] και [89] δεν είναι σαφές πόσο αποτελεσματικά οι διαχειριστές μπορούν να μετατρέψουν τον πλούτο των δεδομένων που λαμβάνουν σε αμερόληπτες πληροφορίες σχετικές με την εργασία. Είναι εύκολο να φανταστεί κανείς ότι η συνεχής ανατροφοδότηση από το κοινό θα μπορούσε να οδηγήσει σε υπερφόρτωση πληροφοριών.

Ως εκ τούτου, η έρευνα θα πρέπει να αντιμετωπίσει σημαντικά ζητήματα όπως: (α) τον τρόπο με τον οποίο επεξεργάζονται και χρησιμοποιούν οι διαχειριστές τη συνεχή ανατροφοδότηση από το πλήθος (β) το κατά πόσο ο οργανισμός πρέπει να ελέγχει πότε και από ποιον λαμβάνεται το σχόλιο (γ) τις προτιμήσεις των εργαζομένων για αυτή τη μορφή ανατροφοδότησης (δ) την εκπαίδευση των εργαζόμενων και των διευθυντών ώστε να χρησιμοποιούν αποτελεσματικότερα την ανατροφοδότηση σε συνεχή βάση.

Η τρέχουσα, έστω και περιορισμένη, έρευνα φαίνεται να υποδηλώνει ότι οι FO και CS είναι πολλά υποσχόμενες καθώς η χρήση τους φαντάζει πως θα προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα στο μέλλον από ότι μπορούν να κάνουν οι αντίστοιχες παραδοσιακές μεθοδολογίες ποσοτικοποίησης. Επιπρόσθετα, οι πρόσφατες μελέτες υποδηλώνουν έντονα ότι η RR συνδέεται περισσότερο με τα αρνητικά παρά με τα θετικά αποτελέσματα για τους υπαλλήλους και τις επιχειρήσεις. Τέλος, **κάθε μία από αυτές τις νέες προσεγγίσεις για να είναι πρακτική πρέπει να εφαρμοστεί και να γίνει αποδεκτή από τους διευθυντές και τους υφισταμένους.** Διαφορετικά, όπως και πολλές άλλες καινοτομίες (π.χ., rank-and-yank), πιθανότατα δε θα υιοθετηθούν οργανικά από τις επιχειρήσεις.

Παρόλο που οι πρακτικές αιχμής υπόσχονται μια σημαντική μεταμόρφωση της διαδικασίας PMS, δύο εξέχοντες ερευνητές διαχείρισης επιδόσεων κατέληξαν στο συμπέρασμα: «Ο σημαντικότερος προγνωστικός παράγοντας της αποτελεσματικής διαχείρισης των επιδόσεων ήταν πάντα και θα είναι πάντοτε η ύπαρξη ειλικρινούς, ανοικτής συνομιλίας μεταξύ διαχειριστών και υπαλλήλων ([89], σ. 5). Ομοίως, οι συγγραφείς του [82] συμπέραναν στην ανασκόπηση της έρευνας αξιολόγησης των επιδόσεων ότι "... έχει καταστεί σαφές πως δε θα σημειώσουμε πρόοδο στην κατανόηση του τρόπου ή της επιτυχίας των εκτιμήσεων αν δεν εξετάσουμε τον λόγο για τον οποίο γίνονται εξαρχής οι εκτιμήσεις καθώς και πώς το κλίμα, ο πολιτισμός, οι κανόνες και οι πεποιθήσεις υπαλλήλων και επιχείρησης διαμορφώνουν τη διαδικασία αξιολόγησης και τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων" (σελ. 10). **Λογικά, η συνεχής ανατροφοδότηση διευκολύνει τις διμερείς παραγωγικές συζητήσεις, αλλά οι αξιολογήσεις παραμένουν σημαντικές για διοικητικούς καθαρά σκοπούς.**

### **3. Προτεινόμενη Μοντελοποίηση**

#### **3.1. Υπόθεση**

Η υπόθεση είναι πως υπάρχει ικανοποιητικό περιθώριο βελτίωσης στην κατανομή των ανθρώπινων πόρων ανά έργο, έτσι ώστε η ταύτιση των ικανοτήτων των εργαζομένων με τις απαιτήσεις του εκάστοτε έργου να επιφέρει τις επιθυμητές τιμές στις μετρικές επίδοσης. Εκτιμάται ότι αυτό θα μειώσει το συνολικά κόστος τέλεσης έργων της εταιρίας όπως και αν αυτά είναι εκφρασμένα (δηλαδή σε χρόνο, χρήμα, υλικό, διάθεση εργαζομένων για εργασία, ποιότητα κώδικα κτλ.). Εξ' αυτών των διαστάσεων κόστους ο χρόνος είναι κατά κάποιο τρόπο το κυρίαρχο μέγεθος που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό και τα υπόλοιπα, οπότε έχει ιδιαίτερο νόημα να εστιάσουμε σε αυτόν. Σε κάθε περίπτωση, όλα τα παραπάνω μπορούν να μεταφραστούν σε οικονομικές μονάδες ή μονάδες χρόνου.

#### **3.2. Μεθοδολογία**

Η μεθοδολογία που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί για την προσέγγιση του προβλήματος στηρίζεται στην μοντελοποίηση και εκτέλεση των σχετικών εξομοιώσεων σε H/Y με τη χρήση λογισμικού κώδικα. Ως αντικειμενικός στόχος ορίζεται η μείωση του χρόνου εκτέλεσης (Time), προσπαθώντας παράλληλα να διατηρηθούν αναλλοίωτα το εργασιακό ηθικό και το κίνητρο απασχόλησης (Soft Factors). Αρχικά η εστίαση γίνεται στην απόδειξη της αρχής (Proof of Concept) ώστε να καταστεί σαφές ότι η υπόθεση ευσταθεί, ενώ στη συνέχεια θα εξεταστούν διάφορες περιπτώσεις (case studies) ώστε να μελετηθεί σε ποιο βαθμό μπορούν τα αντίστοιχα μοντέλα να συνδράμουν στην υποστήριξη αποφάσεων και ποια βελτίωση (ποιοτική και ποσοτική) να αναμένεται κάθε φορά.

#### **3.3. Εργαλείο μοντελοποίησης και εξομοιώσεων**

Τόσο για την αρχική μελέτη του φαινομένου όσο και για την υλοποίηση των μοντέλων, χρησιμοποιήθηκε το μαθηματικό εργαλείο της MATLAB. Η συλλογή των δεδομένων για την τροφοδότηση των διάφορων αλγορίθμων έγινε σε Microsoft Excel Spreadsheets (τύπου xlsx).

### 3.4. Γενετικοί Αλγόριθμοι / Παραδοχές

Το πρόβλημα διατυπώθηκε με τρόπο ώστε να επιλύεται σε λογικό χρόνο με τη χρήση κατάλληλα σχεδιασμένου Γενετικού Αλγόριθμου (GA).

Οι γενετικοί αλγόριθμοι (Genetic Algorithms, GAs) ανήκουν στις μαθηματικά εργαλεία του εξελικτικού προγραμματισμού (Evolution Computing) [106]. Ξεκίνησαν να μελετώνται με ουσιαστικό τρόπο από το 1950 και μετά, με κύριο κίνητρο την ιδέα ανάπτυξης μιας θεωρητικής πλατφόρμας που να εξομοιώνει την εξέλιξη ώστε να δοκιμαστούν ως εργαλεία βελτιστοποίησης σε προβλήματα εφαρμοσμένης μηχανικής.

Οι αλγόριθμοι αυτοί κωδικοποιούν τις πιθανές λύσεις σε ένα πρόβλημα ως χρωμοσωματική δομή (chromosome-like structure) και εφαρμόζοντας κάποιους ειδικούς τελεστές που προσομοιώνουν τη γενετική διασταύρωση (crossover) και τη μετάλλαξη (mutation) επηρεάζουν την αναπαραγωγή αυτής της δομής. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην επιβίωση της καταλληλότερης (πιο αρμοστής) εκδοχής (survival of the fittest) η οποία συνήθως διαφοροποιείται από όλες τις άλλες παραμετρικά ως προς μιας σειρά από χαρακτηριστικά (τα χρωμοσώματα). Συνεπώς, οι πιθανές λύσεις που εξάγονται (γεννιούνται) σε κάθε βήμα είναι ανταγωνιστικές μεταξύ τους και η επιλογή των 'Χ' καλύτερων (elite) εξ' αυτών των λύσεων γίνεται με μια συνάρτηση που εκτιμά το κόστος κάθε λύσης για τα δεδομένα χαρακτηριστικά της. Έτσι, οι λύσεις με τα χρωμοσώματα που έχουν, για το δεδομένο πρόβλημα, τις πιο αρμοστές παραμετρικές τιμές, έχουν το μικρότερο κόστος και άρα τις μεγαλύτερες πιθανότητες ως επιλέξιμες την ομάδα των elite και άρα για την επόμενη αναπαραγωγή ώστε τα χρωμοσώματά τους να επιβιώσουν και να μεταφερθούν στην επόμενη γενιά. Στην επόμενη γενιά θα συγκριθούν οι ίδιες λύσεις με τις διασταυρώσεις και τους μεταλλαγμένους απογόνους τους και θα επανεξεταστεί ποιες από αυτές εξακολουθούν να είναι οι καλύτερες καθώς και αν βρεθήκαν ακόμα πιο αρμοστές λύσεις, των οποίων οι παραμετρικές τιμές καταλήγουν να έχουν ακόμα μικρότερο κόστος. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έως ότου να καλυφθούν κάποια κριτήρια, όπως για παράδειγμα η μείωση του κόστους κάτω από ένα όριο, η μείωση του ποσοστού βελτίωσης του υπολογιζόμενου κόστους κάτω από ένα όριο, ή το πέρασμα ενός συγκεκριμένου αριθμού γενεών πάνω από ένα όριο.

Η τυχαία επιλογή που εφαρμόζουν οι γενετικοί αλγόριθμοι οδηγεί σε εξονυχιστική αναζήτηση μέσα από τη διακριτή κωδικοποίηση του διαστήματος ενδιαφέροντος. Αυτό



σημαίνει πως η μετάβαση από μια κατάσταση σε μια άλλη είναι πιθανοκρατική. Ωστόσο, οι γενετικοί αλγόριθμοι δεν ακολουθούν ένα μόνο κανάλι αναζήτησης αλλά πολλαπλά, δηλαδή από έναν πληθυσμό αρχικών σημείων (population) ταυτόχρονα. Έτσι τελούν μια σφαιρική διαδικασία αναζήτησης, καθώς η έρευνα συμβαίνει ξεκινώντας από πολλά σημεία παράλληλα, αποφεύγοντας τοπικά ελάχιστα για το υπολογιζόμενο κόστος.

Οι γενετικοί αλγόριθμοι δεν αποτελούν την καλύτερη επιλογή (πανάκεια) για τη λύση ενός οποιουδήποτε μαθηματικού προβλήματος και αυτό γιατί για δεδομένα αριθμητικά **μη-χαοτικά ντετερμινιστικά** προβλήματα ενδέχεται η επίλυση των διατυπωμένων εξισώσεων να αποδεικνύεται ταχύτερη από έναν επίπονο υπολογιστικά γενετικό αλγόριθμο. Το δεδομένο πρόβλημα προσεγγίζεται με τη χρήση γενετικού αλγορίθμου διότι χαρακτηρίζεται ως **πολυπαραγοντικό με αλληλοεξάρτηση** των παραγόντων του δηλαδή περιγράφει ένα **μη-γραμμικό δυναμικό** σύστημα.

Το πρόβλημα που καλείται να λύσει ο GA είναι **την βέλτιστη ανάθεση των εργαζομένων στα αντίστοιχα έργα με τρόπο που να αξιοποιεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό τις ιδιόμορφες δεξιότητες του καθενός**, ταιριάζοντάς τες όσο το δυνατόν καλύτερα στις αντίστοιχα απαιτητές δεξιότητες από τα διάφορα έργα (που όλα τους τρέχουν παράλληλα). Στο Παράρτημα παρατίθεται σχετικό απόσπασμα.

Λόγω του μεγάλου εύρους των διαστάσεων που αυξάνει την επεξεργαστική πολυπλοκότητα εκθετικά, αρχικά θεωρήθηκε ότι ο GA θα κάνει εκτίμηση για μια μόλις ημέρα, βασιζόμενος για την αποτελεσματική κρίση του (αποτέλεσμα) στην τρέχουσα κατάσταση. Συνεπώς κρίνει τη βέλτιστη κατάσταση για την  $x+1$  ημέρα με βάση τα όσα διαπιστώνει για την  $x$  ημέρα. Επίσης, θεωρεί αρχικά ότι οι εργαζόμενοι δεν έχουν πρόβλημα να μετακινούνται καθημερινά από έργο σε έργο και ότι δεν αποκτούν εμπειρία που να την μεταφέρουν ως χρήσιμη τεχνογνωσία από το ένα έργο στο επόμενο. Στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων εξετάζεται **πως επηρεάζει η παραδοχή της συχνότερης αλλαγής να γίνεται ανά ημέρα**, συγκρίνοντας τις αναδιατάξεις των εργαζομένων (reallocations) όταν η συχνότερη αλλαγή περιορίζεται σε 5 εργάσιμες ημέρες (1 ημερολογιακή εβδομάδα), σε 10 εργάσιμες ημέρες (2 ημερολογιακές εβδομάδες) και σε 22 εργάσιμες ημέρες (1 ημερολογιακός μήνας). Στην πράξη, οι δραστηριότητες (tasks) που μοιράζονται προς ανάληψη από τους ομαδάρχες (team leaders) και διαχειριστές έργων (project managers) είναι **αυτοτελώς «σπασμένα» σε**



**εργασίες 4ώρου.** Την αποδόμηση σε εργασίες το πολύ 4ωρου την αναλαμβάνουν ως καθήκον οι επιχειρησιακοί αναλυτές (Business Analysts, BAs) και στόχο έχει την **αποφυγή των αλληλεξαρτήσεων** (dependencies) από τη δουλειά άλλων υπαλλήλων ώστε **να λειτουργεί απρόσκοπτά ο κύκλος εργασιών ανάπτυξης του λογισμικού** (software development life cycle, SDLC) όπως επίσης και να αποφεύγονται οι αρνητικές συνέπειες που μπορεί να έχει για έναν υπάλληλο η παράλληλη εργασία (§ 2.4.4) σε διαφορετικά αντικείμενα (multitasking).

Ακριβώς επειδή **τα πακέτα εργασίας (tasks) που δίνονται στους εργαζόμενους είναι αυτοτελή και σχετικά μικρά**, το να τους ανατίθεται ανά ημέρα ένα task που πηγάζει από διαφορετικό έργο κάθε φορά, δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα. Ωστόσο, για χάρη της γενικής περίπτωσης καθώς και για να τιμηθεί το ενδεχόμενο να προκύπτουν εξαιρέσεις με tasks που κρατάνε παραπάνω από μια ή και δύο ημέρες, στην παρούσα διατριβή εξετάζονται, όπως προαναφέρθηκε, και οι περιπτώσεις σπανιότερων αναδιατάξεων (reallocations).

Το ίδιο πρόβλημα επιλύθηκε τόσο με «χειρωνακτικό» (manual) τρόπο όσο και με τη χρήση μιας τυχαίας (random) ανάθεσης (επίσης ανά ημέρα), ώστε να γίνει εντονότερα αισθητή η συνεισφορά του GA μέσα από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων του με τους άλλους δύο τρόπους (manual και random). Ο χειρωνακτικός τρόπος θεωρεί ότι όλοι οι εργαζόμενοι δουλεύουν για ένα έργο (το πιο σύνθετο στην αρχή) και σταδιακά, καθώς το κάθε έργο ολοκληρώνεται, οι σχετικοί με τις απαιτήσεις του νέου έργου που είναι ταυτόχρονα και διαθέσιμοι, μετακινούνται σε αυτό.

### **3.5. Ακαδημαϊκή προσέγγιση με πραγματικά δεδομένα**

Επειδή πρόκειται για ένα πραγματικό ζήτημα προς επίλυση, το οποίο έχει παρατηρηθεί ως προς την εξέλιξή του με επιβεβαιωμένες τις ζημιογόνες επιπτώσεις του, στην παρούσα εργασία έχει ληφθεί ιδιαίτερη μέριμνα έτσι ώστε η ακαδημαϊκή προσέγγιση να διαμορφωθεί γύρω από μια βάση ρεαλιστικών δεδομένων, υπαρκτής νεοσύστατης εταιρίας, υπολειπόμενων μόνο ως την πληροφορία που θα μπορούσε να ταυτοποιήσει τα έργα ή τους εργαζόμενους. Η σχέση μεταξύ των εργατωρών του κάθε έργου είναι πραγματική, και τα απόλυτα νούμερα που παρατίθενται εντός των σχετικών φύλλων εργασίας είναι επίσης αρκετά κοντά στα πραγματικά.

Σημειώνεται, ως μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση, στην πράξη είχε διαπιστωθεί πως οι εργατοώρες και το πλήθος των έργων ακολουθούσαν την 80-20 αρχή του Pareto (80-20 pareto principle) ο οποίος στη γενική του διατύπωση ορίζει πως **παρατηρείται συχνά το 80% των αποτελεσμάτων να προκύπτει από το 20% των αιτιών**. Ομοίως το ίδιο συνέβαινε και με το πλήθος των εργαζόμενων και την παραγωγικότητά τους. Ομοίως το ίδιο φάνηκε να ισχύει ως διαπίστωση και για τις ανθρωποώρες όπως αυτές έτυχε να κατανέμονται στο πλήθος των έργων όπου το 20 τοις εκατό αυτών κάλυπτε περίπου το 80 τοις εκατό των συνολικών ανθρωποωρών (man-hours).

### 3.6. Δεδομένα

#### 3.6.1. Δομή Δεδομένων

Τα δεδομένα αφορούν:

Συνολικά **15** πραγματικά **Projects** (10 για τα πρώιμα αποτελέσματα και άλλα 5 που προστέθηκαν στη συνέχεια για τα εκτενή αποτελέσματα), με ID από το 1 έως το 15, με ρεαλιστικές απαιτήσεις, ενταγμένες σε 15 κατηγορίες (που θα αναφερθούν παρακάτω) και το φόρτο τους σε ανθρωποώρες (manhours).

Συνολικά **75 τεχνικούς (με ID από 1 έως 75)** και συγκεκριμένα

- 40 προγραμματιστές,
- 10 network admins/DevOps,
- 15 Business Analysts,
- 5 Project Managers και
- 5 Graphics Designers,

Όλοι τους είναι χαρακτηρισμένοι και από μια ακόμα διάσταση,

Τις 3 τάξεις επαγγελματικής εμπειρίας (**3-level Seniority**) ή αλλιώς **Skill Factor** που παίρνει τιμές, 0.5=entry level, 2=junior και 5=senior. Ως entry-level ονομάζονται συνήθως όσοι έχουν τις γνώσεις αλλά ελάχιστη πρακτική (hands on) εμπειρία. Ως junior αναφέρονται όσοι έχουν λιγότερο από 2 χρόνια πρακτική εμπειρία, ενώ ως senior αναφέρονται συνήθως όσοι έχουν από 5 έως 8 χρόνια πρακτική εμπειρία. Ως προς τις τιμές αυτές ενδέχεται να υπάρχει κάποιο περιθώριο προσαρμογής, το οποίο αφενός αν είναι έντονο θα προκύψει ως έμμεσο συμπέρασμα από τους υπολογισμούς

του GA, αφετέρου μπορεί να επανεξεταστεί σε δεύτερο χρόνο στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Επίσης ενδέχεται να υπάρχουν μέθοδοι ή κανόνες εκτίμησης που να ορίζουν διαφορετικές προτεινόμενες τιμές για τη **σχετική συνεισφορά στην παραγωγικότητα**. Οι τιμές (0,5,2,5) έχουν δοθεί εμπειρικά, μέσα από την παρατήρηση των ικανοτήτων των επαγγελματιών του κλάδου. Το mid\_level επίπεδο (που είναι από τα 2 έως τα 4 χρόνια εμπειρίας) και θα αντιστοιχούσε στην τιμή 3.5 δεν έχει συμπεριληφθεί γιατί δεν υπήρξε η πρόβλεψη για πρόσληψη mid\_level στη συγκεκριμένη εταιρία. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι γιατί αρκετά σπάνια αναφέρεται ή αυτοπροσδιορίζεται κάποιος ως mid-level. Αποτελεί ένα χαρακτηριστικό της βιομηχανίας λογισμικού (software industry) το οποίο προσθέτει στην δυσκολία εκτίμησης των συντελεστών σχετικής συνεισφοράς στην παραγωγικότητα του κλάδου καθώς στην πράξη απαντάται σπάνια.

Συνολικά **97** δεξιότητες (**Technical Skills**) που χρειάζονται τα Projects και κατέχουν οι 75 τεχνικοί, ενοποιημένες σε **15 κύριες κατηγορίες** (cost centers).

- R&D, Testing and Typesetting
- Business Analysis
- Foreign Language
- Programming Languages
- Software Development Framework
- Web Services
- Database Design & Management
- Web Development
- Web Development (Mobile Apps)
- UI/ UX Design
- Server & System Administration
- Big Data, Cloud & Distributed Computing
- Project Management
- Statistical Analysis
- Digital Media Processing

Όλοι οι παραπάνω τεχνικοί (75) έχουν εισάγει για κάθε δεξιότητα (κάθε μια από τις 97) έναν αριθμό από το 0 έως το 5. Το 1 αφορά σε μια πολύ επιφανειακή επαφή με το αντικείμενο, με ανάπτυξη εφαρμογών αλλά χωρίς συμμετοχή σε εμπορική εφαρμογή.

Το 5 αφορά σε εργασιακή εμπειρία 10.000 ωρών (ή αλλιώς 6+ ετών). Οι αριθμοί που αναθέτονται στη συνέχεια λειτουργούν ως **βάρη αξιολόγησης** (assessment weights). Όπως έχει αναφερθεί και στην παράγραφο 2.5, ελέγχεται (μέσω επαναληπτικότητας) ο βαθμός που περιγράφουν ικανοποιητικά την σχετική κατάρτιση του κάθε ρόλου καθώς και τη συνολική του συνεισφορά απέναντι στις απαιτήσεις ενός έργου.

Στην Εικόνα 5 παρατίθεται η απόδοση της εμπειρίας/κατάρτισης του κάθε ρόλου.

Confidence on Skills Maturity / Competence	NO	ACQ	L	M	H	EXP
	0	1	2	3	4	5

**Εικόνα 5. Αντιστοίχιση ακεραίων τιμών 0 έως 5 στην κατάρτιση κάθε ρόλου.**

### 3.6.2. Συλλογή Δεδομένων

Τα εισαγόμενα στο μοντέλο δεδομένα προέκυψαν από πρωτογενή έρευνα. Η έρευνα αυτή έγινε μέσα από μια διαδικασία η οποία είχε ως στόχο να εκμαιεύσει ρεαλιστικές προσεγγίσεις παρεμβαίνοντας όσο το δυνατόν λιγότερο στην εργασιακή καθημερινότητα των υπαλλήλων σεβόμενη παράλληλα βασικές αρχές που εξασφαλίζουν τη μικρότερη δυνατή εισαγωγή γνωστικών προκαταλήψεων. Στην αρχή ζητήθηκε η αυτό-εκτίμηση (self-assessment), όπου έγιναν 3 εκτιμήσεις στη σειρά με απόσταση 1 μήνα η καθεμία. Εξ' αυτών μόνο τα αποτελέσματα της 3<sup>ης</sup> ελήφθησαν υπόψη. Οι άλλες δύο πραγματοποιήθηκαν με στόχο την εξοικείωση των ατόμων με την ιδέα της αυτό-εκτίμησης και της βαθμολόγησης βάσει κριτηρίων.

Στη συνέχεια ακολούθησε βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων εισάγοντας (με ίσο βάρος) την εκτίμηση των συναδέλφων τους. Αυτό υλοποιήθηκε με αξιολόγηση (assessment) 360° με βάρη που ορίστηκαν από τη «συγγένεια» τους ως προς την οργανική τους θέση και με τιμές που βασίστηκαν στην ακολουθία Fibonacci. Η Εικόνα 6 παρουσιάζει ένα πρακτικό παράδειγμα όπως προτείνεται από την Julie Everett, Agile Coach του Scrum.org initiative.

Practical Fibonacci	
0	<b>No effort is required</b> , or there is some effort required, but there is no business value delivered, so no Points are accumulated for doing the work. An example is a desired behavioral change deriving from the Scrum Retrospective.
1	<b>Extra small.</b> Developers feel they understand most requirements and consider it relatively easy, probably the smallest item in the Sprint and mostly likely completed in one day.
2	<b>Small.</b> A little bit of thought, effort, or problem-solving is required, but the Developers have done this a lot, so they have confidence in the requirements. Or, it sounds extra small, but they want to hedge their bet just a bit.
3	<b>Average.</b> Developers have done this a lot; they know what needs to be done. There may be a few extra steps, but that's it. It's doubtful that they will need to research anything.
5	<b>Large.</b> This is complex work, or the Developers don't do this very often. Most Developers will need assistance from someone else on the team. This is probably one of the largest items that can be completed within a Sprint.
8	<b>Extra Large.</b> This is going to take some time and research and probably more than one developer to complete within two weeks. In addition, Developers need to make several assumptions that increase the risk and could affect getting it Done.
13	<b>Warning!</b> This is a complex piece of work with a lot of unknowns and requires multiple assumptions to size. It is too much to complete in one Sprint. Instead, split this into multiple items that can be completed independently.
21	<b>Hazard!</b> A "21" or "34" reflects too much complexity to be done within one Sprint. It will need to be refined more. The large size also indicates more risk, assumptions, and dependencies involved to complete this item.
?	<b>Danger!</b> As a Developer, we don't want to do this work the way it is currently written. It is very complex and cannot be completed in the timeframe of an iteration or Sprint. Perhaps the requirements are so fuzzy that it's rife with danger.

**Εικόνα 6. Διαδοχικές τιμές της Fibonacci ακολουθίας σε αντιστοίχιση με την εννοιολογική περιγραφή των σχετικών μεγεθών/δυσκολιών [107].**

Η ακολουθία Fibonacci επιλέχθηκε διότι προτείνεται από το Scrum.org (μια εκδοχή του Agile τρόπου διαχείρισης έργων που κυριαρχεί στον κλάδο του προγραμματισμού) καθώς **προσφέρει ρεαλιστικότερες απόλυτες τιμές σε σχέση με την ανθρώπινη αντίληψη σε αντίστοιχες εκτιμήσεις μεγεθών [107, 108]**. Είναι πολύ χρήσιμη ως ακολουθία, και δόκιμη επί των προκειμένων, γιατί εξυπηρετεί στην απόδοση των ρεαλιστικών τιμών μεταξύ συγκρινόμενων μεγεθών από ανθρώπους. Αυτό συμβαίνει γιατί έχει παρατηρηθεί πως διαισθητικά αστοχούμε στην εκτίμηση απόλυτων μεγεθών αλλά είμαστε πολύ καλοί στις εκτιμήσεις μας όταν καλούμαστε να συγκρίνουμε μεγέθη ή να τα κατατάξουμε βάσει του γλωσσολογικού μας προγραμματισμού.

### 3.6.3. Πρόσθετες Παραδοχές για τα Δεδομένα

Όπως προαναφέρθηκε και παραπάνω, το κάθε έργο απαιτεί διαφορετικές ανθρωπόωρες ανά κατηγορία και αποδίδει διαφορετικό κέρδος. Ομοίως, ο κάθε εργαζόμενος πληρώνεται σε ένα **εύρος που αποκλίνει μερικώς σε σχέση με τις πραγματικές του ικανότητες**, δηλαδή μισθολογικά κάποιοι καταλήγουν να

πληρώνονται λίγο καλύτερα έναντι κάποιων άλλων, κάτι που εισάγει έναν ρεαλιστικό «θόρυβο» στο πρόβλημα ο οποίος επηρεάζει και αποτελεί πρόσθετη (ρεαλιστική) πρόκληση στις μεθόδους βελτιστοποίησης.

Σημειώνεται ότι στα δεδομένα των 10 έργων **δεν έχει εισαχθεί το κομμάτι των διοικητικών εξόδων**. Δηλαδή το «overhead» που παράγεται από το κόστος λειτουργίας των υπόλοιπων τμημάτων όπως η διαχείριση προσωπικού (HR), το λογιστήριο (Accounting) το γραφείο προμηθειών (Procurement) κτλ. που πρακτικά αποτελούν σταθερά κέντρα κόστους (cost centers) και κάθετα ως προς τη φύση των έργων που αναλαμβάνει η επιχείρηση.

Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθεί πως οι μισθοί των υπαλλήλων υπολογίζονται ως συνάρτηση, της ισχύος των τεχνικών δεξιοτήτων τους πολλαπλασιασμένων με την επαγγελματική τους ωριμότητα σε αυτές (δηλαδή με αξιοκρατική προσέγγιση), ασχέτως σε ποια κατηγορία ανήκουν αυτές οι δεξιότητες (καθώς αθροίζονται οι επιμέρους ισχύεις όλων των κατηγοριών) ενώ παράλληλα λαμβάνεται μέριμνα ώστε αυτό το άθροισμα να αφορά δεξιότητες σχετικές με τον δηλωθέντα ρόλο κάθε υπαλλήλου (δηλαδή της περιγραφής θέσης του).

Συνεπώς, για τον μισθό κάθε υπαλλήλου ισχύει πως:

$$\text{Monthly\_Wages} = \text{Basic\_Income} + \text{Skill\_Index} \times \text{Wage\_Deviation} \times \text{Role\_Weight} \quad (9)$$

όπου το Basic\_Income είναι μια σταθερή τιμή (εδώ 550), το Wage Deviation ποικίλει από -25 έως +25 % (και αφορά την απόκλιση του συμβολαίου από τις πραγματικές ικανότητες ενός υπαλλήλου) και το Role\_Weight ένας αριθμός που για τα συγκεκριμένα δεδομένα αυτής της εταιρίας διαμορφώθηκε ως εξής :

- Programmers = 5,
- Network Administrators = 8,
- Business Analysts = 18,
- Project Managers = 13 και
- Graphics Designers = 15.

Τέλος, το Skill\_Index δίνεται από την:

$$\text{Skill\_Index} = \text{Sum\_of\_Assessment\_Weights} \times (0,2 + \text{Skill\_Factor}) \quad (10)$$

Όπου Skill\_Factor οι συντελεστές που αναλύθηκαν στην αρχή της παραγράφου 3.5.

### 3.6.4. Περιπτώσεις Δεδομένων

Συνολικά έχουν αναπτυχθεί 2 σενάρια και συνεπώς 2 πίνακες οι οποίοι «θρέφουν» τον Γενετικό Αλγόριθμο με δεδομένα. Πρόκειται για τα Unbalanced (προ εκπαίδευσης προσωπικού) και Balanced (μετά εκπαίδευσης προσωπικού) φύλλα εργασίας του Microsoft Excel (xlsx). Στο σημείο αυτό σημειώνεται πως τα δεδομένα που περιγράφονται στα σενάρια προ και μετά εκπαίδευσης (Balanced και Unbalanced data) είναι πραγματικά. Η ονοματολογία ως “balanced” και “unbalanced” επιλέχθηκε για να τονιστεί το γεγονός πως πρόκειται για δεδομένα που αθροιστικά συμπληρώνουν και στις 2 περιπτώσεις  $75 \times 8 = 600$  ανθρωποώρες εργασίας ανά ημέρα. Η διαφορά τους εντοπίζεται στο μίγμα των ικανοτήτων που αξιοποιούνται περισσότερο (ή λιγότερο) σε κάθε ένα από τα δύο σύνολα. Το δεύτερο, μεταγενέστερο σύνολο, δηλαδή αυτό που ακολούθησε μετά την εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού, χαρακτηρίζεται ως «balanced» διότι θεωρείται (και θα εξεταστεί στην συνέχεια αν όντως είναι) πιο ισορροπημένο σε σχέση με τις απαιτήσεις των projects. Με άλλα λόγια, η εκπαίδευση του προσωπικού έγινε σε εκείνους τους τομείς (δεξιότητες) με τρόπο ενισχυτικό ώστε τελικά η κατανομή των δεξιοτήτων των εργατών να πλησιάσει την κατανομή των προς απαίτηση εργασιών (και άρα δεξιοτήτων) του εταιρικό προφίλ των έργων.

Όπως είναι αναμενόμενο λοιπόν, στα Balanced δεδομένα περιέχονται νέες τιμές με βελτιωμένες επιδόσεις (ως προς το μέσο Competence rating) καθώς έχει προηγηθεί εκπαίδευση στα πιο ασθενή άτομα στους τομείς που διακρίθηκε ότι υπάρχει τέτοια ανάγκη. Η εκτίμηση του ποια άτομα έχριζαν των ανάλογων αναγκών κρίθηκε από το γραφείο προσωπικού (HR), **κυρίως διαισθητικά** καθώς και από τη **σύμφωνη γνώμη και πρόταση των ίδιων των υπαλλήλων** κατά περίπτωση. Υπήρχαν δηλαδή άτομα που είχαν ανάγκη εκπαίδευσης αλλά δεν είχαν το περιθώριο να εκπαιδευτούν λόγω της έντασης της εργασίας τους τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, όπως επίσης και περιπτώσεις όπου άτομα που δεν έχριζαν ανάγκη εκπαίδευσης κατέληξαν να παρακολουθούν κυρίως από ενδιαφέρον για τη διαδικασία και τη γνώση ακόμα και αν πολλά από όσα διδάχτηκαν τα γνώριζαν ή δεν υπήρχε διαθέσιμο το πεδίο για την άμεση εφαρμογή τους. Στα Unbalanced δεδομένα, όπως είναι προφανές, αποτυπώνεται η εκτίμηση του επιπέδου κατάρτισης των ατόμων πριν την εκπαίδευση, στις ανάλογες δεξιότητες.

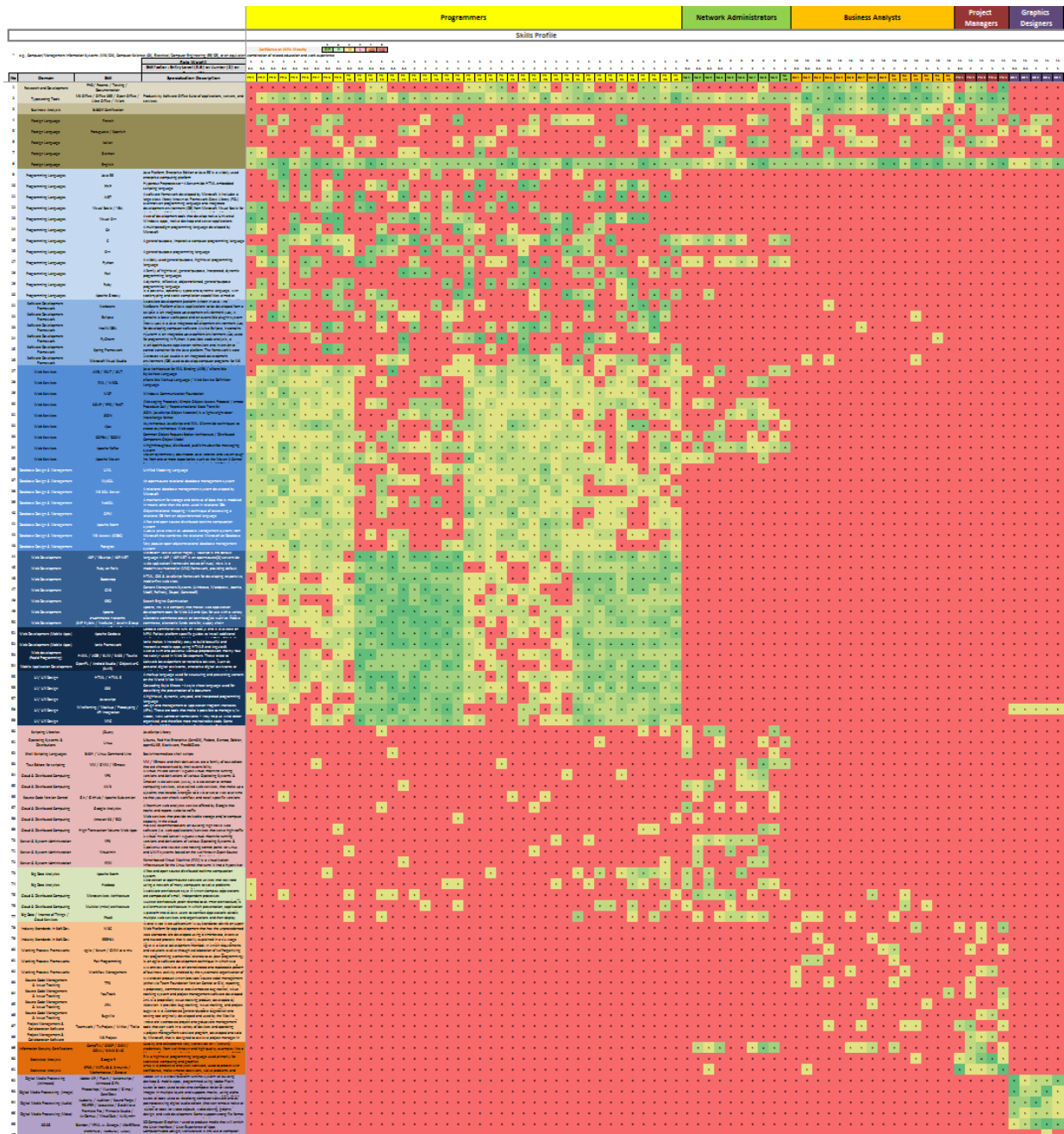
Μένει να εξεταστεί στη συνέχεια σε ποιο ποσοστό αυτή η απόπειρα εκπαίδευσης βοήθησε (από άποψης χρόνου τέλεσης των εργασιών) την εταιρία. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως το competence rating κάθε υπαλλήλου αυξήθηκε και αναλόγως αυξήθηκε η αμοιβή του. Συνεπώς, μένει να εξεταστεί και σε ποιο βαθμό επηρεάστηκε το κόστος εργασιών της εταιρίας, σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα κυρίως, καθώς σε μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο είναι βέβαιο πως θα επηρεάσει θετικά, ειδικά εάν συνυπολογιστεί η μείωση στο κόστος του Τεχνικού Χρέους που αναφέρεται στην παράγραφο 2.4.3.



## 4. Σχεδιαστικές Επιλογές

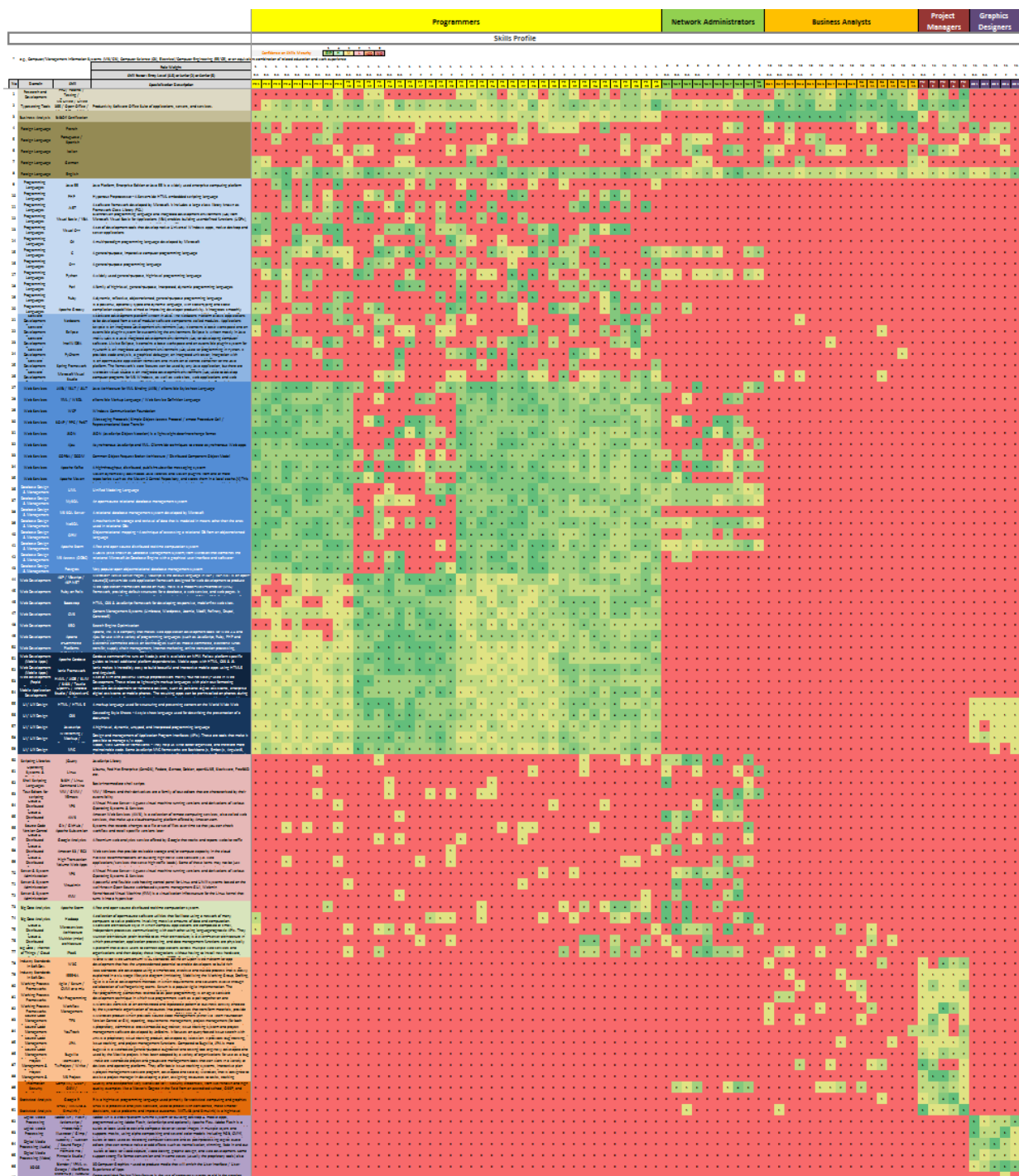
### 4.1. Προφίλ δεξιοτήτων των άμεσα συσχετισμένων με τα έργα υπαλλήλων

Η βάση της μελέτης αποτελείται από το προφίλ δεξιοτήτων των εργοληπτο-κεντρικών υπαλλήλων της εταιρίας, δηλαδή των εργαζόμενων που η δυναμική της συνεισφοράς τους εξαρτάται από τη φύση των έργων που αναλαμβάνονται.



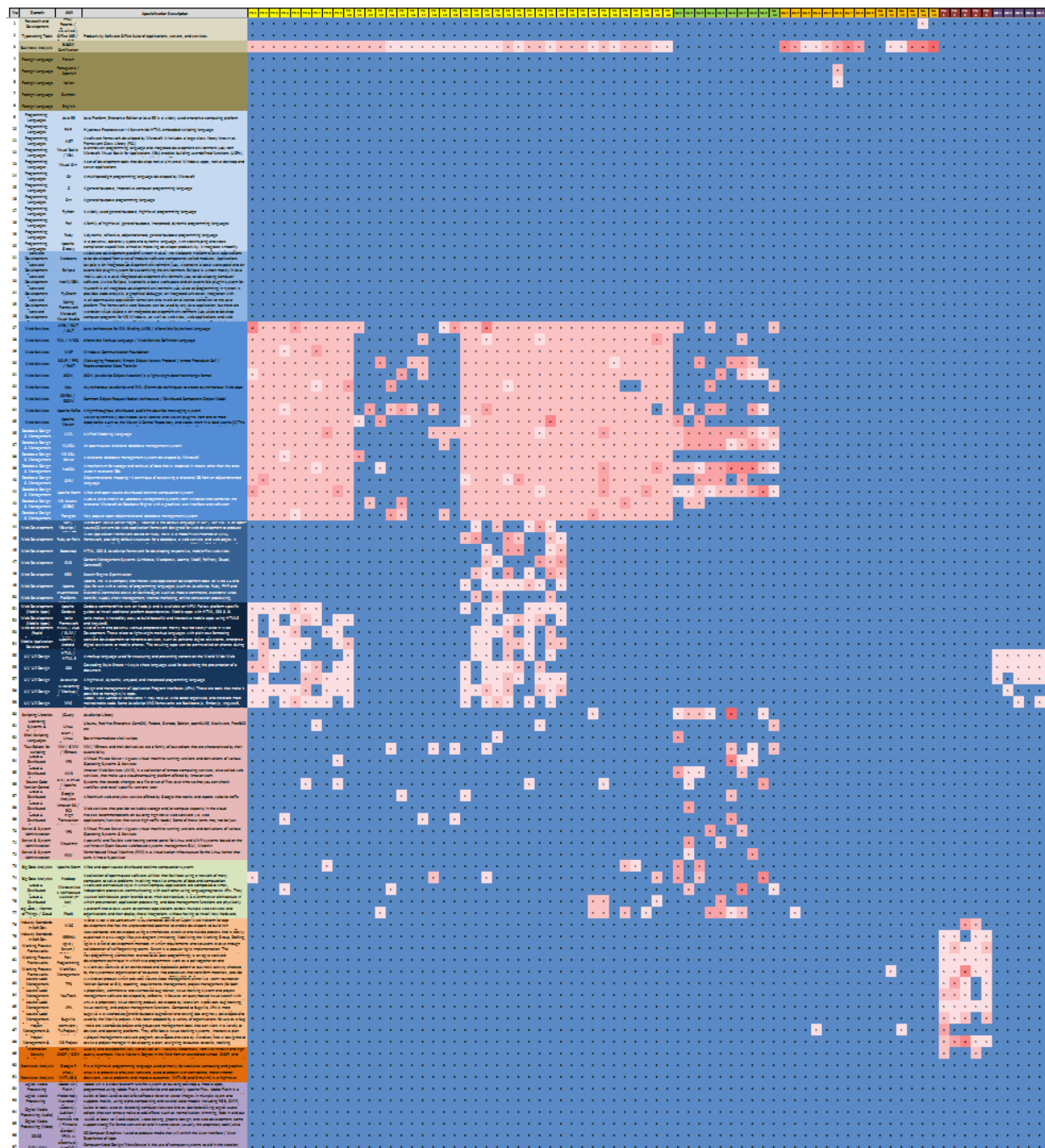
Εικόνα 7. Πίνακας που αποτυπώνει το προφίλ δεξιοτήτων του εργοληπτο-κεντρικού προσωπικού της εταιρίας. Η καταγραφή πριν τα εκπαιδευτικά σεμινάρια.

Η Εικόνα 7 παρουσιάζει το προαναφερόμενο προφίλ δεξιοτήτων, πριν την εκπαίδευση των άμεσα συσχετισμένων με τα έργα υπαλλήλων ενώ η Εικόνα 8 παρουσιάζει το ίδιο προφίλ όπως έχουν διαμορφωθεί οι δεξιότητες μετά από τα εκπαιδευτικά σεμινάρια. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν όπως αναφέρεται στην παράγραφο 3.6.2. Οι 15 χρωματικές διαβαθμίσεις στις πρώτες 3 στήλες ομαδοποιούν συμβολικά τις 97 δεξιότητες σε 15 κατηγορίες (skill cost centers).



Εικόνα 8. Πίνακας που αποτυπώνει το προφίλ δεξιοτήτων του εργοληπτο-κεντρικού προσωπικού της εταιρίας. Η καταγραφή μετά τα εκπαιδευτικά σεμινάρια.

Οι 3 πρώτες στήλες από αριστερά προς τα δεξιά, παρουσιάζουν το γνωστικό πεδίο (Domain) της δεξιότητας, τον τίτλο της δεξιότητας (Skill) και μια επεξηγηματική περιγραφή της (Specialization Description). Στον οριζόντια άξονα τοποθετούνται οι 75 υπάλληλοι, επίσης ομαδοποιημένοι και χρωματικά διαφοροποιημένοι, από αριστερά προς τα δεξιά σε PR (Programmers), NA (Network Administrators), BA (Business Analysts), PM (Project Managers) και GD (Graphics Designers).



**Εικόνα 9. Πίνακας που αποτυπώνει την σχετική ενίσχυση δεξιοτήτων του εργοληπτο-κεντρικού προσωπικού της εταιρίας λόγω των εκπαιδευτικών σεμιναρίων.**

Τα ενισχυτικά σεμινάρια δεξιοτήτων πραγματοποιήθηκαν σε διάστημα 2 μηνών όπου κάθε εβδομάδα επιλεγόταν ένα μέρος του προσωπικού για να παραστεί σε εντατική εκπαίδευση των διαφόρων εργαλείων της αντίστοιχης γνωστικής περιοχής. Κατά την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης ακολούθησε διαδικασία πιστοποίησης των αποκτηθέντων γνώσεων και περίπου μετά από ένα μήνα εργασίας ακολούθησε και πάλι η διαδικασία συλλογής δεδομένων, τα οποία και αποτυπώθηκαν στην Εικόνα 8. Το αποτέλεσμα των ενισχυτικών σεμιναρίων αποδίδεται στην Εικόνα 9, ως η διαφορά μεταξύ των scores που παρουσιάζονται στις Εικόνες 7 και 8.

No	Domain	Skill	Specialization Description	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4	PR 5	PR 6	PR 7	PR 8	PR 9	PR 10	PR 11	PR 12	PR 13	PR 14	PR 15	PR 16	PR 17	PR 18	PR 19	PR 20
36	Database Design & Management	UML	Unified Modeling Language	4	5	4	3	4	5	5	4	3	5	0	0	0	1	0	0	0	3	3	5
37	Database Design & Management	MySQL	An open-source relational database management system	4	4	5	5	3	5	4	3	3	3	0	0	1	2	1	1	0	0	5	0
38	Database Design & Management	MS SQL Server	A relational database management system developed by Microsoft	4	4	3	5	3	3	3	3	4	3	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0
39	Database Design & Management	NoSQL	A mechanism for storage and retrieval of data that is modeled in means other than the ones used in relational DBs	4	5	5	3	4	4	5	4	3	4	0	0	3	1	0	3	0	4	0	0
40	Database Design & Management	ORM	Object-relational mapping - A technique of accessing a relational DB from an object-oriented language	5	5	3	3	4	5	5	4	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
41	Database Design & Management	Apache Storm	A free and open source distributed realtime computation system	5	4	4	4	4	3	3	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
42	Database Design & Management	MS Access (ODBC)	A Unico (also known as database management system) from Microsoft that combines the relational Microsoft Jet Database Engine with a graphical user interface and business development tools	4	4	5	5	3	4	4	4	4	3	0	3	0	2	5	0	0	0	0	0
43	Database Design & Management	Postgres	Very popular open object-relational database management system	3	3	3	3	5	4	4	5	4	4	0	0	0	4	5	0	0	0	4	1
44	Web Development	ASP / VBScript / ASP.NET	Microsoft's Active Server Pages / VBScript is the default language in ASP / ASP.NET is an open-source [3] server-side web application framework	2	2	0	1	2	1	2	2	2	0	5	5	3	5	3	5	5	4	4	5
45	Web Development	Ruby on Rails	Web application framework based on Ruby, Rails is a Model-View-Controller (MVC) framework, providing default structures for a database, a web service, and web pages. It encourages and facilitates the use of web standards such as HTML, CSS & JavaScript framework for developing responsive, mobile-first web sites.	1	0	0	0	2	1	2	2	1	1	3	4	4	5	3	3	3	5	5	4
46	Web Development	Bootstrap	HTML, CSS & JavaScript framework for developing responsive, mobile-first web sites.	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	5	3	3	4	4	4	4	3	3	3
47	Web Development	CMS	Content Management Systems (Umbraco, Wordpress, Joomla, ModX, Refinery, Drupal, Concrete5)	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	3	5	4	3	5	3	5	4	4	3
48	Web Development	SEO	Search Engine Optimization	0	0	1	0	2	0	0	0	1	2	5	4	4	4	5	3	4	5	4	4
49	Web Development	Aptana	Aptana, inc. is a company that makes web application development tools for Web 2.0 and Ajax for use with a variety of programming languages (such as JavaScript, PHP, Python, etc.)	2	2	1	1	2	1	1	0	2	1	3	4	3	5	5	5	4	4	4	5
50	Web Development	e-Commerce Platforms (SAP Hybris / NetSuite / Magento)	Electronic commerce draws on technologies such as mobile commerce, electronic funds transfer, supply chain management, Internet marketing, and data mining.	1	2	0	0	1	1	1	2	1	1	3	3	5	5	4	5	5	5	4	4
51	Web Development (Mobile Apps)	Apache Cordova	Cordova command-line runs on Node.js and is available on npm. Follow platform specific guides to install additional platform dependencies. Mobile app development	1	1	3	1	2	1	2	1	2	2	4	5	4	5	4	4	5	4	5	3

No	Domain	Skill	Specialization Description	PR 34	PR 35	PR 36	PR 37	PR 38	PR 39	PR 40	NA 1	NA 2	NA 3	NA 4	NA 5	NA 6	NA 7	NA 8	NA 9	NA 10	BA 1	BA 2	BA 3
58	UI/ UX Design	Wireframing / Mockup / Prototyping / API Integration	Design and management of Application Program Interfaces (APIs). These are tools that make it possible to manage s/w apps, websites, view controller frameworks - They help us write better organized, and therefore more maintainable code. Some JavaScript MVC frameworks are Backbone.js, Ember.js, AngularJS, KnockoutJS, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	UI/ UX Design	MVC	Model-View-Controller (MVC) framework, providing default structures for a database, a web service, and web pages. It encourages and facilitates the use of web standards such as HTML, CSS & JavaScript framework for developing responsive, mobile-first web sites.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	Scripting Libraries	jQuery	JavaScript Library	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	5	0	0	1	0	0	0	0
61	Operating Systems & Distributions	Linux	Ubuntu, Red Hat Enterprise (CentOS), Fedora, Gentoo, Debian, openSUSE, Slackware, FreeBSD etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
62	Shell Scripting Languages	BASH / Linux Command Line	Basic-intermediate shell scripts	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	Text Editors for scripting	VIM / GVIM / XEmacs	VIM / XEmacs and their derivatives are a family of text editors that are characterized by their extensibility	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0
64	Cloud & Distributed Computing	VPS	A Virtual Private Server : A guest virtual machine running versions and derivations of various Operating Systems & Services	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0
65	Cloud & Distributed Computing	AWS	Amazon Web Services (AWS), is a collection of remote computing services, also called web services, that make up a cloud-computing platform offered by Amazon.com	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
66	Source Code Version Control	Git / GitHub / Apache Subversion	Systems that records changes to a file or set of files over time so that you can check workflow and recall specific versions later	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
67	Cloud & Distributed Computing	Google Analytics	A freemium web analytics service offered by Google that tracks and reports website traffic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
68	Cloud & Distributed Computing	Amazon S3 / EC2	Web services that provide resizable storage and/or compute capacity in the cloud	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	Cloud & Distributed Computing	High Transaction Volume Web Apps	Hosts recommendations on building ngn traffic web software (i.e. web applications/services that serve high traffic loads). Some of these items may include: Amazon S3, Amazon EC2, Amazon ElastiCache, Amazon CloudFront, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
70	Server & System Administration	VPS	A Virtual Private Server : A guest virtual machine running versions and derivations of various Operating Systems & Services	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0
71	Server & System Administration	Virtualmin	A powerful and flexible web hosting control panel for Linux and UNIX systems based on the well-known Open Source web-based systems management GUI, Webmin	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
72	Server & System Administration	KVM	Kernel-based Virtual Machine (KVM) is a virtualization infrastructure for the Linux kernel that turns it into a hypervisor	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
73	Big Data Analytics	Apache Storm	A free and open source distributed realtime computation system.	0	0	2	1	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 10. Μεγεθυμένα στιγμιότυπα των Εικόνων 7 και 9.

Στην Εικόνα 10 παρουσιάζονται μεγεθυμένα στιγμιότυπα (screenshots) των δεδομένων που περιέχονται στις Εικόνες 7 έως 9. Το score στα διάφορα τετράγωνα κελιά περιγράφει την εμπειρία/κατάρτιση του κάθε ρόλου και διαμορφώνεται με έναν ακέραιο από το 0 έως το 5 όπως αναφέρεται και στην Εικόνα 5.

#### **4.2. Η αποτύπωση της ενίσχυσης δεξιοτήτων**

Όπως είναι φανερό και από την Εικόνα 9, τα σεμινάρια στόχευσαν στην κάλυψη των κενών και την ανάπτυξη των δεξιοτήτων ποικίλων χαρακτηριστικών, απευθυνόμενα στις ατομικές ανάγκες των εργαζομένων αλλά ιδωμένων μέσα στο πλαίσιο των ομάδων τους, όπως αυτές διαμορφωνόταν εκείνο το διάστημα από τους ομαδάρχες τους (team leaders). Έτσι, για παράδειγμα, όπως είναι φανερό και από την πρώτη οριζόντια γραμμή της Εικόνας 9, σχεδόν όλοι οι Programmers και Business Analysts χρειάστηκε να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους γύρω από το BA Book of Knowledge (BABOK) (2<sup>η</sup> γνωστική κατηγορία). Αντίθετα, για τις γνωστικές κατηγορίες 6 και 7 (Web Services και Database Design & Management) χρειάστηκαν ενίσχυση όλοι οι προγραμματιστές (Programmers) και οι διαχειριστές δικτύων (Network Administrators) με εξαίρεση μια εκ των ομάδων προγραμματιστών (8+2 ατόμων) όπου κρίθηκε πως δεν απαιτείται καθολική ενίσχυση παρά μόνο διάθεση σχετικού έντυπου υλικού (συγκεκριμένα ένα best practices reference). Σχεδόν όλοι οι διαχειριστές δικτύων χρειάστηκε να επιμορφωθούν σε συγκεκριμένα θέματα γύρω από το Database Design & Management (UML, MySQL, NoSQL, QRM, Apache Storm), και κάποιοι εξ' αυτών να ενισχύσουν περαιτέρω τις γνώσεις τους στις κατηγορίες 11 και 12 (Server & System Administration και Big Data, Cloud & Distributed Computing). Σε αυτά ειδικά κλήθηκαν να παρακολουθήσουν εθελοντικά όσοι προγραμματιστές ένιωθαν πως μπορεί να είχε νόημα κάτι τέτοιο, σε σχέση με την ενασχόλησή τους στα πακέτα εργασίας (tasks) των έργων που είχαν αναλάβει. Κάποιοι από τους προγραμματιστές χρειάστηκε να επιμορφωθούν στις κατηγορίες 9 και 10 (Web Development για mobile Apps και UI/UX Design) ενώ κάποιοι άλλοι χρειάστηκε πέρα από τις 9 και 10 να επιμορφωθούν επιπλέον και στην 8 (Web development). Τέλος, στην κατηγορία 10 (UI/UX Design) χρειάστηκε να συμμετέχουν όλοι οι γραφίστες (Graphics



Designers) ενώ στην κατηγορία 13 (Project Management) όλοι οι διαχειριστές έργων (Project Managers).

### 4.3. Προφίλ απαιτητών δεξιοτήτων των έργων της εταιρίας

Σε αντιστοιχία με το προφίλ διαθέσιμων δεξιοτήτων των υπαλλήλων που αναφέρθηκε στις προηγούμενες παραγράφους, διαμορφώθηκε, βάσει μιας διαδικασίας όπως αυτής που περιγράφεται στην Εικόνα 6 και την αναφορά [107], η δόμηση των απαιτήσεων κάθε έργου στις ίδιες 15 κατηγορίες (skill cost centers), ώστε να είναι δυνατή η συσχέτιση απαιτήσεων και αντίστοιχων «διαθέσεων». Η δόμηση των απαιτήσεων έγινε με βάση την κρίση μιας ομάδας ειδικών επί του θέματος (subject experts) η οποία είχε συσταθεί από τους 12 πιο έμπειρους των 75 και από 4 ακόμα άτομα της ιεραρχίας (C-level) της εταιρίας.

Summary (per Domain) - Cost Centers		PROJECT 1	PROJECT 2	PROJECT 3	PROJECT 4	PROJECT 5	PROJECT 6	PROJECT 7	PROJECT 8	PROJECT 9	PROJECT 10	PROJECT 11	PROJECT 12	PROJECT 13	PROJECT 14	PROJECT 15
1	R&D, Testing and Typesetting	650	750	0	50	50	160	80	30	15	15	0	0	25	30	0
2	Business Analysis	700	770	220	100	15	90	20	100	20	0	0	0	75	0	0
3	Foreign Language	350	0	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Programming Languages	1640	750	850	30	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Software Development Framework	300	0	450	0	250	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0
6	Web Services	2800	3600	100	150	0	350	210	20	0	0	0	0	0	0	0
7	Database Design & Management	2600	2800	0	900	250	240	0	150	0	0	0	250	0	150	0
8	Web Development	750	0	900	700	100	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Web Development (Mobile Apps)	0	0	0	150	0	0	0	0	360	0	0	0	150	0	0
10	UI/ UX Design	390	60	160	0	150	20	0	0	40	0	0	150	0	0	60
11	Server & System Administration	450	600	150	50	50	0	140	0	0	0	150	0	0	150	0
12	Big Data, Cloud & Distributed Computing	250	700	150	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
13	Project Management	650	1100	50	60	110	50	40	20	20	90	0	0	450	0	50
14	Statistical Analysis	250	100	30	0	20	0	0	0	0	0	0	0	60	0	50
15	Digital Media Processing	100	20	60	120	100	0	0	0	0	0	20	200	0	20	20
SUM of Relative Difficulty Estimations		11880	11250	3150	2610	1145	990	540	320	455	105	170	650	760	370	180

Εικόνα 10. Μεγεθυμένα στιγμιότυπα των Εικόνων 7 και 9.

Ο βαθμός δυσκολίας του κάθε project παρουσιάζεται ως αλγεβρικό άθροισμα όλων των επιμέρους απαιτήσεων-δεξιοτήτων. Γι' αυτό και δόθηκε ιδιαίτερη μέριμνα ώστε να εξασφαλιστεί πως η απόδοση ανθρωποωρών (manhours) στα κέντρα κόστους αλλά και στο κάθε ένα από τα έργα, γίνεται με τρόπο ώστε όλα μεταξύ τους τα κελιά του πίνακα της Εικόνας 10 να είναι λογικά και αριθμητικά αμοιβαίως αποκλειόμενα (mutually exclusive).

Στην παρούσα μελέτη τα πρώτα 10 από τα έργα χρησιμοποιήθηκαν για να εκτιμηθεί επί της αρχής, ως μια πρώιμη προσέγγιση, **το περιθώριο αξιοποίησης των εταιρικών ανθρώπινων πόρων**, όπως αυτό εκδηλώνεται με την ταύτιση των ικανοτήτων των εργαζομένων με τις απαιτήσεις του κάθε εταιρικού έργου, ανά περίπτωση, και δεδομένου ότι τρέχουν σε παράλληλο χρόνο πολλά έργα, ποικίλλων απαιτήσεων.

Για τα πρώτα αποτελέσματα θεωρήθηκε πως οι ανθρωποώρες κατανέμονται μέσα σε ένα 8ωρο εργασίας σύμφωνα με τις δεξιότητες του κάθε ρόλου, ατομικά. Συνεπώς, όπως και στην πραγματικότητα, ο κάθε ένας από τους υπαλλήλους χαρακτηρίζεται από **την κατανομή των δεξιοτήτων του στα κέντρα κόστους**, ασχέτως ρόλου ή τίτλου. Βεβαίως, είναι γεγονός πως οι ρόλοι (ή τίτλοι) αποτελούν εύστοχους ταξινομητές (classifiers) δεξιοτήτων αλλά στην παρούσα εργασία, όπως και στις περισσότερες εταιρίες λογισμικού, δίνεται μεγαλύτερο βάρος στο άτομο και στις αλληλεπιδράσεις του. Αυτή η φιλοσοφία συνάδει με τη πρώτη θεώρηση του Agile Manifesto [109] και ευθυγραμμίζεται με την εφικτότητα (feasibility) της αρχικής υπόθεσης.

Η δυνατότητα αναβάθμισης της κατανομής των δεξιοτήτων συγκεκριμένων ατόμων με τρόπο που να ταιριάζει περισσότερο στο προφίλ των έργων της εταιρίας μπορεί να γίνει

- α) με την ενισχυτική εκπαίδευση στους τομείς που απαιτείται κατά περίπτωση (δεδομένου ότι αυτή θα αποδώσει μακροπρόθεσμα το κόστος της),
- β) την πρόσληψη νέων υπαλλήλων που το προφίλ τους ταυτίζεται με αυτό των έργων (χωρίς όμως να εγγυάται ευθυγράμμιση με κάποια επόμενα έργα, καταλήγοντας ενδεχομένως σε κάποιο βαθμό και πάλι σε εκπαίδευση) ή/και
- γ) την απόλυση κάποιων υπαλλήλων που το προφίλ τους αποκλίνει κατά πολύ από αυτά των έργων.

Πέρα από τα ηθικά διλήμματα που εισάγονται στην απόφαση μιας απόλυσης, μια τέτοια πράξη δε συνεπάγεται ότι το κέρδος από τη βελτίωση λόγω ταύτισης των προφίλ απαιτήσεων και διάθεσης θα υπερκεράσει τις επιπτώσεις επέκτασης του χρονοπρογραμματισμού των έργων. Για όλους του παραπάνω λόγους απαιτείται να εξεταστεί η κάθε περίπτωση ξεχωριστά, αναλύοντας το τι θα συμβεί με την αλλαγή του μίγματος δεξιοτήτων είτε αυτό προκύπτει με εκπαίδευση, πρόσληψη/εις ή/και απόλυση/εις.

Ιστορικά αναφέρεται πως η επιλογή του HR τμήματος της εταιρίας να εφαρμόσει την εκπαιδευτική διαδικασία έγινε διότι κρίθηκε (επίσης διαισθητικά) πως αποτελεί την οικονομικότερη λύση, δεδομένου ότι υπήρχαν μεγάλες δυσκολίες πρόσληψης και εύρεσης έστω και μερικώς κατάλληλου προσωπικού αφενός, αφετέρου υπήρχαν αρκετά διαθέσιμα έργα προς τέλεση και η όποια καθυστέρηση σήμαινε μεγαλύτερο μακροπρόθεσμο κόστος. Η πίεση ανάληψης που ασκείται από τους πελάτες σημαίνει

σε μια τέτοια περίπτωση κωλυσιεργίας, το αυξημένο ρίσκο ανάληψης των έργων από ανταγωνιστές. Επίσης η πρόωρη ανάληψη συνεπάγεται το ρίσκο μερικής τέλεσης με αποτέλεσμα τις όποιες οικονομικές επιπτώσεις από ασφαλιστικές ρήτρες, εταιρική δυσφήμιση, ή/και προϊόντα που παραδόθηκαν μεν αλλά περιέχουν μεγάλο τεχνικό χρέος το οποίο θα εκδηλωθεί μακροπρόθεσμα.

Για αυτούς τους λόγους, συγκυριακά **οι περισσότερες νεοσύστατες εταιρίες λογισμικού καταλήγουν να στρέφονται στην πρόσληψη και κατ' επέκταση εκπαίδευση του προσωπικού καθώς μειώνει αρκετά το ρίσκο βιώσιμης εισαγωγής στον αντίστοιχο επιχειρηματικό κλάδο**, με το κύριο πρόβλημα να μετατίθεται στη μείωση του περιθωρίου κέρδους (αύξηση ανταγωνιστικότητας).

Επανερχόμενοι στο σχεδιαστικό μέρος, το γεγονός ότι το 8ωρο αντικείμενο εργασίας των υπαλλήλων ποικίλει (λόγω επιδόσεων) σε όγκο ανάλογο με αυτό των δεξιοτήτων τους, διαισθητικά φαντάζει ρεαλιστικό και ενισχύεται προς αυτή την κατεύθυνση και από την απόδοση των πακέτων εργασίας (tasks) από τους team leaders, τους project managers όπως έχουν προταθεί από τους business analysts. Ωστόσο ως μοντέλο παρουσιάζει μια σχετική **ανελαστικότητα στις εξαιρετικές περιπτώσεις** που ο εργαζόμενος καλείται να εργαστεί σε μια δραστηριότητα που ναι μεν τη γνωρίζει αλλά όχι τόσο ικανοποιητικά όσο άλλες και ταυτόχρονα συμβαίνει να πρέπει να ασχοληθεί αποκλειστικά με αυτή καθώς αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα από τη σκοπιά του έργου.

#### **4.4. Διάχυση επιδόσεων δεξιοτήτων και ατομική προσαρμοστικότητα**

Η πρώτη προσέγγιση υπέθετε την αναδιαμόρφωση της κατανομής των δεξιοτήτων μέσα στο 8ωρο (ποιοτική προσέγγιση) χωρίς να αναφέρεται στις ικανότητες των υπαλλήλων όπου κάποιοι είναι πιο έμπειροι σε συγκεκριμένες πακέτα εργασίας έναντι συναδέλφων τους (ποσοτική προσέγγιση) και το πώς αυτές μπορούν να επηρεάσουν τις επιδόσεις τους και άρα εμμέσως να βελτιώσουν τις χρονοπρογραμματισμένες απαιτήσεις. Ενώ έχει προβλεφθεί ο συντελεστής Skill Factor (που λαμβάνει τιμές 0.5, 2 και 5 για να ορίσει τη σχετική εμπειρία των εργαζομένων), επιλέχθηκε αυτός να χρησιμοποιείται για τον αξιοκρατικό υπολογισμό του μισθολογικού μέρους και να μην αποφευχθεί η επιρροή του στην επιλογή των ατόμων μέσα από τη δεδομένη παραμετροποίηση του αλγόριθμου.



Δεδομένου ότι οι εργαζόμενοι θα δουλέψουν ούτως ή άλλως ένα 8ωρο, η συγκεκριμένη ευχέρεια στην αρτιότερη απόδοση του εργατικού δυναμικού (labor capacity) του κάθε εργαζομένου αποδίδεται με έναν πρόσθετο **συντελεστή προσαρμοστικότητας** ο οποίος ορίζει τον τρόπο με τον οποίο το μεγαλύτερο μέρος του διαθέσιμου χρόνου του εργαζομένου θα αποδοθεί για να καλύψει την πιο απαιτητή δεξιότητα από όσες περιέχονται στο έργο για το οποίο επιλέχθηκε ο εργαζόμενος. Ο συντελεστής προσαρμοστικότητας διαμορφώνει εμμέσως την αποδοτικότητα των εργαζόμενων καθώς πολώνει τις επιδόσεις τους προς τους χρόνους των δεξιοτήτων όπου παρουσιάζονται πιο ικανοί. Αυτό αποτρέπει την **ατομοκεντρική** θεώρηση, αποφεύγοντας σε ικανοποιητικό βαθμό την στόχευση σε συγκεκριμένα άτομα.

Ένας από τους λόγους που επιλέχθηκε αυτή η προσέγγιση αφορά της αποφυγή ενός φαινομένου που παρουσιάζεται ως **στρέβλωση της δημόσιας επιλογής** (spoiler effect) όταν ένας πιθανός υποψήφιος χαμηλής πιθανότητας να επιλεγεί (ως δεξιότητα μεταξύ άλλων δεξιοτήτων του ίδιου ή άλλων ατόμων) **καταλήγει ως συμμετοχική ύπαρξη και μόνο να επηρεάζει αρνητικά τα υπόλοιπα, πιο πιθανά αποτελέσματα**, αφαιρώντας την εύνοια από τον πρώτο άξιο προς επιλογή μεταφέροντας την σε κάποιον λιγότερο ικανό υποψήφιο. Για τον ίδιο λόγο, ο υπολογισμός του αποτελέσματος της διασταύρωσης του κάθε υποψήφιου εργαζομένου υπολογίζεται πάντα σε μια 1 προς 1 διαδικασία με μόλις ένα έργο και κάθετα ως προς τους υπολογισμούς για τους υπόλοιπους υποψηφίους ή και τα υπόλοιπα έργα. Αυτό γίνεται γιατί ο GA επιλέγει τυχαία την τοποθέτηση του κάθε υποψήφιου σε κάθε έργο, επιτρέποντας την επιλογή ακόμα και όλων των υποψηφίων στο ίδιο έργο και καταλήγει στην καλύτερη λύση κάθε φορά για το δεδομένο χρονικό διάστημα που εξετάζει τη λύση (1, 5, 10 ή 22 εργάσιμες στην παρούσα εργασία).

Έτσι, έχει επιλεγεί ο όρος Efficiency-drop Factor ο οποίος σχηματίζει την τελική **διαμόρφωση των επιδόσεων** ενός εργαζομένου (σε εργατοώρες) όταν αυτός καλείται να εργαστεί αναπτύσσοντας την κάθε μια από τις δεξιότητες που έχει. Ο κάθε εργαζόμενος, όπως έχει υπονοηθεί από τα παραπάνω, δεδομένου ότι μπορεί να αναπτύξει πολλές δεξιότητες ασχέτου ρόλου, ενδέχεται να κατέχει από 1 έως 15 γνωστικές περιοχές. Φυσικά, μια έντονη **διάχυση επιδόσεων δεξιοτήτων** (interdisciplinary work performance) θα σήμαινε πως μπορεί να κάνει τα πάντα το ίδιο καλά, κάτι που δε θα του έδινε εύκολα μια συγκεκριμένη θέση στην εταιρία και που

όπως φαίνεται και από τις Εικόνες 7 και 8 δεν παρατηρείται ιδιαιτέρως. Αντίθετα, μια μέση διάχυση εξυπηρετεί καθώς (όπως συμβαίνει και στην πραγματικότητα) το να υπάρχουν κάποιες περιφερειακές δεξιότητες **επιτρέπει στον υπάλληλο την σύνδεσή της ροής εργασίας του με αυτή των συναδέλφων του** (workflow coupling). Έτσι, όπως παρατηρείται από την Εικόνα 11, οι δεξιότητες που παρουσιάζουν οι εργαζόμενοι είναι από 3 έως 10, με τις 3 να παρατηρούνται στους γραφίστες και οι 10 να παρατηρούνται στους προγραμματιστές. Η Εικόνα 12 παρουσιάζει σε μεγέθυνση μέρος της Εικόνας 11.



**Εικόνα 11. Η κατανομή δεξιοτήτων για κάθε εργαζόμενο (εκφρασμένη σε ώρες που αθροίζουν 8ώρο).**

Summary (per Domain) - Manhours	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4	PR 5	PR 6	PR 7	PR 8	PR 9	PR 10	PR 11	PR 12	PR 13	PR 14	PR 15	PR 16	PR 17	PR 18
Role Weight	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Skill factor : Entry Level (0.5) or Junior (2) or Senior (5)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2	2	2
R&D, Testing and Typesetting	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2
Business Analysis	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Foreign Language	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1	0,3	0,6	0,5	0,4	0,2	0,4	0,5	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2
Programming Languages	1,1	1,2	0,5	1,3	1,0	1,5	0,8	1,1	1,6	0,5	1,1	1,3	1,1	0,7	1,1	1,3	1,4	0,5
Software Development Framework	0,3	0,3	0,4	0,5	0,2	0,1	0,1	0,6	0,5	0,3	0,2	0,0	0,5	0,3	0,7	0,4	0,0	0,2
Web Services	2,4	2,2	2,6	2,3	2,5	2,1	2,3	1,9	2,1	2,5	0,7	0,6	0,9	1,2	0,6	0,7	1,2	1,3
Database Design & Management	2,2	2,2	2,4	1,8	2,1	2,1	2,3	2,0	1,5	2,3	0,4	0,2	0,6	0,7	0,7	0,3	0,0	0,5
Web Development	0,5	0,5	0,2	0,3	0,8	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	2,1	2,2	1,7	2,1	1,8	2,1	2,2	2,3
Web Development (Mobile Apps)	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5	1,4	1,3	0,9	1,1	0,9	1,0	1,3	1,2
UI/ UX Design	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	1,4	1,6	1,2	1,5	1,2	1,6	1,2	1,3
Server & System Administration	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1
Big Data, Cloud & Distributed Computing	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2
Project Management	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Statistical Analysis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Digital Media Processing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Εικόνα 12. Μεγέθυνση της κατανομής δεξιοτήτων για κάθε εργαζόμενο (εκφρασμένη σε ώρες που αθροίζουν 8ώρο).**

Όπως είναι φανερό οι ώρες σε κάθε περίπτωση αθροίζουν σε 8-ωρο με την κατανομή των ανθρωποωρών για κάθε εργαζόμενο να έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με την σχετικότητα που χαρακτηρίζει τις επιδόσεις του σε κάθε δεξιότητα. Αυτό σημαίνει πως δύο εργαζόμενοι με την ίδια κατανομή δεξιοτήτων αλλά με διαφορετικές επιδόσεις, όπου για παράδειγμα ο ένας είναι 2 φορές ικανότερος από τον δεύτερο, στον πίνακα της Εικόνας 11 θα παρουσιαστούν πανομοιότυπα. Η μόνη διαφορά τους θα αποτυπωθεί στην μισθολογική τους απόδοση, σύμφωνα με τις εξισώσεις (9) και (10) αφού και οι δύο αναμένεται να δουλέψουν για το ίδιο χρονικό διάστημα (και τελικά με την ίδια προσαρμοστικότητα αν διασταυρωθούν ο καθένας ξεχωριστά εργαζόμενοι

για το ίδιο έργο) **αλλά ο ένας εκ των δύο θα παράγει καλύτερο κώδικα με χαμηλότερο τεχνικό χρέος** (το οποίο αποδίδεται στον ικανότερο εκ των δύο του παραδείγματος, αφού αφορά μισθολογική συμφωνία, ασχέτως σε ποιο project λειτουργεί κάθε φορά).

**Η μισθολογική διαμόρφωση** σε σχέση με την ποιότητα του παραγόμενου κώδικα είναι μια παράμετρος που **σκοπίμως δεν εισάγεται -άμεσα- ως αλγοριθμική είσοδος** στην παρούσα εργασία διότι συνήθως στην πράξη ο μισθός δεν αναδιαμορφώνεται με τον ρυθμό που χρησιμοποιείται το δεδομένο εργαλείο. Αυτό μπορεί ωστόσο να συμβαίνει στην περίπτωση που οι εργαζόμενοι συσχετίζονται με την εργοληψία ως ελεύθεροι επαγγελματίες (outsourcing to freelancers) οπότε η αμοιβή κάθε φορά θα μπορεί να αναδιαμορφώνεται -εφόσον προσυμφωνηθεί- αναλόγως.

Σε ότι αφορά το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να εκδηλωθεί το τεχνικό χρέος, ιστορικά αναφέρεται ότι τουλάχιστον για την δεδομένη περίπτωση υπό εξέταση, τα σημάδια ήταν ορατά μεταξύ των subject experts και των team leaders από το πρώτο τρίμηνο εργασίας. Δηλαδή μέσα στο διάστημα 3 μηνών ήταν δυνατό να επιβεβαιωθεί ποιοι εργαζόμενοι παρήγαγαν μεγάλο τεχνικό χρέος (και με σχετική ευκολία στην συγκριτική ταξινόμηση των υπαλλήλων με βάσει το ρίσκο που εισήγαγαν), αλλά δεν ήταν εξίσου εύκολο να αποτιμηθεί η μακροπρόθεσμη αρνητική αξία αυτού του ρίσκου σε χρηματικούς όρους, καθώς δεν ήταν δυνατό να εκτιμηθούν και οι μελλοντικές απαιτήσεις των πελατών ή η πορεία του δεδομένου προϊόντος.

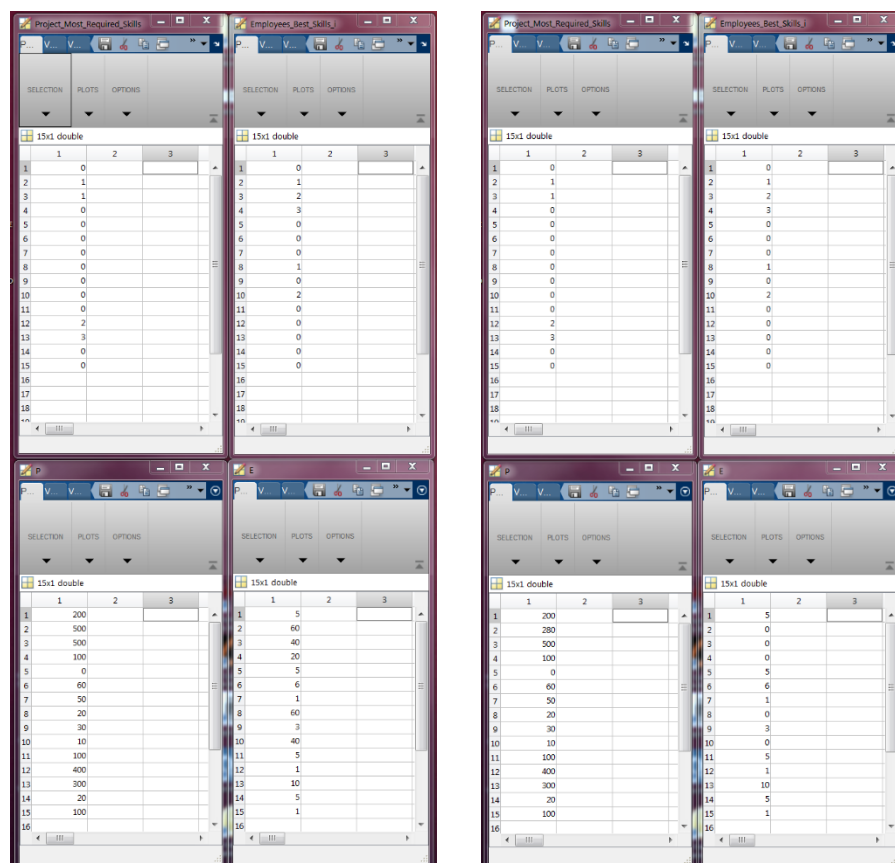
#### **4.4.1. Ανάλυση σχεδιασμού εργασιακής προσαρμοστικότητας**

Η προσαρμογή του κάθε υπαλλήλου απέναντι στις απαιτητές δεξιότητες του έργου είναι εφικτή μόνο στην περίπτωση που υπάρχει έστω και μια δεξιότητα από τις πρώτες 'Χ' πιο απαιτητές του έργου που να αποτελεί διαθέσιμη δεξιότητα του υπαλλήλου, και συγκεκριμένα να βρίσκεται στις 'Υ' πιο χαρακτηριστικές του. Αν δεν συμβαίνει αυτή η προϋπόθεση, δηλαδή αν δεν υπάρχει αρκετά κοινή δεξιότητα μεταξύ των 'Χ' πιο απαιτητών δεξιοτήτων του έργου και των 'Υ' πιο διαθέσιμων από τον εργαζόμενο, τότε ο εργαζόμενος αξιοποιεί το οχτάωρό εργαζόμενος για όσες ανθρωποώρες μπορεί να προσφέρει στο δεδομένο έργο, δηλαδή για όσες εξ' αυτών δεν ανήκουν στις 'Υ' πιο χαρακτηριστικές δεξιότητές του αλλά ταυτόχρονα υπάγονται σε δεξιότητές του οι οποίες είναι απαιτητές από το έργο. Το ίδιο συμβαίνει και για όσες ανθρωποώρες του απομένουν να αποδώσει και στην περίπτωση που βρεθεί να έχει κάποιες κοινές

δεξιότητες με το έργο, απλά το κάνει εφόσον πρώτα έχει εξαντλήσει την προσαρμοστικότητα του (στην πιο απαιτητή από το έργο δεξιότητα) μέσα από την πιο ισχυρή από τις κοινές του δεξιότητες. Στη συνέχεια παρουσιάζονται επτά διαφορετικά επεξηγηματικά σενάρια που χρησιμεύουν ως παραδείγματα για να γίνει περισσότερο κατανοητή η συγκεκριμένη μοντελοποίηση.

#### 4.4.2. Παραδείγματα εργασιακής προσαρμοστικότητας

Στα παραδείγματα αυτά παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο μοντελοποιείται η απόδοση εργασίας ενός τυχαία επιλεγμένου εργαζόμενου από τον GA σε ένα τυχαία επιλεγμένο έργο. **Η συσχέτιση έργου και εργαζόμενου εδώ ονομάζεται «διασταύρωση» αλλά όχι με τη έννοια της διασταύρωσης που αναφέρεται στους GA.** Η γραφική απεικόνιση του τρόπου απόδοσης της εργασίας γίνεται με την παράθεση των περιεχομένων 4+4 πινάκων από το περιβάλλον του MATLAB, παρουσιάζοντας τα υπολογιστικά βήματα στην αρχή του εργασιακού 8ωρου (πριν) και στο τέλος του (μετά).



Πριν

Μετά

**Εικόνα 13. Σενάριο 1. Απόδοση των διαθέσιμων εργατοωρών σύμφωνα με τις δεξιότητες του εργαζόμενου σε σχέση με τις απαιτήσεις από το συσχετισμένο έργο.**

Οι λογικές και μαθηματικές πράξεις που εφαρμόζονται κατάλληλα έτσι ώστε να αποδοθεί ο όγκος εργασίας εκεί που κρίνεται ότι είναι σημαντικότερο, ανάλογα με τις κατανομές των δεξιοτήτων έργου και εργαζόμενου, όπως δηλαδή συμβαίνει και στην πραγματικότητα, μοντελοποιούν στη συνέχεια αυτό που προαναφέρθηκε ως εργασιακή προσαρμοστικότητα.

Στην Εικόνα 13, όπως και σε όλες τις εικόνες που θα ακολουθήσουν για την περιγραφή του κάθε σεναρίου, όλοι τα διανύσματα (MATLAB Arrays) αποτελούνται από 15 γραμμές (rows) που αντιστοιχούν στις 15 κατηγορίες δεξιοτήτων (cost centers), με την ίδια ακριβώς σειρά όπως έχουν αναφερθεί στην παράγραφο 3.6.1. Τα δύο διανύσματα πάνω αριστερά και πάνω δεξιά (ο `Project_Most_Required_Skills` και ο `Employees_Best_Skills_i`) επαναλαμβάνονται στα πριν και μετά screenshots οπότε παραμένουν οι ίδιοι. Ο `Project_Most_Required_Skills` αριθμεί τις θέσεις που βρίσκονται οι πιο απαιτητές δεξιότητες, δηλαδή οι δεξιότητες με το μεγαλύτερο αριθμό ανθρωποωρών. Η πρώτη μεγαλύτερη τιμή (largest 1<sup>st</sup>) παίρνει την τιμή 1, η δεύτερη μεγαλύτερη την τιμή 2 και η τρίτη μεγαλύτερη την τιμή 3, συνεπώς η τιμή του  $X$  όπως αναφέρεται στην 4.4.1 είναι  $X = 3$ . Παρομοίως, το διάνυσμα `Employees_Best_Skills_i` αριθμεί τις θέσεις που βρίσκονται οι πιο διαθέσιμες δεξιότητες του υπαλλήλου, με την αντίστοιχη ακριβώς λογική όπως και παραπάνω, συνεπώς  $Y = 3$ . Η επιβεβαίωση για τα όσα αναφέρονται έρχεται από τα διανύσματα  $P$  και  $E$  που βρίσκονται κάτω αριστερά, με το αριστερότερο να είναι το  $P$ . Το διάνυσμα  $P$  περιέχει τις εργατοώρες που απαιτούνται να καλυφθούν από το συγκεκριμένο έργο. Το διάνυσμα  $E$  περιέχει τις εργατοώρες που μπορεί να διαθέσει (βάσει των δεξιοτήτων του) ο συγκεκριμένος υπάλληλος. Σε ένα ρεαλιστικό παράδειγμα, το άθροισμα των εργατοωρών στο διάνυσμα  $E$  θα ήταν 8 ώρες. Στα παραδείγματα που ακολουθούν δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση στην ξεκάθαρη κατανόηση της συλλογιστικής της προσαρμοστικότητας και γι' αυτό εισήχθησαν μεγάλοι αριθμοί για να ξεχωρίζουν οι καλύτερες επιδεξιότητες του εργαζομένου.

Έτσι, για το συγκεκριμένο έργο, είναι εμφανές ότι η 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> δεξιότητα είναι οι πιο απαιτητές (με το νούμερο 500 και οι δύο), ενώ δεύτερη πιο απαιτητή είναι η 12<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> πιο απαιτητή είναι η 13<sup>η</sup>. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την αρίθμηση του διανύσματος `Project_Most_Required_Skills`. Αντίστοιχα, είναι φανερό ότι ο συγκεκριμένος εργαζόμενος είναι περισσότερο (και εξίσου) επιδέξιος στη 2<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> δεξιότητα, ενώ

αμέσως μετά παρουσιάζεται ως εξίσου επιδέξιος στην 3<sup>η</sup> και 10<sup>η</sup> δεξιότητα και τέλος, ως τρίτη κατά σειρά επιδεξιότητα παρουσιάζει στην 4<sup>η</sup> δεξιότητα.

Η μαθηματική περιγραφή της προσαρμοστικότητας του εργαζόμενου, για τη γενική περίπτωση, δίνεται από την εξίσωση:

$$x^{th}_{P\_largest}' = x^{th}_{P\_largest} - \sum (y^{th}_{E\_largest} \times (1 - (y-1) \times \text{Efficiency-drop Factor})) \quad (11)$$

όπου  $x^{th}_{P\_largest}$  είναι οι ανθρωποώρες της x-οστής από τις πιο απαιτητές δεξιότητες πριν το τέλος της εργάσιμης ημέρας,  $x^{th}_{P\_largest}'$  είναι οι ανθρωποώρες της x-οστής από τις πιο απαιτητές δεξιότητες αλλά μετά το τέλος της εργάσιμης ημέρας,  $y^{th}_{E\_largest}$  είναι οι εργατοώρες της y-οστής πιο διαθέσιμης δεξιότητας του υπαλλήλου και Efficiency-drop Factor είναι μια τιμή (μεταξύ 0 και 1) που περιγράφει την πτώση της εργασιακής επίδοσης καθώς ο εργαζόμενος αποδίδει τις εργατοώρες της y-οστής πιο διαθέσιμης δεξιότητάς του στην πιο απαιτητή όλων. Έτσι μοντελοποιείται η διάθεση εστίασης της εργασίας του **στην πιο απαιτητή από τις κοινές δεξιότητες** αξιοποιώντας (σε κάποιο ποσοστό) τις εργατοώρες άλλων δεξιοτήτων του. Αυτό σημαίνει πως αν από τις κοινές δεξιότητες έργου και εργαζόμενου η πιο διαθέσιμη είναι αυτή που παρουσιάζεται ως δεύτερα πιο επιδέξιος (y=2), το άθροισμα των εργατοωρών του από τις 3 πιο επιδέξιες δεξιότητές του θα πολλαπλασιαστεί με το  $(1 - (2-1) \times \text{Efficiency-drop Factor})$ . Εν κατακλείδι, αν και με αυτό τον τρόπο ο εργαζόμενος αθροίζει παραπάνω ώρες εργασίας από αυτές που αναλογούσαν στην δεξιότητα που έχει κοινή με αυτή που είναι πιο απαιτητή από το έργο (εδώ την 2<sup>η</sup> δεξιότητα), και βοηθάει στο να μειωθούν γρηγορότερα οι απαιτητές ώρες αυτής της δεξιότητας του αντίστοιχου έργου, λόγω του παράγοντα πτώσης της εργασιακής επίδοσης ανάλογα με το που νιώθει πιο επιδέξιος, η εργασιακή του απόδοση μειώνεται μερικώς. Οι υπόλοιπες δεξιότητες του εργαζόμενου (δηλαδή όσες έρχονται σε επιδεξιότητα μετά το Y=3) και απαιτούνται από το έργο, αποδίδονται 100% ως προς τις ανθρωποώρες τους καθώς αυτές δεν ανήκουν σε μια προσπάθεια συσπείρωσης όπως προηγουμένως, όπου το εργασιακό δυναμικό του εργαζόμενου απαιτεί την πόλωση της δραστηριότητάς του σε ένα πακέτο εργασίας στο οποίο ενδεχομένως να χρειάζεται να μεταφέρει ανθρωποώρες από δεξιότητες στις οποίες νιώθει πιο ικανός σε δεξιότητες που νιώθει λιγότερο ικανός.

Έτσι, επιστρέφοντας στο πρώτο σενάριο που περιγράφει η Εικόνα 13, επειδή ο εργαζόμενος είναι πιο επιδέξιος στην 2<sup>η</sup> δεξιότητα η οποία είναι και η πιο απαιτητή

από το έργο (δηλαδή τα δύο διανύσματα, `Project_Most_Required_Skills` και `Employees_Best_Skills_i` έχουν και τα δύο '1' στη 2<sup>η</sup> θέση/δεξιότητα), ο εργαζόμενος συγκεντρώνει με επίδοση 100% τις εργατοώρες των δεξιοτήτων στις οποίες είναι πιο ικανός για  $Y=3$ , δηλαδή όσες αναφέρονται στο διάνυσμα `Employees_Best_Skills_i`, που αντιστοιχούν στο διάνυσμα `E` στις ανθρωποώρες  $60+40+20+60+40=220$  εργατοώρες. Όλες αυτές οι εργατοώρες στοχεύουν στις 1<sup>η</sup> από τις δύο πιο απαιτητές δεξιότητες με νούμερα 500 και 500 αντίστοιχα (2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> θέση στο διάνυσμα `P`). Συνεπώς οι 220 εργατοώρες αφαιρούνται από τις ώρες που απαιτούνται από 2<sup>η</sup> θέση του διανύσματος `P` και έτσι μετά το τέλος της ημέρας το νέο νούμερο απαιτητών εργατοωρών σε εκείνη τη θέση γίνεται  $500-220=280$  εργατοώρες. Αυτές οι εργατοώρες αφαιρούνται από το διάνυσμα `E` (κάτω δεξιά της Εικόνας 13) για να δηλωθεί ότι τις έχει αποδώσει στο έργο. Οι ώρες που μένουν στο διάνυσμα `E` αφαιρούνται 1:1 από τα κελιά του διανύσματος `P` και ακολουθεί περαιτέρω μείωση των απαιτούμενων εργατοωρών του συγκεκριμένου έργου, με εξαίρεση την 5<sup>η</sup> δεξιότητα όπου ο εργαζόμενος αν και έχει τη δυνατότητα να προσφέρει υπηρεσίες σε αυτόν τον τομέα, αυτό δεν απαιτείται από το έργο. Αυτές οι ώρες (εδώ 5) χάνονται καθώς δεν μειώνουν τον όγκο των απαιτητών εργασιών (backlog) και απλώς καταγράφονται (dropped manhours) καθώς αποτελούν την αποτίμηση μιας διάστασης της αστοχίας μεταξύ των δεξιοτήτων που απαιτεί το συγκεκριμένο έργο και των διαθέσιμων από τον συγκεκριμένο εργάτη.

Το κόστος αυτών των χαμένων ωρών επιστρέφει για αποτίμηση στον GA του οποίου στόχος είναι να βρίσκει (για κάθε 1, 5, 10, ή 22 μέρες) το διάνυσμα με τις 75 θέσεις (μία για κάθε υπάλληλο) το οποίο δηλώνει στα tasks ποιων έργων θα δουλέψει κάθε εργαζόμενος λαμβάνοντας τιμές από 1 έως 15 σε κάθε μια από αυτές τις θέσεις (χρωμοσώματα), και εμμέσως εκτιμά τι κόστος (dropped hours) θα προκαλέσει αυτό.

Αυτό επίσης σημαίνει πως στην περίπτωση που ο αλγόριθμος έχει να διαλέξει μεταξύ δύο υπαλλήλων όπου ο ένας είναι ικανός να μειώσει πολύ το φόρτο εργασίας του συγκεκριμένου έργου (πιο στοχευμένος στις συγκεκριμένες απαιτήσεις) αλλά προκαλεί dropped hours ενώ ο άλλος δεν είναι το ίδιο ικανός στη μείωση του φόρτου εργασίας και δεν προκαλεί dropped hours, πιθανότατα θα ευνοήσει τον δεύτερο. Στην πράξη η μοντελοποίηση της προσαρμοστικότητας εξασφαλίζει πως κάτι τέτοιο θα συμβεί πολύ σπάνια. Επίσης, αυτού του είδους η θεώρηση αποτελεί μια λογική τομή που δεν διατυπώνει την ανησυχία ιδωμένη μέσα από τη συνολική συμπεριφορά του



συστήματος. Εξετάζοντας το ίδιο θέμα από την πλευρά των υπαλλήλων οι οποίοι πρακτικά αποτελούν ένα σταθερό μίγμα δυναμικής δεξιοτήτων που μεταφράζονται σε εργατοώρες ανάλογα με την καταλληλότητά τους στα έργα που αποδίδονται επάνω τους, είναι πρακτικά βέβαιο πως αν ο αλγόριθμος μπορέσει να μειώσει δραστικά τις χαμένες ώρες (dropped hours), τότε θα έχει πετύχει την μέγιστη δυνατή αξιοποίηση όλων των διαθέσιμων εργατωρών και άρα τα έργα θα τελειώσουν συντομότερα.

Εξαιρώντας τις μηδενικές θέσεις του διανύσματος  $Project\_Most\_Required\_Skills$  (το οποίο εφεξής εν συντομία αναφέρεται ως  $P\_Skills$ ) που αντιπαρατίθενται 1:1 με τις επίσης μηδενικές θέσεις του  $Employees\_Best\_Skills\_i$  (το οποίο εφεξής εν συντομία αναφέρεται ως  $E\_Skills$ ), δημιουργείται ένας νέο διάνυσμα 'Π', με τον τελεστή συσχέτισης « $\leftarrow$ » έτσι ώστε το 'Π' να περιέχει στοιχεία της μορφής « $a \leftarrow b$ » ως εξής:

$$\Pi(i) = \Pi("a \leftarrow b") = P\_Skills(i) \leftarrow E\_Skills(i), \forall i \exists \max(P\_Skills(i), E\_Skills(i)) > 0. \quad (12)$$

όπου  $P\_Skills(i) = a$  και  $E\_Skills(i) = b$ .

Έτσι, χρησιμοποιώντας την εξίσωση 12, για τα πάνω αριστερά διανύσματα της Εικόνας 13 ισχύει:

$$\begin{aligned} P\_skills \leftarrow E\_Skills &= [0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 2 \ 3 \ 0 \ 0] \leftarrow [0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] = \\ &= [1 \leftarrow 1 \ 1 \leftarrow 2 \ 0 \leftarrow 3 \ 0 \leftarrow 1 \ 0 \leftarrow 2 \ 2 \leftarrow 0 \ 3 \leftarrow 0]. \end{aligned}$$

Αυτό σημαίνει πως ο επιλεγμένος εργαζόμενος έχει την 1<sup>η</sup> επιδεξιότητά του στην πρώτιστα απαιτητή δεξιότητα του έργου ( $1 \leftarrow 1$ ), όπως επίσης έχει και την 2<sup>η</sup> επιδεξιότητά του στην πρώτιστα απαιτητή δεξιότητα του έργου ( $1 \leftarrow 2$ ). Ακόμα, έχει την 3<sup>η</sup> επιδεξιότητά του σε μια δεξιότητα που δεν είναι από τις 3 πρώτες πιο απαιτητές του έργου ( $0 \leftarrow 3$ ), όπως το ίδιο του συμβαίνει για ακόμα μια επιδεξιότητα στην οποία είναι τόσο καλός όσο και στην προηγούμενη που αναφέρθηκε ως πρώτη ( $0 \leftarrow 1$ ) καθώς και σε ακόμα μια που είναι τόσο καλός όσο και σε αυτήν που αναφέρθηκε ως 2<sup>η</sup> ( $0 \leftarrow 2$ ). Τέλος, δεν είναι αρκετά επιδέξιος σε αυτές που από το έργο λογίζονται ως 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> απαιτητή ( $2 \leftarrow 0$  και  $3 \leftarrow 0$ ). Με αυτό τον συμβολισμό ως δεδομένο, θα επεξηγηθούν συντομότερα και τα επόμενα παραδείγματα.

Συνεχίζοντας λοιπόν στο δεύτερο σενάριο που παρατίθεται εποπτικά στην Εικόνα 14, το αντίστοιχο διάνυσμα Π διαμορφώνεται ως:  $[0 \leftarrow 2 \ 1 \leftarrow 1 \ 1 \leftarrow 0 \ 3 \leftarrow 3 \ 2 \leftarrow 0]$ . Συνεπώς, υπάρχει και πάλι πρώτιστα απαιτητή δεξιότητα από το έργο όπου ο επιλεγμένος υπάλληλος παρουσιάζεται ως πιο επιδέξιος. Ομοίως ταυτίζονται έργο και



υπάλληλος στην απαίτηση αλλά και διάθεση μιας άλλης δεξιότητας (της 12<sup>ης</sup>) όπου την έχουν από κοινού ορίσει ως 3<sup>η</sup> προτεραιότητας ή βαρύτητας. Όπως είναι αναμενόμενο το διάνυσμα Ε που περιέχει τις αντίστοιχες εργατοώρες για τις 3 πρώτες επιδεξιότητες του επιλεγμένου υπαλλήλου συγκεντρώνει (στο 100%, δηλαδή χωρίς κάποια μείωση επιδόσεων) το άθροισμα  $40+60+20 = 120$ , το οποίο αφαιρείται από την πρώτιστα απαιτητή δεξιότητα, που στο αντίστοιχο Ρ διάνυσμα έχει την δεύτερη θέση με τιμή 500, οπότε και γίνεται μετά το τέλος των συγκεκριμένων εργασιών  $500-120=380$ .

The figure shows four screenshots of software windows arranged in a 2x2 grid. The top row shows the 'Project\_Most\_Required\_Skills' window, and the bottom row shows the 'Employees\_Best\_Skills' window. The left column is labeled 'Πριν' (Before) and the right column is labeled 'Μετά' (After). Each window displays a table with 15 rows and 3 columns. The 'Project\_Most\_Required\_Skills' window has a '15x1 double' header. The 'Employees\_Best\_Skills' window has a '15x1 double' header. The 'Before' state shows initial values, and the 'After' state shows the results of the calculation, with some values updated.

Πριν

Μετά

**Εικόνα 14. Σενάριο 2. Απόδοση των διαθέσιμων εργατοωρών σύμφωνα με τις δεξιότητες του εργαζόμενου σε σχέση με τις απαιτητές από το συσχετισμένο έργο.**

Στο τρίτο σενάριο της Εικόνας 15 το διάνυσμα Π διαμορφώνεται ως εξής:  $[1 \leftarrow 1 \ 1 \leftarrow 1 \ 3 \leftarrow 3 \ 2 \leftarrow 2]$ . Το συγκεκριμένο παράδειγμα δίνεται για να τονιστεί ότι δεν παίζει ρόλο, όπως έχει φανεί και από τις προηγούμενες διατάξεις, το πλήθος ή και το είδος στο οποίο ταυτίζονται οι δεξιότητες ενός υπαλλήλου με τις απαιτητές ενός έργου, πέρα της επιδεξιότερης αυτού. Σε αυτό το παράδειγμα ο υπάλληλος μπορεί να εξυπηρετήσει και τις 1<sup>η</sup> και την 2<sup>η</sup> και την 3<sup>η</sup> σε σειρά απαιτητή δεξιότητες αλλά θα

επιλέξει να προσαρμοστεί στο να εξυπηρετήσει αυτή ή αυτές στην οποία/ες είναι πιο ικανός. Όπως προκύπτει, είναι εξίσου ικανός σε δύο δεξιότητες οι οποίες είναι εξίσου απαιτητές και μάλιστα πρώτιστα. Έτσι, εδώ η προσαρμοστικότητα του ορίζει πως θα ισομοιράσει (και πάλι στο 100%, δηλαδή χωρίς μείωση επιδόσεων) το άθροισμα  $60+60+50+40=210$  (όπως προκύπτει από το αντίστοιχο διάνυσμα Ε) σε ενασχόληση και στις δύο εξίσου και πρώτιστα απαιτητές δεξιότητες του διανύσματος Ρ. Αυτές είναι η 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> δεξιότητα του διανύσματος με τιμές 500 και 500 εργατοώρες, αντίστοιχα. Συνεπώς, από τις 210 εργατοώρες θα αφαιρεθούν 105 από την 2<sup>η</sup> δεξιότητα και άλλες 105 από την 3<sup>η</sup> δεξιότητα του έργου ώστε μετά το τέλος της εργασίας να απαιτούνται  $500-105=395$  τόσο στη 2<sup>η</sup> όσο και την 3<sup>η</sup> δεξιότητά του.

Πριν

Μετά

**Εικόνα 15. Σενάριο 3. Απόδοση των διαθέσιμων εργατοωρών σύμφωνα με τις δεξιότητες του εργαζόμενου σε σχέση με τις απαιτητές από το συσχετισμένο έργο.**

Στο τέταρτο σενάριο της Εικόνας 16 το διάνυσμα Π διαμορφώνεται ως εξής:  $[1 \leftarrow 3 \ 1 \leftarrow 0 \ 0 \leftarrow 1 \ 0 \leftarrow 3 \ 3 \leftarrow 0 \ 2 \leftarrow 2]$ . Όπως είναι φανερό οι 4 διαστάσεις της διασταύρωσης που βρίσκονται στη μέση αναφέρονται είτε σε απαιτητές δεξιότητες του έργου που δεν ανήκουν στις 3 ( $Y=3$ ) πιο δυνατές επιδεξιότητες του εργαζομένου

είτε σε επιδεξιότητες του εργαζομένου που δεν ανήκουν στις 3 ( $X=3$ ) πιο απαιτητές από το έργο. Αντίθετα, οι ακραίες διαστάσεις διασταύρωσης του διάνυσματος  $\Pi$  ( $1 \leftarrow 3$ ) και ( $2 \leftarrow 2$ ) είναι εφικτές. Εξ' αυτών θα εξυπηρετηθεί η πρώτιστα απαιτητή δεξιότητα του έργου και άρα η διάσταση ( $1 \leftarrow 3$ ) στη διασταύρωση έργου-εργαζόμενου. Ο εργαζόμενος προσαρμόζει τις εργατοώρες που ανήκουν στις 3 δεξιότητες που είναι πιο ικανός, δηλαδή όπως προκύπτει από το διάνυσμα E, τις  $60+40+20+20=140$  και τις αποδίδει στις περισσότερες απαιτητές εργατοώρες της 2<sup>ης</sup> δεξιότητας του έργου, αλλά με μειωμένη επίδοση καθότι τις εφαρμόζει μέσα από την 3<sup>η</sup> κατά σειρά δυνατότερη επιδεξιότητά του.

Πριν

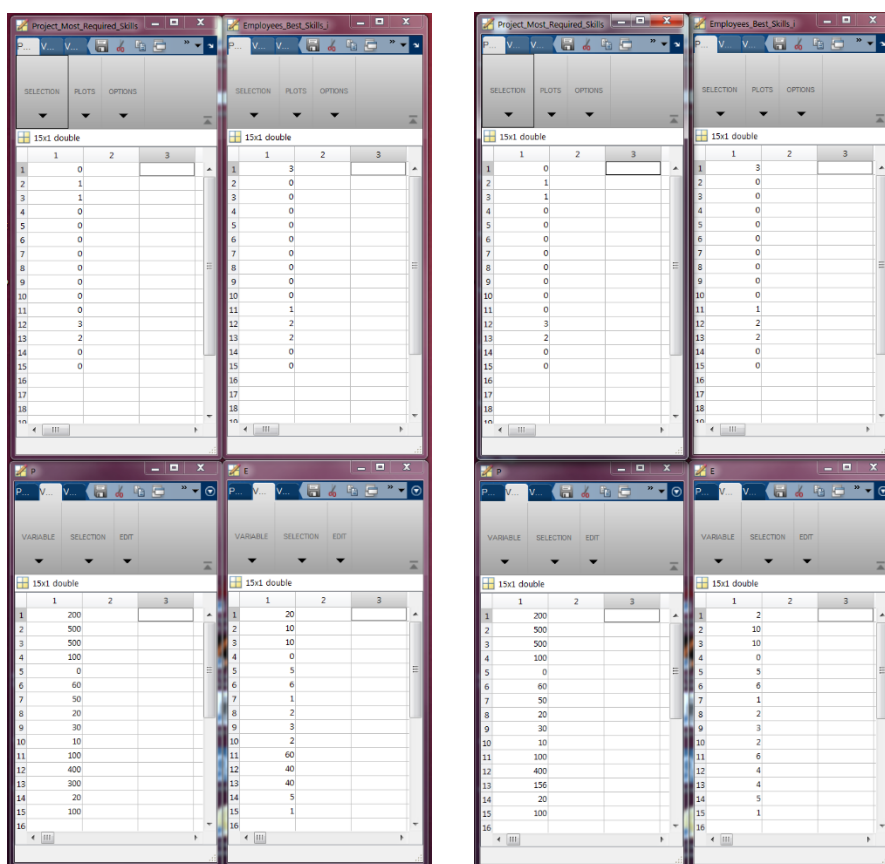
Μετά

**Εικόνα 16. Σενάριο 4. Απόδοση των διαθέσιμων εργατοωρών σύμφωνα με τις δεξιότητες του εργαζόμενου σε σχέση με τις απαιτητές από το συσχετισμένο έργο.**

Η επίδοση, σύμφωνα με την εξίσωση (11) είναι 80 % για Efficiency-drop Factor = 10 %, καθώς  $(1 - (3-1) \times \text{Efficiency-drop Factor}) = 1 - 2 \times 10 \% = 80 \%$ . Επομένως από τις 500 ανθρωποώρες αφαιρούνται οι  $140 \times 0.8 = 112$  οπότε προκύπτουν 388 όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο διάνυσμα P κάτω δεξιά της Εικόνας 16. Το υπόλοιπο 20% κάθε δεξιότητας παραμένει στο διάνυσμα E του υπαλλήλου ώστε να αποδοθεί αμέσως μετά,

δηλαδή εφόσον έχει εξαντληθεί η προσαρμοστικότητα του υπαλλήλου. Υπενθυμίζεται ότι αυτό γίνεται με την 1:1 αφαίρεση των εργατοωρών κάθε δεξιότητας του υπαλλήλου από τις αντίστοιχες απαιτητές εργατοώρες του έργου. Όπως και στα άλλα παραδείγματα, έτσι και εδώ, οι 5 εργατοώρες της 4<sup>ης</sup> δεξιότητας του εργαζόμενου δεν απαιτούνται από το έργο οπότε και θα καταλήξουν να λογιστούν ως ανεκμετάλλευτες (χαμένες) ώρες dropped-hours.

Στο πέμπτο σενάριο της Εικόνας 17 το διάνυσμα Π διαμορφώνεται ως εξής: [0←3 1←0 1←0 0←1 3←2 2←2]. Σε αντιστοιχία με όσα έχουν ήδη αναλυθεί, σε αυτό το παράδειγμα, οι 4 πρώτες διαστάσεις της διασταύρωσης έργου-εργαζόμενου δεν είναι εφικτές. Έτσι ο εργαζόμενος μπορεί να εξυπηρετήσει την 3<sup>η</sup> (3←2) και την 2<sup>η</sup> (2←2) πιο απαιτητή δεξιότητα του έργου. Δεδομένης της προτεραιότητας που επιβάλλεται από την πλευρά του έργου, ο εργαζόμενος θα εργαστεί αθροίζοντας και πάλι τις εργατοώρες των 3 πιο δυνατών επιδεξιοτήτων του που, σύμφωνα με το διάνυσμα Ε, αθροίζουν  $60+40+40+20 = 160$  ανθρωποώρες.



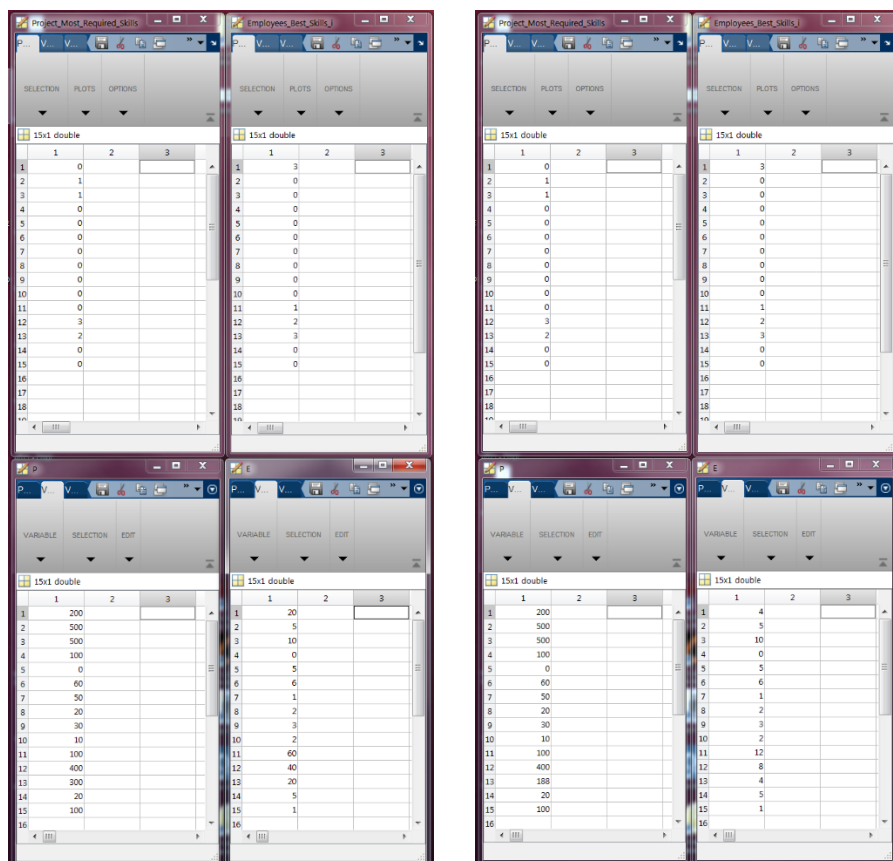
Πριν

Μετά

**Εικόνα 17. Σενάριο 5. Απόδοση των διαθέσιμων εργατοωρών σύμφωνα με τις δεξιότητες του εργαζόμενου σε σχέση με τις απαιτητές από το συσχετισμένο έργο.**

Δεδομένου ότι αυτές τις ανθρωποώρες θα τις αποδώσει μέσα από την 2<sup>η</sup> πιο δυνατή δεξιότητά του, η επίδοσή του, σύμφωνα και πάλι με την εξίσωση (11), διαμορφώνεται στο 90 % για Efficiency-drop Factor = 10 %. Επομένως από τις 300 ανθρωποώρες αφαιρούνται οι  $160 \times 0.9 = 144$  οπότε προκύπτουν 156 όπως φαίνεται και για την 13<sup>η</sup> δεξιότητα στο αντίστοιχο διάγραμμα P κάτω δεξιά της Εικόνας 17. Σε ότι αφορά το υπόλοιπο και την απόδοσή του από τον εργαζόμενο προς το έργο, ισχύουν κατ' αναλογία όσα αναφέρθηκαν και στο προηγούμενο παράδειγμα.

Στο έκτο σενάριο της Εικόνας 18 το διάγραμμα Π διαμορφώνεται ως εξής: [0←3 1←0 1←0 0←1 3←2 2←3]. Το παράδειγμα αυτό μοιάζει πολύ με το προηγούμενο με τη διαφορά ότι τώρα ο εργαζόμενος θα υποχρεωθεί να εργαστεί και πάλι για την 13<sup>η</sup> δεξιότητα του έργου με τη διαφορά όμως ότι το πράττει από μια πιο αδύναμη θέση καθώς για εκείνον η 13<sup>η</sup> δεξιότητα είναι η 3<sup>η</sup> κατά σειρά δεξιότητα στην οποία παρουσιάζεται πιο επιδέξιος.



Πριν

Μετά

**Εικόνα 18. Σενάριο 6. Απόδοση των διαθέσιμων εργατοωρών σύμφωνα με τις δεξιότητες του εργαζόμενου σε σχέση με τις απαιτήσεις από το συσχετισμένο έργο.**

Συνεπώς, αυτή τη φορά θα συγκεντρώσει το άθροισμα των  $60+40+20+20 = 140$  ανθρωποωρών αλλά θα το αποδώσει με επίδοση 80 % και άρα από τις 300 ανθρωποώρες της 13<sup>ης</sup> δεξιότητας του έργου θα αφαιρεθούν συνολικά οι  $140 \times 0.8 = 112$  και θα απομείνουν 188 απαιτητές. Το 20% των υπολοίπων, διακρίνεται στην 1<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup>, 12<sup>η</sup> και 13<sup>η</sup> θέση του διανύσματος Ε ( $4+12+8+4=28$  ανθρωποώρες). Αυτές θα αποδοθούν στη συνέχεια, μαζί με τις υπόλοιπες, 1:1 στις αντίστοιχες δεξιότητες του έργου και ισχύουν τα ίδια, όπως και σε όλα τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν, για τις χαμένες ώρες.

Στο έβδομο σενάριο της Εικόνας 19 το διάνυσμα Π διαμορφώνεται ως εξής:  $[0 \leftarrow 3 \ 1 \leftarrow 0 \ 1 \leftarrow 0 \ 0 \leftarrow 2 \ 0 \leftarrow 1 \ 3 \leftarrow 0 \ 2 \leftarrow 0 \ 0 \leftarrow 1 \ 0 \leftarrow 2]$ . Με μια προσεκτική παρατήρηση ο αναγνώστης διαπιστώνει πως καμία από τις διαστάσεις της διασταύρωσης έργου-εργαζομένου δεν είναι εφικτή διότι αφενός οι 3 πιο απαιτητές δεξιότητες του έργου δεν παρέχονται ως οι 3 πιο δυνατές επιδεξιότητες του εργαζομένου, και αντίστροφα.

Πριν

Μετά

**Εικόνα 19. Σενάριο 7. Απόδοση των διαθέσιμων εργατοωρών σύμφωνα με τις δεξιότητες του εργαζομένου σε σχέση με τις απαιτητές από το συσχετισμένο έργο.**

Αυτό σημαίνει ότι ο εργαζόμενος παραμένει ανελαστικός απέναντι στις απαιτήσεις του έργου, με μηδενική προσαρμοστικότητα. Συνεπώς στο τέλος της εργασιακής ημέρας αφαιρούνται οι διαθέσιμες ανθρωπόωρες του υπαλλήλου (τηρώντας την 1:1 σχέση δεξιοτήτων μεταξύ των E και P διανυσμάτων) από τις αντίστοιχες απαιτητές ανθρωπόωρες του έργου. Οι χαμένες ανθρωπόωρες και σε αυτό το παράδειγμα είναι οι ίδιες με τα παραπάνω, για τον ίδιο λόγο.

#### **4.4.3. Απόδοση προσαρμοστικότητας στα δεδομένα - Ανάλυση ευαισθησίας**

Στην παράγραφο 5 που ακολουθεί, εξετάζονται τα αποτελέσματα 6 διαφορετικών καταστάσεων της νεοσύστατης εταιρίας. Τα 2 από αυτά έχουν ήδη αναφερθεί εμμέσως από τα προφίλ δεξιοτήτων των Εικόνων 7 και 8. Τα άλλα 4 αναπτύχθηκαν θεωρητικά και περιγράφουν πιθανές νέες καταστάσεις του προφίλ δεξιοτήτων της εταιρίας όπως αυτά διαμορφώθηκαν μετά την εφαρμογή συγκεκριμένων αποφάσεων. Στις καταστάσεις αυτές εξετάζεται, μέσα από προσομοιώσεις, το πώς επηρεάζει το κάθε προφίλ την εξέλιξη των 15 έργων. Στις 5 από αυτές θεωρήθηκε πως η προσαρμοστικότητα των υπαλλήλων ορίζεται από ένα Efficiency-drop Factor = 5 %, ενώ στην 6<sup>η</sup> θεωρήθηκε Efficiency-drop Factor = 10 % (Bal\_10). Οι 5 καταστάσεις είναι για το προφίλ πριν τα σεμινάρια εκπαίδευσης (UnBal), το προφίλ μετά τα σεμινάρια (Bal\_5), ένα νέο προφίλ με επιπλέον στοχευμένα εκπαίδευση (XBal) σύμφωνα με τα αποτελέσματα του GA, ένα νέο προφίλ αντικατάστασης κάποιων εργαζόμενων (ChangeBal) δηλαδή διατηρώντας τον αριθμό τους στους 75, σύμφωνα με τις ενδείξεις των αποτελεσμάτων του GA, και ένα νέο προφίλ πρόσληψης στοχευμένα 8 επιπλέον εργαζόμενων (XChangeBal), σύμφωνα με τα αποτελέσματα του GA.

Η Εικόνα 20 αποτυπώνει το προφίλ μετά τα πρώτα σεμινάρια (Bal\_5), δηλαδή το 2<sup>ο</sup> από τα 5 πρώτα όπου στο κάτω μέρος του excel υπάρχουν τα κελιά που υπολογίζουν τις ανθρωπόωρες που κάθε ένας από τους υπαλλήλους αποδίδει για την 1<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup>, 3<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup> και 5<sup>η</sup> δυνατή επιδεξιότητά του και στη συνέχεια πως διαμορφώνονται αυτές οι ώρες όταν θεωρηθεί Efficiency-drop Factor = 5 %. Δηλαδή, η Εικόνα 20 αποτυπώνει ένα απόσπασμα από τον πίνακα που περιέχει τον υπολογισμό της διαμέσου απόδοσης των ανθρωποωρών ενός εργαζόμενου από το εταιρικό προφίλ μετά τα σεμινάρια εκπαίδευσης, θεωρώντας Efficiency-drop Factor = 5 %, για τις περιπτώσεις που εξετάζονται οι 3 και οι 5 πιο σημαντικές επιδεξιότητες του εργαζομένου. Για το ίδιο προφίλ έγιναν οι ίδιοι υπολογισμοί με Efficiency-drop Factor = 10 % (Bal\_10).





β) η **εκτίμηση του δηκτικότερου ποσοστιαίου βαθμού πτώσης των επιδόσεων του εργαζομένου** και πως αυτός διαμορφώνεται όταν ο εργαζόμενος υποχρεούται να ασχοληθεί με δεξιότητες στις οποίες είναι λιγότερο επιδέξιος.

Συνεπώς, κρίνεται καίριας σημασίας για την παράδοση σωστών εκτιμήσεων και συνεπώς την υποστήριξη αρμοστών αποφάσεων από το δεδομένο εργαλείο, να γίνεται πρωτίστως ένας χαρακτηρισμός του συστήματος ώστε οι αυθαίρετα δοσμένες τιμές των παραπάνω α) και β) σημείων να επανεκτιμώνται κατά διαστήματα. Αυτός ο χαρακτηρισμός κρίνεται απαραίτητος ακόμα και αν τα αποτελέσματα έχουν σκοπό να ερμηνευτούν για να δώσουν ποιοτικές εκτιμήσεις και όχι ποσοτικές.

#### **4.4.4. Χαρακτηρισμός Συστήματος**

Ο **χαρακτηρισμός του συστήματος** μπορεί να εφαρμοστεί ξεκινώντας από κάποιες τιμές, όπως οι παραπάνω που εκτιμώνται αυθαίρετα και στη συνέχεια να διορθωθούν λαμβάνοντας υπόψη τις αποκλίσεις των εξομοιώσεων του εργαλείου από την πραγματικότητα. Αυτό προϋποθέτει πως θα υπάρχει ένα εργαλείο μέτρησης κάποιων ενδεικτικών παραμέτρων (όπως για παράδειγμα του χρόνου απόκλισης των έργων από το χρονοπρογραμματισμό και την εκτίμηση του βαθμού στον οποίο αυτό συνέβη καθαρά από τη δυσκολία προσαρμοστικότητας των υπαλλήλων). Αυτό είναι εφικτό διότι συνήθως τα tasks αποδίδονται στους εργαζόμενους μέσα από ένα **σύστημα αυτόματης διαχείρισης της ροής εργασιών** που καταγράφει και εκτιμά την απόκλιση των ανθρωποωρών που διατέθηκαν από τις εκτιμώμενες απαιτούμενες, κατά περίπτωση. Παραδείγματα τέτοιων εργαλείων είναι το Team Foundation Server (TFS), η πιο σύγχρονη έκδοσή του Visual Studio Team System (VSTS), η πληρέστερη πλατφόρμα Azure DevOps Server κτλ.

Επομένως, ακόμα και αν δεν εξωραϊστούν αυτά τα δεδομένα από πιθανές συγκυριακές καθυστερήσεις και λοιπά προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τον κύκλο ανάπτυξης, ο συντελεστής προσαρμοστικότητας μπορεί να εξαχθεί, ξεχωριστά για κάθε υπάλληλο, ή για ομάδα υπαλλήλων ή και γενικά για το προφίλ της εταιρίας. Ο υπολογισμός του συντελεστή προσαρμοστικότητας είναι σημαντικό να εξαχθεί μόνο εφόσον μεσολαβήσουν πάρα πολλές επαναλήψεις (π.χ. μερικές εκατοντάδες αναθέσεις πακέτων εργασίας), ώστε να διαπιστώνεται καθώς προστίθενται δείγματα υπό ποικίλες συνθήκες, ότι η διακύμανση των τιμών τους σταδιακά σταθεροποιείται

υπό το βάρος της στατιστικής ισχύος. Εφόσον συμβεί αυτό τότε θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πως το εξαγόμενο αποτέλεσμα συμπεριλαμβάνει στην εκτίμησή του και λοιπά φαινόμενα, δηλαδή εμπεριέχει μια ολιστική άποψη **της προσαρμοστικότητας του κάθε εργαζόμενου που δεν ορίζεται απλά και μόνο από την επιδεξιότητα του σε κάθε μια από τις 15 κατηγορίες δεξιοτήτων αλλά και από τη γενικότερη φύση της εργασίας του τη δεδομένη εποχή (πχ. τις εξαμηνιαίες συγκυρίες) στη δεδομένη εταιρία.**

Το κεφάλαιο 4 περιέγραψε την ανάλυση του σχεδιασμού γύρω από την ιδέα της εργασιακής προσαρμοστικότητας ενός υπαλλήλου στις κύριες απαιτήσεις ενός έργου. Η ιδέα αυτή προστέθηκε αφού πρώτα εξετάστηκαν τα πρώιμα αποτελέσματα όπως παραδίδονται στην παράγραφο 5.1 τα οποία απέδειξαν ότι υπάρχει ικανοποιητικό περιθώριο βελτίωσης στους χρόνους παράδοσης των έργων όταν εξετάζονται από την σκοπιά της ταύτισης επιδεξιοτήτων εφόσον είναι δυνατή η αναδιάταξη ανθρώπινων πόρων (υπό την έννοια της εργασίας σε ποικίλα πακέτα εργασίας). Οι επόμενοι παράγραφοι του κεφαλαίου 5 αναφέρονται στα εκτενή αποτελέσματα των εξομοιώσεων GA και των συμπερασμάτων που προκύπτουν για τις προτεινόμενες αποφάσεις της εταιρίας σχετικά με την διερεύνηση ευθυγράμμισης των δύο προφίλ (απαιτητών δεξιοτήτων από τα έργα και διαθέσιμων δεξιοτήτων των εργαζομένων).

## 5. Αποτελέσματα & Συμπεράσματα

### 5.1. Πρώτα Σύντομα Αποτελέσματα

Τα δεδομένα για μια ημέρα εργασίας (1 working day estimations) είναι αρκετά ενθαρρυντικά καθώς δίνουν 20 % βελτίωση για τα Balanced data και 18,6 % βελτίωση στα Unbalanced, όταν συγκρίνεται ο Γενετικός Αλγόριθμος με την τυχαία ανάθεση. Τα δεδομένα για δειγματοληπτική εξέταση με παράθυρο 4 ημερών εργασίας (4 working day estimations) δίνουν λίγο χειρότερα αποτελέσματα καθώς περιορίζουν την ευελιξία των μεταθέσεων. Αυτό το σημείο χρήζει επιπλέον δοκιμών (εξετάζοντας πχ παράθυρα 5, 10 και 22 ημερών εργασίας) ώστε να εκτιμηθεί η επιρροή της σπανιότερης δειγματοληψίας του GA στην αύξηση κόστους (χαμένων ανθρωποωρών) σε σχέση με την πιθανή διευκόλυνση που προσφέρει η μείωση των αναθέσεων.

Η σύγκριση με την χειρωνακτική (ordered based) ανάθεση μας δείχνει ότι αυτή είναι σχεδόν τόσο μέτρια όσο και η τυχαία ανάθεση **όταν δεν έχει γίνει προσπάθεια να ισοζυγιστούν οι τεχνικές δεξιότητες** (skills) των εργαζόμενων με αυτά που απαιτούν τα αντίστοιχα έργα, ενώ μπορεί να αποδειχθεί και χειρότερη όταν έχει γίνει η προσπάθεια για να ισοζυγιστούν. Ένας λόγος που ενδέχεται να συμβεί αυτό είναι διότι σε σύνθετες συνθήκες τα συστήματα πολλών μη-κάθετων μεταξύ τους μεταβλητών (multivariable systems), καταλήγουν να είναι διαισθητικά σχεδόν αδύνατο να εκτιμηθεί το σύνολο των επιμέρους εξωτερικών δράσεων που θα τα κάνει να εξάγουν λύσεις που κινούνται προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

Επίσης, η τυχαία ανάθεση αναδύεται ως καλύτερη λύση από την συγκεκριμένη «χειρωνακτική» (ordered-based) ανάθεση που επιλέχθηκε (δηλαδή όλοι οι εργαζόμενοι σε ένα έργο για όσο αυτό διαρκέσει – το οποίο είναι το ίδιο με το να εισαχθούν κάποια έργα παράλληλα αφού η ένωσή τους μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ενδιάμεσο αυτοτελές έργο), καθώς η τυχειότητα επιτρέπει μια σχεδόν ομοιόμορφη κατανομή των εργαζομένων ανά έργο, τη στιγμή που η χειρωνακτική, έχοντας δεσμεύσει τους πάντες να είναι αφιερωμένοι σε ένα μόνο έργο, προκαλεί αρκετές δεξιότητες να μένουν αναξιοποίητες, ειδικότερα όσο αυτά τα έργα πλησιάζουν προς την ολοκλήρωσή τους όπου δημιουργούνται χρονικές εξαρτήσεις (τύπου show stoppers, δηλαδή ανυπέρβλητες) καθώς απαιτούνται ανθρωποώρες πολύ συγκεκριμένων ειδικοτήτων (και συνεπώς δεξιοτήτων).

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των εξομοιώσεων για όσα αναφέρονται παραπάνω παρουσιάζονται στον πίνακα της Εικόνας 7. Στα αριστερά διακρίνονται σε απόλυτες τιμές (ανθρωποώρες) ενώ στα δεξιά παρουσιάζονται σε ποσοστά ώστε να καταστεί ευδιάκριτο το περιθώριο βελτίωσης σε σχέση με το 100% που δίνεται από την ordered-based μεθοδολογία.

	1 wd B	1 wd UnB		1 wd B	1 wd UnB
GA	232	288	GA	66%	81%
	4 wd B	4 wd UnB		4 wd B	4 wd UnB
GA	252	320	GA	71%	90%
Random	288	351	Random	81%	99%
Ordered-based	354	354	Ordered-based	100%	100%

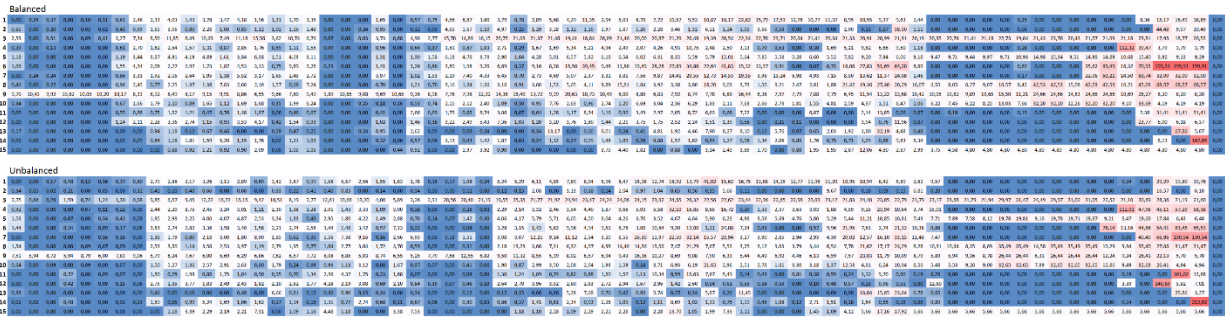
GA = Genetic Algorithm,  
1 wd B = 1 working day, Balanced data,  
1 wd UnB = 1 working day, UnBalanced data.

Εικόνα 21. Τα πρώτα συγκριτικά αποτελέσματα.

5.2. Εκτενή Τελικά Αποτελέσματα

5.2.1. Εισαγωγή προσαρμοστικότητας στους νέους υπολογισμούς

Η πρώτη εστίαση σχετικά με τα πρώιμα αποτελέσματα έγινε, όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 5.1 με τη διερεύνηση της επίπτωσης του ρυθμού πρόκλησης αναδιάταξης των έργων στο τελικό κόστος των διάφορων προφίλ. Ωστόσο, επιλέχθηκε αυτό να εφαρμοστεί στην εμπλουτισμένη μοντελοποίηση που περιλαμβάνει την ιδέα της αναπροσαρμογής, η οποία αναμένεται να προσφέρει μια ρεαλιστικότερη προσέγγιση στην εργασιακή συμπεριφορά και να μειώνει τα περιθώρια βελτιστοποίησης μεταξύ των δύο προφίλ δεξιοτήτων των υπαλλήλων (Unbalanced vs. Balanced).



Εικόνα 22. Χαμένες ανθρωποώρες ανά κατηγορία δεξιοτήτας ανά ημέρα για τα προφίλ Balanced (επάνω) και Unbalanced (κάτω).

Πράγματι, και τα δύο προφίλ για την περίπτωση ανάθεσης (με ρυθμό δειγματοληψίας ανά ημέρα) καταλήγουν σε κοινά αποτελέσματα, όπως φαίνεται και από τους δύο πίνακες της Εικόνας 22. Αυτοί οι πίνακες περιέχουν τις χαμένες ανθρωποώρες ανά κατηγορία δεξιότητας (άξονας y) ανά ημέρα (άξονας x) για τα δύο προφίλ υπό εξέταση, Balanced (επάνω) και Unbalanced (κάτω), θεωρώντας βαθμό πτώσης των επιδόσεων του εργαζομένου (εφεξής αναφερόμενη ως παράμετρος «α») ίσο με 5 % και την εκτίμηση της αναπροσαρμογής (εφεξής αναφερόμενη ως παράμετρος «β») να εκτείνεται σε πλήθος 5 δεξιοτήτων. Οι χρωματικοί τόνοι χρησιμοποιούνται για να παρουσιαστεί πως εξάγονται οι αλγοριθμικές αναθέσεις στα δύο προφίλ.

Πρακτικά, η προσαρμοστικότητα των υπαλλήλων ήταν αυτή που κάλυψε τις όποιες αστοχίες μειώνοντας συνολικές ημέρες απασχόλησης σε μόλις 69 εργάσιμες, δηλαδή λίγο περισσότερο από 3 ημερολογιακούς μήνες. Ωστόσο, μεταξύ τους οι διαφορές περιορίζονται στην εσωτερική αναδιάταξη καθώς και στις δύο περιπτώσεις χάθηκαν 6825 εργατοώρες από τις  $8 \times 75 \times 69 = 41400$ , δηλαδή περίπου το 16.5 % των συνολικών ωρών εργασίας. Επίσης, οι αναδιατάξεις από συνολικά 2515 έγιναν 2540, δηλαδή το κέρδος από τα εκπαιδευτικά σεμινάρια σκιάζεται αν επιλεχθεί η συχνή αναδιάταξη των εργαζομένων - με τη διάμεσο να αναφέρεται σε 33 αναδιατάξεις εργαζομένων για το Unbalanced προφίλ και 34 αναδιατάξεις εργαζομένων για το Balanced προφίλ - δηλαδή περίπου 1 αναδιάταξη ανά 2 εργάσιμες.

### **5.2.2. Επιρροή του πλήθους αναδιατάξεων**

Είναι αναγκαίο ωστόσο να σημειωθεί πως η εκπαίδευση δεν στόχευε στη συνειδητή αναδιαμόρφωση του προφίλ δεξιοτήτων ώστε να ταυτιστεί με αυτό των έργων αλλά κυρίως στην ενίσχυση και λιγότερο στη διεύρυνση των τεχνικών γνώσεων συγκεκριμένων ομάδων.

Συνεπώς, στην περίπτωση επιλογής μιας τέτοιας προσέγγισης (με τις δεδομένες τιμές παραμέτρων  $\alpha=5\%$  και  $\beta=5$ ) η συγκεκριμένη εκπαίδευση προκαλεί μόνο αύξηση εξόδων, τόσο για να υλοποιηθούν τα σεμινάρια όσο για το έμμεσο κόστος που προκύπτει από το γεγονός ότι δεν αξιοποιούνται σε ένα τέτοιο σχήμα οι πλεονάζουσες νέες δεξιότητες των υπαλλήλων στον βαθμό που θα αναμενόταν. Αυτό το κόστος, αν

και δεν αποδίδεται σε χρήματα, εκτιμάται για τη δεδομένη περίπτωση σε χρηματική αξία βάσει των εξισώσεων (9) και (10) ίσο με  $125245 - 103367 = 21878$  ευρώ ανά μήνα.

Με τον ίδιο τρόπο γίνονται και οι υπολογισμοί των αντίστοιχων τιμών για τις περιπτώσεις που ο αλγόριθμος επανεξετάζει λύσεις ανά 5, 10 και 22 εργάσιμες ημέρες και τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται στον Πίνακα 4.

**Πίνακας 4.** Η επιρροή του πλήθους αναδιατάξεων στις μετρικές απόδοσης των έργων

Profile (a, b, sampling period in days)	Days to completion	Dropped Manhours	Percentage of Dropped Manhours	Reallocations	Involved Skillset Evaluation
Unbalanced (5%, 5, 1)	69	6825	16,5 %	2515	€ 103,4 k
Balanced (5%, 5, 1)	69	6825	16,5 %	2540	€ 125,2 k
Unbalanced (5%, 5, 5)	85	16425	32,2 %	880	€ 103,4 k
Balanced (5%, 5, 5)	85	16425	32,2 %	787	€ 125,2 k
Unbalanced (5%, 5, 10)	110	31425	47,6 %	543	€ 103,4 k
Balanced (5%, 5, 10)	100	25425	42,4 %	523	€ 125,2 k
Unbalanced (5%, 5, 22)	154	57825	62,6 %	374	€ 103,4 k
Balanced (5%, 5, 22)	132	44625	56,3 %	324	€ 125,2 k

Συμπληρωματικά στα δεδομένα του Πίνακα 4 αναφέρεται ότι για sampling period ίση με 22 εργάσιμες η διάμεσος των αναδιατάξεων είναι 5, για sampling period ίση με 10 εργάσιμες, η διάμεσος των αναδιατάξεων είναι περίπου 7 και για sampling period ίση με 5 εργάσιμες, η διάμεσος των αναδιατάξεων είναι περίπου 11. Για αυτή την περίπτωση αυτό μεταφράζεται στο ότι ο κάθε εργαζόμενος λαμβάνει πακέτα εργασίας κάποιου άλλου έργου από αυτό που εργάζεται, ανά περίπου 8 εργάσιμες.

### 5.2.3. Προσέγγιση για ταχύτερο χαρακτηρισμό του συστήματος

Το εγχειρίδιο βέλτιστων πρακτικών (best practices) της Agile διαχείρισης έργων ενθαρρύνει τις καθημερινές συναντήσεις (work meetings) των ομάδων όπως και τις εβδομαδιαίες για πιθανώς σημαντικά κολλήματα και επανασχεδιασμό της πορείας ανάπτυξης. Η παραμετροποίηση του GA που ευνοεί τις καθημερινές αναδιατάξεις (sampling period = 1 εργάσιμη) καταλήγει να δίνει διάμεσο αναδιατάξεων ανά 2 εργάσιμες και η αντίστοιχη που ευνοεί τις πενταήμερες αναδιατάξεις να έχει διάμεσο 8 εργάσιμες. Συνεπώς, διατηρώντας την διαχείριση των έργων ευθυγραμμισμένη με την Agile συλλογιστική, **είναι δυνατόν να εφαρμοστεί το συγκεκριμένο εργαλείο σε δύο επίπεδα με διαφορετικό βαθμό λεπτομέρειας (granularity) για τα συγκεκριμένα**



προφίλ. Στην πρώτη επίλυση να εξετάζονται τα εβδομαδιαία πακέτα και στη δεύτερη επίλυση τα καθημερινά ώστε **να γίνει γρηγορότερα ο χαρακτηρισμός των παραμέτρων a και b.**

#### **5.2.4. Η σημασία προσφερόμενης ευελιξίας στην ανάληψη πακέτων εργασίας**

Από τον Πίνακα 4 γίνεται επίσης εμφανές ότι όταν τα sampling periods είναι μεγαλύτερα των 10 ημερών τότε η καταλληλότητα των προφίλ των απαιτητών δεξιοτήτων των έργων και των αντίστοιχων διαθέσιμων των εργαζομένων ευνοείται περισσότερο. Αυτό συμβαίνει ακριβώς επειδή η προσαρμοστικότητα των υπαλλήλων σκανδαλίζεται σε αυτές τις περιπτώσεις σπανιότερα και έτσι λαμβάνει λιγότερες ευκαιρίες για να αναδείξει τη χρησιμότητά της.

Ως μια **ένθετη ιστορική αναφορά** αξίζει να προστεθεί πως αυτό το φαινόμενο παρατηρήθηκε και στην πράξη στη συγκεκριμένη εταιρία όταν αρκετοί εργαζόμενοι ολοκλήρωσαν τη δουλειά τους σε ένα συγκεκριμένο έργο αλλά δεν υπήρχε για κάποιες μέρες ανάλογο αξιόλογο πακέτο εργασίας για να τους μοιραστεί από κάποιο άλλο επόμενο ή παράλληλα εξελισσόμενο παραδοτέο οπότε αναγκάστηκαν να περιμένουν μελετώντας online περιεχόμενο. Η αδυναμία επαγγελματικής τους ενασχόλησης με το πρωταρχικό αντικείμενο εργασίας τους, μετεξελίχθηκε σε έντονα παράπονα, στη συνέχεια σε άρνηση παρατεταμένης online μελέτης και τελικά οδήγησε σε 2 παραιτήσεις (το διάστημα υποχρεωτικής αδράνειας μέχρι τις παραιτήσεις ήταν περίπου σε 45 και 60 ημέρες). Η διάσταση αυτή αποτελεί ακόμα μια ένδειξη για την χρησιμότητα του συγκεκριμένου εργαλείου, δεδομένου φυσικά ότι τα δεδομένα και ο χαρακτηρισμός του έχουν γίνει έτσι ώστε να μπορεί να προσφέρει αξιόπιστες προτάσεις.

#### **5.2.5. Αποτελέσματα επιρροής της παραμέτρου a**

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.4.3 η επιρροή της παραμέτρου a είναι ιδιαίτερα έντονη. Η Εικόνα 23 παρουσιάζει, κατ' αναλογία της Εικόνας 22, τις χαμένες ανθρωποώρες όπως προκύπτουν ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ *Balanced*, για την περίπτωση που η παράμετρος a εκτιμάται στο 5 % και για την περίπτωση που η παράμετρος a εκτιμάται στο 10 %. Όπως είναι εμφανές, για την ολοκλήρωση των έργων προκύπτει μια διαφορά  $72-69 = 3$  ημερών η οποία μεταφράζεται και σε οικονομικούς όρους βάσει του μηνιαίου μισθολογίου της εταιρίας

για τις δεδομένες 75 θέσεις ως  $\text{monthly\_wages} \times (72/69 - 1) = 125244 \times 0,043 = 5445$  euros ή αλλιώς 3.6 μηνιαίους μισθούς δεδομένου ότι η διάμεσος για τους εργαζόμενους του Balanced προφίλ είναι 1505 euros. Ο Πίνακας 5 παραθέτει κάποιες ακόμα μετρικές κόστους διατηρώντας το ίδιο σχήμα ώστε οι τιμές να είναι συγκρίσιμες με αυτές του Πίνακα 4.

Balanced - Efficiency Drop by 5%

Balanced - Efficiency Drop by 10%

**Εικόνα 23. Χαμένες ανθρωποώρες ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ Balanced όταν α = 5 % (επάνω) και α = 10 % (κάτω).**

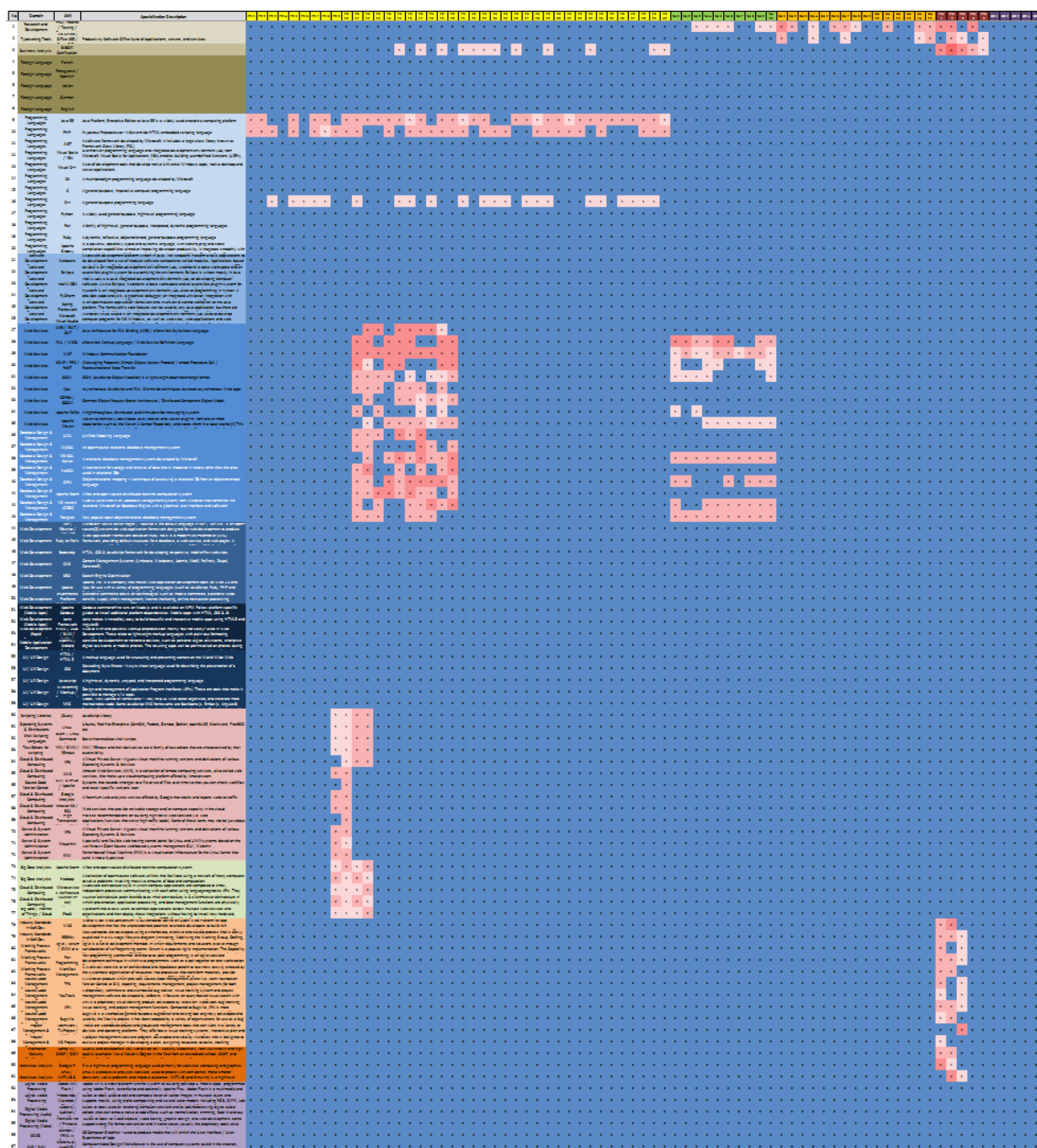
**Πίνακας 5. Η επιρροή της παραμέτρου α στις μετρικές απόδοσης των έργων**

Profile (a, b, sampling period in days)	Days to completion	Dropped Manhours	Percentage of Dropped Manhours	Reallocations	Involved Skillset Evaluation
Balanced (5%, 5, 1)	69	6825	16,5 %	2540	€ 125,2 k
Balanced (10%, 5, 1)	72	8625	20,0 %	2672	€ 125,2 k

**5.2.6. Νέα εικονική εκπαίδευση στοχεύοντας σε αναπροσαρμογή προφίλ**

Παρατηρώντας τους πίνακες της Εικόνας 23 γίνεται φανερό ότι το τελευταίο ¼ του χρόνου ολοκλήρωσης των έργων, οι δεξιότητες 1, 2, 4, 6, 7, 11, 12, 13 και 14 δεν παρουσιάζουν χαμένες ώρες (η συντριπτική πλειοψηφία των κελιών είναι μηδενικά) το οποίο υποδεικνύει ότι αυτές οι δεξιότητες παραμένουν ιδιαίτερα απαιτητές μέχρι τέλους και άρα μια στοχευμένη εκπαιδευτική ενίσχυση των ασθενέστερων εργαζόμενων σε αυτούς τους τομείς ίσως μετακινήσει την προσαρμοστικότητά τους προς αυτή την κατεύθυνση. Αν πράγματι καλυφθεί αυτή η ανάγκη, οι υπόλοιπες ώρες που ανήκουν στις δεξιότητες 3, 5, 8, 9, 10 και 15 θα αθροίσουν λιγότερες χαμένες ώρες καθώς τα έργα που αναζητούν υπαλλήλους ικανούς στις 1, 2, 4, 6, 7, 11, 12, 13 και 14 θα ολοκληρωθούν νωρίτερα.

Στην Εικόνα 24 αποτυπώνεται η διαφορά μεταξύ των προφίλ XBalanced και Balanced, όπου XBalanced είναι το προφίλ των δεξιοτήτων των εργαζόμενων που έχει λάβει και τις δύο εκπαιδεύσεις ενώ Balanced είναι το προφίλ των δεξιοτήτων των εργαζόμενων μετά την πρώτη εκπαίδευση. Όπως είναι φανερό, η δεύτερη στοχευμένη εκπαίδευση καλύπτει τις κατηγορίες δεξιοτήτων 1, 2, 4, 6, 7, 11, 12, 13 και 14 με τρόπο που να ενισχύσει τις γνώσεις των ασθενέστερων ατόμων σε αυτές, εφόσον αποτελούν δεξιότητες που ανήκουν στην περιγραφή του ρόλου τους.



Εικόνα 24. Πίνακας που αποτυπώνει την περαιτέρω ενίσχυση δεξιοτήτων του εργοληπτο-κεντρικού προσωπικού της εταιρίας.

Η Εικόνα 25 παρουσιάζει, κατ’ αναλογία των Εικόνων 23, 22 κτλ., τις χαμένες ανθρωποώρες όπως προκύπτουν ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ Balanced (επάνω) και για το προφίλ XBalanced (κάτω). Η παράμετρος a σε αυτή καθώς και τις άλλες δύο δοκιμές που θα ακολουθήσουν παραμένει στο 5 % και η b = 5. Το αποτελέσματα της εκπαίδευσης είναι η μείωση του χρόνου τέλεσης των έργων κατά μια ημέρα όπως φαίνεται και από την Εικόνα 25. Σε οικονομικούς όρους αυτό μεταφράζεται βάσει του μηνιαίου μισθολογίου της εταιρίας για τις δεδομένες 75 θέσεις ως  $\text{monthly\_wages} \times (69/68 - 1) = 125244 \times 0,014 = 1842$  euros ή αλλιώς 1.2 μηνιαίους μισθούς δεδομένου ότι η διάμεσος για τους εργαζόμενους του Balanced προφίλ είναι 1505 euros. Αυτό επίσης σημαίνει πως αν θεωρηθεί ότι μια τέτοια εκπαίδευση στοιχίζει περίπου 22000 euros, η αποπληρωμή του θα γίνει σε περίπου 12 μήνες. Ωστόσο, η νέα εκπαίδευση ανεβάζει την εκτίμηση για το έμμεσο κόστος που προκύπτει από το γεγονός ότι δεν αξιοποιούνται ικανοποιητικά οι πλεονάζουσες νέες δεξιότητες των υπαλλήλων στον βαθμό που θα αναμενόταν. Σύμφωνα με τις (9) και (10) η αντίστοιχη μισθολογική μηνιαία αξία του προσωπικού που ανήκει στο XBalanced προφίλ αυξήθηκε κατά  $134175 - 125244 = 8931$  euros.

Balanced									
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
62	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**Εικόνα 25. Χαμένες ανθρωποώρες ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ Balanced (επάνω) και το προφίλ XBalanced (κάτω).**

Ο Πίνακας 6 παραθέτει κάποιες ακόμα μετρικές κόστους διατηρώντας το ίδιο σχήμα ώστε οι τιμές να είναι συγκρίσιμες με αυτές των Πινάκων 5 και 4.

**Πίνακας 6.** Η επιρροή της νέας εκπαίδευσης στις μετρικές απόδοσης των έργων

Profile (a, b, sampling period in days)	Days to completion	Dropped Manhours	Percentage of Dropped Manhours	Reallocations	Involved Skillset Evaluation
Balanced (5%, 5, 1)	69	6825	16,5 %	2540	€ 125,2 k
XBalanced (5%, 5, 1)	68	6225	15,3 %	2512	€ 134,2 k

### 5.2.7. Δοκιμή αντικατάστασης εργαζομένων

Σε μια προσπάθεια να περιοριστεί περαιτέρω το ποσοστό των χαμένων ωρών εργασίας εξετάστηκε η περίπτωση όπου το προφίλ αναδιαμορφώνεται κάνοντας χρήση συγκεκριμένων εργαζομένων, οι οποίοι δείχνει να τηρούν ένα προφίλ που είναι πολύ ταιριαστό στο απαιτητό, με γνώμονα τα ίδια κριτήρια όπως ακριβώς αναπτύχθηκαν στην παράγραφο 5.2.6. Η μόνη διαφορά είναι ότι σε αυτή την περίπτωση διερευνάται ο βαθμός βελτίωσης που μπορεί να προκληθεί από μια πιο δραστική ενέργεια όπως η συγκεκριμένη.

Στην Εικόνα 26 παρουσιάζεται η διαμόρφωση του νέου προφίλ (ChangeBalanced) δεξιοτήτων των εργαζομένων όπου χρησιμοποιήθηκε το προφίλ Balanced ως βάση για να αλλάξουν (δηλαδή να προστεθούν σε υπάρχουσες θέσεις λιγότερο απαιτητές κάποιες θέσεις που κρίθηκαν περισσότερο απαιτητές). Συγκεκριμένα οι αλλαγές που έγιναν για να διαμορφώσουν το ChangeBalanced προφίλ αφορούν 18 εργαζομένους και είναι οι ακόλουθες:

- 5 εργαζόμενοι με δεξιότητες σαν του προγραμματιστή **PR9** αντικατέστησαν τους προγραμματιστές PR10, PR11, PR12, PR13 και PR14,
- 5 εργαζόμενοι με δεξιότητες σαν του διαχειριστή δικτύων **NA1** αντικατέστησαν τους προγραμματιστές PR15, PR16, PR17, PR18 και PR19,
- 5 εργαζόμενοι με δεξιότητες σαν του διαχειριστή δικτύων **NA4** αντικατέστησαν τους προγραμματιστές PR31, PR32, PR33, PR34 και PR35,
- 3 εργαζόμενοι με δεξιότητες σαν του διαχειριστή έργων **PM1** αντικατέστησαν τους γραφίστες GD1, GD2, και GD3.

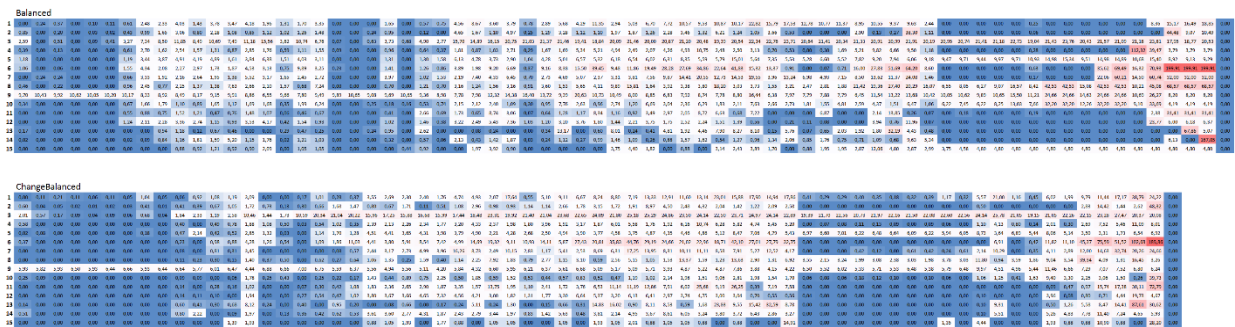
Εργαζόμενος (Employee)	PR9	PR10	PR11	PR12	PR13	PR14	PR15	PR16	PR17	PR18	PR19	PR31	PR32	PR33	PR34	PR35	NA1	NA4	PM1	GD1	GD2	GD3
Εργαζόμενος 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 59	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 63	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 65	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 68	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 69	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 71	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 72	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 73	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 74	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Εργαζόμενος 75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Εικόνα 26. Τα scores δεξιοτήτων των 75 εργαζομένων για τις 15 κατηγορίες δεξιοτήτων. (Προφίλ ChangeBalanced)

Κατ' αναλογία των Εικόνων 25, 23, 22 κτλ., η Εικόνα 27 παρουσιάζει τις χαμένες ανθρωπώρες όπως προκύπτουν ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ Balanced (επάνω) και για το προφίλ ChangeBal



τέλεσης των έργων κατά 3 ημέρες. Σε οικονομικούς όρους αυτό μεταφράζεται βάσει του μηνιαίου μισθολογίου της εταιρίας για τις δεδομένες 75 θέσεις ως  $\text{monthly\_wages} \times (69/66 - 1) = 125244 \times 0,045 = 5445$  ευρώ ή αλλιώς 3.6 μηνιαίους μισθούς δεδομένου ότι η διάμεσος για τους εργαζόμενους του Balanced προφίλ είναι 1505 ευρώ. Η αντικατάσταση δεν αλλάζει σχεδόν καθόλου την πραγματική μισθολογική αξία του προσωπικού. Για την ακρίβεια, σύμφωνα με τις (9) και (10) η αντίστοιχη μισθολογική μηνιαία αξία του προσωπικού που ανήκει στο ChangeBalanced προφίλ αυξήθηκε κατά  $125516 - 125244 = 272$  ευρώ, το οποίο, λαμβάνοντας υπόψη το κέρδος των 5445 ευρώ μηνιαίως, αποπληρώνεται σε λίγο περισσότερο από μια εργάσιμη.



**Εικόνα 27. Χαμένες ανθρωπόωρες ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ Balanced (επάνω) και το προφίλ ChangeBalanced (κάτω).**

Ο Πίνακας 7 παραθέτει κάποιες ακόμα μετρικές κόστους διατηρώντας το ίδιο σχήμα ώστε οι τιμές να είναι συγκρίσιμες με αυτές των Πινάκων 6, 5 και 4. Όπως είναι φανερό η δραστική αντικατάσταση (που θεωρεί ως δεδομένο φυσικά ότι μπορεί να προσλάβει τα συγκεκριμένα άτομα και επίσης να απολύσει τα υπόλοιπα) καταλήγει σε 26 % μείωση των χαμένων ωρών και περίπου 4 % μείωση των αναδιατάξεων. Ωστόσο, πρακτικά ίσως να είναι ανέφικτη μια τέτοια ραγδαία αλλαγή στο προφίλ δεξιοτήτων μιας εταιρίας (που επίσης μεταφράζεται σε κάποιο οικονομικό κόστος που πρέπει να συνυπολογιστεί), αλλά μια τέτοια πράξη μπορεί να συνδυαστεί να την ανάλογη προσέγγιση για αλλαγή της φύσης των έργων που αναλαμβάνει η ιεραρχία.

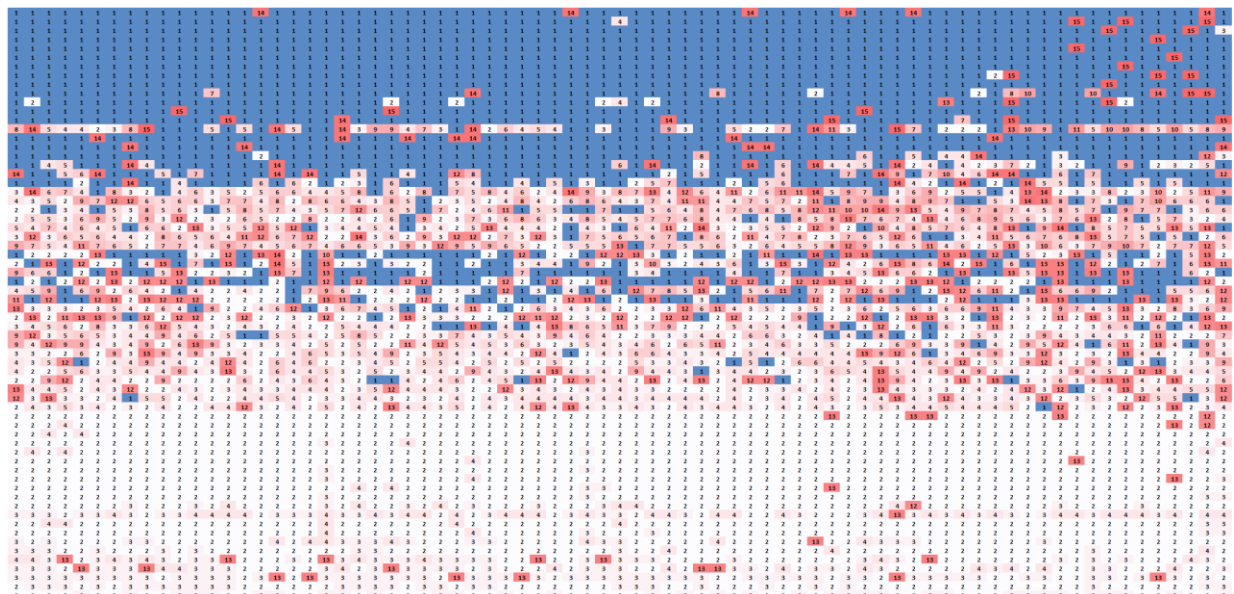
**Πίνακας 7. Η επιρροή αντικατάστασης εργαζόμενων στις μετρικές απόδοσης των έργων**

Profile (a, b, sampling period in days)	Days to completion	Dropped Manhours	Percentage of Dropped Manhours	Reallocations	Involved Skillset Evaluation
Balanced (5%, 5, 1)	69	6825	16,5 %	2540	€ 125,2 k
ChangeBalanced (5%, 5, 1)	66	5025	12,7 %	2443	€ 125,5 k

## 5.2.8. Δοκιμές πρόσληψης εργαζομένων

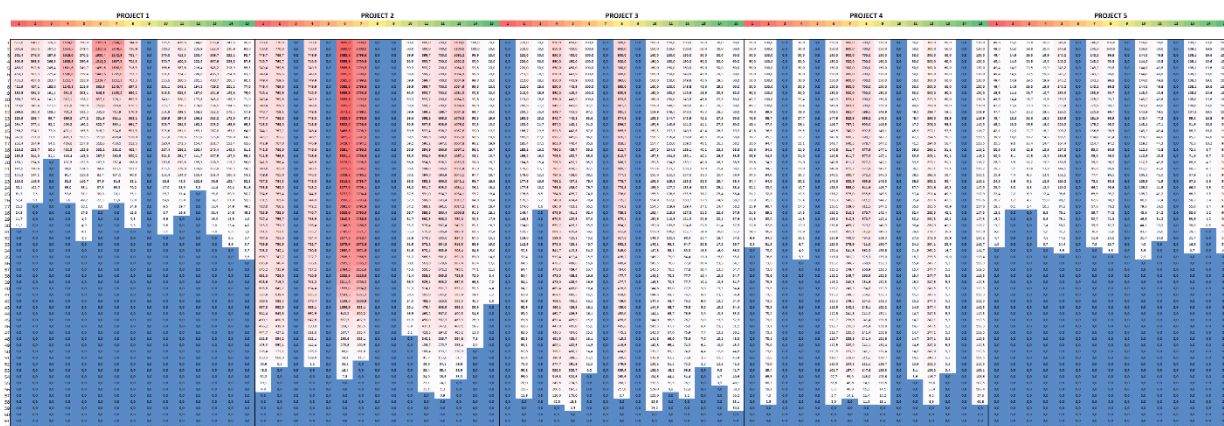
Τέλος, μια επιπλέον πράξη που αξίζει να διερευνηθεί αφορά την πρόσληψη επιπλέον προσωπικού, το οποίο να έχει ακριβώς τα απαιτητά από τα έργα χαρακτηριστικά (δεξιότητες). Για να εκτιμηθεί το είδος αλλά και το πλήθος των ατόμων που θα χρειαστούν χρησιμοποιήθηκαν δύο επιπλέον από τις αναφορές που εξάγει ο κώδικας που αναπτύχθηκε. Η απόφαση για την πρόσληψη εργαζομένων γίνεται με βάση το προφίλ ChangeBalanced, που αναπτύχθηκε στην παράγραφο 5.2.7 καθώς αποτελεί την μεγαλύτερη πρόκληση σχετικά με τα διαθέσιμα περιθώρια περαιτέρω μείωσης του χρόνου εκτέλεσης των έργων.

Η Εικόνα 28 παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο επέλεξε να κάνει τις αναθέσεις έργων στους 75 υπαλλήλους ο GA με είσοδο το προφίλ ChangeBalanced. Στον άξονα των y είναι οι ημέρες και στον άξονα των x είναι με αύξουσα σειρά οι 75 εργαζόμενοι. Τα νούμερα εντός των κελιών του πίνακα αναφέρονται στο ID του έργου που ανατέθηκε τη συγκεκριμένη ώρα και στο συγκεκριμένο εργαζόμενο. Όπως είναι φανερό πάρα πολλά κελιά αφιερώνονται στην αρχή και στο τέλος στα 2 πιο απαιτητικά έργα, το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup>. Το 1<sup>ο</sup> έργο ολοκληρώνεται νωρίς ενώ το 2<sup>ο</sup> έχει διαρκείς απαιτήσεις έως το τέλος. Επίσης, το ίδιο συμβαίνει με τις απαιτήσεις του 3<sup>ου</sup>, 4<sup>ου</sup> και 13<sup>ου</sup> έργου τα οποία απασχολούν τον αλγόριθμο με αναθέσεις μέχρι και το τέλος της εκτέλεσης του αλγορίθμου.





Μια ακόμα αναφορά που βοηθά στην μελέτη των ειδικών απαιτήσεων των έργων ώστε να εκτιμηθεί καλύτερα η **ποιότητα των απαιτητών δεξιοτήτων** αλλά και η **ποσότητα των ατόμων που θα χρειαστούν να τις καλύψουν**, παρατίθεται στην Εικόνα 29. Στην εικόνα αυτή παρατίθενται οι απαιτητές ανθρωπόωρες ανά δεξιότητα και ανά project στον άξονα των x για κάθε μέρα που περνάει (άξονας των y). Όπως είναι αναμενόμενο, σταδιακά, μέρα με τη μέρα και με ρυθμό που ορίζεται από τις σχετικές αναθέσεις του αλγορίθμου, μειώνονται οι απαιτητές ώρες για κάθε δεξιότητα και κάθε έργο, έως ότου να μηδενιστεί και η τελευταία απαίτηση την τελευταία ημέρα.



**Εικόνα 29. Οι απαιτητές ώρες ανά δεξιότητα και ανά project (άξονας των x) όπως προκύπτουν ανά ημέρα (άξονας των y).**

Όπως και προηγουμένως, επιβεβαιώνεται από την αναφορά στην Εικόνα 29 ότι το 1<sup>ο</sup> έργο (καθώς και πολλά άλλα όπως δείχνει η αναφορά αλλά δεν διακρίνεται στο παρόν απόσπασμα) τελειώνει πολύ νωρίτερα από το 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup>. Ομοίως αργεί και το 13<sup>ο</sup> παρόλο που δε διακρίνεται στο απόσπασμα που παρατίθεται στην ίδια εικόνα. Επίσης, όπως παρατηρείται, οι περισσότερες από τις δεξιότητες που απαιτούνται ανήκουν σε συγκεκριμένες ομάδες. Για τον υπολογισμό των σχετικών απαιτήσεων κάθε δεξιότητας, αθροίστηκαν οι στήλες κάθε κοινής δεξιότητας όλων των έργων και στη συνέχεια κανονικοποιήθηκαν έναντι ενός 8ώρου. Το άθροισμα που αναφέρεται παραπάνω έγινε από το σημείο που διακρίνεται πως τα έργα 2, 3 και 4 προεκτείνονται παραπάνω των υπολοίπων. Επίσης, από εκείνο ακριβώς το σημείο και πάνω υπολογίστηκαν οι στήλες κάθε κοινής δεξιότητας όλων των έργων για να εκτιμηθεί το ποσοστό των ανθρωποωρών που έχουν ήδη καλυφθεί σε σχέση με αυτές που εκκρεμούν. Με βάση αυτό το ποσοστό υπολογίστηκε ότι χρειάζονται άλλοι 7,6 - οπότε ακέραια 8 – άτομα προς πρόσληψη.

Η διαμόρφωση του νέου προφίλ ονομάζεται XChangeBalance και παρουσιάζεται στην Εικόνα 30. Για να είναι ευκρινείς οι δεξιότητες των 8 νέων ατόμων, όπως υπολογίστηκαν σύμφωνα με την προσέγγιση που αναπτύχθηκε παραπάνω, παρατίθεται ένα ακόμα απόσπασμα του πίνακα του προφίλ XchangeBalance, κατάλληλα μεγεθυμένο στην Εικόνα 31. Στους 8 εικονικούς εργαζόμενους προς πρόσληψη δεν έχει αποδοθεί κάποιος τίτλος καθώς πρόκειται για δεξιότητες που έχουν αναπτυχθεί σε όλο το εύρος των απαιτήσεων. Ωστόσο, το μεγαλύτερο βάρος δίνεται σε δεξιότητες που συνδυάζουν κυρίως προγραμματισμό (web development αλλά και databases) και διαχείριση δικτύων οπότε ανήκουν πιο κοντά στον ρόλο των DevOps αν και περιέχουν και επαμφοτερίζοντα στοιχεία επιχειρησιακής διαχείρισης και διαχείρισης έργων. Για χάρη της ιστορικής αναφοράς, πράγματι οι DevOps αποτελέσαν έναν ρόλο που σε συνδυασμό με τους Business Analysts και τους Project Managers χρειαζόντουσαν πολύ στην εταιρία.

**Εικόνα 30. Τα scores δεξιοτήτων των 75+8=83 εργαζόμενων για τις 15 κατηγορίες δεξιοτήτων. (Προφίλ XChangeBalanced)**

BA 4	BA 5	BA 6	BA 7	BA 8	BA 9	BA 10	BA 11	BA 12	BA 13	BA 14	BA 15	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 1	PM 1	PM 1	GD 4	GD 5	X	X	X	X	X	X	X	X
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	13	13	13	13	13	13	13	13	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
0,5	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	5	0,5	2	2	5	5	0,5	0,5	0,5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2,8	3,8	1,6	1,7	3,3	4,7	2,8	3,3	3,2	3,2	0,8	1,1	1,0	1,0	1,1	1,7	1,1	1,1	1,1	1,1	0,0	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
1,7	2,4	2,0	2,9	1,8	1,9	1,2	1,2	1,5	2,0	2,7	2,1	0,2	0,0	0,3	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
1,4	1,9	3,2	1,7	0,7	0,9	1,2	1,6	0,7	2,0	1,6	4,2	0,9	1,2	0,9	1,3	0,8	0,9	0,9	0,9	1,5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,7	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
0,0	0,0	0,4	0,0	0,7	0,0	0,4	1,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
1,4	0,0	0,4	0,6	0,7	0,5	1,6	1,2	1,5	0,4	0,0	0,8	4,0	4,7	4,7	3,0	3,6	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
0,0	0,0	0,4	0,6	0,7	0,0	0,8	0,0	0,4	0,0	0,0	1,8	1,0	1,1	1,9	1,3	1,8	1,8	1,8	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	4,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
900,7	1256,9	1167,8	1026,8	1586,7	1196,3	1405,4	1452,9	1307,9	2478,2	1757,4	1883,8	923,5	1397,7	2071,5	2726,0	2963,9	844,8	753,3	1193,5	1519,5	2344,0	940,0	940,0	940,0	940,0	940,0	940,0	940,0	940,0

**Εικόνα 31. Μεγέθυνση όπου διακρίνονται καλύτερα οι διαθέσιμες ανθρωποώρες των 8 νέων εργαζόμενων για τις 15 κατηγορίες δεξιοτήτων. (Προφίλ XChangeBalanced)**

Κατ' αναλογία των Εικόνων 27, 25, 23, 22 κτλ., η Εικόνα 32 παρουσιάζει τις χαμένες ανθρωποώρες όπως προκύπτουν ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ ChangeBalanced (επάνω) και για το προφίλ XChangeBalanced (κάτω). Το αποτέλεσμα της πρόσληψης που αναπτύχθηκε παραπάνω είναι η μείωση του χρόνου τέλεσης των

έργων κατά 6 ημέρες. Σε οικονομικούς όρους αυτό μεταφράζεται βάσει του μηνιαίου μισθολογίου της εταιρίας για τις δεδομένες 75 θέσεις ως  $\text{monthly\_wages} \times (66/60 - 1) = 125516 \times 0,1 = 12552$  euros ή αλλιώς 8.3 μηνιαίους μισθούς δεδομένου ότι η διάμεσος για τους εργαζόμενους του Balanced προφίλ είναι 1506 euros. Οι μισθοί των 8 νέων εργαζόμενων σύμφωνα με τις εξισώσεις (9) και (10) διαμορφώνονται στα 940 euros αλλά τα έργα κρατούν για περίπου  $60/22 = 2,7$  εργάσιμους μήνες, οπότε το κόστος τους ξεπερνά το κέρδος κατά  $8 \times 2,7 \times 940 - 12552 = 7752$  euros (που λογίζεται ανά 2,7 εργάσιμους μήνες).

ChangeBalanced									
1	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
2	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
3	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
4	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
5	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
6	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
7	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
8	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15
9	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
10	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
13	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
14	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
15	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
16	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
17	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24
18	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
19	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
20	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27
21	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28
22	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
23	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
24	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31
25	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
26	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
27	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34
28	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35
29	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36
30	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37
31	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38
32	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
33	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40
34	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41
35	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42
36	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43
37	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
38	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45
39	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46
40	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47
41	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48
42	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49
43	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
44	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51
45	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52
46	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53
47	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54
48	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55
49	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56
50	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
51	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
52	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
53	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
54	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61
55	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62
56	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63
57	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64
58	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65
59	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66
60	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67
61	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68
62	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
63	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70
64	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71
65	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72
66	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73
67	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74
68	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75
69	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76
70	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77
71	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78
72	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79
73	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80
74	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81
75	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82
76	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83
77	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84
78	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
79	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86
80	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87
81	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
82	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
83	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
84	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91
85	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92
86	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
87	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
88	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
89	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96
90	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97
91	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98
92	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
93	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
94	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01
95	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02
96	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03
97	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04
98	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05
99	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06
100	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07
101	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08
102	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09
103	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10
104	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11
105	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
106	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13
107	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14
108	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15
109	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16
110	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17
111	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18
112	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
113	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20
114	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21
115	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22
116	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23
117	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24
118	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25
119	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26
120	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27
121	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28
122	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29
123	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30
124	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31
125	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32
126	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33
127	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34
128	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35
129	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36
130	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37
131	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,38
132	1,31	1,32	1,3						

κόστος αλλά το αύξησε κατά  $2974 \times 2,7/2,5 = 9678$  euros ανά 2,7 μήνες. Έτσι, σε σχέση με το ChangeBalanced προφίλ το οποίο υπενθυμίζεται ότι είχε 75 υπαλλήλους οι οποίοι είχαν προκύψει από αντικατάσταση κάποιων ρόλων με άλλους που αποτέλεσαν πρότυπα καταλληλότητας, οι προσλήψεις επιπλέον προσωπικού, αν και συντόμευσαν τον χρόνο ολοκλήρωσης των έργων, πρόσθεσαν ένα αθροιστικό κόστος  $(7752+9678) / 2,7 = 6456$  euros ανά μήνα. Η πρόσληψη επιπλέον εργαζομένων με το συγκεκριμένο προφίλ, πέρα του ότι δεν είναι εύκολη, δε συνεπάγεται ότι θα μπορέσει να μειώσει ικανοποιητικά το ποσοστό των χαμένων εργατοωρών σε ρεαλιστικές συνθήκες, εκτός και αν η ιεραρχία συμφωνήσει εξαρχής σε κάποιο λειτουργικό bonus συντόμευσης της παράδοσης των έργων.

Στην Εικόνα 33 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι χαμένες ανθρωποώρες όπως προκύπτουν ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ ChangeBalanced (επάνω) και για το προφίλ XChangeBalanced (κάτω).



**Εικόνα 33. Χαμένες ανθρωποώρες ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ XChangeBalanced (επάνω) και το προφίλ XXChangeBalanced (κάτω).**

Ως μια τελευταία δοκιμή, εξετάστηκε αντί του προφίλ XXChangeBalanced, να χρησιμοποιηθεί ως βάση το προφίλ XChangeBalanced και πάνω σε αυτό, να διερευνηθεί η δυνατότητα περαιτέρω μείωσης των απαιτούμενων ανθρωποωρών (οι οποίες ανήκουν στις δεξιότητες 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14 μέσω της πρόσληψης 24 επιπλέον εργαζομένων. Αυτή τη φορά οι 24 εργαζόμενοι χωρίζονται σε ομάδες των 8 με κάθε ομάδα να είναι ικανή σε διαφορετικό σύνολο δεξιοτήτων. Έτσι, εξετάζεται η δυνατότητα πρόσληψης εξειδικευμένου τεχνικού προσωπικού (πχ. με εξωτερική ανάθεση - outsourcing). Οι 1<sup>η</sup> ομάδα εξειδικεύεται στις δεξιότητες 1,6 και 7, η δεύτερη ομάδα στις δεξιότητες 11, 12, 13 και 14 και η τρίτη ομάδα στις δεξιότητες 3, 5, 8, και 9. Στην Εικόνα 34 παρουσιάζονται οι 8 προσληφθέντες εργαζόμενοι του προφίλ



[illegible]

Στην Εικόνα 35 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι χαμένες ανθρωποώρες όπως προκύπτουν ανά κατηγορία δεξιότητας ανά ημέρα για το προφίλ XChangeBalanced (επάνω) και για το προφίλ 4XChangeBalanced (κάτω).

[illegible]

Το αποτέλεσμα της πρόσληψης των συγκεκριμένων 24 εξειδικευμένων εργαζομένων είναι η μείωση του χρόνου τέλεσης των έργων κατά 14 ημέρες. Σε οικονομικούς όρους αυτό μεταφράζεται βάσει του μηνιαίου μισθολογίου της εταιρίας για τις δεδομένες 83 θέσεις ως  $\text{monthly\_wages} \times (60/46 - 1) = 133668 \times 0,3 = 40681$  euros. Οι μισθοί των 24 νέων εργαζομένων σύμφωνα με τις εξισώσεις (9) και (10) διαμορφώνονται κατά μέσο όρο στα 988 euros αλλά τα έργα κρατούν για περίπου  $46/22 = 2,1$  εργάσιμους μήνες, οπότε το κόστος τους ξεπερνά το κέρδος κατά  $24 \times 2,1 \times 988 =$

40681 = 9114 euros (που λογίζεται ανά 2,1 εργάσιμους μήνες) ή αλλιώς (για να είναι συγκρίσιμα με τα υπόλοιπα νούμερα),  $9114/2,1 = 4340$  euros τον μήνα.

Συνεπώς, ως μια ακόμα υπενθύμιση, σε σχέση με το ChangeBalanced προφίλ το οποίο είχε 75 υπαλλήλους που είχαν προκύψει από αντικατάσταση κάποιων ρόλων με άλλους που αποτέλεσαν πρότυπα καταλληλότητας, οι προσλήψεις επιπλέον προσωπικού, αν και συντόμευσαν τον χρόνο ολοκλήρωσης των έργων, πρόσθεσαν ένα αθροιστικό κόστος  $4050+4340 = 8390$  euros ανά μήνα.

Η δεδομένη πρόσληψη **έντονα εξειδικευμένου προσωπικού**, αν και μειώνει κατά πολύ τους χρόνους παράδοσης των έργων, αυξάνει την αναδιατάξεις αρκετά (αν και τις μειώνει κατά 25% ανά άτομο λόγω πλήθους υπαλλήλων) αλλά δεν καταφέρνει να μειώσει αντίστοιχα πολύ την ποσοστιαία σπατάλη ανθρωποωρών. Η διαχείριση του 4XChangeBalanced προφίλ δίνει  $(4798 / (46 \times 24 \times 103)) \times 100 \% = 12,2 \%$ , σχετικά κοντά στο 13,2 % του XChangeBalanced προφίλ με την πρόσληψη των πρώτων 8 και πολύ κοντά στο 12,7 % του ChangeBalanced προφίλ που στηρίχθηκε στην διαδικασία αντικατάστασης.

Στον Πίνακα 8 παρατίθενται οι επιπλέον μετρικές κόστους που αναφέρθηκαν στα παραπάνω προφίλ, διατηρώντας το ίδιο σχήμα ώστε οι τιμές να είναι συγκρίσιμες με αυτές των Πινάκων 7, 6, 5 και 4.

**Πίνακας 8.** Η επιρροή πρόσληψης εργαζόμενων στις μετρικές απόδοσης των έργων

Profile (a, b, sampling period in days)	Days to completion	Dropped Manhours	Percentage of Dropped Manhours	Reallocations	Involved Skillset Evaluation
ChangeBalanced (5%, 5, 1)	66	5025	12,7 %	2443	€ 125,5 k
XChangeBalanced (5%, 5, 1)	60	5265	13,2 %	2223	€ 133,7 k
XXChangeBalanced (5%, 5, 1)	56	6193	15,8 %	2272	€ 140,6 k
4XChangeBalanced (5%, 5, 1)	46	4798	12,2 %	2556	€ 156,8 k

Ως μια τελική διαπίστωση, που αφορά όλα τα παραπάνω σενάρια, είναι πως θεωρώντας ότι τα έργα που αναλαμβάνει η εταιρία δεν είναι μόνο τα εξεταζόμενα αλλά πως υπάρχουν και άλλα, παρόμοιας φύσης, ώστε να καλυφθούν οι μέρες που απελευθερώνονται, αν θεωρηθεί ότι η εταιρία είναι προσοδοφόρα, έστω με ένα 20 % περιθώριο κέρδους και έστω με τα 2/3 του μισθολογικού να είναι το overhead, σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο παρουσιάζεται σημαντικό κέρδος αντί για ζημία.

### 5.3. Συμπεράσματα

Η αίσθηση που αποκτάται από τα παραδείγματα χρήσης που εξετάστηκαν στην παράγραφο 5.1 και 5.2 επιβεβαιώνει πως το εργαλείο που αναπτύσσεται **παρουσιάζει ιδιαίτερη ευελιξία στην ανάλυση σύνθετων δεδομένων και συντελεί δραστικά στην παροχή χρήσιμων συμβουλών γύρω από τις αποφάσεις μιας νεοσύστατης εταιρίας λογισμικού σχετικά με τη διαχείριση του προφίλ του εργοληπτικού ανθρώπινου δυναμικού της**. Η μετεπεξεργασία των αναφορών που εξάγονται από τον κώδικα επιτρέπει στην διερεύνηση εικονικών σεναρίων (πρόσληψης, απόλυσης, εκπαίδευσης, μερικής απασχόλησης, ανάθεσης κτλ.) ώστε να διαφανεί αν η εξέλιξη των αντίστοιχων έργων συντάσσεται προς την επιθυμητή κατεύθυνση, δηλαδή αν ευθυγραμμίζεται με την γενικότερη στρατηγική της εταιρίας.

**Η υλοποίηση του εργαλείου δείχνει να εξυπηρετεί ορθά προς την επιθυμητή, επί της αρχής, σχεδιαστική τοποθέτηση γύρω από την επιχειρηματική προσέγγιση της λιτής διαχείρισης (lean management), εστιάζοντας στην μείωση της σπατάλης (φύρα, wastage). Με αυτό τον τρόπο αυξάνονται οι αποδόσεις και επιτρέπουν στην περαιτέρω ανάπτυξη, σε δεύτερο χρόνο, επιτρέποντας την επεκτασιμότητα (scalability) της εταιρίας. Όπως διαφαίνεται, από την πλευρά του HR τμήματος η ευνοϊκότερη προϋπόθεση για κάτι τέτοιο είναι η εύστοχη επιλογή του ελάχιστου δυνατού ανθρώπινου δυναμικού του οποίου τόσο η ποιότητα (με την έννοια του προφίλ δεξιοτήτων) όσο και η ποσότητα (δηλαδή το πλήθος σε κάθε ειδικότητα) επιτρέπει την οριακή εκτέλεση των έργων της εταιρίας, μεγιστοποιώντας ουσιαστικά την αξιοποίηση του κεφαλαίου εντάσεως εργασίας.**

Συνεπώς, στην περίπτωση που κρίνεται απαραίτητη η πλεονάζουσα εφεδρεία τεχνικού προσωπικού ώστε να μετριάζεται το ρίσκο αδυναμίας τέλεσης των παραδοτέων εντός των προσυμφωνημένων ενδιάμεσων σημείων του γενικότερου χρονοπρογραμματισμού (milestones), **είναι σημαντικό αυτό να εκτιμάται (μέσω του DSS) ώστε το κόστος που συνεπάγεται η αντίστοιχη ασφάλεια διάθεσης ανθρώπινου δυναμικού να μην ξεπερνά το ποσό που κρίνεται δίκαιο για τη συγκεκριμένη ωφέλεια.**

Ομοίως θα πρέπει να συμβαίνει και για οποιαδήποτε άλλη σχετική απόφαση που εμπλέκει τη διαχείριση του τεχνικά εμπλεκόμενου με τα έργα ανθρώπινου δυναμικού της εταιρίας.



## 6. Τρέχοντα Ζητήματα – Προτάσεις

### 6.1. Τρέχοντα Ζητήματα

#### 6.1.1. Χρήση εμπειρίας (skill factor) αποκλειστικά στο μισθολογικό

Σημειώνεται ότι οι επιδόσεις των εργαζομένων, δηλαδή το γεγονός ότι κάποιοι είναι περισσότερο έμπειροι σε κάποιες δεξιότητες έχει εισαχθεί στους υπολογισμούς μέσα από την **απλοποιημένη θεώρηση της εργασιακής προσαρμοστικότητας**. Η κατάταξη βάσει επαγγελματικής εμπειρίας ίσως επηρεάζει σε κάποιο βαθμό τον χρόνο παράδοσης (ειδικά σε ακραίες περιπτώσεις) **παρά τον συντονιστικό έλεγχο μέσα από ταυτόχρονα εκδιδόμενα πακέτα εργασίας**. Ωστόσο η επιρροή συμβαίνει όπως έχει παρατηρηθεί, κυρίως στην **ποιότητα του παραγόμενου κώδικα** (κάτι που δικαιολογεί την ευνοημένη μισθολογική κατάσταση ως **οικονομικό αντίκρισμα συνεισφοράς στη μείωση του τεχνικού χρέους**). Η όποια βελτίωση παράγεται στο χρόνο παράδοσης των πακέτων εργασίας λόγω γενικότερης επαγγελματικής εμπειρίας (entry level, junior, senior), πρακτικά **θα πρέπει να προσαρμόζεται σταδιακά** μέσα από τον σωστό χαρακτηρισμό των παραμέτρων a και b.

#### 6.1.2. Η δυσκολία χαρακτηρισμού και εκτίμηση βαθμού υποκειμενικότητας

Υπερθεματίζοντας, να τονιστεί πως η συγγραφή της παρούσας εργασίας αναγνωρίζει τη δυσκολία του χαρακτηρισμού της συμπεριφοράς ενός συστήματος προσφοράς-ζήτησης στον εργασιακό τομέα δεδομένου ότι υπεισέρχονται παράγοντες που είναι δύσκολο να αποτυπωθούν μέσα από αριθμητικές μεθόδους, σύντομες μαθηματικές εξισώσεις και αντίστοιχες παραμέτρους. Εξάλλου, η πρόκληση της ερευνητικής κοινότητας εντοπίζεται ακριβώς σε αυτό, δηλαδή στην προσπάθεια ορθής γενίκευσης για τη ρεαλιστική απόκριση των εμπλεκόμενων φαινομένων με τη χρήση απλοποιημένων αλλά συμπαγών μαθηματικών εργαλείων, όπως για παράδειγμα επιλέχθηκε να γίνει και στην παρούσα, με τη χρήση του GA.

Δεδομένου ότι η προσέγγιση της μοντελοποίησης καθοδηγεί την διαδικασία επίλυσης να παραμένει όσο το δυνατόν πιο συνεπής με τις προτιμήσεις του χρήστη του DSS, το εύρος και οι τιμές των πιθανών λύσεων εξαρτώνται άμεσα από την ιδιοσυγκρασία του χρήστη, όπως και η ερμηνεία τους εξαρτάται από την παρουσίασή

τους στον υπεύθυνο λήπτη αποφάσεων. **Αυτή η λειτουργική συστημική ιδιομορφία εμποτίζει το σύστημα με μεγάλη ευελιξία αλλά ταυτόχρονα και μια ανεπιθύμητη υποκειμενικότητα.** Για να μετριαστεί το ενδεχόμενο μια τέτοια ιδιοσυγκρασιακή διάταξη να οδηγήσει σε αντικειμενικά μέτριες αποφάσεις, χρειάζεται να εγκαθιδρυθεί ένας κοινά αποδεκτός τρόπος μέτρησης της αποτελεσματικότητας του εκτελεστικού μέρους της απόφασης.

### **6.1.3. Συστημικός Αυτοέλεγχος**

Κατ' επέκταση απαιτείται και η επιβεβαίωση πως η απόσταση μεταξύ της επιθυμητής και της τελικής αναδιάταξης είναι πολύ μικρή και άρα δεν παρουσιάζεται ιδιαίτερη απόκλιση από το σχέδιο (gap analysis). Συνεπώς, η ανατροφοδότηση αποτελεί συστατικό κομμάτι εγγύησης συστημικής ευρωστίας (robustness) ώστε να υπάρξει η δυνατότητα αξιολόγησης της ίδιας της τεχνικής καθώς και βελτιώσεις του χαρακτηρισμού (παράμετροι  $a$  και  $b$ ). Η πληροφορία ανατροφοδότησης μπορεί να συμβαίνει σποραδικά σε διάφορα σημεία της διαδικασίας ώστε το DSS να αποφασίζει στη συνέχεια αν επιθυμεί να προσαρμόσει τα ειδικά χαρακτηριστικά σχεδίασης (μεταξύ αυτών και οι παράμετροι  $a$  και  $b$ ) όπως επίσης και αν έχει νόημα να εισαχθεί κάποια ακόμα διάσταση/είσοδος που δεν είχε συμπεριληφθεί.

## **6.2. Προτάσεις Περαιτέρω Ανάπτυξης**

### **6.2.1. Πολυκριτήρια ανάλυση**

Η προσέγγιση που επιλέχθηκε για την αναδιάταξη των εργαζόμενων στα έργα (ή αλλιώς του μίγματος δεξιοτήτων των εργασιών στους εργαζόμενους), περιλαμβάνει ως κύριο κριτήριο την μείωση των χαμένων ανθρωποωρών. Ωστόσο, αναλόγως των ζητούμενων και των εισαγωγικών προϋποθέσεων, ο GA εντός του κώδικα μπορεί να μετεξελιχθεί ώστε το DSS να συμπεριλαμβάνει μια ανάλογη μεθοδολογία. Για παράδειγμα αυτό θα μπορούσε να υλοποιηθεί με τον GA να εξάγει το αποτέλεσμα μιας σύνθετης συνάρτησης κόστους δύο ή περισσότερων κριτηρίων. Μάλιστα, αυτά τα κριτήρια μπορούν να συμπεριλαμβάνουν το βαθμό συμμετοχής τους στην πολυκριτήρια απόφαση αν πολλαπλασιάζονται με έναν επιπλέον ειδικό παράγοντα (που θα περιγράφει την εκτιμητέα από τον χρήστη ωφέλεια για το καθένα). Πρακτικά, στο συγκεκριμένο πρόβλημα αυτό θα μπορούσε να έχει αξία αν εισαγόταν και το

μισθολογικό κόστος της κάθε λύσης σε μια **προσπάθεια αναζήτησης της επίδοσης στην παράδοση των έργων αν διερευνάται το ενδεχόμενο χρήσης των υπαλλήλων χαμηλού μισθολογικού προφίλ.**

#### **6.2.2. Χαρακτηρισμός συστήματος με προσαρμογή Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου**

Προς εξυπηρέτηση της προαναφερόμενης βελτίωσης, θα βοηθήσει δραστικά η δημιουργία κάποιου συμπληρωματικού εργαλείου που να λαμβάνει τη δευτερογενή γνώση που προκύπτει από τις αναφορές αυτού του DSS ώστε να δημιουργεί μια βάση δεδομένων που με την προσθήκη ενός τεχνητού νευρωνικού δικτύου (Artificial Neural Network, ANN) να εκπαιδεύεται στην επιστροφή στερεοτυπικών απαντήσεων χωρίς να απαιτείται η πλήρης επεξεργασία των αρχικών δεδομένων. Επίσης, το ίδιο ANN αν εκπαιδευτεί στις όποιες αποκλίσεις παρατηρηθούν από την εφαρμογή των προτάσεων του θα μπορεί να προσαρμοστεί ώστε **εμμέσως να προγραμματίσει τον χαρακτηρισμό των παραμέτρων a και b** υπό τις (σχετικά πρόσφατες) συνθήκες που θα αντιμετωπίζει η εταιρία.

#### **6.2.3. Πλήθος και κατανομή αναδιατάξεων**

Εξετάζοντας τις αναδιατάξεις των εργαζομένων σε πακέτα εργασίας διαφορετικών κάθε φορά έργων, για διάφορα σενάρια δοκιμών, παρατηρήθηκε πως ο εργαζόμενος με τις περισσότερες αναδιατάξεις, σχεδόν πάντα απείχε το διπλάσιο από τον εργαζόμενο με τις λιγότερες αναδιατάξεις (πχ. 33/15, 33/18, 38/19, 43/19, 46/25, 48/27). Πιθανότατα αυτό το ποσοστό, όπως και η αντίστοιχη κατανομή, να αλλάζει από πρόβλημα σε πρόβλημα. Αν και δε θα πρέπει να αποτελεί πρόβλημα κάτι τέτοιο, ενδεχομένως αν παρουσιαστούν ακραίες συνθήκες (που λογικά θα σημαίνει από μόνο του κάποια ιδιαιτερότητα στο μίγμα δεξιοτήτων κάποιου/κάποιων εργαζομένων) να έχει νόημα να εξεταστεί η εξισορρόπηση, ή έστω μείωση πιθανών αδικιών από τον αλγόριθμο.

#### **6.2.4. Διαχείριση του προφίλ των εργαζόμενων**

Δεδομένου ότι ο αλγόριθμος είναι ήδη υλοποιημένος ώστε να δίνει ξεκάθαρες ενδείξεις (insights) ως προς το ποιοι ρόλοι πρέπει να ενισχυθούν στην εταιρία καθώς και με ποιες δεξιότητες περιγράφονται αυτοί καλύτερα, να προστεθεί η δυνατότητα αυτόματης εισαγωγής και εξαγωγής ατόμων που σταδιακά θα οδηγεί στο ιδανικό

μίγμα, για κάθε ένα από τα εξειδικευμένα κατά περίπτωση κριτήρια αποφάσεων. Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί με έναν GA που θα συμπεριλαμβάνει αυτόν της εργασίας και θα εξετάζει, κατά βούληση τη σύσταση (ποιοτικά και ποσοτικά) του προφίλ των υπαλλήλων, επιλέγοντας από μια βάση που διαθέτει είτε τους συγκεκριμένους 75 εργαζόμενους είτε κάποιους εικονικούς που θα διαθέτουν κατ' εκτίμηση, κάποια επιθυμητά χαρακτηριστικά (δεξιότητες).

#### **6.2.5. Αναγνώριση των εκφραστών του κλάδου**

Σε επέκταση του παραπάνω, εάν η βάση των έργων που περιέχουν τις απαιτητές δεξιότητες προκύψει αρκετά ογκώδης ή εξειδικευμένος, ίσως αξίζει να προγραμματιστεί κατάλληλα το εργαλείο ώστε να υπολογίζει ποιοι είναι οι χρησιμότεροι τεχνικοί, ποιοι αποτελούν τους κυριότερους εκφραστές του «μέσου» προφίλ της εταιρίας (όπως αυτό στρατηγικά διαμορφώνεται βάσει ανάλογων αποφάσεων) ή του κλάδου γενικότερα, καθώς και να εκτιμήσει ποιες οι κυρίαρχες αλλά και υποσχόμενες ικανότητες (*trending competencies*) ή/και πως αυτές εξελίσσονται σε βάθος χρόνου, καθώς έρχονται σταδιακά νέα έργα.

#### **6.2.6. Προσθήκη επιπλέον μεταβλητών για διαχείριση ρίσκου**

Στην περίπτωση ανάληψης έργων σε διαγωνισμούς με ειδικούς όρους (όπως πχ. ρήτρες, *bonus* ταχείας παράδοσης κτλ.) να εισαχθεί εκτίμηση για σχέδια έκτακτης ανάγκης (*contingency plans*) που σημαίνει να αλλάζει το βάρος των χαμένων ωρών σε συγκεκριμένες εποχές για συγκεκριμένα έργα ώστε να επιτελείται η σχετική ανάλυση ευαισθησίας των **διαφόρων κριτηρίων ως προς το ρίσκο**.

Προς την ίδια κατεύθυνση αλλά από την πλευρά διαχείρισης των έργων (PM) μπορεί να προτείνεται μια αυθαίρετη (αλλά διαστασιολογημένη) βαθμονόμηση για τη πραγματική αξία που φέρουν τα έργα για την εταιρία, (πχ. ελέγχοντας πχ. τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης στην επένδυση κάποιων έργων), υπολογίζοντας πχ. το πόσο χρόνο μπορεί κάποια από αυτά να παραμένουν ενεργά χωρίς πραγματικά να γίνεται ουσιαστική πρόοδος λόγω μικρής διάθεσης πόρων (*slack of time*).

#### **6.2.7. Περαιτέρω μείωση των αναδιατάξεων**

Τέλος, ένα δύσκολο πρόβλημα αλλά αρκετά ενδιαφέρον είναι το πώς μπορεί να γίνεται ένας έξτρα έλεγχος βελτιστοποίησης ώστε να διατηρείται υψηλή η χρηστικότητα των πόρων (utilization) ενώ παράλληλα να μειώνονται οι συνολικές μεταθέσεις ατόμων από έργο σε έργο.

## Επίλογος

### Σκοπός

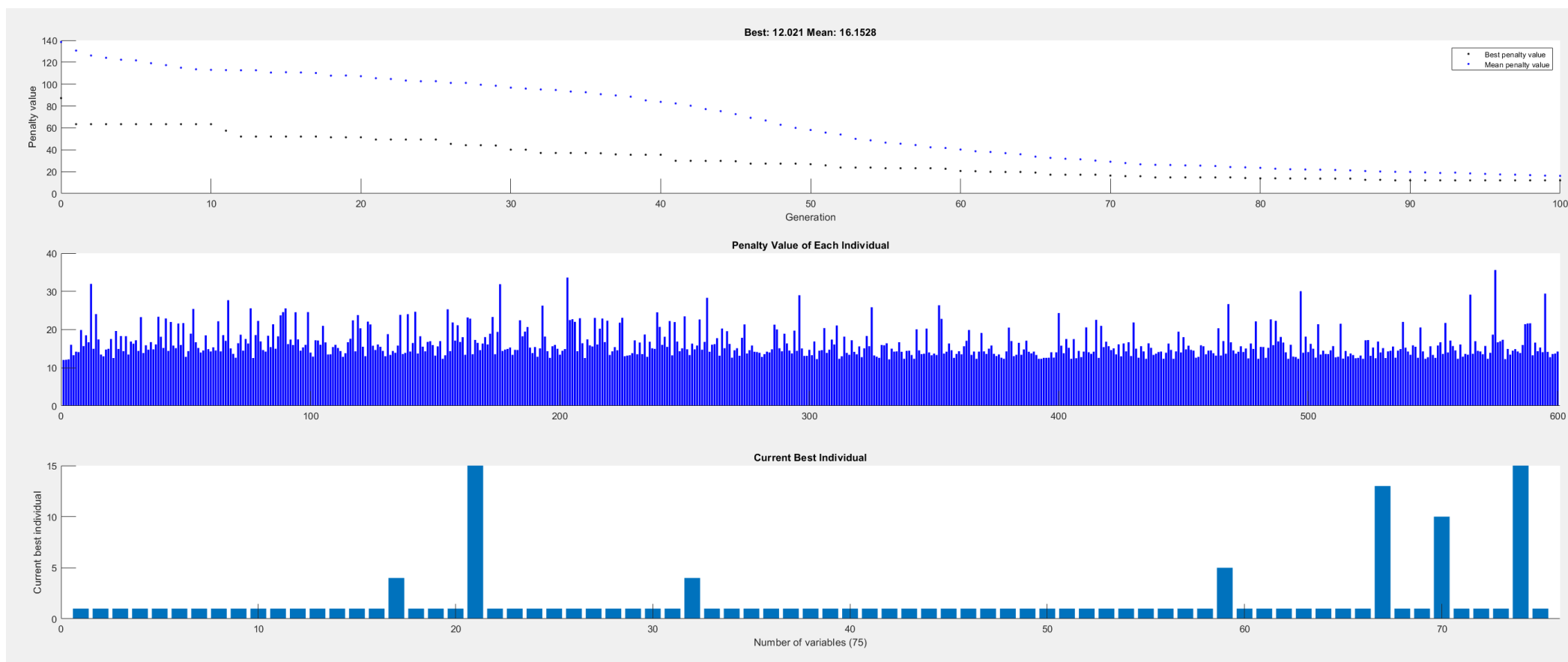
Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν αρχικά να διερευνήσει αν μπορεί να υπάρξει περιθώριο κέρδους μέσα από τη βέλτιστη διαχείριση της κατανομής των ανθρώπινων πόρων ανά έργο που αναλαμβάνει μια νεοσύστατη εταιρία λογισμικού. Στη συνέχεια, δόθηκε ιδιαίτερη μέριμνα ώστε η μοντελοποίηση να κινηθεί σε δύο άξονες, με **τον πρώτο να αφορά την εστίαση στη λιτή διαχείριση** (lean management) μέσα από Agile πρακτικές συντονισμού (μικρά αυτοτελή πακέτα εργασίας και συχνή ανατροφοδότηση πληροφόρησης) και **τον δεύτερο να εστιάζει στην βελτίωση των αποδόσεων αντί των επιδόσεων**, εξετάζοντας την καταλληλότητα του μίγματος απαιτητών (από τα έργα) και διαθέσιμων (από τους εργαζόμενους) δεξιοτήτων. Όπως επιβεβαιώθηκε μέσω ποικίλων παραδειγμάτων, το DSS που σχεδιάστηκε επιτυγχάνει να βελτιώσει την αξιοποίηση των ανθρωποωρών αποδίδοντας το κάθε πακέτο εργασίας (μέσω της ανάθεσης έργου) στον πιο αρμόδιο για την εκτέλεση κάθε φορά, δηλαδή σε αυτόν που καλύπτει πληρέστερα τα απαιτητά χαρακτηριστικά, όπως αυτά ορίζονται μέσα από ένα ειδικό σύστημα απόδοσης αξιών.

### Ανακεφαλαίωση

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο έγινε μια σύντομη **επισκόπηση της κρατούσας κατάστασης**, στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναπτύχθηκε η προσέγγιση από τη σχετική βιβλιογραφία, η **ανάγκη επίλυσης του ζητήματος**, οι προκλήσεις της φύσης του προβλήματος, και το θεωρητικό οικονομικό υπόβαθρο με τα αντίστοιχα **κίνητρα εφαρμογής**. Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναπτύχθηκε η **προτεινόμενη μοντελοποίηση**, ο τρόπος λήψης των πρωτογενών δεδομένων και αναπτύχθηκε η βάση για την **κατάστρωση του εργαλείου υποστήριξης αποφάσεων** (Decision Support System – DSS). Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο έγινε η περιγραφή των σχεδιαστικών επιλογών, η **ανάλυση ευαισθησίας** και η σημασία του **αξιόπιστου χαρακτηρισμού του DSS**. Τέλος, στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα **αποτελέσματα και τα συμπεράσματα** από την σχετική μελέτη της ανάπτυξης και **απόκρισης του DSS**, όπου επιβεβαιώθηκε η ορθή λειτουργία του εργαλείου και η σημασία του επί της αρχής (Proof of Concept) ενώ στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο τονίστηκαν τα **τρέχοντα ζητήματα** και προτάθηκαν κάποιες συμπληρωματικές **ιδέες για μελλοντική ανάπτυξη**.

## Παράρτημα

Στην παρακάτω εικόνα παρατίθεται απόσπασμα από την λειτουργία του GA αλγορίθμου. Στο μεσαίο παράθυρο καταγράφονται τα κόστη 600 πιθανών λύσεων, όπως αυτές προέκυψαν μετά τη διαδικασία διασταύρωσης της προηγούμενης elite (3 στοιχεία των οποίων το κόστος φαίνεται στην αριστερότερη πλευρά του μεσαίου παραθύρου) και της μετάλλαξης από την προηγούμενη elite. Το πάνω παράθυρο δείχνει την πορεία αναζήτησης της λύσης με το ελάχιστο κόστος, αποτυπώνοντας κάθε εποχή την μέση και καλύτερη - έως εκείνη την εποχή - τιμή. Το κάτω παράθυρο αποτυπώνει το πιο πρόσφατο (της 100<sup>ης</sup> εποχής) μίγμα αναθέσεων έργων (από το 1 έως το 15) στους 75 εργαζόμενους. Αυτή η λύση (οι συγκεκριμένες τιμές των χρωμοσωμάτων) παρουσιάζει, όπως φαίνεται στην πάνω λεζάντα, κόστος 12.021 ανθρωπόωρες. Το συγκεκριμένο απόσπασμα είναι το αποτέλεσμα της πρώτης ημέρας, σε ένα παράδειγμα δειγματοληψίας ανά ημέρα. Συνεπώς, ο αλγόριθμος αυτός ξανατρέχει για κάθε επόμενη ημέρα, εντοπίζοντας την βέλτιστη τιμή δεδομένου του ιστορικού που ο ίδιος χαράζει σταδιακά, έως ότου εξαντληθούν από όλα τα έργα όλες οι απαιτητές ανθρωπόωρες.





## Βιβλιογραφικές Πηγές

- [1] Πάνος Φιτσιλής, 2015. *Σύγχρονα Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρήσεων*.
- [2] Monk, E. and Wagner, B. (2012) *Concepts in Enterprise Resource Planning*. Cengage Learning, Boston.
- [3] Pissarides, Christopher A. 2011. "Equilibrium in the Labor Market with Search Frictions." *American Economic Review*, 101 (4): 1092-1105.
- [4] Akerlof, George A. (1970). "The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism". *Quarterly Journal of Economics*. The MIT Press. 84 (3): 488–500.
- [5] Maurer, I. (2010). *How to build trust in inter-organizational projects: The impact of project staffing and project rewards on the formation of trust, knowledge acquisition and product innovation*. *International Journal of Project Management*, 28(7), 629–637.
- [6] Tavana, M., Azizi, F., Azizi, F., & Behzadian, M. (2013). A fuzzy inference system with application to player selection and team formation in multi-player sports. *Sport Management Review*, 16 (1), 97–110.
- [7] Floyd, M.K., Barker, K., Rocco, C. M., & Whitman, M. G. (2017). A multicriteria decision analysis technique for stochastic task criticality in project management. *Engineering Management Journal*, 29(3), 165–178.
- [8] Turnquist, M. A., & Nozick, L. K. (2004). A nonlinear optimization model of time and resource allocation decisions in projects with uncertainty. *Engineering Management Journal*, 16(1), 40–49.
- [9] Fahimeh Rahmanniyay & Andrew Junfang Yu (2018): A multi-objective stochastic programming model for project-oriented human-resource management optimization, *International Journal of Management Science and Engineering Management*, DOI: 10.1080/17509653.2018.1534220
- [10] Ghosh, M., Kabir, G., & Hasin, M. A. A. (2017). Project time–Cost trade-off: A Bayesian approach to update project time and cost estimates. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 12(3), 206–215.
- [11] Housh, M., Ostfeld, A., & Shamir, U. (2013). Limited multi-stage stochastic programming for managing water supply systems. *Environmental Modelling & Software*, 41, 53–64.
- [12] Kılıç, Y. E., & Tuzkaya, U. R. (2015). A two-stage stochastic mixed-integer programming approach to physical distribution network design. *International Journal of Production Research*, 53(4), 1291–1306.

- [13] Williams, T. (2003). *The contribution of mathematical modeling to the practice of project management*. *IMA Journal Management Mathematics*, 14(1), 3-30.
- [14] Ingalls, R. G., & Morrice, D. J. (2004). *PERT scheduling with resource constraints using qualitative simulation graphs*. *Project Management Journal*, 35(3), 5-14.
- [15] Holland, J. H. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.
- [16] Alcaraz, J., & Maroto, C. (2001). *A robust genetic algorithm for resource allocation in project scheduling*. *Annals of Operating Research*, 102(1), 83-109.
- [17] Lova, A., & Tormos, P. (2001). *Analysis of schemes and heuristic rules performance in resource-constrained multiproject scheduling*. *Annals of Operations Research*, 102(1), 263-286.
- [18] Ammar, M. A., & Elbeltagi, E. (2001). *Algorithm for determining controlling path considering resource continuity*. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 15(4), 292-298.
- [19] Wang, Y., Perkins, J. R., & Khurana, A. (2002). *Optimal resource allocation in new product development projects: A control - theoretic approach*. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 47(8), 1267-1276.
- [20] Burkova, I. V., Kolpachev, V. N., & Potapenko, A. M. (2004). *Geometrical method of scheduling in project management*. *Automation and Remote Control*, 65(12), 1991-1997.
- [21] Khamooshi, H. (1999). *Dynamic priority-dynamic programming scheduling method (DP)2SM: A dynamic approach to resource constraint project scheduling*. *International of Journal of Project Management*, 17(6), 383-391.
- [22] Hameri, A-P, & Heikkilä, J. (2002). *Improving efficiency: Time-critical interfacing of project tasks*. *International of Journal of Project Management*, 20(3), 143-153.
- [23] Smith, L. D., Nauss, R. M., & Subramanian, A. (2004). *Decision support for staffing, outsourcing and project scheduling in MIS strategic plans*. *INFOR*, 42(1), 79-100.
- [24] Deckro, R. F., & Hebert, J. E. (2002). *Modeling diminishing returns in project resource planning*. *Computers and Industrial Engineering*, 44(1), 19-33.
- [25] Olafsson, S. (2003). *Making decisions under uncertainty-implications for high technology investments*. *BT Technology Journal*, 21(2), 170-179.
- [26] Haga, W.A., & Marold, K.A. (2004). *A simulation approach to the PERT/CRM time-cost trade-off problem*. *Project Management Journal*, 35(2), 31-37.
- [27] Matsatsinis, N.F., P. Delias, "AgentAllocator: An Agent-Based Multi-criteria Decision Support System for Task Allocation", *Holonic and Multi-agent Systems for Manufacturing, Lectures Notes in Artificial Intelligence*, vol. 2744, pp. 225-235. 2003. DOI: 10.1007/978-3-540-

- [28] Shehory O., Kraus S.: *Task Allocation via Coalition Formation among Autonomous Agents*, *Proceedings 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, (1995).
- [29] Wallace, L., Keil, M., & Rai, A. (2004). *How software project risk affects project performance: An investigation of the dimensions of risk and an exploratory model*. *Decision Sciences*, 35(2), 289-321.
- [30] Thevendran, V., & Mawdesley, M. J. (2004). *Perception of human risk factors in construction projects: An exploratory study*. *International Journal of Project Management*, 22(2), 131-137.
- [31] Crossland, R., Williams, J. S., & McMahon, C. (2003). *The practical application of design risk assessment models*. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 217(2), 227-234.
- [32] Ward, S., & Chapman, C. (2003). *Transforming project risk management into project uncertainty management*. *International Journal of Project Management*, 21(2), 97-105.
- [33] Barros, M. O., Werner, C. M. L., & Travassos, G. H. (2004). *Supporting risks in software project management*. *The Journal of Systems and Software*, 70(1-2), 21-35.
- [34] Turnquist, M. A., & Nozick, L. K. (2004). *A nonlinear optimization model of time and resource allocation decisions in projects with uncertainty*. *Engineering Management Journal*, 16(1), 40-49.
- [35] Purvis, R. L., McCray, G. E., & Roberts, T. M. (2004). *Heuristic and biases in information systems project management*. *Engineering Management Journal*, 16(2), 19-27.
- [36] Lee, B., & Miller, J. (2004). *Multi-project management in engineering using simulation modeling*. *Software Quality Journal*, 12(1), 59-82
- [37] Wohlin, C., & Andrews, A. A. (2003). *Prioritizing and assessing software project success factors and project characteristics using subjective data*. *Empirical Software Engineering*, 8(3), 285-308.
- [38] Christenson, D., & Walker, D. H. T. (2004). *Understanding the role of “vision” in project success*. *Project Management Journal*, 35(3), 39-52.
- [39] Huin, S. F. (2004). *Managing deployment of ERP systems in SMEs using multi-agents*. *International Journal of Project Management*, 22(6), 511-517.
- [40] Riis, J. O., & Pedersen, F. L. (2003). *Managing organizational development projects by paradoxes*. *Production Planning & Control*, 14(4), 349-360.
- [41] Chang, C., Christensen, M. J., & Zhang, T. (2001). *Genetic algorithms for project management*. *Annals of Software Engineering*, 11(1), 107-139.

- [42] Wang, R.-C., & Liang, T.-F. (2004). *Project management decisions with multiple fuzzy goals*. *Construction Management and Economics*, 22(10), 1047-1056.
- [43] Park, J., Seo, D., Hong, G., Shin, D., Hwa, J., & Bae, D. H. (2014). *Practical Human Resource Allocation in Software Projects Using Genetic Algorithm*. In *SEKE* (pp. 688-694).
- [44] Horng, S.-M. (2006). *A stage-based human resource allocation procedure for project management with multiple objectives*. Paper presented at PMI® Research Conference: New Directions in Project Management, Montréal, Québec, Canada. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- [45] Baykasoglu, A., Dereli, T. and Das, S. (2007), "Project team selection using fuzzy optimization approach", *Cybernetics and Systems*, Vol. 38 No. 2, pp. 155-185.
- [46] Zhang, L. and Zhang, X. (2013), "Multi-objective team formation optimization for new product development", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 64 No. 3, pp. 804-811.
- [47] Hofer, S. (1996), "Project management expertise through simulation", *Cybernetics and Systems*, Vol. 27, No. 2, pp. 169-182.
- [48] Fan, Z.P., Feng, B., Jiang, Z.Z. and Fu, N. (2009), "A method for member selection of R&D teams using the individual and collaborative information", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36 No. 4, pp. 8313-8323.
- [49] Dereli, T. and Baykasoglu, A. (2006), "A team-oriented cybernetic approach for value-added quality auditing", *Cybernetics and Systems*, Vol. 37 No. 4, pp. 311-327.
- [50] Chen, S.J. and Lin, L. (2004), "Modeling team member characteristics for the formation of a multifunctional team in concurrent engineering", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 51 No. 2, pp. 111-124.
- [51] Baykasoglu, A., Dereli, T. and Das, S. (2007), "Project team selection using fuzzy optimization approach", *Cybernetics and Systems*, Vol. 38 No. 2, pp. 155-185.
- [52] Feng, B., Jiang, Z.Z., Fan, Z.P. and Fu, N. (2010), "A method for member selection of cross-functional teams using the individual and collaborative performances", *European Journal of Operational Research*, Vol. 203 No. 3, pp. 652-661.
- [53] Fenton, N.E. and Neil, M. (1999), "A critique of software defect prediction models", *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 25 No. 5, pp. 675-689.
- [54] Pimenta, M.L., da Silva, A.L. and Tate, W.L. (2014), "Developing and managing cross-functional teams: a multi-case study of Brazilian manufacturing companies", *Journal of Technology Management & Innovation*, Vol. 9 No. 2, pp. 1-16.
- [55] Strnad, D. and Guid, N. (2010), "A fuzzy-genetic decision support system for project team formation", *Applied Soft Computing*, Vol. 10 No. 4, pp. 1178-1187.

- [56] Bozbura, F.T., Beskese, A. and Kahraman, C. (2007), "Prioritization of human capital measurement indicators using fuzzy AHP", *Expert Systems with Applications*, Vol. 32 No. 4, pp. 1100-1112.
- [57] van de Water, T., van de Water, H. and Bukman, C. (2007), "A balanced team generating model", *European Journal of Operational Research*, Vol. 180 No. 2, pp. 885-906.
- [58] Chen, W.T. and Chen, T.T. (2007), "Critical success factors for construction partnering in Taiwan", *International Journal of Project Management*, Vol. 25 No. 5, pp. 475-484.
- [59] Kratzer, J., Leenders, R.T.A.J. and Van Engelen, J.M.L. (2006), "Managing creative team performance in virtual environments: an empirical study in 44 R&D teams", *Technovation*, Vol. 26 No. 1, pp. 42-49.
- [60] Wi, H., Oh, S., Mun, J. and Jung, M. (2009), "A team formation model based on knowledge and collaboration", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36 No. 5, pp. 9121-9134.
- [61] Wei, C.-C., Lai, M.-C., Wei, C.-S. and Peng, L.-H. (2013), "Assignment of project members considering capability and personality balance", *Kybernetes*, Vol. 42 No. 7, pp. 1016-1028.
- [62] Otero, L.D., Centeno, G., Otero, C.E. and Ruiz-Torres, A.J. (2012), "A fuzzy goal programming model for skill-based personnel assignments", *International Journal of Multicriteria Decision Making*, Vol. 2 No. 4, pp. 313-337.
- [63] Hosseini, S. M., & Akhavan, P. (2017). A model for project team formation in complex engineering projects under uncertainty. *Kybernetes*.
- [64] Turner, T. and Pennington, W.W. (2015), "Organizational networks and the process of corporate entrepreneurship: how the motivation, opportunity, and ability to act affect firm knowledge, learning, and innovation", *Small Business Economics*, Vol. 45 No. 2, pp. 447-463.
- [65] Reinholt, M., Pedersen, T. and Foss, N.J. (2011), "Why a central network position isn't enough: the role of motivation and ability for knowledge sharing in employee networks", *Academy of Management Journal*, Vol. 54 No. 6, pp. 1277-1297.
- [66] Siemsen, E., Roth, A.V. and Balasubramanian, S. (2008), "How motivation, opportunity, and ability drive knowledge sharing: the constraining-factor model", *Journal of Operations Management*, Vol. 26 No. 3, pp. 426-445.
- [67] Radaelli, G., Lettieri, E., Mura, M. and Spiller, N. (2014), "Knowledge sharing and innovative work behaviour in healthcare: a micro-level investigation of direct and indirect effects", *Creativity and Innovation Management*, Vol. 23 No. 4, pp. 400-414.
- [68] Colom, R., Martínez-Molina, A., Shih, P. C., & Santacreu, J. (2010). Intelligence, working memory, and multitasking performance. *Intelligence*, 38(6), 543-551.
- [69] Hambrick, D. Z., Oswald, F. L., Darowski, E. S., Rench, T. A., & Brou, R. (2010). Predictors of multitasking performance in a synthetic work paradigm. *Applied cognitive psychology*, 24(8), 1149-1167.

- [70] Dux, P. E., Tombu, M. N., Harrison, S., Rogers, B. P., Tong, F., & Marois, R. (2009). Training improves multitasking performance by increasing the speed of information processing in human prefrontal cortex. *Neuron*, 63(1), 127-138.
- [71] Chen, Y., Fang, W., Guo, B., & Bao, H. (2022). The moderation effects of task attributes and mental fatigue on post-interruption task performance in a concurrent multitasking environment. *Applied Ergonomics*, 102
- [72] Basil, M. D. (1994). Multiple resource theory I: Application to television viewing. *Communication Research*, 21, 177–207.
- [73] Lang, A. (2000). The limited capacity model of mediated message processing. *Journal of Communication*, 50, 46–70.
- [74] Lang, A., & Basil, M. D. (1998). Attention, resource allocation, and communication research: What do secondary reaction task reaction times measure, anyway? In M. E. Roloff (Ed.), *Communication yearbook* (Vol. 21, pp. 443–473). Newbury Park: Sage.
- [75] Wickens, C. D. (1980). The structure of attentional resources. In R. Nickerson (Ed.), *Attention and performance* (Vol. VIII, pp. 239–257). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- [76] Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 63–102). Orlando: Academic.
- [77] Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3, 159–177.
- [78] Rasmussen, J. (1987). *Information processing and human-machine interaction. An approach to cognitive engineering*. North-Holland.
- [79] T. H. Stone, J. Jawahar, J. Foster, G. Johnsen, April 2019, *Cutting Edge Practices W@W 2Q 2019 Journal, Personality and employee preferences for performance appraisal feedback*.
- [80] Adler, S., M. Campion, A. Colquitt, A. Grub, K. Murphy, R. Ollander-Krane, and E.D. Pulakos. 2016. "Getting Rid of Performance Appraisals: Genius or Folly? A Debate." *Industrial and Organizational Psychology* 9:219-252.
- [81] DeNisi, A.S. and K.R. Murphy. 2017. "Performance Appraisal and Performance Management: 100 Years of Progress?" *Journal of Applied Psychology* 102: 421-433.
- [82] Sloan, N., A. Tsuchida, and D. Parent. 2015. "Performance Management: The Secret Ingredient." *Deloitte.com*, Feb. 27. Viewed: March 5, 2019. Retrieved from: <https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/human-capital-trends/2015/performance-management-redesign-human-capital-trends-2015.html>.
- [83] Becker, B.E. and M.A. Huselid. 2006. "Strategic Human Resources Management: Where Do We Go from Here?" *Journal of Management* 32: 900-905.



- [84] Capelli, P. and A. Tavis. 2016. "The Performance Management Revolution." *Harvard Business Review*, October, 58-67.41 Second Quarter | 2019.
- [85] DeNisi, A. and C.E. Smith. 2014. "Performance Appraisal, Performance Management and Firm-Level Performance." *Academy of Management Annals* 8: 127-179.
- [86] Murphy, K.R. and J.N. Cleveland. 1995. *Understanding Performance Appraisal: Social, Organizational and Goal-Oriented Perspectives*. Newbury Park, CA: Sage.
- [87] Culbertson, S.S., J.B. Henning, and S.C. Payne. 2013. "Performance Appraisal Satisfaction: The Role of Feedback and Goal Orientation." *Journal of Personnel Psychology* 12: 189-195.
- [88] Ledford Jr., G.E., G. Benson, and E.E. Lawler III. 2016. "A Study of Cutting-Edge Performance Management Practices: Ongoing Feedback, Ratingless Reviews and Crowdsourced Feedback." *WorldatWork Journal* 25: 8-24.
- [89] Goldberg, E. 2014. "Performance Management Gets Social." *HR Magazine*, Jan. 6. Viewed: Feb. 10, 2019. Retrieved from: <https://www.shrm.org/hr-today/news/hr-magazine/pages/0814-social-performance-management.aspx>.
- [90] Scullen, S. E., Mount, M. K., & Goff, M. 2000. "Understanding the Latent Structure of Job Performance Ratings." *Journal of Applied Psychology*, 85(6), 956-970.
- [91] Deming, D.E. 1986. *Out of the Crisis: Quality, Productivity and Competitive Position*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.
- [92] Enderes, K. and M. Deruntz. 2018. "High-Impact Performance Management: Enabling Performance in the Flow of Work." Bersin, Deloitte Consulting.
- [93] Bracken, D.W. and D.S. Rose. 2011. "When Does 360-Degree Feedback Create Behavior Change? And How Would We Know It When It Does?" *Journal of Business & Psychology* 26: 183-192.
- [94] Campion, M.C., E.D. Campion, and M.A. Campion. 2015. "Improvements in Performance Management Through the Use of 360 Feedback." *Industrial and Organizational Psychology: Perspectives on Science and Practice* 8: 85-93.
- [95] Bracken, D.W. and C.W. Timmreck. 2001. "Guidelines for Multisource Feedback when Used for Decision Making." In *The Handbook of Multisource Feedback*, eds. D.W. Bracken, C.W. Timmreck and A.H. Church. San Francisco: Jossey-Bass.
- [96] Aguinis, H., R.K. Gottfredson, and H. Joo. 2013. "Avoiding a 'Me' Versus 'We' Dilemma: Using Performance Management to Turn Teams into a Source of Competitive Advantage." *Business Horizons* 56: 503-512.
- [97] Smither, J.W., M. London, and R.R. Reilly. 2005. "Does Performance Improve Following Multisource Feedback? A Theoretical Model, Meta-Analysis and Review of Empirical Findings." *Personnel Psychology* 58: 33-66.



- [98] Rock, D. 2008. *SCARF: A Brain-Based Model for Collaborating with and Influencing Others.* *NeuroLeadership Journal* 1. Viewed: March 6, 2019. Retrieved from: [http://www.your-brain-at-work.com/files/NLJ\\_SCARFUS.pdf](http://www.your-brain-at-work.com/files/NLJ_SCARFUS.pdf).
- [99] Cunningham, L. 2015. "In Big Move, Accenture Will Get Rid of Annual Performance Reviews and Rankings." *The Washington Post*, July 21. Viewed: Feb. 11, 2019. Retrieved from: <https://www.washingtonpost.com/news/on-leadership/wp/2015/07/21/in-big-move-accenture-will-get-rid-of-annual-performance-reviews-and-rankings/>.
- [100] Cummings, T.G. 1978. "Self-Regulating Work Groups: A Socio-Technical Analysis." *Academy of Management Review* 3: 625-634.
- [101] Wigert, B. and J. Harter. 2017. "Re-Engineering Performance Management." *Gallup.com*. Viewed: March 6, 2019. Retrieved from: <http://news.gallup.com/reports/208811/re-engineering-performance-management.aspx>.
- [102] Greenberg, J. 2011. "Organizational Justice: The Dynamics of Fairness in the Workplace." In *Handbook of Industrial and Organizational Psychology Vol 3*, ed. S. Zedeck, 271-327). Washington, D.C.: American Psychological Association Press.
- [103] Jawahar, I.M. 2007. "The Influence of Perceptions of Fairness on Performance Appraisal Reactions." *Journal of Labor Research* 28: 735-754.
- [104] Shea, G.P. and R.A. Guzzo. 1987. "Groups as Human Resources." *Research in Personnel and Human Resources Management* 5: 323-356.
- [105] Wageman, R. and G. Baker. 1997. "Incentives and Cooperation: The Joint Effects of Task and Reward Interdependence on Group Performance." *Journal of Organizational Behavior* 18: 139-158.
- [106] Forrest, S., & Mitchell, M. (2016). "Adaptive Computation: The Multidisciplinary Legacy of John H. Holland", *Communications of the ACM*, August 2016, Vol. 59 No. 8, Pages 58-63.
- [107] Everett, J., 'Practical Fibonacci-Part I - A Beginner's Guide to Agile Estimating with Relative Sizing', *Agile Insider*, Oct 2021. Retrieved from: <https://medium.com/agileinsider/practical-fibonacci-part-i-918c09c9b1b1>
- [108] Everett, J., 'Practical Fibonacci-Part II - The Journey to Predictability', *Agile Insider*, Oct 2021. Retrieved from: <https://medium.com/agileinsider/practical-fibonacci-part-ii-a6ec014ee16d>
- [109] Fowler, M., & Highsmith, J. (2001). "The agile manifesto. Software development", 9(8), 28-35.