



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## **Βελτιστοποίηση Διαχείρισης Ανθρώπινων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Παναγιώτης Δ. Λάμπρος-Κοραλής**

**Επιβλέπων :** Δημήτριος Ασκούνης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2018





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ

ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## Βελτιστοποίηση Διαχείρισης Ανθρώπινων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παναγιώτης Δ. Λάμπρος-Κοραλής

**Επιβλέπων :** Δημήτριος Ασκούνης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 18<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2018.

.....  
Δημήτριος Ασκούνης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Χρυσόστομος Δούκας  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2018

.....  
Παναγιώτης Δ. Λάμπρος-Κοραλής

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Παναγιώτης Δ. Λάμπρος-Κοραλής, 2018.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ:**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιδιώκουμε να δώσουμε μία λύση στο πρόβλημα κατανομής βαρδιών και εργασιών στον τμήμα των γεμιστικών γραμμών σε μία βιομηχανία παραγωγής καλλυντικών προϊόντων, σε συνεργασία με την εταιρία Johnson & Johnson Hellas. Η διαχείριση των ανθρώπινων πόρων αποτελεί μείζον πρόβλημα τις βιομηχανίες, στο οποίο επενδύονται συνεχώς πόροι με σκοπό τον αποτελεσματικότερο προγραμματισμό της παραγωγής. Αρχικά αναφερόμαστε στο πρόβλημα της στελέχωσης και βαρδιολόγησης και στους τρόπους με τους οποίους έχει προσεγγιστεί σε άλλους κλάδους υψηλής κρισιμότητας όπως αυτοί της Υγείας και των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Αναφέρουμε ενδεικτικούς τρόπους επίλυσης του προβλήματος και προτείνουμε μία εναλλακτική προσέγγιση, που διαφοροποιείται σε πλήθος χαρακτηριστικών και παραμέτρων από τις υφιστάμενες. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της εργασίας αναπτύξαμε ένα «εργαλείο» που λειτουργεί πάνω στο Microsoft Excel, το οποίο έχει τη δυνατότητα χωρίς να εκτελεί χρονοβόρους υπολογισμούς να προσφέρει γρήγορα λύσεις του προβλήματος που ικανοποιούν όλες τις συνθήκες και τους περιορισμούς που έχουν τεθεί. Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του εξετάζουμε ένα χαρακτηριστικό πρόβλημα με πραγματικά δεδομένα - ως προς το μαθηματικό σκέλος - και το επιλύουμε με τη βοήθεια του εργαλείου. Τέλος, αναλύουμε τα βασικότερα χαρακτηριστικά του και τις κυριότερες διαφορές της προσέγγισής μας έναντι άλλων που έχουν δοθεί σε αντίστοιχα προβλήματα, παραθέτοντας και τους πιθανούς τρόπους περαιτέρω ανάπτυξης και βελτιστοποίησής του εργαλείου που αναπτύχθηκε.

## **ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:**

Βαρδιολόγηση, στελέχωση, γεμιστικές γραμμές, βιομηχανία καλλυντικών προϊόντων, ευρετικοί αλγόριθμοι, μεταερευτικοί αλγόριθμοι, πρόβλημα βαρδιολόγησης νοσηλευτών, διαχείριση ανθρώπινων πόρων



## **ABSTRACT:**

In this diploma thesis, we aim to provide a solution to the problem of rostering and scheduling in the section of filling lines in a cosmetics industry, in collaboration with Johnson & Johnson Hellas. Managing human resources is a major problem for every industry, which is constantly investing resources to timely production planning. Initially, we refer to the problem of rostering and scheduling and the ways in which it has been approached in other high-critical sectors, such as Health and transportation. We provide indicative ways of solving the problem and we propose an alternative approach that differentiates into a number of features and parameters from the existing ones. Specifically, we developed a "tool" that works on Microsoft Excel, which, without running time-consuming calculations, can quickly provide solutions to the problem that satisfy all the conditions and constraints that have been set. For a better understanding of its function, we look at a typical problem with real data -in the mathematical strand- and resolve it with the help of the tool. Finally, we analyze the main features and the main differences of our approach to others that have been given to corresponding problems, and also outline the possible ways to further develop and optimize the tool that has been developed.

## **KEYWORDS:**

Rostering, scheduling, staffing, filling lines, cosmetics industry, heuristics, metaheuristics, Nurse Rostering Problem, human resources management, Microsoft Excel





# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Η παρούσα διπλωματική εκπονήθηκε στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ.

Με την ολοκλήρωσή της, έχω την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή ΕΜΠ Δημήτριο Ασκούνη, για την επίβλεψη της εργασίας καθώς και τις εποικοδομητικές και αναγκαίες συμβουλές του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της. Εξίσου σημαντική υπήρξε η συμβολή του Δρ. Δημήτρη Πανόπουλου για τις στοχευμένες παρατηρήσεις του στο θεωρητικό κομμάτι της εργασίας. Ειδική μνεία χρίζει ο κ. Μιχάλης Αυγουλής, ο οποίος ως εκπρόσωπος της εταιρίας Johnson & Johnson Hellas συνέδραμε τα μέγιστα με τις προτάσεις, τις παρατηρήσεις και την καθοδήγηση που μου παρείχε. Χωρίς τη βοήθεια αυτού αλλά και τη συμβολή της εταιρίας Johnson & Johnson Hellas η εφαρμογή της προσέγγισής μας σε πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον και η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων δεν θα ήταν δυνατή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένεια και τους φίλους μου, καθώς και το συνάδελφο Κανάρη Μπούνα, με τον οποίο το τελευταίο διάστημα συνεργαστήκαμε στενά υπό την καθοδήγηση των επιβλεπόντων μας στο πλαίσιο της εκπόνησης των διπλωματικών μας εργασιών. Χωρίς την βοήθεια και την στήριξη όλων των αναφερομένων θα ήταν αδύνατο το συγκεκριμένο εγχείρημα.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ</b> .....	<b>3</b>
1.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....	3
1.2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .....	4
1.2.1. <i>Το Πρόβλημα Βαρδιολόγησης των Νοσηλευτών</i> .....	4
1.2.2. <i>Το Πρόβλημα Βαρδιολόγησης στις Αεροπορικές Εταιρίες</i> .....	5
1.2.3. <i>Το Πρόβλημα Βαρδιολόγησης στους Οδηγούς Λεωφορείων</i> .....	6
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΥΡΕΤΙΚΕΣ – ΜΕΤΑΕΥΡΕΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	<b>7</b>
2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ .....	7
2.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ.....	8
2.2.1. <i>Ευρετική Μέθοδος Επίλυσης</i> .....	8
2.2.2. <i>Μεταευρετική Μέθοδος Επίλυσης</i> .....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΕΛΕΧΩΣΗΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ</b> .....	<b>19</b>
3.1. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....	20
3.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ .....	23
3.2.1. <i>Μοντελοποίηση των Παραμέτρων Εισαγωγής</i> .....	24
3.2.1.1. Ημερολόγιο .....	24
3.2.1.2. Διαθεσιμότητα Βαρδιών .....	25
3.2.1.3. Εξειδίκευση Εργαζομένων .....	25
3.2.1.4. Απουσιασμός Εργαζομένων.....	27
3.2.1.5. Διαθεσιμότητα για Υπερωρία .....	27
3.2.1.6. Προτίμηση.....	28
3.2.1.7. Πρόγραμμα Γेमιστικών Γραμμών .....	28
3.2.1.8. Επάνδρωση Γραμμών .....	29
3.2.2. <i>Ανάλυση των Στοιχείων Εξαγωγής</i> .....	30
3.2.2.1. Καταγραφή Ιστορικού .....	30
3.2.2.2. Εμπειρία Εργαζομένων .....	32
3.2.2.3. Προγραμματισμός Βαρδιών.....	33
3.2.2.4. Επάνδρωση Γραμμών .....	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΔΟΚΙΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ</b> .....	<b>37</b>
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ.....	37
4.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ.....	43
4.2.1. <i>Αλγόριθμος “Shift Pattern”</i> .....	43

4.2.2.	Αλγόριθμος “Announcement” .....	44
4.2.3.	Αλγόριθμος “Man Power Allocation” .....	47
4.2.4.	Αλγόριθμος “Record” .....	54
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ</b> .....	<b>57</b>

# ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1 – INDEX (ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ).....	23
ΕΙΚΟΝΑ 2 – CALENDAR (ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ) .....	24
ΕΙΚΟΝΑ 3 – SHIFT PATTERN.....	25
ΕΙΚΟΝΑ 4 – SKILLS MATRIX / DISQUALIFICATION .....	26
ΕΙΚΟΝΑ 5 – ABSENTEEISM (ΆΔΕΙΕΣ) .....	27
ΕΙΚΟΝΑ 6 – OVERTIME AVAILABILITY (ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΥΠΕΡΩΡΙΑ) .....	27
ΕΙΚΟΝΑ 7 – PREFERENCE (ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ).....	28
ΕΙΚΟΝΑ 8 – MANNING (ΕΠΑΝΔΡΩΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ) .....	29
ΕΙΚΟΝΑ 9 – SHIFT AND OVERTIME RECORD (ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΒΑΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ) .....	30
ΕΙΚΟΝΑ 10 – ABSENTEEISM RECORD (ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΔΕΙΩΝ).....	31
ΕΙΚΟΝΑ 11 – MONTHLY RECORD (ΜΗΝΙΑΙΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ) .....	31
ΕΙΚΟΝΑ 12 – EXPERIENCE (ΕΜΠΕΙΡΙΑ).....	32
ΕΙΚΟΝΑ 13 – SHIFTS PLAN (ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗ) .....	33
ΕΙΚΟΝΑ 14 – ANNOUNCEMENT (ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ) .....	34
ΕΙΚΟΝΑ 15 – MAN POWER ALLOCATION (ΕΠΑΝΔΡΩΣΗ ΓΕΜΙΣΤΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ).....	35
ΕΙΚΟΝΑ 16 – IDLE TIME (ΩΡΕΣ ΜΗ-ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ) .....	36
ΕΙΚΟΝΑ 17 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ SHIFT PATTERN .....	37
ΕΙΚΟΝΑ 18 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ SKILLS MATRIX.....	38
ΕΙΚΟΝΑ 19 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ DISQUALIFICATION.....	38
ΕΙΚΟΝΑ 20 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ABSENTEEISM .....	39
ΕΙΚΟΝΑ 21 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ OVERTIME AVAILABILITY .....	39
ΕΙΚΟΝΑ 22 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ PREFERENCE .....	40
ΕΙΚΟΝΑ 23 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ FILLING PLAN.....	41
ΕΙΚΟΝΑ 24 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ MANNING.....	42
ΕΙΚΟΝΑ 25 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ SHIFTS AND OVERTIME RECORD .....	42
ΕΙΚΟΝΑ 26 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ SHIFTS PLAN.....	43
ΕΙΚΟΝΑ 27 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ANNOUNCEMENT PROPOSAL .....	45
ΕΙΚΟΝΑ 28 – ΑΛΛΑΓΗ DISQUALIFICATION .....	45
ΕΙΚΟΝΑ 29 – ΑΛΛΑΓΗ PREFERENCE.....	46
ΕΙΚΟΝΑ 30 – ΑΛΛΑΓΗ ANNOUNCEMENT.....	46
ΕΙΚΟΝΑ 31 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ MAN POWER ALLOCATION.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 32 – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΓΡΑΜΜΗΣ L07.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 33 – FILLING PLAN .....	49
ΕΙΚΟΝΑ 34 – MANNING .....	50
ΕΙΚΟΝΑ 35 – DISQUALIFICATION .....	50
ΕΙΚΟΝΑ 36 – ABSENTEEISM .....	50

ΕΙΚΟΝΑ 37 – SHIFTS PLAN .....	50
ΕΙΚΟΝΑ 38 – ΑΛΛΑΓΗ DISQUALIFICATION .....	50
ΕΙΚΟΝΑ 39 – ΑΛΛΑΓΗ PREFERENCE.....	51
ΕΙΚΟΝΑ 40 – ΑΛΛΑΓΗ ΜΡΑ.....	51
ΕΙΚΟΝΑ 41 – ΔΙΠΛΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ .....	51
ΕΙΚΟΝΑ 42 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ IDLE TIME .....	53
ΕΙΚΟΝΑ 43 – ΔΕΙΓΜΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΠΙΝΑΚΑ SHIFTS Ν’ ΟΤ RECORD .....	54
ΕΙΚΟΝΑ 44 – ΔΕΙΓΜΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ABSENTEEISM RECORD.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 45 – ΔΕΙΓΜΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΠΙΝΑΚΑ EXPERIENCE .....	55
ΕΙΚΟΝΑ 46 – ΔΕΙΓΜΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΠΙΝΑΚΑ MONTHLY RECORD .....	56

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 – ΕΙΔΗ ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ .....	9
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 – ΒΑΡΔΙΕΣ ΚΑΙ ΡΕΠΟ .....	9
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 – ΑΥΣΤΗΡΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ .....	10
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 – ΧΑΛΑΡΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ.....	11
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 – ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ .....	11
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 – ΨΕΥΔΟΚΩΔΙΚΑΣ ΕΥΡΕΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ ΒΑΡΔΙΩΝ.....	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 – ΚΥΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΤΑΒΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ.....	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ .....	21

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η βιομηχανία σήμερα είναι αυτό της βαρδιολόγησης των εργαζομένων και της στελέχωσης του πιο άρτια εκπαιδευμένου προσωπικού στις καταλληλότερες θέσεις εργασίας, με σκοπό να καλύψουν τις αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς. Το πρόβλημα αυτό, εμφανίζεται εντονότερα στον νοσηλευτικό τομέα, αλλά και στις αεροπορικές εταιρίες και τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, τομείς στους οποίους έχει αναπτυχθεί πληθώρα μεθόδων με σκοπό την αντιμετώπισή του, με κυριότερες τους ευρετικούς και μεταευρετικούς αλγόριθμους που έχουν εμφανίσει ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια.

Μια μεταευρετική μέθοδος είναι μια διαδικασία υψηλότερου επιπέδου που έχει σχεδιαστεί για να βρει, να δημιουργήσει ή να επιλέξει έναν ευρετικό αλγόριθμο που μπορεί να αποτελέσει μια επαρκώς καλή λύση σε ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης, ειδικά με ελλιπείς πληροφορίες ή περιορισμένη υπολογιστική ικανότητα. Κατά τη διαδικασία επίλυσης, πραγματοποιούνται λίγες υποθέσεις σχετικά με το πρόβλημα βελτιστοποίησης και έτσι οι μεταευρετικοί αλγόριθμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλα προβλήματα. Σε σύγκριση με τους αλγορίθμους βελτιστοποίησης και τις επαναληπτικές μεθόδους, δεν εγγυώνται ότι μπορεί να βρεθεί μια βέλτιστη λύση για κάποια τάξη προβλημάτων. Με τη διερεύνηση μιας πληθώρας εφικτών λύσεων, βρίσκουν εκείνη που απαιτεί όσο το δυνατόν λιγότερη υπολογιστική δύναμη. Έτσι, θεωρούνται χρήσιμα εργαλεία για προβλήματα βελτιστοποίησης.

Εμείς θα ασχοληθούμε με το πρόβλημα της στελέχωσης του τμήματος των γεμιστικών γραμμών σε βιομηχανία παραγωγής καλλυντικών προϊόντων, με τις ιδιαιτερότητες που αυτό συνεπάγεται. Η προσέγγιση έγινε σε συνεργασία με την Johnson & Johnson Hellas, εξασφαλίζοντας, με αυτό τον τρόπο, συνθήκες που προσεγγίζουν την πραγματική παραγωγή. Το εργοστάσιο αυτό έχει δύο βασικά τμήματα, στα οποία πραγματοποιείται η παραγωγή· αυτό των αναμίξεων των πρώτων υλών και αυτό των γεμιστικών γραμμών, όπου γίνεται η τοποθέτηση του τελικού προϊόντος στα δοχεία, για να είναι έτοιμο για διακίνηση. Ενώ, στο τμήμα των αναμίξεων, το πρόβλημα έχει επιλυθεί, στις γεμιστικές γραμμές γίνεται αρκετά πιο πολύπλοκο, εξαιτίας των πολλών παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη κατά την επάνδρωση των γραμμών.

Στον τομέα της διοίκησης παραγωγής περιλαμβάνονται πολλές διαδικασίες που συνθέτουν τις δυναμικές λειτουργικές δομές των εταιριών, όπως είναι ο χρονικός και ο

ποσοτικός προγραμματισμός παραγωγής. Ωστόσο, τέτοιες μέθοδοι, είναι αρκετά περίπλοκες και δύσκολο να τις χρησιμοποιήσουν οι περισσότεροι χωρίς κατάλληλη εκπαίδευση. Για αυτό, κατά τον τρόπο επίλυσης, διαφοροποιηθήκαμε από τις διαδικασίες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία και προσεγγίσαμε το πρόβλημα με έναν πιο εύληπτο τρόπο. Αναπτύξαμε το «εργαλείο» στο περιβάλλον του **Microsoft Excel**, για να γίνεται εύκολα κατανοητό, αλλά και να είναι εύκολα παραμετροποιήσιμο για να καλύπτει τις εκάστοτε ανάγκες.

Για να δώσει το «εργαλείο» μας μια εφικτή λύση, ζητήσαμε να μάθουμε τους κανόνες που ακολουθούνται κατά την διαδικασία στελέχωσης γραμμών παραγωγής καθώς και τις ιδιαιτερότητες που μπορεί να προκύπτουν σε τμήματα γεμιστικών γραμμών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών είναι η εξειδίκευση των εργαζομένων και οι άδειες που μπορεί να δημιουργήσουν έλλειψη προσωπικού.

Γίνεται προφανές, λοιπόν, πως η προσέγγισή μας ανήκει στην κατηγορία των μεταερευτικών αλγορίθμων και συνεπώς δεν αποτελεί βέλτιστη λύση του προβλήματος. Ωστόσο, βασικό κριτήριο για την επάνδρωση των γεμιστικών γραμμών αποτελεί η μείωση των αναγκαίων υπερωριών καθώς και η ομοιόμορφη και δίκαιη κατανομή αυτών στους εργαζόμενους. Επιπλέον, εξασφαλίζεται η εξοικονόμηση πόρων για την εταιρία, αφού, δίχως αυτό το «εργαλείο», θα ήταν απαραίτητη η ενασχόληση ενός συγκεκριμένου ατόμου με τη διαδικασία στελέχωσης των γραμμών. Συνεπώς, υπάρχουν περιθώρια βελτιστοποίησής του, ώστε να γίνει πιο προσιτό στο μέσο χρήστη.



# Κεφάλαιο 1

## ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

### 1.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η στελέχωση και βαρδιολόγηση του προσωπικού ορίζεται ως η διαδικασία κατασκευής βέλτιστων εργασιακών προγραμμάτων για τους εργαζόμενους και έχει λάβει ιδιαίτερη προσοχή τα τελευταία χρόνια. (ERNST, et al., 2004).

Το πρόβλημα του προγραμματισμού του προσωπικού έχει μελετηθεί εκτενώς τις τελευταίες δεκαετίες. Έχει αναγνωριστεί ως σημαντικό πρόβλημα σε ακαδημαϊκούς και βιομηχανικούς τομείς. Στους σημερινούς φρενήρεις ρυθμούς του επιχειρηματικού περιβάλλοντος, οι εταιρείες προσπάθησαν να επιτύχουν δύο στόχους για να κερδίσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα: βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών και μείωση του κόστους. Το πρόβλημα προγραμματισμού προσωπικού απαιτεί επίτευξη και των δύο αυτών στόχων. Ο προγραμματισμός του προσωπικού είναι ιδιαίτερα περίπλοκος όταν εξετάζουμε τόσο τον προγραμματισμό των βαρδιών όσο και τον προγραμματισμό των αδειών για οργανισμούς που λειτουργούν επτά ημέρες την εβδομάδα (π.χ. αεροπορικές εταιρείες, ξενοδοχεία, τηλεφωνικά κέντρα και νοσοκομεία). Επιπλέον, όταν η ζήτηση κυμαίνεται σε μικρά διαστήματα σε σύγκριση με τη διάρκεια της βάρδιας, ένα γενικό μοντέλο κατανομής καθίσταται λιγότερο χρήσιμο για τον προγραμματισμό του προσωπικού και απαιτείται ένα προηγμένο μοντέλο κατανομής που περιλαμβάνει επικαλυπτόμενες βάρδιες. Έτσι, τα περισσότερα προβλήματα προγραμματισμού προσωπικού είναι μη ντετερμινιστικά, για τα οποία έχουν προταθεί ποικίλες μέθοδοι επίλυσης συμπεριλαμβανομένων μαθηματικών μοντέλων και ευρετικών προσεγγίσεων. (Jin, et al., 2017)

## 1.2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στελέχωσης και βαρδιολόγησης εντοπίζεται στα νοσοκομεία και στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Υπάρχει εκτεταμένη βιβλιογραφία που εξειδικεύεται στα παραπάνω προβλήματα και προτείνει μοντέλα επίλυσης αυτών.

### 1.2.1. Το Πρόβλημα Βαρδιολόγησης των Νοσηλευτών

Οι Ghai M. Jaradata, Anas Al-Badareen και συνεργάτες τους σε σχετική έρευνα (February 2018) ανέλυσαν το πρόβλημα της βαρδιολόγησης των νοσηλευτών. Σύμφωνα λοιπόν με αυτή, δεδομένου ότι περίπου το 40% των νοσοκομειακών προϋπολογισμών διατίθενται στο προσωπικό υγειονομικής περίθαλψης, θα πρέπει να ληφθούν επιπρόσθετα μέτρα (Özcan, 2005). Εργασιακά προγράμματα που δεν είναι ευέλικτα και είναι ελλιπή επηρεάζουν την προσωπική ζωή των νοσηλευτών, κλιμακώνουν τη δυσαρέσκεια και μπορεί να προκαλέσουν αργό ρυθμό προσαρμογής, τα οποία κατά συνέπεια επηρεάζουν δυσμενώς τις νοσηλευτικές υπηρεσίες που δέχονται οι ασθενείς. (Özcan, 2005) (Burke, et al., 2003). Όπως αναφέρεται σε βιβλιογραφία, πολλοί κορυφαίοι υγειονομικοί οργανισμοί σε ολόκληρο τον κόσμο, εξακολουθούν να ετοιμάζουν τη βαρδιολόγηση των νοσηλευτών με το χέρι. (Burke, et al., 2003) (Özcan, 2007) (Causmaecker & Berghe, 2011). Ένα τέτοιο φαινόμενο γίνεται κίνητρο για τους ερευνητές για να προτείνουν και να εξετάσουν τις αυτοματοποιημένες μεθοδολογίες λύσης ως επίλυση αυτού του προβλήματος.

Η τρέχουσα έρευνα για τη δημιουργία ενός επιτυχημένου γενικού τρόπου λύσης καθιστά διαθέσιμη τη δυνατότητα δημιουργίας έξυπνων συστημάτων που μπορούν να δημιουργήσουν πρακτικές λύσεις για πολλά συνδυαστικά προβλήματα βελτιστοποίησης. Σε αναζήτηση για υπολογιστική αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα, έχει υπάρξει ταχεία εξέλιξη στην έρευνα σε μεταερευτικές μεθόδους ως προσπάθεια για την εξεύρεση λύσεων καλής ποιότητας σε αυτά τα προβλήματα εντός του επιθυμητού χρονικού πλαισίου (Osman & Kelly, 1996). Πολλοί άλλοι ερευνητές σε διάφορους τομείς όπως υβριδοποίησης των μεταερευτικών αλγορίθμων με άλλους προκειμένου να βελτιώσουν την απόδοση στην εξεύρεση λύσεων καλής ποιότητας (Alsmadi, 2016) (Alsmadi, et al., 2012) (Alsmadi, et al., 2011) (Alsmad, 2017) (Alsmadi, 2017) (Alsmadi, 2017) (Badawi & Alsmadi, 2013) (Badawi & Alsmadi, 2014).

### 1.2.2. Το Πρόβλημα Βαρδιολόγησης στις Αεροπορικές Εταιρείες

Μια αεροπορική εταιρεία λαμβάνει έσοδα από τα εισιτήρια των επιβατών και πληρώνει για χρήση αεροσκαφών, καυσίμων, πληρώματος και αερολιμένα. Μετά το κόστος για τα καύσιμα, το κόστος του πληρώματος αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη δαπάνη μιας αεροπορικής εταιρείας. Δεδομένου ότι το κέρδος είναι η διαφορά μεταξύ εσόδων και κόστους, ο αποδοτικός σχεδιασμός του πληρώματος έχει μεγάλη σημασία για τις αεροπορικές εταιρείες. Η μείωση του κόστους μερικών ποσοστιαίων μονάδων συνήθως έχει ως αποτέλεσμα ετήσια εξοικονόμηση δεκάδων εκατομμυρίων δολαρίων για τις μεγάλες αεροπορικές εταιρείες. Λόγω της δυνατότητας σημαντικής εξοικονόμησης κόστους, εφαρμόστηκαν τεχνικές έρευνας στον τομέα του προγραμματισμού του πληρώματος ήδη σε πρώιμο στάδιο. (KOHL & KARISCH, 2004) Το πρόβλημα προγραμματισμού έχει δύο φάσεις: το ζευγάρωμα πληρώματος και η βαρδιολόγησή του. Το ζευγάρωμα δημιουργεί ένα σύνολο δυάδων που προέρχονται από μία μόνο βάση, με τον προορισμό τους να βρίσκεται στην ίδια βάση. Ο στόχος της βαρδιολόγησης του πληρώματος είναι να αναθέτει σε κάθε μέλος του πληρώματος ένα ζευγάρι με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιεί προϋποθέσεις, όπως κανονισμοί εργασίας, απαιτήσεις της εταιρείας, ζήτηση, προτιμήσεις και περιορισμοί στην τοποθέτηση του προσωπικού. Οι περιορισμοί είναι διαφορετικοί για κάθε εταιρεία, για κάθε αεροπορική και για ειδικές συμφωνίες μεταξύ της αεροπορικής εταιρείας και της εργατικής ένωσης. Στην πράξη, όλοι οι περιορισμοί, όπως η ζήτηση των μελών του πληρώματος, οι συνεχόμενες εργάσιμες ημέρες και οι διεθνείς συνδυασμοί πτήσεων, αντιμετωπίζονται ως σκληροί περιορισμοί. Αυτό καθιστά δύσκολη τη λήψη μιας εφικτής λύσης. Λόγω της πολυπλοκότητάς του, το πρόβλημα συνήθως επιλύεται με τη χρήση ευρετικών αλγορίθμων. Οι αλγόριθμοι εξελικτικής διαδικασίας, η προσομοίωση ανόπτησης, η αναζήτηση tabu, η ευρετηρίαση πολλαπλών βαρών, η μεταβλητή αναζήτηση γειτονιάς και η αναζήτηση διασκορπισμού έχουν επίσης εφαρμοστεί στην ταξινόμηση του πληρώματος των αεροπορικών εταιρειών. Ωστόσο, η απόδοση των μεταερευτικών αλγορίθμων εξαρτάται συνήθως από την επιλογή των παραμέτρων και τα ληφθέντα αποτελέσματα είναι αμφίβολο ότι απεικονίζουν τη βέλτιστη -ή έστω κοντά στη βέλτιστη- λύση. (Doi, et al., 2017)

### **1.2.3. Το Πρόβλημα Βαρδιολόγησης στους Οδηγούς Λεωφορείων**

Στη μετακίνηση με δημόσια λεωφορεία, το κόστος εργασίας για τους οδηγούς και το λοιπό προσωπικό αντιπροσωπεύει σημαντικό μέρος των προϋπολογισμών των φορέων εκμετάλλευσης λεωφορείων (άνω του 50%). Οι οδηγοί θεωρούνται ένας από τους σημαντικότερους πόρους, επομένως πρέπει να δοθεί περισσότερη προσοχή στη διαδικασία βελτιστοποίησης της δημιουργίας προγραμμάτων για αυτούς. (Xie, et al., 2017)

Οι εταιρίες δουλεύουν με δεδομένα προγράμματα. Μια γραμμή είναι ένας δρόμος υπηρεσίας με την αφετηρία, τον προορισμό και τους ενδιάμεσους σταθμούς. Τα προγράμματα καθορίζουν ποια στιγμή, ποια γραμμή θα εξυπηρετηθεί για ένα δεδομένο χρονικό ορίζοντα. Το πλάνο αυτό μπορεί να είναι διαφορετικό για τις ημέρες της εβδομάδας, τα σαββατοκύριακα και τις ημέρες των διακοπών. Για να ικανοποιηθεί το πρόγραμμα, κάθε προγραμματισμένη διαδρομή χρειάζεται έναν οδηγό και ένα όχημα. Από την άλλη πλευρά, κάθε όχημα και πλήρωμα έχει ένα πρόγραμμα διαδρομών. Με τη κλασική προσέγγιση, το πρώτο βήμα είναι να δημιουργηθεί μια ομάδα διαδρομών, που μπορούν να πραγματοποιηθούν το ένα μετά το άλλο την ίδια μέρα με το ίδιο όχημα. Στη συνέχεια, η ομάδα αυτή θα χωριστεί σε μικρότερα κομμάτια. Η αρχή και το τέλος αυτών των κομματιών είναι σημεία στα οποία μπορούν να γίνουν αλλαγές οδηγών. Τέλος για να ολοκληρωθεί η βαρδιολόγηση πρέπει να ληφθούν υπόψιν κυβερνητικοί κανονισμοί, όπως μέγιστος αριθμός συνεχόμενων ωρών οδήγησης, μέγιστος αριθμός εργατωρών την ημέρα και ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος ξεκούρασης. (Sargut, et al., 2017)

# Κεφάλαιο 2

## ΕΥΡΕΤΙΚΕΣ – ΜΕΤΑΕΥΡΕΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για το πρόβλημα της βαρδιολόγησης και στελέχωσης υπάρχει μια πληθώρα προσεγγίσεων. Μερικές από αυτές το αντιμετωπίζουν πιο μαθηματικά ενώ άλλες προσπαθούν να δώσουν μια πιο πρακτική επίλυση του προβλήματος. Οι λύσεις που προσφέρονται από αυτές συνήθως δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν είναι βέλτιστες. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν και οι ευρετικές και μεταευρετικές προσεγγίσεις. Μερικές εξ αυτών είναι η μέθοδος της αποσύνθεσης, η παραλληλία (ή παράλληλη επεξεργασία), η στοχαστική βελτιστοποίηση, γενετικοί αλγόριθμοι, η βελτιστοποίηση αποικιών και η προσομοιωμένη απόκτηση. Οι μεταευρετικές προσεγγίσεις κερδίζουν διαρκώς έδαφος καθώς μπορούν να υπολογίσουν βιώσιμες λύσεις με όσο το δυνατόν μικρότερη υπολογιστική ισχύ. Επομένως είναι πολύ πιο χρήσιμες προσεγγίσεις σε σχέση με τους απλούς αλγόριθμους βελτιστοποίησης ή ακόμα και τους ευρετικούς αλγόριθμους για προβλήματα τέτοιου είδους. Στη συνέχεια θα αναλυθούν περεταίρω και παρουσιάζονται και κάποια σχετικά παραδείγματα.

### 2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Στην επιστήμη των υπολογιστών, την τεχνητή νοημοσύνη και τη μαθηματική βελτιστοποίηση, η **ευρετική** είναι μια τεχνική που έχει σχεδιαστεί για την ταχύτερη επίλυση ενός προβλήματος όταν οι κλασικές μέθοδοι είναι πολύ αργές ή όταν η εξεύρεση μίας κατά προσέγγιση λύσης δεν είναι εφικτή. Αυτό επιτυγχάνεται θυσιάζοντας πληρότητα και ακρίβεια για ταχύτητα. Μια ευρετική συνάρτηση

κατατάσσει τις εναλλακτικές λύσεις στους αλγόριθμους αναζήτησης σε κάθε βήμα διακλάδωσης βάσει των διαθέσιμων πληροφοριών για να αποφασίσει ποιον κλάδο να ακολουθήσει. Έτσι μπορεί να προσεγγίσει την ακριβή λύση.

Από την άλλη, η **μεταευρετική** είναι μια διαδικασία υψηλότερου επιπέδου σχεδιασμένη να βρίσκει, να δημιουργεί ή να επιλέγει έναν ευρετικό αλγόριθμο που μπορεί να αποτελεί μια επαρκώς καλή λύση σε ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης, ειδικά με ελλιπείς ή ατελείς πληροφορίες ή περιορισμένη υπολογιστική ικανότητα. Οι μεταευρετικοί αλγόριθμοι δοκιμάζουν ένα σύνολο λύσεων που είναι πολύ μεγάλο για να μπορούν να ελεγχθούν πλήρως. Κατά γενικό κανόνα κάνουν λίγες υποθέσεις σχετικά με το εκάστοτε πρόβλημα βελτιστοποίησης και έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ποικίλα προβλήματα.

## **2.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ**

### **2.2.1. Ευρετική Μέθοδος Επίλυσης**

Σε βάση μια πρόσφατη μελέτη, οι Wong, Xu και Chin (2014) βρέθηκαν σε ένα τοπικό τμήμα Επειγόντων Περιστατικών, όπου οι ημερήσιες επισκέψεις ασθενών κυμαίνονται μεταξύ 350 και 420 ατόμων. Λόγω της έλλειψης προσωπικού, οι νοσηλευτές εργάζονταν υπό μεγάλη πίεση για να ανταποκριθούν στους αυστηρούς στόχους παροχής υπηρεσιών, όπως χρόνοι αναμονής. Ως εκ τούτου, ήταν επιτακτική ανάγκη να αναπτυχθούν ποιοτικά προγράμματα για τους νοσηλευτές τα οποία να μπορούν να ανταποκριθούν στις ποικίλες απαιτήσεις των ασθενών και να διατηρούν την κατάλληλη ισορροπία μεταξύ προσωπικής και εργασιακής ζωής. Παρακάτω θα αναλυθεί η προσέγγισή τους στο συγκεκριμένο Πρόβλημα Βαρδιολόγησης των Νοσηλευτών.

Σε αυτό το τμήμα, οι νοσηλευτές ταξινομούνται με βάση το φύλο, τα προσόντα και την εμπειρία. Έτσι χωρίζονται σε επτά τύπους. Ο συνολικός αριθμός των διαθέσιμων νοσηλευτών κυμαίνεται μεταξύ 50 και 60 λόγω του δυναμικού κύκλου βαρδιών. Στην πράξη, ένα καλό προσωπικό πρέπει να απαρτίζεται από τη σωστή αναλογία ατόμων με διαφορετικές δεξιότητες και επίπεδα εξειδίκευσης προκειμένου να μπορούν να χειριστούν διαφορετικά κλινικά σενάρια.

<b>Nurse type</b>	<b>Number range</b>
NO: nurse officer	$1-l$
MRN_J: male registered nurse at novice level	$l+1-m$
MRN_M: male registered nurse at intermediate level	$m+1-n$
MRN_S: male registered nurse at senior level	$n+1-o$
FRN_J: female registered nurse at novice level	$o+1-p$
FRN_M: female registered nurse at intermediate level	$p+1-q$
FRN_S: female registered nurse at senior level	$q+1-r$
Total	$r$

**Πίνακας 1 – Είδη νοσηλευτών**

<b>Shift and day-off</b>	<b>Description</b>
D: Day shift	7 am–3 pm
E: Evening shift	3–11 pm
N: Night shift	11 pm–7 am
AL: Annual leave	Vary between nurses
CL: Compassionate leave	Two consecutive days
ML: Maternity leave	Vary between nurses
T: Training class	Vary between nurses
O: Day-off	One day per week
H: Statutory and public holiday	Unused H can be reserved
AO: Accumulated day-off	Half day per week; unused AO can be reserved

**Πίνακας 2 – Βάρδιες και Ρεπό**

Σε αυτό το τμήμα επειγόντων, τα προγράμματα βγαίνουν από τους ίδιους τους νοσηλευτές σε περιστροφική βάση. Η πρόκληση που αντιμετωπίζουν είναι η πολυπλοκότητα του προγραμματισμού ενός μεγάλου πληρώματος νοσηλευτών και ταυτόχρονα να ικανοποιούνται όλοι οι νομικοί περιορισμοί. Περιορισμένοι από την υπάρχουσα (χειροκίνητη) προσέγγιση, οι προτιμήσεις των νοσηλευτών και ευημερία τους δεν μπορούν πάντα να λαμβάνονται υπόψιν. Επιπλέον χρειάζεται ένας μέσος όρος 2.5 – 3 ωρών για να κατασκευαστεί ένα εφικτό πρόγραμμα. Μια λιγότερο κουραστική διαδικασία προγραμματισμού σημαίνει υψηλότερο επίπεδο ιατρικών υπηρεσιών, κάτι που είναι ιδιαίτερα κρίσιμο κατά καιρούς αιχμής.

Οι περιορισμοί του προγραμματισμού κατηγοριοποιούνται σε δυο κατηγορίες: τους αυστηρούς και χαλαρούς. Οι αυστηροί συνήθως αναφέρονται σε νομικούς κανονισμούς, ενώ οι χαλαροί υποδηλώνουν τις προτιμήσεις των νοσηλευτών σχετικά με τις βάρδιες που συνδέονται άμεσα με τη σωματική και πνευματική τους ευημερία. Πρέπει λοιπόν να πληρούνται όλοι οι αυστηροί περιορισμοί και όσο το δυνατόν περισσότεροι από τους χαλαρούς.

Pre-assignment H<sub>1</sub>: Day-offs approved in principle (AL, ML, CL, T) should be assigned before nurse scheduling.

Legal H<sub>2-1</sub>: Each nurse can only work one shift a day.  
H<sub>2-2</sub>: Each nurse must take one day-off (O) during the week.  
H<sub>2-3</sub>: N shift must be preceded by D shift.

Nurse preference H<sub>3-1</sub>: Each nurse takes no more than one N shift during the week.  
H<sub>3-2</sub>: Each nurse should not take more than three E shifts during the week.  
H<sub>3-3</sub>: Three consecutive shift E must be avoided.  
H<sub>3-4</sub>: AO and H should not be assigned to Sundays.

Shift coverage H<sub>4-1</sub>: The daily coverage is 16 nurses for both D and E shift on all Mondays, and the corresponding number of Tuesdays and the rest weekdays are 15 and 14 respectively. 6 nurses for N shift in all weekdays and weekends.  
H<sub>4-2</sub>: During N shifts, there must be one NO, at least one MRN, at least three FRN, at least one senior FRN.  
H<sub>4-3</sub>: During D shifts, there must be three NO, at least one MRN, at least two senior FRN.  
H<sub>4-4</sub>: During E shifts, there must be two NO, at least one MRN, at least two senior FRN.

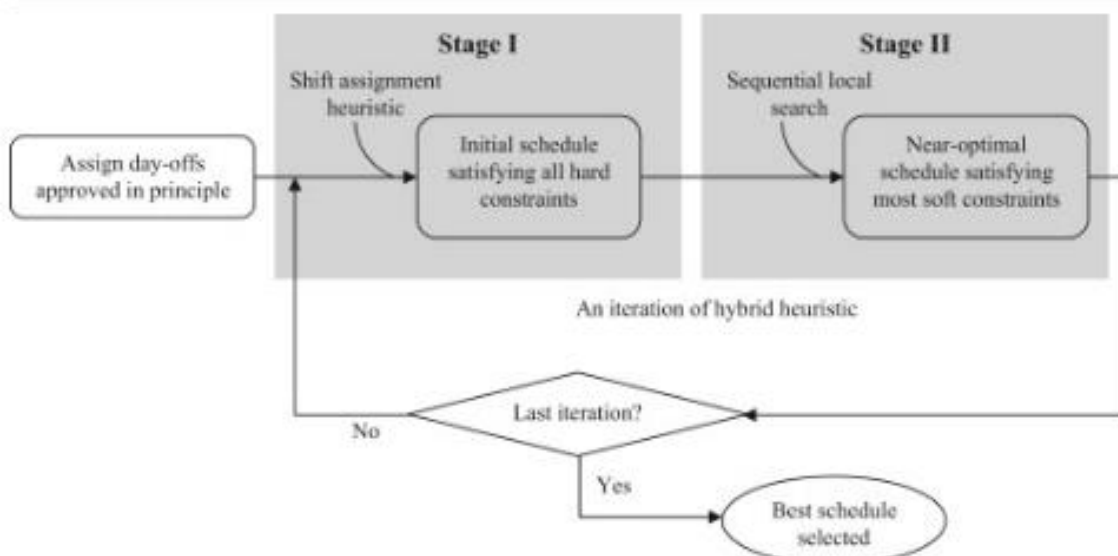
### **Πίνακας 3 – Αυστηροί Περιορισμοί**



Soft constraints	Weight
S <sub>1</sub> : E shift precedes a day-off (H, O, AO) should be avoided.	4
S <sub>2</sub> : Shifts other than O and AO assigned after N shift should be avoided.	10
S <sub>3</sub> : Three consecutive E shifts should be avoided.	8
S <sub>4</sub> : Isolated days on (off-on-off) should be avoided.	4

**Πίνακας 4 – Χαλαροί Περιορισμοί**

Για να βελτιωθεί λοιπόν η παραγωγή του προγράμματος σε ένα έντονο περιβάλλον υγειονομικής περίθαλψης. Εν συντομία, ένα χρονοδιάγραμμα αρχικοποιείται χειροκίνητα λαμβάνοντας υπόψιν απουσίες προσωπικού. Στη συνέχεια, εφαρμόζεται μια ευρετική αντιστοίχιση των βαρδιών και των ρεπό σε μη κατειλημμένες χρονικές περιόδους. Σε περίπτωση οποιασδήποτε αίτησης αλλαγής στο μέσο της εβδομάδας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ίδια μέθοδος για αναπροσαρμογή του προγράμματος από εκείνη τη μέρα μέχρι την Κυριακή, χωρίς να επηρεάσει τις υπόλοιπες μέρες της εβδομάδας. Η ευρετική αντιστοίχιση των βαρδιών επαναλαμβάνεται μέχρις ότου ληφθεί ένα πρόγραμμα που να ικανοποιεί όλους τους αυστηρούς περιορισμούς και σε δεύτερο χρόνο, το τελειοποιεί λαμβάνοντας υπόψη όσους περισσότερους χαλαρούς γίνεται.



**Πίνακας 5 – Συντακτικό Διάγραμμα προτεινόμενης προσέγγισης**

Πιο συγκεκριμένα· η ευρετική αντιστοίχιση βαρδιών εκτελείται για να δημιουργηθεί ένα αρχικό χρονοδιάγραμμα. Ο αλγόριθμος ξεκινάει την Δευτέρα με την τυχαία ανάθεση των βαρδιών και των ρεπό για όλους τους νοσηλευτές ακολουθώντας όλους τους υφιστάμενους περιορισμούς. Ο αλγόριθμος συνεχίζει να γεμίζει στήλες από την Τρίτη έως την Κυριακή. Διαφορετικές βάρδιες και ρεπό αποδίδονται ξεχωριστά ακολουθώντας μια συγκεκριμένη ακολουθία. Τρεις βάρδιες εργασίας καθορίζονται πάντοτε πριν από κάποιο ρεπό, επειδή συνδέονται με περίπλοκους αυστηρούς περιορισμούς. Η ευρετική αντιστοίχιση των βαρδιών τρέχει μέχρις ότου βρεθεί μια εφικτή λύση που ικανοποιεί όλους τους αυστηρούς περιορισμούς. Παρακάτω παρουσιάζεται ο αλγόριθμος ευρετικής αντιστοίχισης βαρδιών.

**Πίνακας 6 – Ψευδοκώδικας ευρετικής αντιστοίχισης βαρδιών**

```

While (a feasible initial solution has not yet found) {
    Randomly assign N shifts from Mon to Sun by H3-1, H4-1, H4-2;
    Randomly assign E shifts from Mon to Sun by H3-2, H3-3, H4-1, H4-4;
    If (number of unassigned nurses from Mon to Sun > corresponding D shift coverage ) {
        Randomly assign D shifts for Mon–Sun by H2-3, H4-1, H4-3;
        If (at least one day is undetermined for all nurses) {
            Randomly assign O day-off by H2-2;
        }
        Else start over from While;
    }
    Else start over from While;
}
For (jth nurse of the total m) {
    If (his/her shifts/day-offs of Mon–Sun are not assigned) {
        For (jth unassigned shift/day-off of the total n) {
            If (his/her counter of AO > counter of H) {
                Assign an AO by H3-4;
            }
            If (his/her counter of AO = counter of H) {
                Assign either an AO or H by H3-4;
            }
            If (his/her counter of AO < counter of H) {
                Assign an H by H3-4;
            }
        }
        Until all unassigned shifts/day-offs are checked;
    }
    Until all nurses are checked;
}
Until a feasible initial solution is found;
}

```

### 2.2.2. Μεταερευνητική Μέθοδος Επίλυσης

Το Πρόβλημα Βαρδιολόγησης των Νοσηλευτών με μεταερευνητικές μεθόδους (αναζήτηση tabu και μεταβλητή αναζήτηση γειτονιάς) αντιμετώπισαν σε άρθρο τους οι Sanja Petrovic και Greet Vanden Berghe (2012). Σύμφωνα λοιπόν με αυτούς, τα βελγικά νοσοκομεία χαρακτηρίζονται από μια μεγάλη ποικιλία περιορισμών. Η ευελιξία είναι ένα ζήτημα πρωταρχικής σημασίας και αναφέρεται τόσο στα ιδρύματα υγειονομικής περίθαλψης όσο και στους μεμονωμένους νοσηλευτές. Ένας ευέλικτος φορέας πρέπει να προσαρμόσει τις δραστηριότητές του στις προβλεπόμενες καθημερινές ή ακόμη και ωριαίες απαιτήσεις. Προφανώς, το κυλιόμενο ωράριο δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν αυτές τις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις. Οι μη-περιοδικές λύσεις σε αυτά τα προβλήματα κατάρτισης νοσοκόμων απαιτούν ευέλικτους κανονισμούς εργασίας που διαφέρουν έντονα από το γνωστό τριβαρδικό καθεστώς. Από την άλλη πλευρά, οι νοσηλευτές που εργάζονται σε ευέλικτα περιβάλλοντα δικαιούνται να εκφράσουν τις προσωπικές τους απαιτήσεις για ρεπό και ημέρες διακοπών. Ακόμη περισσότερο, οι νοσηλευτές έχουν σήμερα λόγο στο να καθορίζουν τους μεμονωμένους κανονισμούς εργασίας που ταιριάζουν καλύτερα με την ιδιωτική ζωή τους (π.χ. μερικής απασχόλησης 80%, ποτέ δεν εργάζονται την Τετάρτη).

Οι περιορισμοί κάλυψης αντιπροσωπεύονται από διαστήματα που καθορίζουν την ελάχιστη και προτιμώμενη κάλυψη για κάθε συγκεκριμένο προσόν. Εκφράζονται είτε ως προς τον τύπο της βάρδιας είτε ως προς τα χρονικά διαστήματα. Οι απαιτήσεις προσόντων δηλώνουν ότι ορισμένα καθήκοντα μπορούν να εκτελεστούν μόνο από νοσηλευτές που ανήκουν σε μια συγκεκριμένη κατηγορία δεξιοτήτων. Όλοι οι νοσηλευτές έχουν μια βασική ικανότητα, αλλά επίσης μπορεί να τους δοθεί μια λίστα δευτερευόντων δεξιοτήτων. Δεν επιτρέπεται να νοσηλευτές να τοποθετούνται σε βάρδιες που δεν διαθέτουν τα κατάλληλα προσόντα για τον συγκεκριμένο τύπο βάρδιας. Αυτός ο περιορισμός κάλυψης, μαζί με τις απαιτήσεις προσόντων, αποτελεί τους μοναδικούς σκληρούς περιορισμούς στο μοντέλο. Όλοι οι άλλοι περιορισμοί ανήκουν στην κατηγορία των περιορισμών που σχετίζονται με το χρόνο και ασχολούνται είτε με νομικές πτυχές, κανονισμούς εργασίας ή προσωπικές προτιμήσεις για έναν συγκεκριμένο νοσηλευτή. Θεωρούνται ως ήπιοι περιορισμοί.

Η λίστα των περιορισμών που μπορούν να συσχετιστούν με το πρόβλημα βαρδιολόγησης των νοσηλευτών είναι πολύ εκτεταμένος. Ένα υποσύνολο που θεωρείται και από τις δύο προσεγγίσεις που πρέπει να συγκριθούν περιλαμβάνει τους ακόλουθους περιορισμούς:

- Κάλυψη: ορίζει τον ελάχιστο αριθμό νοσηλευτών με συγκεκριμένα προσόντα που πρέπει να αντιστοιχιστεί σε συγκεκριμένο τύπο βάρδιας σε μια συγκεκριμένη ημέρα.
- Μέγιστες (ελάχιστες) ημέρες ενεργοποίησης: ορίζει τον μέγιστο (ελάχιστο) αριθμό ημερών που οι νοσηλευτές μπορούν (πρέπει) να εργάζονται.
- Μέγιστες (ελάχιστες) ώρες: ορίζει το μέγιστο (ελάχιστο) αριθμό ωρών που οι νοσηλευτές μπορούν (πρέπει) να εργαστούν σε μια χρονική περίοδο.
- Προσωπική προτίμηση: ορίζει ένα αίτημα για βάρδια ενεργοποίησης (ή μέρα ενεργοποίησης/ρεπό).
- Μία νύχτα: οι νοσηλευτές προτιμούν να μην εργάζονται μία μεμονωμένη νυχτερινή βάρδια, αλλά σε ομάδες δύο ή περισσότερων.
- Διαδοχή: ορίζει τους παράνομους συνδυασμούς αλλαγών για νοσηλευτές.
- Ισορροπία Σαββατοκύριακων: ορίζει τον αριθμό των Σαββατοκύριακων που οι νοσηλευτές μπορούν να εργαστούν για μια περίοδο.
- Σαββατοκύριακα στη σειρά: ορίζει το μέγιστο αριθμό Σαββατοκύριακων που οι νοσηλευτές μπορούν να εργαστούν συνεχόμενα.
- Διαχωρισμός κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου: οι νοσηλευτές προτιμούν να εργάζονται και τις δύο μέρες σε ένα Σαββατοκύριακο, όχι μία ημέρα.
- Μέγιστος αριθμός αναθέσεων σε μια περίοδο προγραμματισμού
- Ελάχιστος / μέγιστος αριθμός διαδοχικών ελεύθερων ημερών
- Μέγιστος αριθμός αναθέσεων ανά ημέρα της εβδομάδας
- Μέγιστος αριθμός αναθέσεων για κάθε τύπο βάρδιας
- Μέγιστος αριθμός τύπου βάρδιας ανά εβδομάδα
- Αριθμός διαδοχικών τύπων βαρδιών: επιτρέπει τον καθορισμό αποδεκτών ακολουθιών ενός συγκεκριμένου τύπου βάρδιας, είναι μια γενίκευση του περιορισμού «μιας νύχτας» (που αναφέρθηκε νωρίτερα).
- Εκχωρήστε 2 ελεύθερες ημέρες μετά τις νυχτερινές βάρδιες
- Αντιστοιχίστε τους ίδιους τύπους βαρδιών κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου
- Μέγιστος αριθμός εκχωρήσεων σε αργίες

- Μοτίβα που επιτρέπουν συγκεκριμένους περιοδικούς περιορισμούς (π.χ. ένα ελεύθερο απόγευμα της Τετάρτης κάθε 2 εβδομάδες, το πρωί της Δευτέρας είναι πάντα δωρεάν για μια συγκεκριμένη συνάντηση κ.λπ.).
- Μετρητές: επιτρέπουν τη μέτρηση, για παράδειγμα, αναθέσεων, αναθέσεων συγκεκριμένων τύπων βαρδιών, αναθέσεων σε συγκεκριμένες ημέρες της εβδομάδας, ώρες εργασίας, ελεύθερες ημέρες, απαιτούμενες ημέρες διαμονής κλπ. σε περιόδους που δεν αντιστοιχούν απαραίτητα στην περίοδο προγραμματισμού
- Εξισορρόπηση του φόρτου εργασίας μεταξύ του προσωπικού: οποιοσδήποτε από τους παραπάνω μετρητές μπορεί να είναι ισορροπημένος
- Οι νοσηλευτές που πρέπει ή δεν πρέπει να εργάζονται μαζί: Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευόμενος πρέπει να εργάζεται μόνο όταν ο / η προϊστάμενος του / της εργάζεται, το προσωπικό που έχει μοναδική εξειδίκευση δεν θα πρέπει να εργάζεται ταυτόχρονα κ.λπ.

Οι περιορισμοί μπορούν να ρυθμιστούν διαφορετικά για συγκεκριμένους κανονισμούς εργασίας. Μια γενική παράμετρος κόστους συνδέεται με κάθε περιορισμό. Η παράμετρος αυτή είναι γενική επειδή δεν μπορεί να πάρει διαφορετικές τιμές για κάθε νοσηλευτή. Η ποιότητα κάθε πληρώματος καθορίζεται από την αξία της αντικειμενικής του συνάρτησης. Ορίζουμε την ποιότητα ως το σταθμισμένο άθροισμα του αριθμού παραβάσεων των περιορισμών που σχετίζονται με το χρόνο, όπου τα βάρη καθορίζονται από την γενική αυτή παράμετρο.

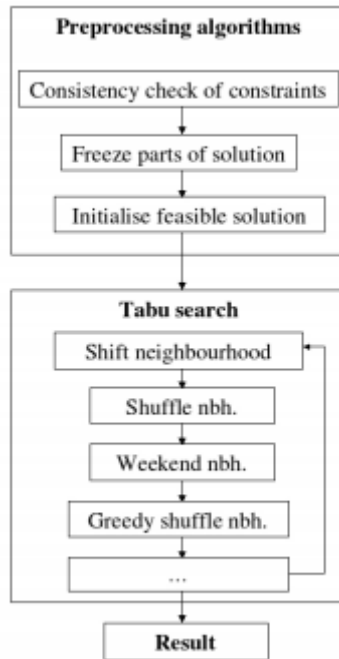
Οι προσδοκίες για υποστήριξη αποφάσεων ποικίλουν έντονα μεταξύ των νοσοκομειακών κλινικών που εξετάστηκαν. Μερικοί διαχειριστές προσωπικού δεν βρίσκουν τον χρόνο για να είναι ένας σημαντικός παράγοντας για το βαρδιολόγηση και προτιμούν να περιμένουν έως ότου ο αλγόριθμος παράγει ένα ρόστερ υψηλής ποιότητας, ενώ άλλοι αναμένουν το σύστημα να ανταποκριθεί αμέσως με μια λύση εύλογης ποιότητας. Εξαρτάται από την κατάσταση στην οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί το σύστημα, από τον μακροπρόθεσμο προγραμματισμό του προσωπικού για να προσδιορίσει την απασχόληση αυτού, την άμεση αναδιάρθρωση για να αντιμετωπίσει μια ξαφνική απουσία προσωπικού. Οι μεταερευτικές προσεγγίσεις φαίνεται να είναι οι πλέον κατάλληλες για την αντιμετώπιση αυτών των διαφορετικών απαιτήσεων.

Μια μεταερευτική αναζήτηση tabu, η οποία αναζητάει επανειλημμένα διάφορες γειτονιές, αποτελεί τον πυρήνα της μεθόδου επίλυσης του προβλήματος που παρουσιάστηκε παραπάνω. Πριν ξεκινήσει η φάση της πραγματικής βελτιστοποίησης, απαιτούνται λίγα βήματα προεπεξεργασίας. Έχει αναπτυχθεί μια διαδικασία ελέγχου «συνέπειας» που βοηθά τον διευθυντή προσωπικού να καθορίσει τους σκληρούς περιορισμούς με τρόπο που καθιστά εφικτό το πρόβλημα. Η επιλογή "πάγωμα" εμποδίζει την τροποποίηση ορισμένων τμημάτων του εργατικού δυναμικού. Το «πάγωμα» γενικά καθιστά το πρόβλημα πιο περίπλοκο για να επιλυθεί, καθώς μειώνει τη δυνατότητα αντιμετώπισης ορισμένων περιορισμών που σχετίζονται με το χρόνο. Μέσα στα όρια που έχουν οριστεί μέχρι τώρα, εφαρμόζεται ο αλγόριθμος αρχικοποίησης για να δημιουργηθεί το αρχικό ρόστερ. Αυτό θα μπορούσε να είναι: ένα αντίγραφο του από την προηγούμενη περίοδο προγραμματισμού, το τρέχον ρόστερ ή ένα εντελώς άδειο. Καμία από τις τρεις προσεγγίσεις δεν είναι πιθανό να οδηγήσει σε μια εφικτή λύση. Το επόμενο βήμα στη διαδικασία είναι η διάσπαση του προβλήματος σε υποπροβλήματα ανά κατηγορία δεξιοτήτων, γεγονός που οδηγεί σε σημαντική μείωση της πολυπλοκότητας. Για κάθε κατηγορία δεξιοτήτων, η αρχική λύση γίνεται εφικτή με την τυχαία προσθήκη ή αφαίρεση των αναθέσεων εργασιών έως ότου ικανοποιηθούν όλοι οι σκληροί περιορισμοί. Οι σκληροί περιορισμοί μπορεί αρχικά να περιλαμβάνουν την ελάχιστη κάλυψη ή την προτιμώμενη κάλυψη. Η επιλογή μετά το σχεδιασμό υποδηλώνει ότι, αφού η μεταερευτική μέθοδος έχει δημιουργήσει μια λύση, μπορούν να επιτραπούν επιπρόσθετες αναθέσεις εργασιών για την καλύτερη αντιμετώπιση των προτιμώμενων απαιτήσεων. Χωρίς την εφαρμογή του ελέγχου συνέπειας, δεν θα υπήρχε πάντοτε εφικτή λύση.

Αφού ολοκληρωθούν τα βήματα προ-επεξεργασίας, ένας αλγόριθμος αναζήτησης tabu διερευνά το χώρο των εφικτών λύσεων, κυρίως ανακατανέμοντας τις βάρδιες. Οι παράμετροι της προσέγγισης αναζήτησης tabu (όπως το μήκος της λίστας των tabu, τα χαρακτηριστικά tabu των επισκεπτόμενων λύσεων, οι γειτονιές, η αποδοχή της καλύτερης βελτίωσης ή της πρώτης βελτιωτικής κίνησης, τα κριτήρια στάσης κλπ.) καθορίστηκαν μετά από αυστηρούς πειραματισμούς με διάφορα σύνολα δοκιμών. Η εφαρμογή αυτής της γειτονιάς μόνο οδηγεί σε μια γρήγορη βελτίωση του (αρχικά τυχαίου) ρόστερ. Ωστόσο, αποδείχθηκε ότι οδήγησε σε λύσεις που θα μπορούσαν, υπό ορισμένες συνθήκες, να βελτιωθούν χειροκίνητα από έμπειρους διαχειριστές προσωπικού. Ορισμένες από τις γειτονιές διαμορφώθηκαν ύστερα από έντονη παρατήρηση των έμπειρων στελεχών του προσωπικού. Παρόλο που φαίνεται να είναι αρκετά υπολογιστικά δαπανηρές, επιτρέπουν την παρουσίαση λύσεων που μοιάζουν

πολύ με βαρδιολογήσεις που έχουν ληφθεί με το χέρι, αλλά με έναν μικρότερο αριθμό περιορισμών που παραβιάστηκαν (Burke, et al., 2001a).

Η εξερεύνηση του χώρου αναζήτησης συνεχίζει σε άλλη γειτονιά όταν πληρείται το κριτήριο παύσης για την τρέχουσα γειτονιά.



**Πίνακας 7 – Κύρια στοιχεία του αλγορίθμου αναζήτησης tabu για τη Βαρδιολόγηση των Νοσηλευτών**



# Κεφάλαιο 3

## ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΕΛΕΧΩΣΗΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Όπως γίνεται λοιπόν προφανές, η διαδικασία της βαρδιολόγησης αποτελεί ένα πολυσύνθετο πρόβλημα, και ειδικά για τη σύγχρονη βιομηχανία που έρχεται αντιμέτωπη με μια αδήριτη ανάγκη για αυτοματισμό της παραγωγικής διαδικασίας. Η επιλογή του κατάλληλου προσωπικού για τη στελέχωση των γραμμών παραγωγής έχει άμεσο αντίκτυπο στην αποδοτικότητα και τον τρόπο λειτουργίας μίας βιομηχανίας. Πιο συγκεκριμένα, οι εργοστασιακές μονάδες παραγωγής καλλυντικών προϊόντων διαθέτουν μια σειρά από δοχεία ανάμιξης των πρώτων υλών ανάλογα με την εκάστοτε συνταγή, και στη συνέχεια το χύμα προϊόν αποθηκεύεται, μέχρι να ζητηθεί από το τμήμα των γεμιστικών γραμμών, οι οποίες θα το τοποθετήσουν στα μπουκάλια. Ο υπεύθυνος παραγωγής, λοιπόν, πρέπει να επανδρώσει τα δοχεία και τις γραμμές με το κατάλληλο προσωπικό, έτσι ώστε να αυξηθεί η παραγωγικότητα και η αποδοτικότητα.

Γίνεται εύκολα αντιληπτό, πως ο προγραμματισμός ολόκληρης της παραγωγής σε βάθος χρόνου θα διευκολύνει και θα επιταχύνει τη διαδικασία και κατά συνέπεια θα αυξηθεί και το κέρδος της επιχείρησης. Ο προγραμματισμός αυτός, όμως, δεν είναι εύκολος καθώς θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν ποικίλοι παράγοντες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι κάθε γραμμή έχει τους δικούς της κωδικούς για παραγωγή, δεν έχουν όλοι οι εργαζόμενοι την ίδια τεχνογνωσία και δεν είναι διαθέσιμο ολόκληρο το προσωπικό κάθε μέρα και σε κάθε βάρδια. Για να φτιαχτεί λοιπόν το πρόγραμμα σε βάθος εβδομάδας, απαιτούνται αρκετές ώρες από τον υπεύθυνο, τις οποίες θα

μπορούσε να εκμεταλλευτεί για κάποια άλλη υποχρέωσή του. Επίσης είναι σχεδόν αδύνατο, το τελικό πρόγραμμα να είναι αμερόληπτο και ενδέχεται να δημιουργηθούν αδικίες. Άρα ένα «εργαλείο», που θα αυτοματοποιεί την διαδικασία αλλά και θα καταγράφει ταυτόχρονα το ιστορικό των περασμένων μηνών, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο.

Στο παρελθόν έχει γίνει μια παρόμοια μελέτη για το τμήμα των αναμίξεων σε ίδιου είδους εργοστάσιο (2018). Βασιζόμενοι στο ίδιο μοντέλο, κατασκευάσαμε ένα εργαλείο που θα πραγματοποιεί την ίδια λειτουργία για το τμήμα των γεμιστικών, το οποίο είναι ελαφρώς πιο πολύπλοκο, αφού ο εβδομαδιαίος προγραμματισμός πρέπει να γίνει ανά ώρα και όχι ανά βάρδια. Οι λειτουργίες αυτού του εργαλείου θα παρουσιαστούν παρακάτω.

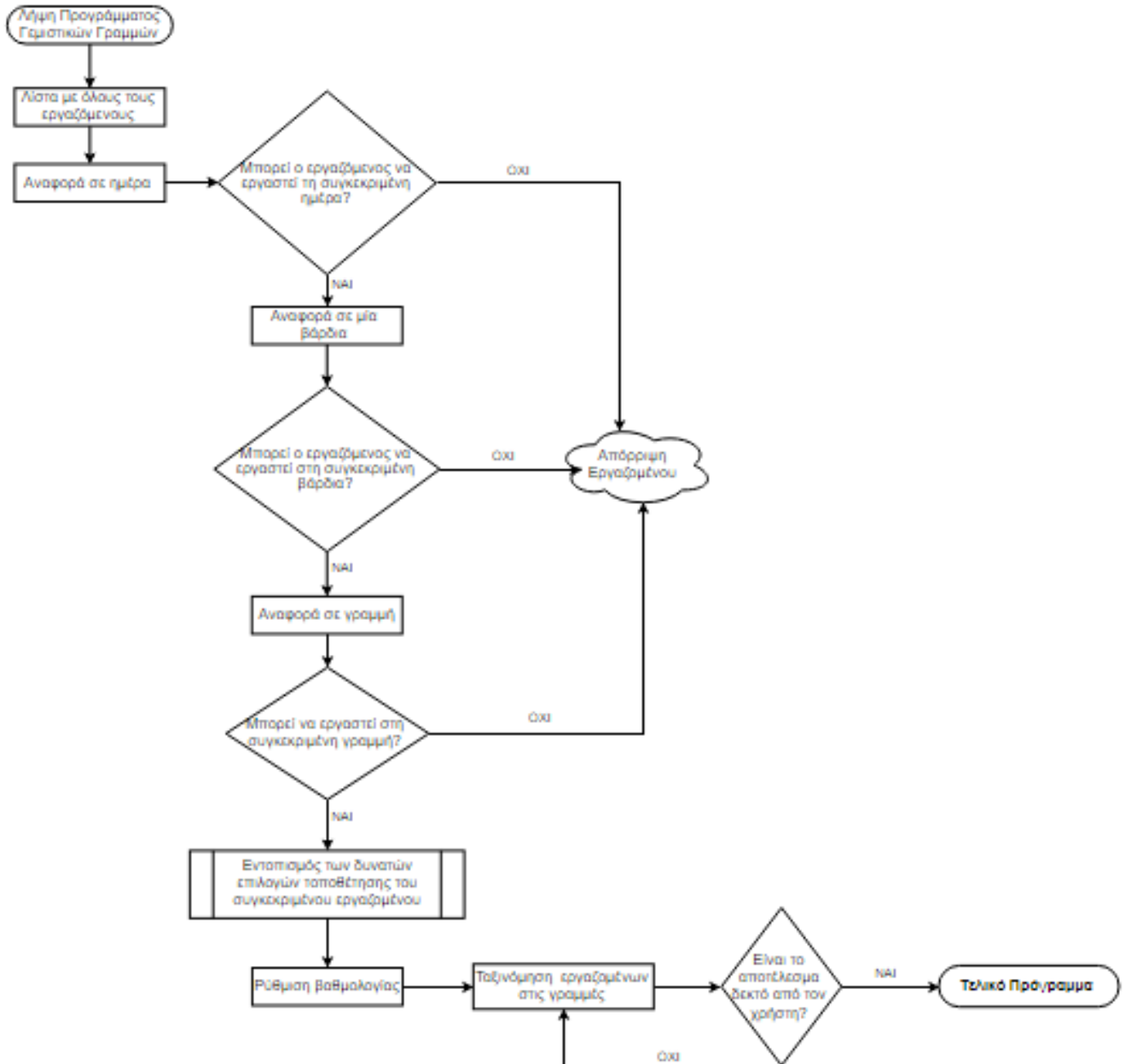
### **3.1. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ**

Ακολουθώντας την τάση των τελευταίων ετών, έγινε μια μεταερευτική προσέγγιση στο πρόβλημα και στη συνέχεια υλοποιήθηκε υπολογιστικά με χρήση του “**Microsoft Excel**”. Επιδίωξή μας ήταν να χρησιμοποιήσουμε ένα εργαλείο, το οποίο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τη συντριπτική πλειοψηφία των ανθρώπων που εργάζονται στον βιομηχανικό τομέα και παράλληλα να μπορεί κάποιος να επέμβει και να το προσαρμόσει στις δικές του ανάγκες εύκολα και γρήγορα.

Ο λόγος που δεν εντάξαμε την προσέγγισή μας σε μία ήδη υπάρχουσα μεταερευτική μέθοδο, είναι πως το πρόβλημα είναι πολυδιάστατο και οι παράμετροί του διαφοροποιούνται έντονα, εξαιτίας της φύσης της συγκεκριμένης βιομηχανίας. Επίσης στον τομέα της Διοίκησης Παραγωγής προτείνονται διάφορα μοντέλα επίλυσης του προβλήματος βαρδιολόγησης και στελέχωσης τμημάτων σε παραγωγικές μονάδες (γραμμικός-δυναμικός προγραμματισμός). Ωστόσο, τέτοιες προσεγγίσεις είναι συνήθως δυσνόητες, αλλά και μη εφαρμόσιμες σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής.

Το εργοστάσιο με το οποίο συνεργαστήκαμε μας ζήτησε μια πρακτική επίλυση του προβλήματος. Δεν είναι απαραίτητο να είναι βέλτιστη· το σημαντικό είναι να αποτελεί μια εφικτή λύση, η οποία να λαμβάνεται από ένα εύχρηστο εργαλείο. Χρησιμοποιώντας ως δεδομένα εισαγωγής τις βάρδιες στις οποίες μπορεί να δουλέψει ο κάθε εργαζόμενος, την ικανότητά του στην εκάστοτε γεμιστική γραμμή, τις ημέρες άδειας που θα λάβει την ερχόμενη εβδομάδα και τη δυνατότητα που έχει για υπερωρίες, το εργαλείο αυτό θα δίνει στον χρήστη μια πρόταση βαρδιολόγησης.

Στο ακόλουθο διάγραμμα ροής παρουσιάζεται η λογική με την οποία λαμβάνονται υπόψιν οι διάφορες παράμετροι, μέχρι να καταλήξουμε στο τελικό πρόγραμμα. Τα βήματα που παρατίθενται, επαναλαμβάνονται για κάθε γραμμή, κάθε βάρδια και για κάθε ημέρα ξεχωριστά. Γίνεται, λοιπόν, κατανοητό ότι το πρόβλημα είναι πολυσύνθετο και χρίζει ιδιαίτερης προσοχής.



Πίνακας 8 - Διάγραμμα Ροής προτεινόμενης μεθόδου

Για λόγους ανταγωνισμού και εμπιστευτικότητας, τα στοιχεία που παρατίθενται παρακάτω είναι εικονικά και δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, αλλά παρουσιάζονται με αυτό τον τρόπο, για να γίνει πιο κατανοητή η διαδικασία που ακολουθήθηκε. Για παράδειγμα, το πλήθος των εργαζομένων και ο αριθμός των μηχανημάτων που θα εμφανιστούν στις παρακάτω εικόνες είναι πλασματικά. Προφανώς στην εταιρία, με την οποία συνεργαστήκαμε, «τρέξαμε» το εργαλείο με τα αληθινά δεδομένα με σκοπό να διαπιστώσουμε και στην πράξη πως τα αποτελέσματα που ελήφθησαν είναι ρεαλιστικά και εφαρμόσιμα.

### 3.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Ξεκινήσαμε την κατασκευή του αλγορίθμου με την δημιουργία ενός πίνακα περιεχομένων, όπως φαίνεται παρακάτω. Χωρίσαμε όλες τις καρτέλες του Excel σε δύο ομάδες: Τις καρτέλες εισαγωγής δεδομένων (**Inputs**) και τις καρτέλες εξαγωγής στοιχείων (**Outputs**). Στον πίνακα φαίνονται όλες οι καρτέλες που θα χρησιμοποιεί ο χρήστης, αλλά δεν υπάρχουν κάποιες «κρυφές» τις οποίες χρησιμοποιήσαμε για να διευκολυνθεί η διαδικασία και να μην «βομβαρδίζουμε» τον χρήστη με περιττές πληροφορίες. Πατώντας πάνω στο όνομα της εκάστοτε καρτέλας, ο χρήστης ανακατευθύνεται σε αυτή και έτσι δεν χρειάζεται να τις ψάχνει στη λίστα που έχει το Excel. Επιπροσθέτως, κάτω από το κάθε όνομα υπάρχει μια σύντομη περιγραφή της αντίστοιχης καρτέλας, ώστε να είναι ευδιάκριτο από τον χρήστη το περιεχόμενό της. Ακόμη, στην κάθε καρτέλα υπάρχει το κουμπί “**Home**”, το οποίο, μόλις το πατήσει ο χρήστης, επανέρχεται στην αρχική οθόνη (**Sheet**) καθώς και ένα κελί στο οποίο πάνω αναγράφεται η λέξη “**TIP**”. Αν ο κέρσορας βρεθεί πάνω σε αυτό θα εμφανιστούν περιληπτικά οι οδηγίες ανάγνωσης και χρήσης της εκάστοτε καρτέλας. Όπως εύκολα μπορεί να παρατηρήσει κανείς, υπάρχουν συνολικά εννιά καρτέλες εισαγωγής παραμέτρων και άλλες δέκα από τις οποίες ο χρήστης λαμβάνει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

INPUTS	
<p><b>1. CALENDAR</b> • Ημερολόγιο του τρέχοντος έτους</p> <p><b>2. SHIFTS PATTERN</b> • Η διαθεσιμότητα των υπαλλήλων για κάθε βάρδια</p> <p><b>3. SKILLS MATRIX</b> • Η γνώση του κάθε εργαζομένου στις γραμμές(σταθερό)</p> <p><b>4. DISQUALIFICATION</b> • Η εξουσιοδότηση του κάθε εργαζομένου στις γραμμές (μεταβλητό)</p> <p><b>5. ABSENTEEISM</b> • Ο απουσιασμός (προγραμματισμένος ή μη) των υπαλλήλων</p>	<p><b>6. OVERTIME AVAILABILITY</b> • Η διαθεσιμότητα των υπαλλήλων για υπερωρίες</p> <p><b>7. PREFERENCE</b> • Η προτίμηση του κάθε εργαζομένου στην κάθε γραμμή</p> <p><b>8. FILLING PLAN</b> • Η εβδομαδιαία προγραμματισμένη λειτουργία των γραμμών</p> <p><b>9. MANNING</b> • Ο αριθμός των ατόμων που χρειάζονται για κάθε λειτουργία ανά γραμμή</p>
OUTPUTS	
<p><b>1. EXPERIENCE</b> • Οι ώρες που δούλεψε ο κάθε εργαζόμενος στην κάθε γραμμή</p> <p><b>2. SHIFTS AND OVERTIME RECORD</b> • Η εβδομαδιαία καταγραφή των βερδιών και των υπερωριών των εργαζομένων</p> <p><b>3. ABSENTEEISM RECORD</b> • Η εβδομαδιαία καταγραφή των απουσιών των εργαζομένων</p> <p><b>4. MONTHLY RECORD</b> • Η μηνιαία καταγραφή των υπερωριών και των απουσιών των εργαζομένων</p> <p><b>5. SHIFTS PLAN</b> • Η βάρδια στην οποία εργάζεται ο κάθε εργαζόμενος την τρέχουσα βδομάδα</p>	<p><b>6. MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL</b> • Μια πρόταση κατανομής των εργαζομένων στις γραμμές</p> <p><b>7. MAN POWER ALLOCATION FINAL</b> • Η τελική κατανομή των εργαζομένων στις γραμμές</p> <p><b>8. IDLE TIME</b> • Οι ώρες μη-απασχόλησης ορισμένων εργαζομένων</p> <p><b>9. ANNOUNCEMENT PROPOSAL</b> • Το εβδομαδιαίο πρόγραμμα κατανομής των εργαζομένων στις γραμμές</p> <p><b>10. ANNOUNCEMENT FINAL</b> • Το εβδομαδιαίο πρόγραμμα κατανομής των εργαζομένων στις γραμμές</p>

**Εικόνα 1 – Index (Πίνακας Περιεχομένων)**

### 3.2.1. Μοντελοποίηση των Παραμέτρων Εισαγωγής

#### 3.2.1.1. Ημερολόγιο

2018 UNIVERSAL CALENDAR								
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
1		01/01/18	02/01/18	03/01/18	04/01/18	05/01/18	06/01/18	07/01/18
2	JAN	08/01/18	09/01/18	10/01/18	11/01/18	12/01/18	13/01/18	14/01/18
3	(4 Weeks)	15/01/18	16/01/18	17/01/18	18/01/18	19/01/18	20/01/18	21/01/18
4		22/01/18	23/01/18	24/01/18	25/01/18	26/01/18	27/01/18	28/01/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
5		29/01/18	30/01/18	31/01/18	01/02/18	02/02/18	03/02/18	04/02/18
6	FEB	05/02/18	06/02/18	07/02/18	08/02/18	09/02/18	10/02/18	11/02/18
7	(4 Weeks)	12/02/18	13/02/18	14/02/18	15/02/18	16/02/18	17/02/18	18/02/18
8		19/02/18	20/02/18	21/02/18	22/02/18	23/02/18	24/02/18	25/02/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
9		26/02/18	27/02/18	28/02/18	01/03/18	02/03/18	03/03/18	04/03/18
10	MAR	05/03/18	06/03/18	07/03/18	08/03/18	09/03/18	10/03/18	11/03/18
11	(5 Weeks)	12/03/18	13/03/18	14/03/18	15/03/18	16/03/18	17/03/18	18/03/18
12		19/03/18	20/03/18	21/03/18	22/03/18	23/03/18	24/03/18	25/03/18
13		26/03/18	27/03/18	28/03/18	29/03/18	30/03/18	31/03/18	01/04/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
14		02/04/18	03/04/18	04/04/18	05/04/18	06/04/18	07/04/18	08/04/18
15	APR	09/04/18	10/04/18	11/04/18	12/04/18	13/04/18	14/04/18	15/04/18
16	(4 Weeks)	16/04/18	17/04/18	18/04/18	19/04/18	20/04/18	21/04/18	22/04/18
17		23/04/18	24/04/18	25/04/18	26/04/18	27/04/18	28/04/18	29/04/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
18		30/04/18	01/05/18	02/05/18	03/05/18	04/05/18	05/05/18	06/05/18
19	MAY	07/05/18	08/05/18	09/05/18	10/05/18	11/05/18	12/05/18	13/05/18
20	(4 Weeks)	14/05/18	15/05/18	16/05/18	17/05/18	18/05/18	19/05/18	20/05/18
21		21/05/18	22/05/18	23/05/18	24/05/18	25/05/18	26/05/18	27/05/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
22		28/05/18	29/05/18	30/05/18	31/05/18	01/06/18	02/06/18	03/06/18
23	JUN	04/06/18	05/06/18	06/06/18	07/06/18	08/06/18	09/06/18	10/06/18
24	(5 Weeks)	11/06/18	12/06/18	13/06/18	14/06/18	15/06/18	16/06/18	17/06/18
25		18/06/18	19/06/18	20/06/18	21/06/18	22/06/18	23/06/18	24/06/18
26		25/06/18	26/06/18	27/06/18	28/06/18	29/06/18	30/06/18	01/07/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
27		02/07/18	03/07/18	04/07/18	05/07/18	06/07/18	07/07/18	08/07/18
28	JUL	09/07/18	10/07/18	11/07/18	12/07/18	13/07/18	14/07/18	15/07/18
29	(4 Weeks)	16/07/18	17/07/18	18/07/18	19/07/18	20/07/18	21/07/18	22/07/18
30		23/07/18	24/07/18	25/07/18	26/07/18	27/07/18	28/07/18	29/07/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
31		30/07/18	31/07/18	01/08/18	02/08/18	03/08/18	04/08/18	05/08/18
32	AUG	06/08/18	07/08/18	08/08/18	09/08/18	10/08/18	11/08/18	12/08/18
33	(4 Weeks)	13/08/18	14/08/18	15/08/18	16/08/18	17/08/18	18/08/18	19/08/18
34		20/08/18	21/08/18	22/08/18	23/08/18	24/08/18	25/08/18	26/08/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
35		27/08/18	28/08/18	29/08/18	30/08/18	31/08/18	01/09/18	02/09/18
36	SEP	03/09/18	04/09/18	05/09/18	06/09/18	07/09/18	08/09/18	09/09/18
37	(5 Weeks)	10/09/18	11/09/18	12/09/18	13/09/18	14/09/18	15/09/18	16/09/18
38		17/09/18	18/09/18	19/09/18	20/09/18	21/09/18	22/09/18	23/09/18
39		24/09/18	25/09/18	26/09/18	27/09/18	28/09/18	29/09/18	30/09/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
40		01/10/18	02/10/18	03/10/18	04/10/18	05/10/18	06/10/18	07/10/18
41	OCT	08/10/18	09/10/18	10/10/18	11/10/18	12/10/18	13/10/18	14/10/18
42	(4 Weeks)	15/10/18	16/10/18	17/10/18	18/10/18	19/10/18	20/10/18	21/10/18
43		22/10/18	23/10/18	24/10/18	25/10/18	26/10/18	27/10/18	28/10/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
44		29/10/18	30/10/18	31/10/18	01/11/18	02/11/18	03/11/18	04/11/18
45	NOV	05/11/18	06/11/18	07/11/18	08/11/18	09/11/18	10/11/18	11/11/18
46	(4 Weeks)	12/11/18	13/11/18	14/11/18	15/11/18	16/11/18	17/11/18	18/11/18
47		19/11/18	20/11/18	21/11/18	22/11/18	23/11/18	24/11/18	25/11/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
48		26/11/18	27/11/18	28/11/18	29/11/18	30/11/18	01/12/18	02/12/18
49	DEC	03/12/18	04/12/18	05/12/18	06/12/18	07/12/18	08/12/18	09/12/18
50	(5 Weeks)	10/12/18	11/12/18	12/12/18	13/12/18	14/12/18	15/12/18	16/12/18
51		17/12/18	18/12/18	19/12/18	20/12/18	21/12/18	22/12/18	23/12/18
52		24/12/18	25/12/18	26/12/18	27/12/18	28/12/18	29/12/18	30/12/18
WEEK	M	T	W	T	F	S	S	
		31/12/18	01/01/19	02/01/19	03/01/19	04/01/19	05/01/19	06/01/19
	JAN 2019	07/01/18	08/01/18	09/01/18	10/01/18	11/01/18	12/01/18	13/01/18
	(4 Weeks)	14/01/18	15/01/18	16/01/18	17/01/18	18/01/18	19/01/18	20/01/18
		21/01/18	22/01/18	23/01/18	24/01/18	25/01/18	26/01/18	27/01/18

Εικόνα 2 – Calendar (Ημερολόγιο)

Πατώντας, λοιπόν, τον σύνδεσμο “Calendar”, θα εμφανιστεί στον χρήστη αυτή η εικόνα.

Στην πρώτη στήλη αποτυπώνεται ο αριθμός της κάθε εβδομάδας μέσα στο έτος, στη δεύτερη αναγράφεται ο μήνας στον οποίο ανήκει η εκάστοτε εβδομάδα, καθώς και ο αριθμός των εβδομάδων που εμπεριέχονται σε αυτόν και στις υπόλοιπες στήλες φαίνονται αναλυτικά οι ημερομηνίες. Με μπλε χρώμα συμβολίζονται τα σαββατοκύριακα και με κόκκινο οι επίσημες αργίες. Το ημερολόγιο περιέχει και τον πρώτο μήνα του επόμενου έτους για λόγους συνέχειας.

### 3.2.1.2. Διαθεσιμότητα Βαρδιών

Shifts	A	B	C
E1			
E2			
E3			
E4			
E5			
E6			
E7			
E8			
E9			
E10			
E11			
E12			
E13			
E14			
E15			
E16			
E17			
E18			
E19			
E20			
E21			
E22			
E23			
E24			
E25			
E26			
E27			
E28			
E29			
E30			

Home

TIP 

Ο σύνδεσμος “**Shift Pattern**” μας οδηγεί σε αυτόν τον πίνακα. Σκοπός του είναι να καταγραφεί κάθε εβδομάδα σε ποιες βάρδιες είναι διαθέσιμος ο κάθε εργαζόμενος. Στην πρώτη στήλη ορίζονται τα ονόματα των εργαζομένων (στην προκειμένη περίπτωση **E1 – E30**). Στις επόμενες τρεις φαίνονται οι βάρδιες στις οποίες είναι διαθέσιμος ο καθένας από αυτούς. Η διαθεσιμότητά τους συμβολίζεται με μια μαύρη βούλα στην αντίστοιχη στήλη. Η κάθε βάρδια συμβολίζεται με ένα λατινικό γράμμα. Με το “**A**” αναφερόμαστε στην πρωινή βάρδια μεταξύ **6.00** και **14.00**, με το “**B**” στην απογευματινή μεταξύ **14.00** και **22.00** και τέλος με το “**C**” στη βραδινή που είναι από τις **22.00** μέχρι τις **6.00**. Για να ορίσουμε ως διαθέσιμο έναν εργαζόμενο σε μία από της βάρδιες, απλά εισάγουμε τον αριθμό «1» στο αντίστοιχο κελί, ο οποίος θα μετατραπεί σε βούλα για να είναι ευανάγνωστο από τον χρήστη. Για να αφαιρέσουμε διαθεσιμότητα, απλά σβήνουμε το περιεχόμενο του εκάστοτε κελιού.

Εικόνα 3 – Shift Pattern

### 3.2.1.3. Εξειδίκευση Εργαζομένων

Σειρά έχουν οι καρτέλες “**Skills Matrix**” και “**Disqualification**”. Ο λόγος που αυτές ομαδοποιούνται, είναι πως αναφερόμαστε στην ουσία στο ίδιο στοιχείο εισαγωγής. Στην πρώτη φαίνονται οι ικανότητες των εργαζομένων με βαθμολογία από το **0** μέχρι το **5**. Θεωρούμε 11 (2 – 12) γεμιστικές γραμμές (Lines) στις οποίες μπορεί να εργαστεί κάποιος και ως πρώτη γραμμή ορίζουμε τη γραμμή του πλυντηρίου, καθώς η διαδικασία της πλύσης είναι απαραίτητη για την υπόλοιπη παραγωγική διαδικασία. Ορίζουμε και μία επιπλέον στήλη στον πίνακα αυτό, που ορίζει την ικανότητα των εργαζομένων να συμμετάσχουν στην διαδικασία προετοιμασίας μιας γραμμής. Τόσο σε αυτή τη διαδικασία, όσο και στη γραμμή του πλυντηρίου, δεν υπάρχουν

διαβαθμίσεις ως προς την ικανότητα των εργαζομένων. Κατ' επέκταση χρησιμοποιούμε τον αριθμό **1** για τους εργαζόμενους που μπορούν να χειριστούν τη γραμμή του πλυντηρίου και **0** για αυτούς που δεν μπορούν να εργαστούν σε αυτή. Όπως και παραπάνω, για αισθητικούς λόγους, στις γεμιστικές χρησιμοποιούμε χρώμα (ανάλογα με το πόσο μεγάλη είναι η βαθμολογία του κάθε εργαζομένου) και στο πλυντήριο θα εμφανίζεται **✓** αν ο συγκεκριμένος εργαζόμενος μπορεί να το χρησιμοποιήσει ή **X** αν δεν μπορεί. Τέλος οι εργαζόμενοι θα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη είναι οι χειριστές (**Skilled**) και η δεύτερη οι **packers (Unskilled)**. Αν κάποιος θέλει να προσθέσει άτομα στην κάθε κατηγορία πρέπει να προσθέσει το όνομά του στη δεύτερη στήλη και στη συνέχεια να γράψει στην πρώτη στήλη το είδος του εργαζομένου (Skilled/Unskilled), το οποίο δεν θα φαίνεται επαναλαμβανόμενα σε κάθε γραμμή για λόγους καλαισθησίας, αλλά θα αποτελεί κριτήριο για τη θέση στην οποία θα τοποθετείται ο καθένας. Τα ονόματα στις υπόλοιπες καρτέλες ενημερώνονται από αυτόν τον πίνακα.

KNOW-HOW		Washing	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12	Setup
Skilled	E1													
	E2													
	E3													
	E4													
	E5													
	E6													
	E7													
	E8													
	E9													
	E10													
Unskilled	E11													
	E12													
	E13													
	E14													
	E15													
	E16													
	E17													
	E18													
	E19													
	E20													
	E21													
	E22													
	E23													
	E24													
	E25													
	E26													
	E27													
	E28													
	E29													
	E30													

**Εικόνα 4 – Skills Matrix / Disqualification**

Όμοιος θα είναι και ο πίνακας του Disqualification, καθώς τα ονόματα, τις γραμμές και την κατηγοριοποίηση των εργαζομένων θα τα λαμβάνει από το Skills Matrix. Αν κάποιος προσθέσει κάποιο στοιχείο στην πρώτη καρτέλα, θα αλλάζει αυτόματα και στη δεύτερη. Η διαφορά είναι πως στο Disqualification θα μπορεί να αλλάξει ο χρήστης τη βαθμολογία των χειριστών και των packers προσωρινά και θα μπορεί να το επαναφέρει ανά πάσα στιγμή, αντιγράφοντας τα στοιχεία του πίνακα Skills Matrix, που αποτελούν τις αρχικές τιμές, με τις οποίες έχει βαθμολογηθεί ο κάθε εργαζόμενος. Γίνεται, λοιπόν, προφανές πως το Disqualification θα χρησιμοποιείται σαν στοιχείο



εισαγωγής στη συνέχεια. Στις δύο καρτέλες, εκτός από το κουμπί “Home” και το “Tip”, θα υπάρχει και ένα κουμπί που θα μεταφέρει τον χρήστη από την μία στην άλλη (για να μπορεί εύκολα και γρήγορα να βλέπει τις διαφορές) ενώ στην καρτέλα Disqualification θα υπάρχει και ένα επιπλέον κουμπί “MPA” που θα τον στέλνει στο τελικό πρόγραμμα.

### 3.2.1.4. Απουσιασμός Εργαζομένων

5	MONDAY 29/01/18	TUESDAY 30/01/18	WEDNESDAY 31/01/18	THURSDAY 01/02/18	FRIDAY 02/02/18
E1					
E2					
E3					
E4					
E5					
E6					
E7					
E8					
E9					
E10					
E11					
E12					
E13					
E14					
E15					
E16					
E17					
E18					
E19					

Tip: Παρουσιάζονται οι άδειες των εργαζομένων

- 1: Αδικοιολόγητη Άδεια
- 2: Δικαιολογημένη Άδεια
- 3: Κανονική Άδεια
- 4: Άδεια Πρώιμησης
- 5: Γονική Άδεια

Εικόνα 5 – Absenteeism (Άδειες)

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας του “Absenteeism”. Εδώ παρουσιάζονται οι άδειες (προγραμματισμένες ή μη) των εργαζομένων. Τις χωρίσαμε σε πέντε βασικές κατηγορίες, η καθεμία με τον δικό της χρωματικό

κώδικα, ο οποίος φαίνεται και στο υπόδειγμα δίπλα από τον πίνακα. Πάνω αριστερά φαίνεται ο αριθμός της εβδομάδας στην οποία αναφερόμαστε και κάτω από τις μέρες, οι ακριβείς ημερομηνίες που αντιστοιχούν σε αυτή.

### 3.2.1.5. Διαθεσιμότητα για Υπερωρία

5	MONDAY 29/01/18	TUESDAY 30/01/18	WEDNESDAY 31/01/18	THURSDAY 01/02/18	FRIDAY 02/02/18	SATURDAY 03/02/18	SUNDAY 04/02/18
E1							
E2							
E3							
E4							
E5							
E6							
E7							
E8							
E9							
E10							
E11							
E12							
E13							
E14							
E15							
E16							
E17							
E18							
E19							

Overtime Multiplier		
OT Weekdays	OT Saturdays	OT Sundays
1,5	1,75	2

Εικόνα 6 – Overtime Availability (Διαθεσιμότητα για υπερωρία)

Στο διπλανό πίνακα φαίνεται η διαθεσιμότητα των εργαζομένων για **υπερωρίες**. Τις καθημερινές η υπερωρία είναι 4 ώρες, ενώ αν κάποιος εργαστεί το Σάββατο ή την Κυριακή, θα είναι για μια ολόκληρη βάρδια, αφού η

εργασία κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου λογίζεται ως υπερωρία. Για αυτό το λόγο, τις καθημερινές η υπερωρία θα παρουσιάζεται με ημικύκλιο και το

Σαββατοκύριακο με έναν ολόκληρο κύκλο. Επίσης έχουμε ορίσει και συντελεστές για τις υπερωρίες, καθώς αυτές έχουν άλλη βαρύτητα αν είναι τις καθημερινές, άλλη αν είναι το Σάββατο και άλλη για την Κυριακή.

### 3.2.1.6. Προτίμηση

Στον παρακάτω πίνακα θα εμφανίζεται η προτίμηση του κάθε εργαζομένου σε μια συγκεκριμένη γραμμή. Σε περίπτωση που κάποιος είναι διαθέσιμος σε περισσότερες από μία γραμμές ταυτόχρονα, τότε ο χειριστής θα τον «κόβει» από τη μία βάζοντάς του τον αριθμό «1». Τότε θα εμφανίζεται ένα **X** στο συγκεκριμένο κελί. Ο πίνακας περιέχει κάθε μέρα της εβδομάδας και όλες τις γραμμές, για να έχει ο χρήστης πληθώρα επιλογών.

Home	TIP:	MONDAY												TUESDAY											
		L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12	Washing	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12	Washing
E1																									
E2																									
E3																									
E4																									
E5																									
E6																									
E7																									
E8																									
E9																									
E10																									
E11																									
E12																									
E13																									
E14																									
E15																									
E16																									
E17																									
E18																									
E19																									
E20																									
E21																									
E22																									
E23																									
E24																									
E25																									
E26																									
E27																									
E28																									
E29																									
E30																									

Εικόνα 7 – Preference (Προτίμηση)

### 3.2.1.7. Πρόγραμμα Γεμιστικών Γραμμών

Σειρά έχει το “**Filling Plan**” το οποίο είναι διαφορετικό για την εκάστοτε βιομηχανία. Αυτό το αντιγράφουμε σε ένα Sheet, το οποίο αποκρύπτεται από τον τελικό χρήστη, και το οποίο διαμορφώνεται έτσι ώστε να μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα του κατά την δημιουργία του προγράμματος. Ο νέος πίνακας έχει στην πρώτη στήλη την γραμμή στην οποία αναφερόμαστε, στη δεύτερη το είδος του προϊόντος που βρίσκεται στη γραμμή, στην επόμενη ο σειριακός αριθμός του ή κάποια άλλη λειτουργία ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς κωδικούς και στη συνέχεια μια περιγραφή. Μετά διαθέτουμε δύο στήλες για κάθε βάρδια κάθε ημέρα της εβδομάδας. Στην πρώτη παρουσιάζονται οι ώρες που είναι κατειλημμένη η γραμμή για τον συγκεκριμένο κωδικό και στη δεύτερη η παραγόμενη ποσότητα. Στο τέλος κάθε μέρας υπάρχει και μία στήλη με τη συνολική παραγόμενη ποσότητα τη συγκεκριμένη μέρα. Η ποσότητα δεν θα μας χρειαστεί στη συνέχεια του εργαλείου, αλλά λειτουργεί ως πρόβλεψη για επιπλέον χρήσεις.

### 3.2.1.8. Επάνδρωση Γραμμών

Τέλος, στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η **επάνδρωση** στις γραμμές των γεμιστικών. Όπως φαίνεται παρακάτω, την πρώτη στήλη θα αποτελούν οι γραμμές και δίπλα θα αναγράφονται τα προϊόντα, τα οποία παράγονται σε αυτές. Κατά τη λειτουργία τους, απαιτείται ένας χειρίστης, αλλά ο εκάστοτε συνδυασμός γραμμής – προϊόντος χρειάζεται έναν διαφορετικό αριθμό από packers. Αυτός ο αριθμός θα υποδηλώνεται στην επόμενη στήλη. Επίσης, ο πίνακας θα περιέχει και μία γραμμή, η οποία θα αναφέρεται στο πλυντήριο. Σε αυτή θα υποδηλώνεται, αν κατά τη λειτουργία της συγκεκριμένης γραμμής, θα υπάρξει ανάγκη επάνδρωσής της και με έναν packer (εκτός του χειριστή που θα βρίσκεται σε αυτή).

Επιπλέον, ανάμεσα στη διαδικασία γεμίσματος συγκεκριμένων κωδικών χρειάζεται ένα χρονικό διάστημα για να τροποποιηθεί κατάλληλα η γραμμή και να είναι έτοιμη για τη συνέχεια. Ο χρόνος αυτός ποικίλει, επειδή διαφορετική αλληλουχία κωδικών απαιτεί διαφορετική ώρα προετοιμασίας της. Ανάλογα με την διάρκεια της διαδικασίας αυτής, η γραμμή θα πρέπει και να στελεχωθεί με έναν συγκεκριμένο αριθμό από packers. Ο χρόνος και τα άτομα που απαιτούνται θα παρουσιάζονται στις δυο τελευταίες στήλες.

LINE	Προϊόν	Packer Staffing Current	Event	Duration (h)	Manning
L02					
L02					
L02					
L02					
L02					
L02					
			Event	Duration (h)	Manning
L03					
L03					
L03					
L03					
L03					
L03					
L03					
L03					
			Event	Duration (h)	Manning
L04					
L04					
L04					
L04					


Εικόνα 8 – Manning (Επάνδρωση Μηχανημάτων)

### 3.2.2. Ανάλυση των Στοιχείων Εξαγωγής

Στη συνέχεια, θα αναλυθούν οι καρτέλες στις οποίες παρατίθενται τα στοιχεία που εξάγονται από τον αλγόριθμο. Αυτές χρησιμεύουν τόσο στην καταγραφή δεδομένων, όσο και στην παρουσίαση και ανάλυση του εβδομαδιαίου προγράμματος των γεμιστικών γραμμών.

#### 3.2.2.1. Καταγραφή Ιστορικού

Στο εργαλείο μας, θα έχουμε και τρεις καρτέλες με καταγραφή ιστορικών δεδομένων. Οι πρώτες δυο θα είναι **εβδομαδιαίες** και θα έχουν την παρακάτω μορφή.

TIP: 

Home	Week	1				2			
Update	Cumulative Sunday Overtime (h)	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1									
E2									
E3									
E4									
E5									
E6									
E7									
E8									
E9									
E10									
E11									
E12									
E13									
E14									
E15									
E16									
E17									
E18									
E19									
E20									
E21									
E22									
E23									
E24									
E25									

Εικόνα 9 – Shift and Overtime Record (Ιστορικό Βαρδιών και Υπερωριών)

Σε αυτές καταγράφονται (Εικόνα 10) οι βάρδιες στις οποίες έχουν εργαστεί οι υπάλληλοι και οι υπερωρίες που έχουν πραγματοποιήσει μέσα στην εκάστοτε εβδομάδα. Ακόμα, έχουμε προσθέσει και μία **στήλη** με το άθροισμα των ωρών που έχουν εργαστεί τις Κυριακές, καθώς είναι οι μέρες με τον μεγαλύτερο συντελεστή και θέλουμε να έχουμε ευκολότερη την επίβλεψή τους. Επίσης, εδώ (Εικόνα 11) παρατίθενται και οι συνολικές άδειες που έχει λάβει ο κάθε εργαζόμενος καθώς και το είδος της καθεμίας από αυτές. Για επιπλέον διευκόλυνση έχουμε προσθέσει και βέλη ανά δέκα εβδομάδες, τα οποία καθιστούν την μετακίνηση ανάμεσα σε αυτές ευκολότερη και ταχύτερη. Το κουμπί **“Update”** που βρίσκεται στην πρώτη καρτέλα ανανεώνει τα αποτελέσματα, καταγράφοντας τα στοιχεία της τρέχουσας εβδομάδας στα αντίστοιχα κελιά και στη συνέχεια αυξάνει τον αριθμό της στις υπόλοιπες καρτέλες του εργαλείου. Ο χρήστης μπορεί να προσθέσει και στοιχεία χειροκίνητα, αλλά πρέπει να το πράξει συλλογισμένος πως η ανανέωση θα γίνει από το πρώτο κενό κελί που θα υπάρχει στην πρώτη σειρά.

Υπόμνημα: 1: Αδικαιολόγητη Άδεια 2: Δικαιολογημένη Άδεια 3: Κανονική Άδεια 4: Άδεια Ασθενείας 5: Γονική Άδεια		TIP: ▼														
Home	Week	1					2					3				
Absenteeism		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
E1																
E2																
E3																
E4																
E5																
E6																
E7																
E8																
E9																
E10																
E11																
E12																
E13																
E14																
E15																
E16																
E17																
E18																
E19																
E20																
E21																
E22																
E23																
E24																
E25																

Εικόνα 10 - Absenteeism Record (Ιστορικό Αδειών)

Στη συνέχεια υπάρχει και το **μηνιαίο** ιστορικό, όπως αυτό παρουσιάζεται παρακάτω.

Υπόμνημα: 1: Αδικαιολόγητη Άδεια 2: Δικαιολογημένη Άδεια 3: Κανονική Άδεια 4: Άδεια Ασθενείας 5: Γονική Άδεια		TIP: ▼															
Month	Update	January						February									
Home		Overtime			Absenteeism			Overtime			Absenteeism						
		Weekdays	Saturday	Sunday	1	2	3	4	5	Weekdays	Saturday	Sunday	1	2	3	4	5
E1																	
E2																	
E3																	
E4																	
E5																	
E6																	
E7																	
E8																	
E9																	
E10																	
E11																	
E12																	
E13																	
E14																	
E15																	
E16																	
E17																	
E18																	
E19																	
E20																	
E21																	
E22																	
E23																	
E24																	
E25																	

Εικόνα 11 – Monthly Record (Μηνιαίο Ιστορικό)

Εδώ θα παρουσιάζονται αθροιστικά ανά μήνα οι υπερωρίες των εργαζομένων καθώς και οι άδειες τους. Ο χρήστης πατώντας το κουμπί “**Update**” σε αυτή την καρτέλα θα προσθέτει τα αντίστοιχα κελιά από τις καρτέλες του εβδομαδιαίου ιστορικού και αφού τα αφαιρέσει από το κελί του προηγούμενου μήνα που αντιστοιχεί στην ίδια τιμή, θα το τυπώσει. Όπως παραπάνω, υπάρχει η ελευθερία για χειροκίνητες παρεμβάσεις αλλά λαμβάνοντας υπόψη ό,τι ισχύει και στις άλλες καρτέλες καταγραφής ιστορικού.

### 3.2.2.2. Εμπειρία Εργαζομένων

Στον παρακάτω πίνακα θα παρουσιάζεται η **εμπειρία** των εργαζομένων στις διάφορες γραμμές. Θα φαίνονται αθροιστικά όλες οι ώρες του έτους που έχουν εργαστεί σε αυτές, έως την τρέχουσα εβδομάδα. Στα κελιά θα εμφανίζονται μπάρες σε μορφή ραβδογράμματος που θα υποδηλώνουν την συνολική εμπειρία τους και θα αποτελεί ένα από τα κριτήρια για την αντιστοίχιση του κατάλληλου εργαζομένου στη γραμμή.

Home	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12	Washing
E1												
E2												
E3												
E4												
E5												
E6												
E7												
E8												
E9												
E10												
E11												
E12												
E13												
E14												
E15												
E16												
E17												
E18												
E19												
E20												
E21												
E22												
E23												
E24												
E25												
E26												
E27												
E28												
E29												
E30												

**Εικόνα 12 – Experience (Εμπειρία)**

Όταν χρησιμοποιούμε το κουμπί “Update” της καρτέλας “Shift and Overtime Record” θα προσθέτουμε τις ώρες, που εργάστηκε ο κάθε εργαζόμενος την τρέχουσα εβδομάδα στην κάθε γραμμή, στις ώρες που ήδη αναγράφονται στον πίνακα. Έτσι θα εμφανίζεται η συνολική εμπειρία του καθένα στις γραμμές.

### 3.2.2.3. Προγραμματισμός Βαρδιών

Στον παρακάτω πίνακα θα παρουσιάζονται οι **βάρδιες** των εργαζομένων. Όπως εξηγήσαμε και στην καρτέλα με τη διαθεσιμότητα των υπαλλήλων (κεφάλαιο 3.2.1.2), οι βάρδιες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: A, B και C. Η αντιστοίχισή τους γίνεται στηριζόμενη σε ορισμένους κανόνες:

1. Η βαρδιολόγηση ακολουθεί το κυλιόμενο ωράριο και είναι εβδομαδιαία· δηλαδή κάποιος που εργάστηκε για μία εβδομάδα στην πρώτη βάρδια, την επόμενη θα εργαστεί στην τρίτη, στη συνέχεια στη δεύτερη και μετά ο κύκλος ξεκινάει από την αρχή.
2. Αν κάποιος υπάλληλος δεν είναι διαθέσιμος σε κάποια βάρδια τότε απλά την παραλείπει και θα τοποθετηθεί στην επόμενη.
3. Αυτός που καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας εργάστηκε στη βάρδια **A**, **αν χρειαστεί**, θα εργαστεί στην βάρδια **A** του Σαββάτου.
4. Αυτός που καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας εργάστηκε στη βάρδια **B**, **αν χρειαστεί**, θα εργαστεί στην βάρδια **A** της Κυριακής.
5. Αυτός που καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας εργάστηκε στη βάρδια **C**, **αν χρειαστεί**, θα εργαστεί στην βάρδια **B** του Σαββάτου ή της Κυριακής.

5	WEEKDAYS	SATURDAY	SUNDAY
E1			
E2			
E3			
E4			
E5			
E6			
E7			
E8			
E9			
E10			
E11			
E12			
E13			
E14			
E15			
E16			
E17			
E18			
E19			
E20			
E21			
E22			
E23			
E24			
E25			

**Εικόνα 13 – Shifts Plan**  
(Βαρδιολόγηση)

Η ανανέωση του αριθμού της τρέχουσας εβδομάδας στις υπόλοιπες καρτέλες γίνεται από αυτό τον πίνακα.

### 3.2.2.4. Επάνδρωση Γραμμών

Στη συνέχεια παρατίθεται η επάνδρωση των γραμμών. Αυτή παρουσιάζεται με δύο διαφορετικούς τρόπους για να καλύψουμε κάθε ανάγκη του χρήστη.

WEEK 5			ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ			29/01/18 έως 04/02/18		
Α ΒΑΡΔΙΑ			Β ΒΑΡΔΙΑ			Γ ΒΑΡΔΙΑ		
LINEAR 1	LINEAR 2	LINEAR 3	LINEAR 4	LINEAR 5	LINEAR 6	LINEAR 7	LINEAR 8	LINEAR 9
LINEAR 10	LINEAR 11	LINEAR 12	ΠΑΥΣΗ					

Εικόνα 14 – Announcement (Εβδομαδιαίο Πρόγραμμα)

Αρχικά είναι το “**Announcement Proposal**” το οποίο είναι ένα προσχέδιο του κανονικού ημερήσιου προγράμματος, σκοπό του οποίου αποτελεί, να αποκτήσει ο χρήστης μια γενική εικόνα του αναλυτικού.

Στην καρτέλα αυτή φαίνονται όλες οι γεμιστικές γραμμές με πρόβλεψη για μέχρι πέντε άτομα (έναν χειριστή και τέσσερις packers). Πάνω αριστερά φαίνεται ο αριθμός της εβδομάδας στην οποία αναφερόμαστε και στο πάνω δεξί μέρος του πίνακα, αναλυτικά οι ημερομηνίες που αντιστοιχούν σε αυτήν. Δεξιά του προγράμματος υπάρχουν ειδικά κελιά που θα δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να επιλέγει τον αριθμό των packers που θέλει να φαίνονται στην κάθε γραμμή. Από αυτά λείπει η γραμμή του πλυντηρίου, καθώς αυτή ορίζεται από την καρτέλα “Mapping”. Στη συνέχεια πατώντας το κουμπί “**Update**” θα ενημερώνονται τα κελιά στα αριστερά με μία πρόταση βαρδιολόγησης. Επεξεργαζόμενοι τις καρτέλες με τα δεδομένα εισαγωγής (3.2.1) και πατώντας ξανά το κουμπί “Update”, καταλήγουμε σε ένα νέο πρόγραμμα. Αν κάποιος εργαζόμενος εμφανίζεται περισσότερες από μία φορές, τότε το όνομά του θα **κοκκινίζει** για να ενημερώνεται ο χρήστης για τυχόν παρεμβάσεις που θα χρειαστεί να κάνει ο ίδιος.



Αφού καταλήξουμε στο τελικό πρόγραμμα, τότε πατώντας το κουμπί **“Print”**, τυπώνεται στο **“Announcement Final”**. Και οι δύο καρτέλες είναι διαθέσιμες για χειροκίνητες παρεμβάσεις, αφού δεν θα επηρεαστεί ο τρόπος λειτουργίας του εργαλείου από αυτές.

Ο παρακάτω πίνακας είναι από το **“MPA”** (Man Power Allocation). Και αυτή η καρτέλα θα εμφανίζεται δύο φορές· μία για το **“MPA Proposal”** και μία για το **“MPA Final”**. Για λόγους εξοικονόμησης χώρου παρουσιάζεται μόνο η πρώτη βάρδια για τη Δευτέρα. Η λογική θα είναι η ίδια και για τις υπόλοιπες μέρες και βάρδιες.

Week 5	Home	Monday																							
Update	Hour	WASHING	L02		L03		L04		L05		L06		L07		L08		L09		L10		L11		L12		
Print	Hour	Workers	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	
A	05.00																								
	07.00																								
	08.00																								
	09.00																								
	10.00																								
	11.00																								
	12.00																								
	13.00																								

Εικόνα 15 – Man Power Allocation (Επάνδρωση Γεμιστικών Γραμμών)

Στην πρώτη στήλη κάθε γραμμής θα αναγράφονται οι εργαζόμενοι που θα απαρτίζουν το «πλήρωμά» της. Στη διπλανή στήλη (με εξαίρεση τη γραμμή του πλυντηρίου) θα παρουσιάζονται τα προϊόντα τα οποία είναι προγραμματισμένα για τις γραμμές αυτές, όπως προκύπτουν από το πρόγραμμα. Η ανάλυση του προγράμματος γίνεται σε ωριαία βάση, και όπως και στο **“Announcement”**, στην περίπτωση που κάποιος εργαζόμενος βρίσκεται ταυτόχρονα σε παραπάνω από δύο γραμμές, θα **κοκκινίζει** το όνομά του. Όσο ο χρήστης επεξεργάζεται τα δεδομένα εισαγωγής (3.2.1), τόσο θα αλλάζει και το τελικό αποτέλεσμα που θα δει, πατώντας το κουμπί **“Update”**. Επίσης, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, στην καρτέλα του **“Proposal”** θα παρουσιάζεται μία πρόταση βαρδιολόγησης και ο χρήστης θα είναι ελεύθερος να επέμβει όπως εκείνος κρίνει σωστό, και στη συνέχεια να το τυπώσει κάνοντας χρήση του κουμπιού **“Print”** στο **“Final”**. Στην περίπτωση που χρειάζονται υπερωρίες για την ομαλή λειτουργία μίας γραμμής τότε πατάμε στο κελί, στο οποίο θέλουμε να αλλάξουμε το περιεχόμενο και μας εμφανίζεται μια λίστα (διαφορετική για τους χειριστές και τους packers) με τους διαθέσιμους εργαζόμενους σε εκείνη τη γραμμή για τη συγκεκριμένη ώρα και μέρα. Τα ονόματα της λίστας βρίσκονται σε αύξουσα σειρά, ξεκινώντας από αυτούς με τις

λιγότερες υπερωρίες μέσα στο έτος. Επίσης για να βρίσκεται κάποιος στην συγκεκριμένη λίστα, πρέπει να μπορεί να εργαστεί υπερωρίες (3.2.1.5) και να είναι διαθέσιμος στη συγκεκριμένη βάρδια (3.2.2.3). Τέλος, τα άτομα που εργάζονται κατά τη διάρκεια μίας βάρδιας, θα είναι διαθέσιμα για υπερωρία τις τέσσερις πρώτες ώρες της επόμενης. Με τη δημιουργία αυτής της λίστας, ο χρήστης θα έχει την καλύτερη δυνατή εικόνα για το σύνολο του «πληρώματος».

Τέλος, τα άτομα που δεν εργάζονται σε κάποια γραμμή για μία ή περισσότερες ώρες, θα παρουσιάζονται σε πίνακα όπως ο παρακάτω.

Home	MONDAY																										
	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00			
I D L E  T I M E																											

Εικόνα 16 – Idle Time (Ωρες μη-απασχόλησης)

Εδώ, θα παρατίθενται ανά ώρα όλοι οι εργαζόμενοι που είναι διαθέσιμοι στη συγκεκριμένη βάρδια και δεν έχουν τοποθετηθεί σε κάποια γραμμή. Έτσι ο υπεύθυνος θα μπορέσει να προγραμματίσει κάποιες επιπλέον εργασίες οι οποίες μπορεί να χρειάζονται, χωρίς να χρειαστεί να προγραμματιστεί κάποια υπερωρία.

# Κεφάλαιο 4

## ΔΟΚΙΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα βάλουμε στοιχεία και θα εκτελέσουμε μια προσομοίωση του προγράμματος για να καταλάβουμε πώς ακριβώς δουλεύει και τη λογική με την οποία λαμβάνονται υπόψιν οι διάφορες παράμετροι. Θα χρησιμοποιήσουμε συνολικά εκατό εργαζόμενους και τις δώδεκα γραμμές που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

### 4.1. Εισαγωγή δεδομένων – παραμετροποίηση

Shifts	A	B	C
E1			●
E2	●	●	●
E3	●	●	●
E4	●	●	●
E5	●	●	●
E6	●	●	●
E7		●	
E8	●	●	●
E9	●	●	●
E10	●	●	●
E11	●		●
E12	●	●	●
E13	●	●	●
E14	●	●	●
E15	●	●	●
E16	●	●	●
E17	●	●	●
E18	●	●	●

Θα ξεκινήσουμε την εισαγωγή δεδομένων από τον πίνακα “Shift Pattern”, όπως φαίνεται δίπλα.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τοποθετούνται βούλες ανάλογα με τις βάρδιες στις οποίες μπορεί να εργαστεί ο καθένας. Εδώ τυχαία αφαιρέσαμε από ορισμένους, κάποιες βάρδιες για να δούμε πώς θα επηρεάσει το τελικό πρόγραμμα αυτή η επιλογή.

*Εικόνα 17 – Συμπληρωμένος πίνακας Shift Pattern*

Συνέχεια έχουν οι πίνακες “Skills Matrix” και “Disqualification”. Στους δύο αυτούς πίνακες, που παρουσιάζονται στην επόμενη σελίδα, θα φαίνονται οι ικανότητες των εργαζομένων. Θεωρούμε πως οι χειριστές μπορούν να κάνουν “Setup”, ενώ η ικανότητα αυτή των packers δεν είναι δεδομένη. Οι πίνακες διαφοροποιούνται έντονα μεταξύ τους και σημειώνουμε για άλλη μια φορά πως εκείνος του “Disqualification” καθορίζει το τελικό αποτέλεσμα.

Επίσης γίνεται κατανοητό πως κατά την προσομοίωση θα έχουμε 33 Skilled και 67 Unskilled εργαζόμενους.

KNOW-HOW	Washing	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12	Setup		
Skilled	E1	✓	1	3	2	0	4	0	4	3	3	1	2	✓	
	E2	✓	2	2	2	5	2	1	4	5	2	1	4	✓	
	E3	✓	5	5	0	1	0	0	4	0	3	2	0	✓	
	E4	✓	5	4	2	0	3	4	3	5	5	1	2	✓	
	E5	✗	3	4	5	4	2	1	4	0	4	1	3	✓	
	E6	✗	5	5	0	1	4	2	4	1	4	0	2	✓	
	E7	✓	5	4	4	0	0	3	2	2	0	2	4	✓	
	E8	✓	0	4	5	3	3	3	2	3	2	2	5	✓	
	E9	✗	4	3	4	3	3	3	0	0	3	5	5	✓	
	E10	✓	3	2	4	1	0	2	2	5	0	2	0	✓	
	E11	✓	1	2	4	2	0	3	2	0	3	3	2	✓	
	E12	✗	3	2	3	2	2	2	1	5	5	4	5	✓	
	E13	✓	0	0	3	5	3	5	5	4	4	5	4	✓	
	E14	✓	3	1	1	3	4	0	4	2	1	4	4	✓	
	E15	✓	3	2	0	1	0	5	3	0	4	2	2	✓	
	E16	✓	5	3	0	0	2	2	4	4	2	3	1	✓	
	E17	✓	0	3	1	0	1	0	5	2	5	4	1	✓	
	E18	✗	1	4	5	2	0	5	2	4	0	3	5	✓	
	E19	✗	0	5	0	5	0	0	4	4	5	5	2	✓	
	E20	✓	2	5	1	1	2	2	2	3	5	0	2	✓	
	E21	✓	5	4	4	1	1	0	0	2	2	2	2	✓	
	E22	✗	5	3	2	4	0	1	3	3	4	1	3	✓	
	E23	✓	3	4	2	2	5	5	0	3	4	3	4	✓	
	E24	✗	3	3	0	0	5	4	0	1	3	3	2	✓	
	E25	✓	5	5	5	0	4	5	0	0	1	2	5	✓	
	E26	✓	0	5	4	4	1	4	3	5	0	1	5	✓	
	E27	✓	4	3	2	2	3	3	3	0	5	4	1	✓	
	E28	✓	5	2	0	3	3	1	3	1	2	5	1	✓	
	E29	✓	0	2	2	3	1	0	0	1	4	3	2	✓	
	E30	✓	2	2	2	5	5	3	5	4	4	4	3	✓	
	E31	✓	2	1	5	4	1	5	0	5	4	5	4	✓	
	E32	✓	1	1	0	4	4	3	1	4	1	2	5	0	✓
	E33	✓	1	1	5	2	3	2	3	4	1	1	1	✓	
Unskilled	E34	✓	0	1	5	4	3	5	1	2	3	2	3	✓	
	E35	✗	4	4	4	2	4	0	5	3	0	4	5	✗	
	E36	✓	0	5	1	4	2	2	4	2	3	4	2	✓	
	E37	✗	1	2	4	4	5	5	1	1	4	2	0	✗	
	E38	✗	1	3	3	0	1	0	3	1	5	4	1	✗	

Εικόνα 18 – Συμπληρωμένος πίνακας Skills Matrix

KNOW-HOW	Washing	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12	Setup	
Skilled	E1	✗	2	2	3	2	2	3	2	4	4	1	0	✓
	E2	✗	5	1	5	4	1	0	1	2	1	1	1	✓
	E3	✓	4	0	1	2	3	2	0	5	2	1	4	✓
	E4	✓	4	2	0	1	1	1	0	2	1	1	1	✓
	E5	✓	0	3	4	3	5	1	0	3	4	3	3	✓
	E6	✓	5	4	2	2	1	3	2	1	5	2	5	✓
	E7	✓	4	0	2	1	5	5	4	0	1	4	1	✓
	E8	✗	5	0	3	3	2	1	5	4	0	1	3	✓
	E9	✓	1	4	4	4	0	2	4	1	3	3	1	✓
	E10	✓	4	0	4	5	2	5	5	4	4	2	5	✓
	E11	✗	1	2	2	4	3	5	0	3	0	0	0	✓
	E12	✗	1	5	5	1	0	1	4	0	4	4	5	✓
	E13	✗	1	0	1	2	0	1	1	2	0	4	1	✓
	E14	✓	2	5	1	3	2	0	5	4	1	4	2	✓
	E15	✓	0	4	1	4	4	3	0	3	1	1	2	✓
	E16	✓	3	0	2	4	5	0	3	2	2	3	5	✓
	E17	✓	5	0	0	5	1	1	3	4	4	4	4	✓
	E18	✓	2	2	1	4	3	2	2	1	3	4	1	✓
	E19	✗	0	2	5	5	0	1	1	2	5	2	4	✓
	E20	✓	1	1	5	3	5	5	0	1	5	1	1	✓
	E21	✓	3	1	3	4	3	3	3	1	0	3	3	✓
	E22	✓	2	4	4	2	3	5	4	0	4	5	0	✓
	E23	✓	2	5	5	4	4	0	3	0	3	4	4	✓
	E24	✓	3	1	0	4	5	0	0	0	5	1	3	✓
	E25	✗	4	4	2	3	0	2	5	2	1	5	5	✓
	E26	✓	4	3	3	0	3	4	2	2	0	1	0	✓
	E27	✗	1	0	2	5	2	4	5	3	5	4	0	✓
	E28	✓	1	4	1	3	3	4	3	5	5	2	5	✓
	E29	✓	4	3	1	3	0	1	4	4	3	3	1	✓
	E30	✗	2	5	5	3	4	2	0	1	2	2	2	✓
	E31	✓	0	1	0	0	4	3	0	4	3	5	2	✓
	E32	✓	5	2	3	0	1	5	2	0	5	0	3	✓
	E33	✓	2	2	3	5	1	2	3	3	1	1	5	✓
Unskilled	E34	✓	0	2	4	0	5	4	3	5	2	5	1	✓
	E35	✓	1	1	2	1	2	0	4	4	5	2	0	✓
	E36	✗	1	0	4	2	1	5	1	5	0	3	1	✗
	E37	✓	5	4	3	1	0	3	0	2	5	5	5	✓
	E38	✓	4	0	2	2	4	4	2	1	5	3	3	✓

Εικόνα 19 – Συμπληρωμένος πίνακας Disqualification

Εν συνεχεία, θα υποθέσουμε ότι ορισμένες από τις ημέρες της εβδομάδας (5<sup>η</sup>) κάποιιοι από τους εργαζόμενους θα λείπουν. Θα τους εντάξουμε σε κάποια από τις κατηγορίες όπως αυτές αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

5	MONDAY 29/01/18	TUESDAY 30/01/18	WEDNESDAY 31/01/18	THURSDAY 01/02/18	FRIDAY 02/02/18
E1	0	1	0	0	0
E2	0	1	0	0	0
E3	0	0	0	0	0
E4	0	0	0	2	0
E5	3	0	0	0	3
E6	0	0	0	0	0
E7	0	0	4	0	0
E8	0	5	0	0	0
E9	0	0	0	0	0
E10	0	0	0	0	0
E11	0	0	0	0	0
E12	0	0	0	5	0
E13	0	0	0	0	0
E14	0	0	0	0	0
E15	0	0	0	0	0
E16	0	0	5	0	0

**Εικόνα 20 – Συμπληρωμένος πίνακας Absenteeism**

Στην πορεία θα παρατηρήσουμε πως οι συγκεκριμένοι εργαζόμενοι θα απουσιάζουν τις μέρες που έχουμε συμπληρώσει.

Παρακάτω φαίνονται οι μέρες στις οποίες είναι διαθέσιμοι για υπερωρία οι εργαζόμενοι. Αυτός είναι ο βασικότερος παράγοντας που θα επηρεάσει τη λίστα των υπερωριών (3.2.2.4).

5	MONDAY 29/01/18	TUESDAY 30/01/18	WEDNESDAY 31/01/18	THURSDAY 01/02/18	FRIDAY 02/02/18	SATURDAY 03/02/18	SUNDAY 04/02/18
E1							●
E2							●
E3							●
E4	●	●	●	●	●		●
E5	●	●	●	●	●	●	●
E6						●	●
E7							●
E8	●	●	●	●	●	●	●
E9	●	●	●	●	●	●	●
E10	●	●	●	●	●	●	●
E11	●	●	●	●	●		●
E12	●	●	●	●	●		●
E13						●	●
E14						●	●

**Εικόνα 21 – Συμπληρωμένος πίνακας Overtime Availability**

Ο πίνακας “Preference” αρχικά θα συμπληρωθεί για να μην δίνει προτεραιότητα σε κάποια γραμμή έναντι κάποιας άλλης.

Home		TIP:	MONDAY													
Workers	Lines	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12	Washing	L02	L03	
	E1		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E2		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E3		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E4		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E5		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E6		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E7		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E8		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E9		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E10		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E11		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E12		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E13		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E14		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E15		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E16		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E17		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E18		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E19		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E20		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E21		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E22		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E23		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E24		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E25		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E26		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E27		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E28		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E29		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E30		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Εικόνα 22 – Συμπληρωμένος πίνακας Preference

Στην επόμενη σελίδα θα παρατεθεί ένα εικονικό πρόγραμμα για τις γεμιστικές γραμμές. Για να είναι, όμως, σύμφωνο με τον τρόπο παρουσίασης όπως τον περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο (3.2.1.7), θα υπάρχει μεγάλος όγκος πληροφορίας, γεγονός που καθιστά αδύνατη την απεικόνισή του σε μία σελίδα. Για αυτό το λόγο η παρουσίασή του, θα γίνει αποκλειστικά για τη Δευτέρα και μόνο για δύο γραμμές, θεωρώντας πως είναι αντίστοιχο και για τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας. Ο λόγος που εμφανίζονται πολλές φορές τα ίδια προϊόντα, είναι επειδή μπορεί ένα προϊόν, ανάλογα με τα δοχεία στα οποία τοποθετείται, να έχει διαφορετικό τελικό αποτέλεσμα, άρα και τρόπο προετοιμασίας της γραμμής.

Home		Daily provision									
		28/01/18									
LINE/MIX	FORMAT	ITEM CODE	ITEM DESCRIPTION	A SHIFT		B SHIFT		C SHIFT		SUM	
				HR\$	SUM	HR\$	SUM	HR\$	SUM		
L07	P1	2265104		8	10900	2	2400			13300	
		SETUP				5	0			0	
	P1	2279904				1	1180			2388	
		SETUP									
	P1	2468507									
		SETUP									
	P2	8954500									
		SETUP									
P2	8954600										
	SETUP										
TOTALS				8	10900	4	4768			15668	
L10	P3	7653304		7	13920					13920	
		SETUP		1	0					0	
	P3	8209202		0	142	8	15000	2	2858	18000	
		SETUP						2	0	0	
	P3	8209302						4	8392	8392	
		SETUP									
	P3	7650601									
	P3	1057200									
		SETUP									
	P3	8338801									
		SETUP									
	P3	7652902									
		SETUP									
	P3	7583011									
		SETUP									
	P3	7583012									
		SETUP									
	P3	7582606									
	P3	8209401									
		SETUP									
	P3	7682101									
		SETUP									
	P4	7656601									
	P4	7656510									
P4	7649804										
	SETUP										
P4	8333502										
P4	8598501										
P4	7582101										
	SETUP										
P4	7582004										
	SETUP										
P4	7581902										

Εικόνα 23 – Συμπληρωμένος πίνακας Filling Plan

Τέλος θα παρουσιαστεί ο πίνακας του “Mapping”. Φαίνεται μόνο για τις τρεις πρώτες γραμμές και αντιστοιχίζουμε το κάθε προϊόν σε έναν αριθμό από packers. Επίσης, στην κάθε γεμιστική γραμμή έχουμε πληθώρα από πιθανούς χρόνους προετοιμασίας της.

Home	Προϊόν	Packer Staffing Current	Event	Duration (h)	Manning
	Washing	1			
L02	P09	3	Setup	4	2
L02	P10	3		3	4
L02	P11	3		1	1
L02	P12	3		8	2
L02	P13	3			
L02	P14	4			
			Event	Duration (h)	Manning
L03	P15	2	Setup	5	2
L03	P16	2		3	3
L03	P17	2		4	2
L03	P18	2			
L03	P19	2			
L03	P20	2			
L03	P21	2			
L03	P22	2			

Εικόνα 24 – Συμπληρωμένος πίνακας Manning

Προτού ξεκινήσουμε την προσομοίωση και αφού αναφερόμαστε στην 5<sup>η</sup> εβδομάδα, θα συμπληρώσουμε την καρτέλα με το εβδομαδιαίο ιστορικό, έτσι ώστε να ξέρουμε σε ποια βάρδια εργάστηκε ο κάθε υπάλληλος την περασμένη εβδομάδα(4<sup>η</sup>).

TIP:					
Home	Week	4			
Update	Cumulative Sunday Overtime (h)	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E39	24	B	0	0	8
E40	24	C	0	0	0
E41	24	A	0	0	8
E42	24	A	0	0	0
E43	16	C	0	0	0
E44	16	B	0	0	0
E45	16	A	0	0	0
E46	16	B	0	0	0
E47	16	C	0	8	0
E48	16	A	0	0	0
E49	16	C	0	0	0
E50	16	B	0	8	0
E51	16	B	0	0	0
E52	16	C	0	0	0
E53	16	A	0	0	0
E54	24	C	0	8	8
E55	24	B	0	0	0
E56	16	A	0	8	0
E57	16	C	0	0	0
E58	24	B	0	0	8
E59	24	A	0	0	0
E60	16	C	0	0	0
E61	24	B	0	0	8
E62	24	C	0	0	0
E63	24	A	0	0	8
E64	24	A	0	0	0
E65	16	C	0	0	0

Εικόνα 25 – Συμπληρωμένος πίνακας Shifts and Overtime Record



## 4.2. Ανάλυση αλγόριθμου

Αφού παραμετροποιήσαμε το πρόβλημα με τον τρόπο που αναφέραμε παραπάνω, θα παρουσιάσουμε τον τρόπο λειτουργίας του αλγορίθμου και τη διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης για να επηρεάσει το τελικό αποτέλεσμα. Σε αυτό το σημείο να σημειωθεί πως το μεγαλύτερο μέρος των υπολογισμών γίνεται σε καρτέλες του Microsoft Excel, οι οποίες δεν είναι προσιτές από τον χρήστη.

### 4.2.1. Αλγόριθμος “Shift Pattern”

Αρχικά θα εμφανίζεται ο πίνακας με τις βάρδιες που αντιστοιχούν στους εργαζόμενους την τρέχουσα εβδομάδα (5<sup>η</sup>).

Ο αλγόριθμος ελέγχει σε ποια βάρδια εργάστηκε ο κάθε εργαζόμενος την περασμένη εβδομάδα. Στη συνέχεια, με τους κανόνες που ορίσαμε στο κεφάλαιο [3.2.2.3](#), καθορίζει σε ποια από τις βάρδιες είναι σειρά του να εργαστεί για την τρέχουσα εβδομάδα. Μετά, διασταυρώνει τα αποτελέσματα με τη διαθεσιμότητά τους για τη συγκεκριμένη βάρδια ([3.2.1.2](#)). Αν δεν μπορεί να εργαστεί σε αυτήν, τον τοποθετεί στην επόμενη που είναι διαθέσιμος. Έτσι καταλήγουμε στον πίνακα που παρατίθεται δίπλα. Επιπλέον, έχουμε πρόβλεψη για την περίπτωση που χρειαστεί κάποιος να δουλέψει το Σαββατοκύριακο. Τότε, όπως έχουμε ορίσει στο κεφάλαιο [3.2.2.3](#), υπολογίζεται και η βάρδια που θα τοποθετηθεί ο κάθε εργαζόμενος στην περίπτωση που το απαιτήσει η παραγωγή.

5	WEEKDAYS	SATURDAY	SUNDAY
E1	C	B	B
E2	A	A	-
E3	B	-	A
E4	C	B	B
E5	B	-	A
E6	A	A	-
E7	B	-	A
E8	B	-	A
E9	C	B	B
E10	B	-	A
E11	A	A	-
E12	C	B	B
E13	B	-	A
E14	A	A	-
E15	C	B	B
E16	B	-	A
E17	A	A	-
E18	B	-	A
E19	C	B	B
E20	C	B	B
E21	B	-	A
E22	A	A	-

**Εικόνα 26 – Συμπληρωμένος πίνακας Shifts Plan**

#### 4.2.2. Αλγόριθμος “Announcement”

Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τον τρόπο συμπλήρωσης του πίνακα “Announcement Proposal”.

Αρχικά φτιάχνουμε έναν πίνακα στον οποίο έχουμε βαθμολογία του εκάστοτε εργαζομένου σε κάθε γραμμή. Αν θέσουμε πως μία γραμμή δεν θα λειτουργήσει για μία βάρδια, τότε η βαθμολογία του θα είναι 0, αλλιώς αν δεν λείπει για περισσότερες από δύο ημέρες (αφού αναφερόμαστε σε εβδομαδιαία πρόβλεψη), θα ορίσουμε τη βαθμολογία του “Disqualification” ως βαθμολογία του. Στη συνέχεια, τους χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες· τους Skilled και τους Unskilled.

Πρώτα τοποθετούμε τους Skilled. Διαιρούμε τη βαθμολογία του καθενός εξ αυτών στην κάθε γραμμή με τον αριθμό των εργαζομένων που μπορούν να εργαστούν σε αυτή συν τον αριθμό των γραμμών στις οποίες μπορεί να εργαστεί ο καθένας. Έτσι δίνεται βαρύτητα στις γραμμές, στις οποίες δεν υπάρχουν πολλοί διαθέσιμοι καθώς επίσης και στους εργαζόμενους που δεν μπορούν να εργαστούν σε πολλές γραμμές. Κρατάμε τις μεγαλύτερες βαθμολογίες σε κάθε γραμμή για κάθε βάρδια. Σε επόμενο στάδιο διαλογής, στους εργαζόμενους που αντιστοιχεί αυτός ο αριθμός, προσδίδουμε νέα βαθμολογία, η οποία προκύπτει από τον πίνακα του “Experience”. Τέλος, τοποθετούμε τον εργαζόμενο που έχει συγκεντρώσει τη μεγαλύτερη βαθμολογία στην αντίστοιχη γραμμή, στη συγκεκριμένη βάρδια και τον αφαιρούμε από επιλογή για τοποθέτηση στις εναπομένουσες γραμμές. Συμπληρώνονται, έτσι όλες οι γραμμές και όταν τελειώσει ο αριθμός όλων των εργαζομένων, η διαδικασία ξεκινάει από την αρχή. Άρα με αυτό τον τρόπο αντιστοιχίζεται ένας χειριστής σε όλες τις γραμμές. Αν κάποιος εμφανιστεί περισσότερες από μία φορές, τότε το όνομά του γίνεται **κόκκινο**, για να αναγνωρίσει εύκολα και γρήγορα ο χρήστης πού χρειάζεται να παρέμβει.

Ακριβώς η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τους Unskilled. Αλλά αντί να αναζητούμε το μοναδικό εργαζόμενο με την υψηλότερη βαθμολογία, αναζητούμε τον απαιτούμενο αριθμό αυτών, που κάθε φορά διαφοροποιείται και ορίζεται από τους πίνακες δίπλα από το “Announcement”.

Αφού ο χρήστης προσθέσει τον αριθμό των packers που επιθυμεί στην κάθε γραμμή και πατήσει το κουμπί “Update”, η προσομοίωση τυπώνει τον παρακάτω πίνακα, τον οποίο είναι ελεύθερος να επεξεργαστεί με διάφορους τρόπους και στη συνέχεια με χρήση του κουμπιού “Print” να τον τυπώσει στο “Announcement Final”.

WEEK 5			ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ			29/01/18 έως 04/02/18		
ΣΥΝΔΕΣΜΑΤΑ								
Α ΒΑΡΙΑ	Β ΒΑΡΙΑ	Γ ΒΑΡΙΑ	Α ΒΑΡΙΑ	Β ΒΑΡΙΑ	Γ ΒΑΡΙΑ	Α ΒΑΡΙΑ	Β ΒΑΡΙΑ	Γ ΒΑΡΙΑ
LINEAR 2			LINEAR 8			LINEAR 2		
E2	E8	E4	E22	E7	E9	2	2	2
E92	E84	E75	E55	E91	E98	LINEAR 3		
E39	E79	E85	E93	E65	E95	2	1	2
						LINEAR 4		
LINEAR 3			LINEAR 9			LINEAR 5		
E14	E30	E12	E28	E10	E31	2	2	2
E58	E62	E90	E72	E89	E34	LINEAR 6		
E100		E64	E88	E87	E81	1	1	1
						LINEAR 7		
LINEAR 4			LINEAR 10			LINEAR 8		
E6	E3	E19				2	2	2
E80	E94	E56				LINEAR 9		
E61	E99	E42				2	2	2
						LINEAR 10		
LINEAR 5			LINEAR 11			LINEAR 11		
E17	E27	E1	E33	E25	E15	0	0	0
E97	E69	E41	E66	E76	E48	LINEAR 12		
E77	E96	E45	E83	E74	E86	2	2	2
						LINEAR 12		
LINEAR 6			LINEAR 12			ΠΑΥΣΗΤΗΡΙΟ		
E24	E5	E20	E2	E13	E23	E6	E16	E26
E46	E40	E78	E68	E73	E70	E44	E52	E63
			E50	E71	E67			
LINEAR 7			ΠΑΥΣΗΤΗΡΙΟ					
E11	E32	*	E6	E16	E26			
E36	E82		E44	E52	E63			

Εικόνα 27 – Συμπληρωμένος πίνακας Announcement Proposal

Ο πιο απλός τρόπος παρέμβασης στο πρόβλημα, είναι η χειροκίνητη επεξεργασία των αποτελεσμάτων από τον χρήστη· του δίνεται η ελευθερία να αλλάξει το περιεχόμενο των κελιών χωρίς να επηρεάσει τη συνάρτηση που τυπώνει την τιμή αυτή. Παρ’ όλα αυτά, υπάρχουν και πιο σύνθετοι τρόποι. Ο βασικότερος είναι η αφαίρεση κάποιου εργαζομένου από επιλογή από την καρτέλα του “Disqualification” μειώνοντάς του τη βαθμολογία στο γραμμή, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

KNOW-HOW		L02	L03
Skilled	E1	2	2
	E2	5	1
	E3	4	0
	E4	4	2
	E5	0	2

KNOW-HOW		L02	L03
Skilled	E1	2	2
	E2	1	1
	E3	4	0
	E4	4	2
	E5	0	2

Εικόνα 28 – Αλλαγή Disqualification

Ίδια λογική ακολουθείται και στην καρτέλα “Preference”, στην οποία όταν ένας εργαζόμενος είναι διαθέσιμος σε περισσότερες από μία γραμμές, του δίνεται προτεραιότητα σε μία εξ αυτών. Αν λοιπόν αφαιρέσουμε την προτίμησή του σε τουλάχιστον **τρεις** ημέρες από μία γραμμή, θα αλλάξει το τελικό αποτέλεσμα.

Home	TIP:		
Lines Workers		L02	L03
	E1		✓
E2		✓	✓
E3		✓	✓
E4		✓	✓
E5		✓	✓

Home	TIP:		
Lines Workers		L02	L03
	E1		✓
E2		✗	✓
E3		✓	✓
E4		✓	✓
E5		✓	✓

Εικόνα 29 – Αλλαγή Preference

Και στις δύο περιπτώσεις, θα προτιμηθεί κάποιος άλλος εργαζόμενος στη θέση του E2 για τη γραμμή L2, όπως φαίνεται παρακάτω.

ΑΠΕΛΥΘΗΚΕΣ ΠΡΟΫΠΗΡΟΙ				
ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ				
Α' ΒΑΦΟΙΑ	Β' ΒΑΦΟΙΑ	Γ' ΒΑΦΟΙΑ	Α' ΒΑΦΟΙΑ	Β' ΒΑΦΟΙΑ
LINEAR 2			LINEAR	
E2	E82	E4	E22	E8
E39	E79	E75	E55	E91
E39	E84	E85	E93	E65
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
LINEAR 3			LINEAR	
E14	E30	E12	E28	E10
E58	E62	E90	E36	E89
E100	-	E64	E72	E49

ΑΠΕΛΥΘΗΚΕΣ ΠΡΟΫΠΗΡΟΙ				
ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ				
Α' ΒΑΦΟΙΑ	Β' ΒΑΦΟΙΑ	Γ' ΒΑΦΟΙΑ	Α' ΒΑΦΟΙΑ	Β' ΒΑΦΟΙΑ
LINEAR 2			LINEAR	
E17	E32	E4	E22	E8
E39	E79	E75	E55	E91
E39	E84	E85	E93	E65
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
LINEAR 3			LINEAR	
E14	E30	E12	E28	E10
E58	E62	E90	E36	E89
E100	-	E64	E72	E49

Εικόνα 30 – Αλλαγή Announcement

Όπως καταλαβαίνει κανείς από την ανωτέρα περιγραφή, υπάρχει και πιο πολύπλοκος τρόπος επεξεργασίας του αποτελέσματος· αλλάζοντας τη βαθμολογία στις υπόλοιπες γραμμές, δίνεται αυτόματα προτεραιότητα στις εναπομένουσες.

#### 4.2.3. Αλγόριθμος “Man Power Allocation”

Το μείζον ζήτημα για το οποίο προσφέρει λύση το «εργαλείο» μας είναι η αναλυτική περιγραφή της επάνδρωσης των γεμιστικών γραμμών σε ωριαία βάση. Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος λειτουργίας του αλγορίθμου αυτού και η λογική, πίσω από την οποία γίνεται η επιλογή του καταλληλότερου εργαζομένου για κάθε γραμμή.

Αρχικά κατασκευάζουμε έναν πίνακα, όπως παραπάνω, στον οποίο τοποθετούμε τη βαθμολογία του “Disqualification” αναλυτικά για όλους τους εργαζόμενους σε κάθε γραμμή και για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Στη συνέχεια, μηδενίζουμε τη βαθμολογία σε αυτούς που λείπουν, και για τη συγκεκριμένη μέρα στους εναπομείναντες διαιρούμε τη βαθμολογία με τον αριθμό των γραμμών που μπορεί να εργαστεί ο καθένας **κάθε μέρα** συν τον αριθμό των εργαζομένων που μπορεί να εργαστεί στην εκάστοτε γραμμή.

Όπως εργαστήκαμε παραπάνω, στο επόμενο βήμα, τους χωρίζουμε με βάση την εξειδίκευσή τους, σε Skilled και Unskilled. Επιλέγουμε τη μεγαλύτερη βαθμολογία (για τους χειριστές) και στους εργαζόμενους που αντιστοιχεί αυτή, ορίζουμε νέα βαθμολογία, η οποία προκύπτει από το άθροισμα του “Experience” και ενός πολύ μικρού συντελεστή για να διαφοροποιούνται άτομα των οποίων ταυτίζονται οι δείκτες. Για κάθε βάρδια, τοποθετείται ο εργαζόμενος που έχει την μεγαλύτερη βαθμολογία στην αντίστοιχη γραμμή για τη συγκεκριμένη βάρδια και αφαιρείται από επιλογή για τη συνέχεια. Αν τελειώσει ο αριθμός των διαθέσιμων εργαζομένων, η διαδικασία ξεκινάει από την αρχή. Έτσι επανδρώνονται όλες οι γραμμές με χειριστές.

Η διαδικασία για τους packers διαφοροποιείται ελαφρώς σε σχέση με αυτή που ακολουθήσαμε στον αλγόριθμο του “Announcement”. Εντοπίζουμε από το “Filling Plan” σε αντιστοιχία με το “Manning”, τον αριθμό των packers που απαιτεί κάθε ώρα ο συγκεκριμένος συνδυασμός γραμμής-κωδικού ή γραμμής-προετοιμασίας. Ο αριθμός αυτός ορίζει πόσους (Unskilled) εργαζόμενους θα χρειαστεί η συγκεκριμένη γραμμή για να λειτουργήσει. Στην συνέχεια, επιλέγουμε τους εργαζόμενους που μπορούν να πραγματοποιήσουν προετοιμασία της γραμμής. Ελέγχουμε για την κάθε βάρδια της εβδομάδας πόσοι απαιτούνται σε κάθε γραμμή· ο εκάστοτε χειριστής καλύπτει ήδη την μία θέση για την ανάγκη αυτή. Κατασκευάζουμε μια λίστα με τις τέσσερις υψηλότερες βαθμολογίες για κάθε γραμμή σε κάθε βάρδια ξεχωριστά. Ανάλογα με το πόσο ψηλά βρίσκεται στη λίστα αυτή ένας συγκεκριμένος packer, του προσδίδεται μία νέα βαθμολογία προσαυξημένη με τον αντίστοιχο αριθμό από το “Experience” και έναν πολύ μικρό συντελεστή (για να αποφευχθούν πιθανές ισοβαθμίες). Με αυτό τον τρόπο,

γίνεται η τοποθέτηση των εργαζομένων ικανών για τη λειτουργία του “Setup” στις γραμμές. Στη συνέχεια επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία και για τους υπόλοιπους packers για να καλυφθούν πλήρως οι ανάγκες των γραμμών. Ο αλγόριθμος επαναλαμβάνεται μέχρις ότου υπάρχει ο απαραίτητος αριθμός από packers σε όλες τις γραμμές. Έτσι, σε κάθε γραμμή υπάρχει ένας χειριστής, ένας αριθμός από packers, εκ των οποίων ορισμένοι είναι ικανοί για προετοιμασία (ανάλογα με τον εκάστοτε συνδυασμό στην καρτέλα “Manning”).

Ωστόσο, χρειάζεται να φαίνεται και η λειτουργία της εκάστοτε γραμμής κάθε ώρα της εβδομάδας· αν παράγεται κάποιο προϊόν σε αυτή ή αν η γραμμή είναι προγραμματισμένη για προετοιμασία.

Για να επιτευχθεί αυτό, είναι αναγκαία η χρήση ορισμένων ακόμα βοηθητικών πινάκων. Αρχικά κατασκευάζουμε μία λίστα, όπως αυτή προκύπτει από το “Filling Plan”, στην οποία παρατίθενται οι κωδικοί που είναι προγραμματισμένοι για παραγωγή ή η λέξη “Setup” αν πρόκειται να πραγματοποιηθεί προετοιμασία αυτής. Στη συνέχεια, ορίζουμε σε ποια γραμμή αντιστοιχεί το κάθε στοιχείο της λίστας. Τόσο τα στοιχεία, όσο και οι γεμιστικές γραμμές, αποτυπώνονται τόσες φορές, όσες και οι ώρες που ορίζει το “Filling Plan”. Τέλος κατασκευάζουμε έναν πίνακα, στον οποίον κάτω από την κάθε γραμμή, αναφέρουμε τις λειτουργίες που θα πραγματοποιηθούν σε αυτή, ανά ώρα. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για κάθε βάρδια και κάθε ημέρα της εβδομάδας ξεχωριστά.

Τελικά θα προκύψει ο παρακάτω πίνακας, ο οποίος αναφέρεται μόνο στη Δευτέρα, για τη Β βάρδια.

Week 5		Home		Monday																				
Update	Print	WASHING	L02		L03		L04		L05		L06		L07		L08		L09		L10		L11		L12	
Hours	Minutes	Workers	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT	Workers	FORMAT
B	14.00	E21 E94	E8 -	SETUP	E30 E62 E57	P15	- -	-	E27 E52 E69	P29	E16 E40 E87	P39	E32 E82	P1	E7 E65 E91 E84	P5	E3 E49 E89	P3	E10 E94	P3	E13 E38 E60	SETUP	E18 E71 E76	P8
	15.00	E21 E94	E8 -	SETUP	E30 E62 E57	P15	- -	-	E27 E52 E69	P29	E16 E40 E87	P39	E32 E82	P1	E7 E65 E91 E84	P5	E3 E49	SETUP	E10 E94	P3	E13 E38 E60	P4L	E18 E71 E76	P8
	16.00	E21 E94	E8 -	SETUP	E30 E62 E57	P15	- -	-	E27 E52 E69	P29	E16 E40 E87	P39	E32 E82 E96	SETUP	E7 E65 E91 E84	P5	E3 E49	SETUP	E10 E94	P3	E13 E38 E60	P4L	E18 E71 E76	SETUP
	17.00	E21 E94	E8 E79	SETUP	E30 E62 E57	P15	- -	-	E27 E52 E69	P29	E16 E40 E87	P39	E32 E82 E96	SETUP	E7 E65 E91 E84	P5	E3 E49	SETUP	E10 E94	P3	E13 E38 E60	P4L	E18 E71 E76	P8
	18.00	E21 E94	E8 E79	SETUP	E30 E62 E57	P15	- -	-	E27 E52 E69	P29	E16 E40 E87	P39	E32 E82 E96	SETUP	E7 E65 E91 E84	P5	E3 E49	SETUP	E10 E94	P3	E13 E38 E60	P4L	E18 E71 E76	P8
	19.00	E21 E94	E8 E79	SETUP	E30 E62 E57	P15	- -	-	E27 E52 E69	P29	E16 E40 E87	P39	E32 E82 E96	SETUP	E7 E65 E91 E84	P5	E3 E49	SETUP	E10 E94	P3	E13 E38 E60	P4L	E18 E71 E76	P8
	20.00	E21 E94	E8 E79	SETUP	E30 E62 E57	P15	- -	-	E27 E52 E69	P29	E16 E40 E87	P39	E32 E82 E96	SETUP	E7 E65 E91 E84	P5	E3 E49	SETUP	E10 E94	P3	E13 E38 E60	P4L	E18 E71 E76	P8
	21.00	E21 E94	E8 E79	SETUP	E30 E62 E57	P15	- -	-	E27 E52 E69	SETUP	E16 E40 E87	P39	E32 E82	P1	E7 E65 E91 E84	P5	E3 E49	SETUP	E10 E94	P3	E13 E38 E60	P4L	E18 E71 E76	P8

Εικόνα 31 – Συμπληρωμένος πίνακας Man Power Allocation

Παρακάτω επιβεβαιώνουμε ότι το αποτέλεσμα που τυπώνεται (Εικόνα 32) είναι δεκτό από το χρήστη και εν συνεχεία, παραθέτουμε τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να παρέμβει σε αυτό, αν κρίνει πως δεν είναι βέλτιστο.

1. Με χρήση του “Filling Plan” επιβεβαιώνουμε ότι κατά τη διάρκεια της Β βάρδιας της Δευτέρας παράγεται το προϊόν P1 για δύο συνεχόμενες ώρες στην L07, στη συνέχεια απαιτούνται πέντε ώρες προετοιμασίας της γραμμής και μετά παράγεται ξανά το P1 για άλλη μία ώρα.

LINE/MIX	FORMAT	ITEM CODE	ITEM DESCRIPTION	29/01/18			
				A SHIFT		B SHIFT	
				HRS	SUM	HRS	SUM
L07	P1	2265104		8	10900	2	2400
		SETUP				5	0
	P1	2279904				1	1180
		SETUP					
	P1	2466507					
		SETUP					

Εικόνα 33 – Filling Plan

Monday	
L07	
Workers	FORMAT
E32 E82	P1
- -	
E32 E82	P1
- -	
E32 E82 E96	SETUP
- -	
E32 E82 E96	SETUP
- -	
E32 E82 E96	SETUP
- -	
E32 E82 E96	SETUP
- -	
E32 E82	P1
- -	

Εικόνα 32 – Παράδειγμα γραμμής L07

- Με τη βοήθεια του πίνακα “Manning” επαληθεύουμε πως κατά την παραγωγή του προϊόντος P1 από τη γραμμή L07, απαιτείται ένας χειριστής και ένας packer, ενώ αν η συγκεκριμένη γραμμή υποστεί για πέντε ώρες προετοιμασία, την υποχρέωση αυτή αναλαμβάνουν τρεις εργαζόμενοι.

			Event	Duration (h)	Manning
L07	P1	1	Αυτόματο Πλύσιμο	2	2
L07	P46	1		5	3
L07	P47	1		8	2
L07	P48	1		3	4
L07	P49	1		1	1
L07	P50	1			
L07	P2	1			

Εικόνα 34 – Manning

- Τέλος θα ελέγξουμε πως ο χειριστής (E32) και οι δύο packers (E82, E96) είναι διαθέσιμοι τη συγκεκριμένη βάρδια και για τη συγκεκριμένη γραμμή. Αξίζει να σημειωθεί πως οι εργαζόμενοι που επιλέχθηκαν έχουν την υψηλότερη βαθμολογία.

KNOW-HOW	L06	L07	L08
E31	4	3	0
E32	1	5	2
E33	1	2	3
E82	5	5	3
E83	0	4	3
E84	3	5	5
E85	5	0	1
E86	4	4	2
E87	5	2	4
E88	5	5	2
E89	3	4	4
E90	2	2	3
E91	2	4	5
E92	2	0	1
E93	1	4	1
E94	1	0	1
E95	0	3	3
E96	3	5	2

Εικόνα 35 – Disqualification

5	MONDAY 29/01/18
E31	0
E32	0
E33	0
E82	0
E83	3
E84	0
E85	0
E86	0
E87	0
E88	0
E89	0
E90	0
E91	0
E92	0
E93	0
E94	0
E95	0
E96	0

Εικόνα 36 -  
Absenteeism

5	WEEKDAYS
E31	C
E32	B
E33	A
E82	B
E83	A
E84	B
E85	C
E86	C
E87	B
E88	A
E89	B
E90	C
E91	B
E92	A
E93	A
E94	B
E95	C
E96	B

Εικόνα 37 – Shifts Plan

Ο χρήστης είναι ελεύθερος να επεξεργαστεί το παραπάνω αποτέλεσμα με διάφορους τρόπους.

Αρχικά μπορεί μέσω της καρτέλας “Disqualification” να μειώσει (ή ακόμα και να μηδενίσει) τη βαθμολογία ενός εργαζομένου σε κάποια γραμμή, με σκοπό να τον αφαιρέσει από αυτή και να προτιμηθεί κάποιος άλλος στη θέση του.

KNOW-HOW	L06	L07
E31	4	2
E32	1	5
E33	1	2
E82	5	3
E83	0	4
E84	3	5
E85	5	0
E86	4	4
E87	5	2
E88	5	2
E89	3	4
E90	2	2
E91	2	4
E92	2	0
E93	1	4
E94	1	0
E95	0	3
E96	3	5

Εικόνα 38 – Αλλαγή Disqualification



Ένας δεύτερος τρόπος, με τον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί αλλαγή του τελικού αποτελέσματος, είναι η αφαίρεση της *προτίμησης* του υπαλλήλου που επιθυμεί ο χρήστης να μην εργαστεί στη συγκεκριμένη γραμμή.

Home	TIP:	MONDAY			
Workers	Lines	L05	L06	L07	L08
	E31		✓	✓	✓
E32		✓	✓	✓	✓
E33		✓	✓	✓	✓
E34		✓	✓	✓	✓

Home	TIP:	MONDAY			
Workers	Lines	L05	L06	L07	L08
	E31		✓	✓	✓
E32		✓	✓	✗	✓
E33		✓	✓	✓	✓
E34		✓	✓	✓	✓

Εικόνα 39 – Αλλαγή Preference

Αφού πραγματοποιήσουμε την αλλαγή που επιθυμούμε, με χρήση του κουμπιού “Update”, τυπώνεται νέος πίνακας, στον οποίο έχει αλλάξει ο αρχικός χειριστής (E32) στη συγκεκριμένη γραμμή, όπως φαίνεται παρακάτω.

Week 5	Home	Monday			
Update	Hours	L06		L07	
Print		Workers	FORMAT	Workers	FORMAT
	14.00	E16		E32	
		E40	P39	E82	P1
		E87		-	
		-		-	
	15.00	E16		E32	
		E40	P39	E82	P1
		E87		-	
		-		-	
	16.00	E16		E32	
		E40	P39	E82	
		E87		E96	SETUP
		-		-	

Week 5	Home	Monday			
Update	Hours	L06		L07	
Print		Workers	FORMAT	Workers	FORMAT
	14.00	E16		E7	
		E40	P39	E82	P1
		E87		-	
		-		-	
	15.00	E16		E7	
		E40	P39	E82	P1
		E87		-	
		-		-	
	16.00	E16		E7	
		E40	P39	E82	
		E87		E96	SETUP
		-		-	

Εικόνα 40 – Αλλαγή MPA

Με τους ίδιους τρόπους, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε πιθανές αλλαγές για τους packers.

Όπως εξηγήσαμε και παραπάνω, για να καλυφθεί η ανάγκη για προσωπικό, υπάρχει ενδεχόμενο ένας εργαζόμενος να εμφανίζεται ταυτόχρονα σε δύο ή περισσότερες γραμμές. Σε αυτή την περίπτωση, το κελί που περιέχει το όνομά του θα γίνει **κόκκινο** για να αντιληφθεί εύκολα και γρήγορα ο χρήστης πως πρέπει να παρέμβει.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού και πατώντας πάνω στο κελί που επιθυμούμε, εμφανίζεται μία λίστα με τα άτομα που είναι διαθέσιμα για να εργαστούν υπερωρία τη συγκεκριμένη ώρα.

E13		E13	
E76		E9	
-	P3	E4	
-		E12	
-		E15	
-		E19	

Εικόνα 41 – Διπλή εμφάνιση εργαζομένου

Η επιλογή αυτών γίνεται μέσω της παρακάτω διαδικασίας.

Αρχικά ταξινομούμε όλους τους εργαζόμενους ξεκινώντας από αυτούς που έχουν εργαστεί τις λιγότερες υπερωρίες από την αρχή του έτους και καταλήγοντας σε αυτούς με τις περισσότερες. Για τον υπολογισμό αυτών των υπερωριών χρησιμοποιούμε τους συντελεστές βαρύτητας (3.2.1.5), δίνοντας έτσι επιπλέον έμφαση στα Σαββατοκύριακα. Στη συνέχεια χωρίζουμε κάθε βάρδια σε δύο υποκατηγορίες, η καθεμία εκ των οποίων αντιστοιχεί σε ένα διαφορετικό τετράωρο της βάρδιας εκείνης (έστω  $A_1$  και  $A_2$ ). Σε κάθε υποκατηγορία παραθέτουμε όλους τους διαθέσιμους εργαζόμενους που αντιστοιχούν σε αυτή. Για λόγους ευσυνειδησίας και σεβασμού προς το προσωπικό, δεν γίνεται τοποθέτηση εργαζομένων σε μορφή υπερωρίας, για να καλύψουν πιθανό κενό στο δεύτερο μισό της τρίτης βάρδιας καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας, όπως και στο πρώτο μισό της πρώτης βάρδιας της Δευτέρας.

Για να οριστεί η διαθεσιμότητά τους προϋποτίθενται τα εξής:

- Ο εργαζόμενος πρέπει να μπορεί να εργαστεί υπερωρία την συγκεκριμένη βάρδια, στην οποία υπάρχει ανάγκη.
- Ο εργαζόμενος πρέπει να βρίσκεται σε υπηρεσία κατά την προηγούμενη ή την επόμενη βάρδια, ανάλογα με το τμήμα της βάρδιας στην οποία προέκυψε η ανάγκη για υπερωρία.
- Ο εργαζόμενος δεν πρέπει να απουσιάζει κατά τη διάρκεια της ημέρας που ζητείται.

Κατανέμουμε τους εργαζόμενους ανά γραμμή, έτσι ώστε η λίστα με τις επιλογές που εμφανίζεται να είναι σύμφωνη με τις ικανότητές τους (“Disqualification”).

Επιπλέον, τους διαχωρίζουμε σε χειριστές και rackers προκειμένου να εμφανίζεται η αντίστοιχη κατηγορία εργαζομένων κάθε φορά που θέλουμε να αντικαταστήσουμε έναν από αυτούς.

Με αυτό τον τρόπο, δημιουργούνται αναπτυσσόμενες λίστες (drop down lists) σε κάθε κελί στο “MPA Proposal”, καθεμία εξ αυτών περιλαμβάνει το διαθέσιμο προσωπικό, εμφανίζοντας πιο ψηλά αυτούς με τις λιγότερες υπερωρίες μέχρι τη συγκεκριμένη ημέρα.

Με αφορμή την αναφορά στις υπερωρίες, σε αυτό το σημείο αξίζει να τονιστεί πως για την επάνδρωση των γραμμών κατά τη διάρκεια των Σαββατοκύριακων πρέπει να ληφθεί υπόψιν και η διαθεσιμότητα των εργαζομένων για υπερωρίες. Η διαφορά στον αλγόριθμο έγκειται στο σημείο που ελέγχουμε αν κάποιος υπάλληλος απουσιάζει. Επειδή δεν ορίζεται η έννοια της άδειας για το Σαββατοκύριακο, ως δεδομένο

εισαγωγής θεωρούμε τη διαθεσιμότητα των εργαζομένων για υπερωρία τις συγκεκριμένες ημέρες.

Αφού λοιπόν ο χρήστης καταλήξει στο τελικό πρόγραμμα και πατώντας το κουμπί “Print”, θα το «τυπώσει» στο “MPA Final”.

Σε αυτή την καρτέλα θα μπορεί να παρεμβαίνει απευθείας στο τελικό αποτέλεσμα και να αλλάζει χειροκίνητα τον χειριστή ή τον packer που δεν θέλει να εργαστεί στη συγκεκριμένη γραμμή με κάποιον άλλο που κρίνει πως είναι καταλληλότερος.

Εξαιτίας της πολυπλοκότητας του προγράμματος και του γεγονότος ότι η παραγωγή σε μία γραμμή μπορεί να μεταβληθεί, δημιουργούνται ασυνέχειες στην επάνδρωσή τους. Για παράδειγμα, μπορεί η ανάγκη μιας γραμμής σε προσωπικό να μειωθεί κατά ένα άτομο μέσα στην ίδια βάρδια, με αποτέλεσμα το άτομο αυτό να έχει ώρες μη απασχόλησης. Προκύπτει, λοιπόν, η ανάγκη για επίβλεψη των ωρών αυτών από τον εκάστοτε υπεύθυνο με σκοπό τον προγραμματισμό επιπλέον δραστηριοτήτων. Αυτή την ανάγκη επίβλεψης καλύπτουμε με την καρτέλα του “Idle Time”, όπως αυτό παρουσιάζεται παρακάτω.

Για λόγους οικονομίας χώρου, παρουσιάζεται μόνο η πρώτη βάρδια της Δευτέρας.

Home	MONDAY							
	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00
I D L E  T I M E			E14	E14	E14	E14	E14	E17
					E17	E17	E17	E22
					E33	E33	E33	E33
					E77	E77	E77	E77
					E97	E97	E97	E97

Εικόνα 42 – Συμπληρωμένος πίνακας Idle Time

Για να συμπληρωθεί σωστά ο πίνακας, αρχικά ελέγχουμε για κάθε εργαζόμενο αναλυτικά αν βρίσκεται σε άδεια και τη βάρδια στην οποία εργάζεται για όλες τις ημέρες της εβδομάδας. Στη συνέχεια, συγκρίνεται με το τελικό πρόγραμμα (“MPA Final”) και έτσι προκύπτουν οι ώρες στις οποίες δεν εμφανίζεται σε αυτό· επομένως είναι άνευ απασχόλησης.

#### 4.2.4. Αλγόριθμος “Record”

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του «εργαλείου» μας είναι η καταγραφή πληθώρας δεδομένων σε εβδομαδιαία ακόμα και μηνιαία βάση, έτσι ώστε να μπορούμε να ανατρέξουμε σε αυτά ανά πάσα στιγμή.

Η εβδομαδιαία καταγραφή πληροφοριών γίνεται με τη βοήθεια καρτελών που δεν είναι προσιτές από τον τελικό χρήστη. Αρχικά υπολογίζουμε τις υπερωρίες που πραγματοποιήθηκαν κατά την τρέχουσα εβδομάδα. Για να αναγνωρίσουμε τις συνολικές ώρες υπερωριών εκτός Σαββατοκύριακου, που έχει πραγματοποιήσει ένας εργαζόμενος, αναζητούμε στο τελικό πρόγραμμα αυτού που εμφανίζονται σε κάποια βάρδια, ενώ δεν είναι προγραμματισμένοι να δουλέψουν σε αυτή. Στη συνέχεια, αθροίζουμε τις ώρες που εργάστηκε ο κάθε υπάλληλος το Σάββατο και την Κυριακή ξεχωριστά. Τέλος, κατασκευάζουμε έναν πίνακα που περιέχει τις υπερωρίες του κάθε εργαζομένου για τις καθημερινές, το Σάββατο και την Κυριακή αντίστοιχα.

Επομένως, στο τέλος της εκάστοτε εβδομάδας, πατώντας το κουμπί “Update” της καρτέλας “Shift & Overtime Record”, θα γίνει ενημέρωση των κελιών που αναφέρονται στην τρέχουσα εβδομάδα. Αρχικά θα αντιγραφεί η λίστα με τις βάρδιες όλων των εργαζομένων και στη συνέχεια ο πίνακας που περιγράψαμε παραπάνω. Μετά, θα μεταφερθεί και ο πίνακας των αδειών των εργαζομένων (3.2.1.4). Τέλος, αφού ολοκληρωθεί η καταγραφή, θα αυξηθεί ο αριθμός της τρέχουσας εβδομάδας σε όλες τις καρτέλες. Το αποτέλεσμα θα είναι το παρακάτω.

TIP:					
Home	Week	5			
Update	Cumulative Sunday Overtime (h)	Shift	Overtime Weekdays (h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1	24	B	0	0	8
E2	16	C	0	0	0
E3	24	B	0	0	8
E4	17	A	0	0	1
E5	24	B	0	0	8
E6	16	B	0	26	0
E7	16	C	0	0	0
E8	23	B	0	0	7
E9	21	A	0	44	5
E10	32	C	0	0	8
E11	24	B	0	0	0
E12	24	A	0	0	8
E13	24	C	0	0	8
E14	24	B	0	8	0
E15	28	A	0	8	4
E16	17	B	0	0	1
E17	24	C	0	0	0
E18	24	C	0	0	0
E19	24	B	0	0	0
E20	27	A	0	0	3
E21	16	C	0	0	0
E22	16	A	0	6	0
E23	16	B	0	0	0
E24	16	C	0	0	0
E25	16	B	0	0	0
E26	16	A	0	0	0
E27	16	B	0	0	0
E28	16	B	0	0	0

Εικόνα 43 – Δείγμα συμπληρωμένου πίνακα Shifts n’ OT Record

Υπόμνημα: 1: Αδικοιολογητή Αδεια 2: Δικαιολογημένη Αδεια 3: Κανονική Αδεια 4: Άδεια Ασθένειας 5: Γονική Άδεια						
Home	Week	5				
Absenteeism		1	2	3	4	5
E1		0	1	0	0	0
E2		0	1	0	0	0
E3		0	0	0	0	0
E4		0	0	0	2	0
E5		3	0	0	0	3
E6		0	0	0	0	0
E7		0	0	4	0	0
E8		0	5	0	0	0
E9		0	0	0	0	0
E10		0	0	0	0	0
E11		0	0	0	0	0
E12		0	0	0	5	0
E13		0	0	0	0	0
E14		0	0	0	0	0
E15		0	0	0	0	0
E16		0	0	5	0	0
E17		0	0	0	0	0

Εικόνα 44 – Δείγμα συμπληρωμένου πίνακα Absenteeism Record

Σε αυτό το σημείο να σημειωθεί πως μέσω του ίδιου κουμπιού, ο χρήστης ενημερώνει και την καρτέλα του “Experience”, η οποία καταγράφει τις συνολικές ώρες που έχει εργαστεί ο κάθε υπάλληλος στην εκάστοτε γραμμή μέχρι τη συγκεκριμένη εβδομάδα. Αυτό γίνεται ξανά με τη χρήση «βοηθητικών» καρτελών, στις οποίες δημιουργούμε τρεις πίνακες. Ο πρώτος είναι μια μεταφορά του πίνακα του “Experience”, στον δεύτερο αθροίζουμε τις ώρες που εργάστηκε ο κάθε υπάλληλος στην κάθε γραμμή κατά την τρέχουσα εβδομάδα από το τελικό πρόγραμμα και ο τρίτος είναι ένα άθροισμα των δύο προηγούμενων. Άρα η ενημέρωση πραγματοποιείται με αντιγραφή του τρίτου πίνακα στον ήδη υπάρχων του “Experience” και το αποτέλεσμα είναι το παρακάτω.

Home	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12
E1											
E2											
E3											
E4											
E5											
E6											
E7											
E8											
E9											
E10											
E11											
E12											
E13											
E14											
E15											
E16											
E17											
E18											

**Εικόνα 45 – Δείγμα συμπληρωμένου πίνακα Experience**

Αφού πραγματοποιηθεί η καταγραφή του ιστορικού των παραπάνω στοιχείων για όλες τις εβδομάδες ενός μήνα, ο χρήστης, πατώντας αυτή τη φορά το κουμπί “Update” της καρτέλας “Monthly Record”, θα κρατήσει ένα συγκεντρωτικό αρχείο με τα κυριότερα στοιχεία του περασμένου μήνα. Αυτό γίνεται αθροίζοντας για κάθε εργαζόμενο τα όλα δεδομένα που του αντιστοιχούν από τις καρτέλες καταγραφής του εβδομαδιαίου ιστορικού και αφαιρώντας στη συνέχεια την τελευταία αναγραφόμενη τιμή του “Monthly Record”, έτσι ώστε να διαχωρίζουμε τους μήνες μεταξύ τους. Αφού αναφερόμαστε στην πέμπτη εβδομάδα, ολοκληρώνεται ο πρώτος μήνας και όταν πατήσουμε το “Update” και το αποτέλεσμα είναι το παρακάτω.

Month		January							
Home	Update	Overtime			Absenteeism				
		Weekdays	Saturday	Sunday	1	2	3	4	5
E1		16	24	24	1	1	0	0	0
E2		16	16	16	4	1	0	0	0
E3		16	24	24	0	0	0	0	0
E4		16	24	17	0	4	0	2	0
E5		16	16	24	3	0	8	0	3
E6		16	50	16	0	0	0	0	0
E7		16	24	16	0	0	4	4	0
E8		16	16	23	0	5	0	0	4
E9		16	60	21	0	0	0	0	0
E10		16	24	32	0	0	0	0	0
E11		16	24	24	0	0	0	0	0
E12		16	24	24	0	0	0	5	4
E13		16	24	24	0	0	0	0	0
E14		16	24	24	0	0	0	0	0
E15		16	24	28	0	0	0	0	0
E16		16	16	17	0	0	5	0	4
E17		16	16	24	0	0	0	0	0

Εικόνα 46 – Δείγμα συμπληρωμένου πίνακα Monthly Record

# Κεφάλαιο 5

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Το πρόβλημα της βαρδιολόγησης και στελέχωσης του προσωπικού, όπως προκύπτει από τη μελέτη που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, είναι πολυσύνθετο και απασχολεί πολλούς τομείς της καθημερινότητας, με ιδιαίτερη έμφαση σε αυτούς της Υγείας, των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, όπως και σε πολλούς βιομηχανικούς κλάδους. Για την επίλυση σχετικών προβλημάτων στους παραπάνω τομείς, έχουν αναπτυχθεί μεταερευτικοί αλγόριθμοι που αποσκοπούν στο να προσφέρουν λύσεις με όσο το δυνατόν μικρότερη υπολογιστική απαίτηση, χωρίς όμως στην πλειοψηφία τους να προσφέρουν βέλτιστες λύσεις.

Το πρόβλημα σε γεμιστικές γραμμές παραγωγικής μονάδας γίνεται πολυσύνθετο όσο λαμβάνουμε υπόψη μας τις παραμέτρους που απαιτούνται για να γίνει δεκτό το αποτέλεσμα και επομένως η οικονομία υπολογιστικής ισχύος είναι ζητούμενη. Το «εργαλείο» που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας αποτελεί, λοιπόν, μία νέα μεταερευτική προσέγγιση η οποία έρχεται να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της στελέχωσης εργαζομένων σε αυτό το τμήμα εργοστασίου, χωρίς φυσικά εκ των πραγμάτων να εγγυάται το βέλτιστο της λύσης που προτείνεται. Λόγω της πολυπλοκότητας του προβλήματος, ο αλγόριθμος επίλυσής του δεν μπορεί να αναχθεί στους ήδη υπάρχοντες που αντιμετωπίζουν αντίστοιχα ζητήματα (πχ πρόβλημα βαρδιολόγησης νοσηλευτών).

Έτσι, αναπτύξαμε μία δική μας προσέγγιση, που στηρίζεται σε μεγάλο ποσοστό σε «εμπειρικούς» κανόνες που ισχύουν κατά τη βαρδιολόγηση των εργαζομένων. Αρχικά, τους χωρίζουμε ανάλογα με τη βάρδια στην οποία ανήκουν. Στη συνέχεια, για κάθε

ημέρα της εβδομάδας ξεχωριστά, απορρίπτουμε αυτούς που απουσιάζουν και στο τέλος λαμβάνουμε υπόψη την εξειδίκευσή τους. Καταλήγουμε, λοιπόν, να έχουμε μία «δεξαμενή» από αποδεκτές λύσεις και επιλέγουμε μία εξ αυτών, βασιζόμενοι κυρίως στο βαθμό τεχνογνωσίας του εκάστοτε εργαζομένου. Ακόμη, για να καλύψουμε πιθανά κενά που έχουν προκύψει κατά την επάνδρωση των γραμμών κάνουμε χρήση υπερωριών. Στόχος μας είναι η αξιοκρατική κατανομή των ωρών αυτών στους υπαλλήλους, με χρήση ιστορικών δεδομένων, με σκοπό να αποφευχθούν μεγάλες διακυμάνσεις.

Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι δεκτό από τον χρήστη, αλλά του δίνονται διάφοροι τύποι παρέμβασης σε αυτό, εάν το κρίνει σκόπιμο ή αναγκαίο.

Το εργαλείο που αναπτύξαμε δοκιμάστηκε με πραγματικά δεδομένα (αφαιρώντας κάθε είδους ευαίσθητα στοιχεία) και έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα. Αναμφισβήτητα, φυσικά υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσής του για να γίνει ευρέως εφαρμόσιμο. Αν και ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι η προσαρμοστικότητα που το διέπει, πρέπει να επεξεργαζόμαστε κάθε φορά το εκάστοτε πρόγραμμα παραγωγής προτού δεχθούμε τα δεδομένα εισόδου. Ο αλγόριθμος, λοιπόν, θα μπορούσε να προσαρμοστεί ελαφρώς για να μπορεί να δεχθεί πρόγραμμα, οποιασδήποτε μορφής. Επιπλέον, σε πολλές καρτέλες ο χρήστης βομβαρδίζεται από τα δεδομένα που προκύπτουν, με αποτέλεσμα -αν και είναι κατανοητό- να μην είναι εύκολο στην ανάγνωση. Ακόμα, υπολογίζει πολλές διαφορετικές παραμέτρους, με αποτέλεσμα να αργεί στον υπολογισμό της προτεινόμενης λύσης. Εμφανίζεται, επομένως, η ανάγκη για την προσαρμογή του, ώστε να γίνει το «εργαλείο» πιο προσιτό στον μέσο χρήστη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αλλαγή του τρόπου παρουσίασης των αποτελεσμάτων του αλγορίθμου, αλλά και με μία προσθήκη, η οποία θα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να εκτελεί μερικώς τον αλγόριθμο, μεμονωμένα για τα αποτελέσματα που επιθυμεί, με σκοπό να μειωθεί η υπολογιστική ισχύς που απαιτείται κάθε φορά -αφού θα μειωθεί το πλήθος των υπολογισμών.

Το εργαλείο μας, όντας μία ολοκληρωμένη λύση στο πρόβλημα διαχείρισης των ανθρώπινων πόρων και προγραμματισμού της παραγωγής, πρόκειται να χρησιμοποιηθεί από μία βιομηχανική μονάδα παραγωγής καλλυντικών προϊόντων για να μειώσει αισθητά το χρόνο που απαιτείται για τη βαρδιολόγηση του προσωπικού. Με τις προαναφερθείσες τροποποιήσεις, η μελέτη μας αποκτά προοπτικές για ευρεία χρησιμοποίηση, αλλάζοντας ριζικά τον τρόπο προσέγγισης της έννοιας της βαρδιολόγησης.







## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Alsmadi, M., 2016. Facial recognition under expression variations. *Int. Arab J. Inf. Technol.*, pp. 133-141.
- Alsmadi, M., 2017. Forecasting River Flow in the USA Using a Hybrid Metaheuristic Algorithm with Back-Propagation Algorithm. *Scientific J. King Faisal Univ.*, pp. 13-24.
- Alsmadi, M., 2017. Query-sensitive similarity measure for content-based image retrieval using meta-heuristic algorithm. *J. King Saud Univ.- Comput. Inf. Sci.* .
- Alsmadi, M., Omar, K. & Almarashdeh, I., 2012. Fish Classification: Fish Classification Using Memetic Algorithms with Back Propagation Classifier. *LAP Lambert Academic Publication*.
- Alsmadi, M., Omar, K., Noah, S. & Almarashdeh, I., 2011. A hybrid memetic algorithm with back-propagation classifier for fish classification based on robust features extraction from PLGF and shape measurements. *Inf. Technol. J.*, pp. 944-954.
- Alsmad, M., 2017. An efficient similarity measure for content based image retrieval using memetic algorithm. *Egyptian J. Basic Appl.*, pp. 112-122.
- Badawi, U. & Alsmadi, M., 2013. A Hybrid Memetic Algorithm (Genetic Algorithm and Great Deluge Local Search) With Back-Propagation Classifier for Fish Recognition. *Int. J. Comput. Sci. Issues*, pp. 348-356.
- Badawi, U. & Alsmadi, M., 2014. A general fish classification methodology using meta-heuristic algorithm with back propagation classifier. *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, pp. 803-812.
- Burke, E., Cowling, P., Causmaecker, P. D. & Berghe, G. V., 2001a. A Memetic Approach to the Nurse Rostering Problem.
- Burke, E., De Causmaecker, P., Petrovic, S. & Berghe, G., 2003. Variable neighborhood search for nurse rostering problems. *Metaheuristics: Computer Decision-Making.. Springer*.
- Causmaecker, P. D. & Berghe, G., 2011. A categorisation of nurse rostering problems. *J. Sched*, 14(1), pp. 3-16.
- Doi, T., Nishi, T. & Voß, S., 2017. Two-level decomposition-based matheuristic for airline crew rostering problems with fair working time. *European Journal of Operational Research*.
- ERNST, A. T. και συν., 2004. An Annotated Bibliography of Personnel Scheduling and Rostering. *Annals of Operations Research*.

- Jaradat, G. M. και συν., February 2018. Hybrid Elitist-Ant System for Nurse-Rostering Problem. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*.
- Jin, S. H., Yun, H. Y., Jeong, S. J. & Kim, K. S., 2017. Hybrid and Cooperative Strategies Using Harmony Search and Artificial Immune Systems for Solving the Nurse Rostering Problem.
- KOHL, N. & KARISCH, S. E., 2004. Airline Crew Rostering: Problem Types, Modeling, and Optimization. *Annals of Operations Research*, Τόμος 127, p. 223–257.
- Osman, I. & Kelly, J., 1996. Meta-heuristics: an overview. *Springer*, pp. 1-21.
- Özcan, E., 2005. Memetic algorithms for nurse rostering. *International Symposium on Computer and Information Sciences*.
- Özcan, E., 2007. Memes, self-generation and nurse rostering. *International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling 2006*, pp. 85-104.
- Petrovic, S. & Berghe, G. V., 2012. Comparison of Algorithms for Nurse Rostering Problems. *Annals of Operations Research*.
- Sargut, F. Z., Altuntas, C. & Tulazoglu, D. C., 2017. Multi-objective integrated acyclic crew rostering and vehicle assignment problem in public bus transportation. *Springer-Verlag GmbH Germany*.
- Wong, T., Xu, M. & Chin, K., 2014. A two-stage heuristic approach for nurse scheduling problem: A case study in an emergency department. *Computers & Operations Research*, Τόμος 51.
- Xie, L., Merschformann, M., Kliwer, N. & Suhl, L., 2017. Metaheuristics approach for solving personalized crew rostering problem in public bus transit. *Springer Science+Business Media*.
- Προγραμματισμός Ανθρώπινων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον* (2018) Κανάρης Μπούνας.