



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Προγραμματισμός Ανθρώπινων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κανάρης Ε. Μπούνας

Επιβλέπων : Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2018

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κανάρης Ε. Μπούνας

Επιβλέπων : Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 19^η Ιουλίου 2018.

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

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

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

Αθήνα, Ιούλιος 2018

.....
Κανάρης Ε. Μπούνας

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

Copyright © Κανάρης Ε. Μπούνας, 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:

Η παρούσα διπλωματική προσπαθεί να δώσει μία λύση στο πρόβλημα της βαρδιολόγησης στον τομέα των αναμίξεων του εργοστασίου της Johnson & Johnson. Η βαρδιολόγηση των εργαζομένων είναι ένα πρόβλημα που απασχολεί πολλούς τομείς της βιομηχανίας. Στην αρχή ορίζεται το πρόβλημα και επεξηγούνται τα χαρακτηριστικά του. Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο λύσεις που έχουν ήδη δοθεί σε διαφορετικούς τομείς από τον δικό μας. Το πρόβλημα σε καθένα από αυτούς τους τομείς είναι διαφορετικό από το δικό μας, οπότε και η λύση πρέπει να είναι διαφορετική. Στη συνέχεια, επεξηγείται αναλυτικά το εργαλείο που κατασκευάσαμε για την επίλυση του προβλήματος και δίνεται κι ένα παράδειγμα λειτουργίας του για την καλύτερη κατανόηση του. Στο τέλος αναφέρονται οι κύριες διαφορές με μερικές από τις υπόλοιπες λύσεις που έχουν δοθεί, αναλύονται η αποδοτικότητα και η χρησιμότητα του εργαλείου και δίνονται και τρόποι βελτίωσης του για το μέλλον.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:

Βαρδιολόγηση, Ευρετικοί αλγόριθμοι, Μεταευρετικοί αλγόριθμοι, Οργανόγραμμα, Προσωπικό, Βιομηχανία, Εργοστάσιο καλλυντικών προϊόντων, Στελέχωση.

ABSTRACT:

This diploma thesis attempts to solve the scheduling and rostering problem in Johnson & Johnson's mixing station. Rostering of workers is a problem that affects many sectors of the industry. At first, we define the problem and explain its features. Then we present two solutions already delivered in different areas than ours. The problem in each of these areas is different from ours, so the solution should be different. Then, we explain in detail the tool we built to solve the problem and give an example of its operation for a better understanding of it. In the end we discuss the main differences with some of the other solutions that have been given, analyze the efficiency and utility of the tool and give it some ways to improve it for the future.

KEYWORDS:

Rostering, Heuristic algorithms, Metaheuristic algorithms, Organization chart, Staff, Industry, Cosmetics products factory, Staffing

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους με βοήθησαν και συνετέλεσαν σε διαφορετικό βαθμό και με διαφορετικό τρόπο ο καθένας, άμεσα και έμμεσα, στην ολοκλήρωση των σπουδών μου και ιδιαιτέρως κατά την περίοδο της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τον καθηγητή μου κ. Ασκούνη Δημήτριο και επιβλέποντα της εργασίας, ευχαριστώ για την αρωγή και την καθοδήγησή του. Το ενδιαφέρον και η κατανόηση που επέδειξε, αλλά και η εν γένει συμπεριφορά του είναι άξια μνείας.

Τον καθηγητή μου και συνεπιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας κ. Δημήτρη Πανόπουλο, ευχαριστώ για την άμεση ανταπόκρισή του στο ρόλο του επιβλέποντα και για τη συνδρομή του με παρατηρήσεις και σχόλια στην επιτυχή ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ιδιαίτερα θερμές ευχαριστίες οφείλω στον κ. Μιχάλη Αυγουλή, υποψήφιο διδάκτορα του εργαστηρίου και στέλεχος της J&J με την οποία συνεργάστηκα, για την διαρκή καθοδήγηση και την συνεχή βοήθεια που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Οι θερμότερες ευχαριστίες ανήκουν στην οικογένεια και τους φίλους μου για την υπομονή και τη συμπαράστασή τους. Ειδική αναφορά θέλω να κάνω στον Παναγιώτη Λάμπο-Κοραλή ο οποίος ήταν συνεχώς δίπλα μου και με βοήθησε εξαιρετικά καθόλη τη διάρκεια της φοίτησης μου στη σχολή, αλλά κυρίως στην εκπόνηση της διπλωματικής. Η στήριξή τους ήταν καταλυτική για την ευόδωση των προσπαθειών μου.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1:	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Κεφάλαιο 2:	ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	2
2.1.	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	2
2.1.1.	Στάδιο 1: Μοντελοποίηση Ζήτησης.....	3
2.1.2.	Στάδιο 2: Προγραμματισμός Αδειών.....	5
2.1.3.	Στάδιο 3: Προγραμματισμός Βαρδιών	5
2.1.4.	Στάδιο 4: Κατασκευή Γραμμής Εργασιών	6
2.1.5.	Στάδιο 5: Αντιστοίχιση Εργασιών.....	7
2.1.6.	Στάδιο 6: Ανάθεση Προσωπικού.....	7
Κεφάλαιο 3:	ΕΥΡΕΤΙΚΕΣ – ΜΕΤΑΕΥΡΕΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	8
3.1.	ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ	8
3.2.	ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΕΤΑΕΥΡΕΤΙΚΟΥΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥΣ	10
3.2.1.	Επίλυση για το Νοσηλευτικό Πρόβλημα Βαρδιολόγησης.....	10
3.2.2.	Επίλυση για το Πρόβλημα σε Αεροπορικές Εταιρίες	18
Κεφάλαιο 4:	ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	25
4.1.	ΚΑΡΤΕΛΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	27
4.2.	ΚΑΡΤΕΛΕΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	34
Κεφάλαιο 5:	ΔΟΚΙΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
5.1.	ΔΟΚΙΜΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ.....	55
5.2.	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕ ΆΛΛΕΣ ΕΠΙΛΥΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	80
Κεφάλαιο 6:	Συμπεράσματα	83
6.1.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ	83

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1 – ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΑΡΧΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΩΝ ΤΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ.....	14
ΕΙΚΟΝΑ 2 – ΕΥΡΕΤΙΚΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΟΤΑΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ.....	17
ΕΙΚΟΝΑ 3 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ ΝΟΣΟΚΟΜΩΝ ΜΕ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ.....	18
ΕΙΚΟΝΑ 4 – ΨΕΥΔΟΚΩΔΙΚΑΣ 1: ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ.....	22
ΕΙΚΟΝΑ 5 – ΨΕΥΔΟΚΩΔΙΚΑΣ 2: ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ “SOLVE” ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ.....	23
ΕΙΚΟΝΑ 6 – ΨΕΥΔΟΚΩΔΙΚΑΣ 3: ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ “LOCALSEARCH” ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ.....	24
ΕΙΚΟΝΑ 7 – ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ (INDEX).....	26
ΕΙΚΟΝΑ 8 – ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ (CALENDAR).....	27
ΕΙΚΟΝΑ 9 – ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΙΣ ΒΑΡΔΙΕΣ (SHIFT PATTERN).....	28
ΕΙΚΟΝΑ 10 – ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ (SKILLS MATRIX).....	29
ΕΙΚΟΝΑ 11 – ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ (QUALIFICATION).....	30
ΕΙΚΟΝΑ 12 – ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΥΣΙΩΝ (ABSENTEEISM).....	31
ΕΙΚΟΝΑ 13 – ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ (OT AVAILABILITY).....	32
ΕΙΚΟΝΑ 14 – ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (PRODUCTION PLAN).....	32
ΕΙΚΟΝΑ 15 – ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ (PREFERENCE).....	33
ΕΙΚΟΝΑ 16 – ΠΛΑΝΟ ΒΑΡΔΙΩΝ (SHIFTS PLAN).....	35
ΕΙΚΟΝΑ 17 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 1 (HELP! 1).....	36
ΕΙΚΟΝΑ 18 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	38
ΕΙΚΟΝΑ 19 – ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ (MAN POWER ALLOCATION FINAL).....	38
ΕΙΚΟΝΑ 20 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 2 (HELP! 2).....	39
ΕΙΚΟΝΑ 21 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 3 (HELP! 3).....	41
ΕΙΚΟΝΑ 22 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 4 (HELP! 4).....	42
ΕΙΚΟΝΑ 23 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 5 (HELP! 5).....	42
ΕΙΚΟΝΑ 24 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 6 (HELP! 6).....	43
ΕΙΚΟΝΑ 25 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 7 (HELP! 7).....	44
ΕΙΚΟΝΑ 26 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 8 (HELP! 8).....	45
ΕΙΚΟΝΑ 27 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 9 (HELP! 9).....	46
ΕΙΚΟΝΑ 28 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 10 (HELP! 10).....	46
ΕΙΚΟΝΑ 29 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ 1 (SCHEDULE B 1).....	48
ΕΙΚΟΝΑ 30 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ 2 (SCHEDULE B 2).....	49
ΕΙΚΟΝΑ 31 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ 3 (SCHEDULE B 3).....	49
ΕΙΚΟΝΑ 32 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΡΟΝΟΥ (FREETIME (2)).....	50
ΕΙΚΟΝΑ 33 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΒΑΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ (SHIFTS N’ OT RECORD).....	51
ΕΙΚΟΝΑ 34 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΠΟΥΣΙΑΣΜΟΥ (ABSENTEEISM RECORD).....	52
ΕΙΚΟΝΑ 35 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 11 (HELP! 11).....	53
ΕΙΚΟΝΑ 36 – ΜΗΝΙΑΙΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ (MONTHLY RECORD).....	54
ΕΙΚΟΝΑ 37 – ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ 12 (HELP! 12).....	54
ΕΙΚΟΝΑ 38 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΙΣ ΒΑΡΔΙΕΣ (SHIFT PATTERN).....	55
ΕΙΚΟΝΑ 39 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ (SKILLS MATRIX).....	56
ΕΙΚΟΝΑ 40 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ (QUALIFICATION).....	56
ΕΙΚΟΝΑ 41 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΥΣΙΑΣΜΟΥ (ABSENTEEISM).....	57
ΕΙΚΟΝΑ 42 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ (OT AVAILABILITY).....	57
ΕΙΚΟΝΑ 43 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ (PREFERENCE).....	58
ΕΙΚΟΝΑ 44 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (PRODUCTION PLAN).....	58
ΕΙΚΟΝΑ 45 – ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΒΑΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (SHIFTS N’ OT RECORD).....	58
ΕΙΚΟΝΑ 46 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΑ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	59
ΕΙΚΟΝΑ 47 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	60
ΕΙΚΟΝΑ 48 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	60
ΕΙΚΟΝΑ 49 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	61
ΕΙΚΟΝΑ 50 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	61
ΕΙΚΟΝΑ 51 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΟ ΣΑΒΒΑΤΟ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	62

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

ΕΙΚΟΝΑ 52 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΚΥΡΙΑΚΗ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	62
ΕΙΚΟΝΑ 53 – ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΠΕΡΩΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	64
ΕΙΚΟΝΑ 54 – ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΑΛΛΑΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	65
ΕΙΚΟΝΑ 55 – ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ (PREFERENCE)	66
ΕΙΚΟΝΑ 56 – ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	66
ΕΙΚΟΝΑ 57 – ΑΛΛΑΓΗ ΠΙΝΑΚΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ (QUALIFICATION).....	67
ΕΙΚΟΝΑ 58 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΟΣ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL)	67
ΕΙΚΟΝΑ 59 – ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΟΣ (MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL).....	68
ΕΙΚΟΝΑ 60 – ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΑ (MAN POWER ALLOCATION FINAL)	69
ΕΙΚΟΝΑ 61 – ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ (MAN POWER ALLOCATION FINAL)	69
ΕΙΚΟΝΑ 62 – ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗ (MAN POWER ALLOCATION FINAL)	70
ΕΙΚΟΝΑ 63 – ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ (MAN POWER ALLOCATION FINAL)	70
ΕΙΚΟΝΑ 64 – ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ (MAN POWER ALLOCATION FINAL)	71
ΕΙΚΟΝΑ 65 – ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΟ ΣΑΒΒΑΤΟ (MAN POWER ALLOCATION FINAL).....	71
ΕΙΚΟΝΑ 66 – ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΤΗΝ ΚΥΡΙΑΚΗ (MAN POWER ALLOCATION FINAL).....	72
ΕΙΚΟΝΑ 67 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΒΑΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (SHIFTS N’ OT RECORD).....	73
ΕΙΚΟΝΑ 68 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΒΑΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (SHIFTS N’ OT RECORD)	73
ΕΙΚΟΝΑ 69 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΒΑΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (SHIFTS N’ OT RECORD)	74
ΕΙΚΟΝΑ 70 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΒΑΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ ΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (SHIFTS N’ OT RECORD)	74
ΕΙΚΟΝΑ 71 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΠΟΥΣΙΑΣΜΟΥ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ABSENTEEISM RECORD).....	75
ΕΙΚΟΝΑ 72 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΠΟΥΣΙΑΣΜΟΥ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ABSENTEEISM RECORD)	76
ΕΙΚΟΝΑ 73 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΠΟΥΣΙΑΣΜΟΥ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ABSENTEEISM RECORD).....	76
ΕΙΚΟΝΑ 74 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΠΟΥΣΙΑΣΜΟΥ ΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ABSENTEEISM RECORD)	77
ΕΙΚΟΝΑ 75 – ΜΗΝΙΑΙΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ (MONTHLY RECORD)	78
ΕΙΚΟΝΑ 76 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΒΑΡΔΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΕΡΩΡΙΩΝ ΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (SHIFTS N’ OT RECORD)	79
ΕΙΚΟΝΑ 77 – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΠΟΥΣΙΑΣΜΟΥ ΤΗΝ ΠΕΜΠΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ (ABSENTEEISM RECORD)	79
ΕΙΚΟΝΑ 78 – ΜΗΝΙΑΙΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ (MONTHLY RECORD)	80

Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν πολλοί τομείς της βιομηχανίας είναι αυτό της βαρδιολόγησης, δηλαδή την κατάλληλη στελέχωση του προσωπικού ώστε να μπορέσουν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της βιομηχανίας στον προκαθορισμένο χρόνο. Πιο έντονο εμφανίζεται στον νοσηλευτικό τομέα, στις αεροπορικές εταιρείες και στα μέσα μαζικής μεταφοράς.

Η εργασία αυτή ασχολείται με το πρόβλημα στον τομέα παραγωγής καλλυντικών προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα η εργασία πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το εργοστάσιο της Johnson & Johnson στην Αθήνα. Το εργοστάσιο απαιτεί την επίλυση του προβλήματος κυρίως για τους τομείς των αναμίξεων και των γεμιστικών. Το πρόβλημα διαφοροποιείται για αυτούς τους δύο τομείς οπότε η επίλυσή του δεν μπορεί να είναι κοινή. Το εργαλείο που παρατίθεται στην παρούσα διπλωματική προσπαθεί να δώσει λύση στον τομέα των αναμίξεων.

Ακολουθώντας, λοιπόν, τους κανόνες που μας δόθηκαν και αφού μας δόθηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία καταφέραμε και κατασκευάσαμε ένα εργαλείο το οποίο, όπως θα δούμε και στη συνέχεια, μπορεί να μη λύνει το πρόβλημα βέλτιστα αλλά δίνει μία εφικτή και ικανοποιητική λύση.

Κεφάλαιο 2: ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΒΑΡΔΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

2.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Το πρόβλημα της βαρδιολόγησης του προσωπικού στη βιομηχανία ορίζεται ως τη διαδικασία κατασκευής ενός βέλτιστου οργανογράμματος εργασίας για το προσωπικό. Πιο γενικά, το πρόβλημα περιλαμβάνει τη στελέχωση κατάλληλα καταρτισμένου προσωπικού, ώστε να μπορεί να διεκπεραιώσει τη ζήτηση σε προκαθορισμένο χρόνο για διάφορες υπηρεσίες, λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες συμφωνίες βιομηχανικού περιεχομένου στο χώρο εργασίας, ικανοποιώντας παράλληλα προσωπικές προτιμήσεις των εργαζομένων (ERNST, et al., 2004).

Είναι εξαιρετικά δύσκολο να βρεθούν καλές λύσεις σε αυτά τα εξαιρετικά περιορισμένα και πολύπλοκα προβλήματα και ακόμη πιο δύσκολο να προσδιοριστούν οι βέλτιστες λύσεις που ελαχιστοποιούν το κόστος, ικανοποιούν τις προτιμήσεις των εργαζομένων, κατανέμουν τις βάρδιες ισότιμα μεταξύ των εργαζομένων και ικανοποιούν όλους τους περιορισμούς στο χώρο εργασίας (Jiang, et al., 2004). Επίσης, η διαφοροποίηση των αναγκών της κάθε βιομηχανίας είναι η αιτία να δίνονται διαφορετικές λύσεις του προβλήματος που να ικανοποιούν τις ανάγκες της κάθε μίας.

Περισσότερο εμφανές είναι το πρόβλημα στο νοσοκομειακό τομέα, όπως επίσης και στις αεροπορικές εταιρίες. Μάλιστα, για τις αεροπορικές τα έξοδα για το προσωπικό αποτελούν το δεύτερο μεγαλύτερο κόστος τους, μετά τα έξοδα για καύσιμα (Kohl & Karisch, 2004). Μείωση του κόστους κατά ένα μικρό ποσοστό συνήθως μεταφράζεται σε εξοικονόμηση δεκάδων εκατομμυρίων αμερικανικών δολλαρίων το χρόνο για μεγάλες εταιρίες (Kohl & Karisch, 2004).

Τα νοσοκομεία αντιμετωπίζουν αυξανόμενη πίεση στο κόστος, π.χ. το 42,2% των γερμανικών νοσοκομείων ανέφερε καθαρό έλλειμμα το 2013. Το 2013, το κόστος προσωπικού αντιστοιχούσε κατά μέσο όρο στο 58,9% του συνολικού κόστους, δείχνοντας τη σημασία της λήψης αποφάσεων προσωπικού και προγραμματισμού για νοσοκόμους (Burke, et al., 2004) και γιατρούς. Επιπλέον, οι κενές θέσεις είναι δύσκολο να πληρωθούν. Περίπου το ένα τρίτο όλων των νοσοκομείων αντιμετώπισαν προβλήματα με την εξεύρεση ειδικευμένου νοσηλευτικού προσωπικού το 2013. Σύμφωνα με έρευνα του 2011, το 70% των νοσοκόμων που ερωτήθηκαν δήλωσαν ότι δεν μπορούν να φανταστούν ότι, από άποψη των σωματικών τους δυνατοτήτων, θα

είναι σε θέση να δουλέψουν πέρα από την ηλικία των 55 ετών. Τα πιο συχνά αναφερθέντα θέματα είναι το υψηλό άγχος (56%), η έλλειψη εκτίμησης από τους εποπτικούς (62%) και ο αριθμός των συναδέλφων που τοποθετούνται σε μία βάρδια στη διαδικασία της βαρδιολόγησης (63%). (Fügener, et al., 2018)

Η ταξινόμηση που προτείνεται στην εργασία παρουσιάζει τη διαδικασία βαρδιοδότησης σε διάφορα στάδια που αρχίζουν με τον προσδιορισμό των απαιτήσεων στελέχωσης και τελειώνουν με τον προσδιορισμό της εργασίας που πρέπει να εκτελεστεί, σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο, από κάθε άτομο στη δουλειά. Παρόλο που τα στάδια υποδεικνύουν μια σταδιακή διαδικασία, η ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου συστήματος μπορεί να απαιτεί μόνο μερικά από αυτά και, σε πολλές πρακτικές εφαρμογές, πολλά από αυτά μπορούν να συνδυαστούν σε μία διαδικασία. Επιπλέον, τα απαιτούμενα στάδια διαφοροποιούνται για διάφορες εφαρμογές (Jiang, et al., 2004).

2.1.1. Στάδιο 1: Μοντελοποίηση Ζήτησης

Το πρώτο στάδιο για την ανάπτυξη ενός προγράμματος καθορίζει τον αριθμό του προσωπικού που απαιτείται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια κάποιας περιόδου προγραμματισμού ή βαρδιοδότησης. Το προσωπικό είναι απαραίτητο για την εκτέλεση καθηκόντων που προκύπτουν από συμβάντα κατά τη διάρκεια της προγραμματικής περιόδου. Στο πλαίσιο αυτό, ως συμβάντα θα μπορούσαν να οριστούν έρευνες σε ένα τηλεφωνικό κέντρο, μια καθορισμένη σειρά καθηκόντων, ένα χρονοδιάγραμμα αεροπορικής εταιρείας ή απλώς μια προκαθορισμένη βαρδιοδότηση προσωπικού.

Η μοντελοποίηση της ζήτησης είναι η διαδικασία της μετατροπής κάποιου προβλεπόμενου προτύπου συμβάντων σε συναφή καθήκοντα και στη συνέχεια η χρησιμοποίηση των απαιτήσεων για την εξασφάλιση της ζήτησης προσωπικού. Υπάρχουν τρεις ευρείες κατηγορίες περιστατικών στις οποίες μπορεί να βασιστεί η ζήτηση του προσωπικού: ζήτηση βάσει εργασιών, ευέλικτη ζήτηση και ζήτηση βάσει βαρδιών.

2.1.1.1. Ζήτηση βάσει εργασιών

Σε αυτή την περίπτωση η ζήτηση λαμβάνεται από τους καταλόγους των επιμέρους εργασιών που πρέπει να εκπονηθούν. Οι εργασίες καθορίζονται συνήθως με βάση τον χρόνο έναρξης και τη διάρκεια, ή ένα χρονικό παράθυρο εντός του οποίου πρέπει να ολοκληρωθεί η εργασία και τις δεξιότητες που απαιτούνται για την εκτέλεση της. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι εργασίες ενδέχεται να σχετίζονται με τοποθεσίες. Τα καθήκοντα συχνά προκύπτουν από χρονοδιαγράμματα των υπηρεσιών που πρέπει να εκτελούνται από έναν οργανισμό. Ένα αρχικό βήμα μοντελοποίησης της ζήτησης είναι να συνδυάσει μεμονωμένες εργασίες σε ακολουθίες εργασιών που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν από ένα άτομο. Αυτή η κατηγοριοποίηση της ζήτησης χρησιμοποιείται συνήθως στις εφαρμογές μεταφοράς όπου το στάδιο μοντελοποίησης της ζήτησης συνδέεται με τη βελτιστοποίηση της σύζευξης πληρώματος.

2.1.1.2. Ευέλικτη ζήτηση

Στις περιπτώσεις αυτές, η πιθανότητα εμφάνισης μελλοντικών περιστατικών είναι λιγότερο γνωστή και πρέπει να διαμορφώνεται χρησιμοποιώντας τεχνικές πρόβλεψης. Τα αιτήματα υπηρεσιών μπορεί να έχουν τυχαία ποσοστά άφιξης και ενδεχομένως τυχαίες ώρες εξυπηρέτησης. Η σύνδεση μεταξύ των αιτήσεων παροχής υπηρεσιών και των επιπέδων στελέχωσης συχνά λαμβάνει τη μορφή ενός προτύπου υπηρεσίας που εφαρμόζεται σε μια σειρά αναμονής των περιπτώσεων συμβάντων άφιξης. Το αποτέλεσμα είναι συνήθως ένας προσδιορισμός του αριθμού του προσωπικού που απαιτείται σε διαφορετικές ώρες της ημέρας για κάθε ημέρα στον ορίζοντα. Για παράδειγμα, τα επίπεδα προσωπικού θα μπορούσαν να καθοριστούν για κάθε ωριαίο διάστημα κατά τη διάρκεια μιας περιόδου προγραμματισμού τεσσάρων εβδομάδων. Αυτή η συσχέτιση με την ευέλικτη ζήτηση απαιτείται συχνά για τα τηλεφωνικά κέντρα, τις αστυνομικές υπηρεσίες και το προσωπικό εδάφους του αεροδρομίου.

Μόλις δημιουργηθεί το ευέλικτο μοντέλο ζήτησης, μπορεί να κατανεμηθεί σε βάρδιες που καλύπτουν τη ζήτηση. Για παράδειγμα, μπορεί να χρειαστούν έξι πρωινές βάρδιες για να καλυφθεί η ζήτηση μεταξύ 6 π.μ. και 2 μ.μ. σε μια δεδομένη ημέρα. Μόλις προσδιοριστούν οι βάρδιες, μπορούν να προγραμματιστούν σε γραμμές εργασίας. Εναλλακτικά, η ζήτηση μπορεί να τροφοδοτηθεί απευθείας στις μεταγενέστερες φάσεις βαρδιοδότησης ως περιορισμός στον αριθμό του προσωπικού που εργάζεται κάθε

φορά. Στην περίπτωση αυτή, απαραίτητα κόστος μπορούν να συνδέονται με την χαμηλή ή / και την υψηλή κάλυψη της ζήτησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτικό να επιτρέπεται η χαμηλή κάλυψη και να αντιμετωπίζεται με υπερωρίες.

2.1.1.3. Ζήτηση βάσει βαρδιών

Εδώ η ζήτηση λαμβάνεται απευθείας από τον προσδιορισμό του αριθμού των υπαλλήλων που απαιτείται να υπηρετούν κατά τη διάρκεια διαφορετικών βαρδιών. Η ζήτηση που βασίζεται σε βάρδιες δημιουργείται σε εφαρμογές όπως οι υπηρεσίες προγραμματισμού νοσηλευτών και ασθενοφόρων, όπου τα επίπεδα του προσωπικού καθορίζονται από την ανάγκη κάλυψης των μέτρων εξυπηρέτησης όπως ο λόγος νοσοκόμων / ασθενών ή οι χρόνοι απόκρισης. Η ζήτηση με βάση τις βάρδιες μπορεί επίσης να εφαρμοστεί ως απλούστευση της ζήτησης βάσει εργασιών ή της ευέλικτης ζήτησης.

2.1.2. Στάδιο 2: Προγραμματισμός Αδειών

Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο οι ημέρες ξεκούρασης πρέπει να διασκορπιστούν μεταξύ των εργασιμων ημερών για διαφορετικές γραμμές εργασίας. Αυτό το πρόβλημα προκύπτει πιο συχνά κατά το σχεδιασμό σε ευέλικτη ζήτηση ή στη ζήτηση με βάση τις βάρδιες σε σχέση με το σχεδιασμό σε ζήτηση βάσει εργασιών.

2.1.3. Στάδιο 3: Προγραμματισμός Βαρδιών

Ο προγραμματισμός βαρδιών ασχολείται με το πρόβλημα της επιλογής, από μια δυνητικά μεγάλη ομάδα υποψηφίων, ποιες βάρδιες θα είναι εργάσιμες, καθώς και με την ανάθεση του αριθμού των εργαζομένων σε κάθε μία βάρδια, προκειμένου να ικανοποιηθεί η ζήτηση. Κατά τη βαρδιολόγηση σε ευέλικτη ζήτηση πρέπει επίσης να εξετάσουμε το ωράριο εργασίας και τα διαλείμματα γευμάτων εντός των επιτρεπτών ορίων από τους κανονισμούς εργασίας τις απαιτήσεις της εταιρείας. Όταν βαρδιολογούμε με ζήτηση βάσει εργασιών, ο προγραμματισμός βαρδιών συνήθως

ονομάζεται προγραμματισμός προσωπικού ή τη βελτιστοποίηση ζευγαρώματος προσωπικού, όπου ο κύριος στόχος είναι να επιλεγεί ένα καλό σύνολο εφικτών καθηκόντων, βαρδιών ή ζευγών για να καλυφθούν όλες τις εργασίες. Αυτό το στάδιο είναι, προφανώς, περιττό όταν βαρδιολογούμε βασιζόμενοι σε ζήτηση βάσει βαρδιών.

2.1.4. Στάδιο 4: Κατασκευή Γραμμής Εργασιών

Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει τη δημιουργία γραμμών εργασιών, οι οποίες μερικές φορές αναφέρονται ως προγραμματισμός εργασιών ή γραμμές προσωπικού, που καλύπτουν το δρομολόγιο για κάθε μέλος του προσωπικού. Η διαδικασία κατασκευής μιας γραμμής εργασίας εξαρτάται από κάποια βασικά δομικά στοιχεία, συνήθως βάρδιες, καθήκοντα ή όρια, που χρησιμοποιούνται.

Εάν τα βασικά δομικά στοιχεία είναι οι βάρδιες, τότε οποιαδήποτε βάρδια μπορεί να εκχωρηθεί σε μεμονωμένες εργάσιμες ημέρες. Μπορεί να υπάρχουν κάποιοι επιπλέον περιορισμοί που περιορίζουν τα ισχύοντα μοτίβα βαρδιολόγησης, για παράδειγμα μπορεί να μην είναι δυνατό να ακολουθήσει ημερήσια βάρδια αμέσως μετά από μια ακολουθία νυχτερινών βαρδιών. Τα καθήκοντα προκύπτουν από εργασίες οι οποίες μπορεί να χρειαστούν μόνο ένα μέρος μίας βάρδιας ή μπορεί να εκτείνονται σε αρκετές βάρδιες. Κάθε καθήκον μπορεί να συμπεριληφθεί ακριβώς μία φορά στο ρόστερ. Τα όρια είναι προκαθορισμένες ακολουθίες των βαρδιών και των ημερών ανάπαυσης. Μπορεί να είναι το αποτέλεσμα μιας συσσωμάτωσης των καθηκόντων κατά τη μοντελοποίηση της ζήτησης ή απλώς προκαθορισμένα πρότυπα που αντικατοπτρίζουν τους κανόνες και κανονισμούς του χώρου εργασίας.

Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει μια εξέταση τόσο των κανόνων που αφορούν τις γραμμές εργασίας όσο και των κανόνων που αφορούν το πρότυπο της ζήτησης. Οι πρώτοι εξασφαλίζουν την επίτευξη του σκοπού των μεμονωμένων γραμμών εργασιών ενώ οι υπόλοιποι εξασφαλίζουν ότι, μαζί με τους προηγούμενους, ικανοποιούν τις απαιτήσεις εργασίας ανά πάσα στιγμή στον ορίζοντα της βαρδιολόγησης.

Η κατασκευή των γραμμών εργασιών συνήθως ονομάζεται προγραμματισμός περιήγησης όταν ασχολείται με την ευέλικτη ζήτηση, και βαρδιολόγηση προσωπικού όταν ασχολείται με ζευγαρώματα προσωπικού.

2.1.5. Στάδιο 5: Αντιστοίχιση Εργασιών

Μπορεί να χρειαστεί να οριστούν μία ή περισσότερες εργασίες που πρέπει να διεξαχθούν κατά τη διάρκεια κάθε βάρδιας. Αυτά τα καθήκοντα μπορεί να απαιτούν ιδιαίτερες δεξιότητες προσωπικού ή συγκεκριμένη ιεραρχία και συνεπώς πρέπει να συσχετιστούν με συγκεκριμένες γραμμές εργασίας.

2.1.6. Στάδιο 6: Ανάθεση Προσωπικού

Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την ανάθεση του κάθε εργαζομένου στις γραμμές εργασιών. Η ανάθεση του προσωπικού γίνεται συχνά κατά την κατασκευή του γραμμών εργασιών.

Κεφάλαιο 3: ΕΥΡΕΤΙΚΕΣ – ΜΕΤΑΕΥΡΕΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την επίλυση του προβλήματος έχουν αποπειραθεί πολλές προσεγγίσεις. Μερικές από αυτές το αντιμετωπίζουν πιο μαθηματικά και στοχεύουν στην επίτευξη βέλτιστης λύσης, ασχέτως χρόνου και κόστους. Άλλες προσπαθούν να δώσουν μια πιο πρακτική επίλυση του προβλήματος, στοχεύοντας κυρίως σε μία γρήγορη, φθηνή αλλά αποτελεσματική αντιμετώπιση. Οι λύσεις που προσφέρονται από αυτές συνήθως δεν είναι βέλτιστες. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν και οι ευρετικές και μεταευρετικές προσεγγίσεις. Όλο και περισσότερες εταιρείες στη βιομηχανία χρησιμοποιούν εργαλεία με αυτού του είδους προσεγγίσεις καθώς, παρότι δεν δίνουν την καλύτερη δυνατή επίλυση, η ευκολία χρήσης τους και η εξοικονόμηση τόσο χρόνου όσο και χρημάτων τις καθιστά προτιμότερες από άλλα πιο περίπλοκα εργαλεία. Παρακάτω αναλύονται περισσότερο, και δίνονται κάποια παραδείγματα χρησιμοποίησής τους.

3.1. Ορισμός των Μεθόδων

Οι ευρετικοί αλγόριθμοι βελτιστοποίησης αναζητούν καλές κι εφικτές λύσεις σε προβλήματα βελτιστοποίησης σε περιπτώσεις όπου η πολυπλοκότητα του προβλήματος ή ο περιορισμένος διαθέσιμος χρόνος για τη λύση του δεν επιτρέπουν την ακριβή λύση.

Σε αντίθεση με τους ακριβείς αλγορίθμους, όπου η χρονική αποτελεσματικότητα είναι ο κύριος δείκτης επιτυχίας, υπάρχουν δύο καίρια ζητήματα στην αξιολόγηση των ευρετικών: πόσο γρήγορα μπορούν να ληφθούν λύσεις και πόσο κοντά έρχονται στο να είναι βέλτιστες. Ένα ερευνητικό σώμα, ξεκινώντας από τις έρευνες του Graham σχετικά με τα ευρετικά για προβλήματα προγραμματισμού παράλληλου επεξεργαστή (Graham, 1969), απαιτεί πολυωνυμικώς οριοθετημένο χρόνο και επιδιώκει αποδεδειγμένα όρια στη χειρότερη περίπτωση ή τη μέγιστη απόκλιση ενός ευρετικού από τη βέλτιστη τιμή λύσης. Ένα άλλο, πρωτοπόρο από τον Karρ (1977), προσπαθεί να υπολογίσει την αναμενόμενη απόκλιση από τη βέλτιστη απόδοση, υποθέτοντας πολυωνυμικό χρόνο και μια πιθανοτική δομή για τις προβληματικές περιπτώσεις που εξετάστηκαν.

Και οι δύο αυτές προσεγγίσεις έχουν δώσει σημαντικές γνώσεις σε μια πληθώρα θεωρήσεων και προβλημάτων. Ένα ακόμη θετικό στοιχείο και των δύο είναι ότι έχουν την ελκυστικότητα της μαθηματικής βεβαιότητας. Ωστόσο, η αναλυτική τους δυσκολία, η οποία δυσχεραίνει την επίτευξη αποτελεσμάτων για τα πιο ρεαλιστικά προβλήματα και αλγορίθμους, περιορίζει σημαντικά το εύρος εφαρμογής τους. Επίσης, ένα αποτέλεσμα χειρότερης περίπτωσης, το οποίο είναι κατά ορισμό παθολογικό, μπορεί να μην παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο θα εκτελείται μια ευρετική προσέγγιση σε πιο αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις. Οι στοχαστικές αναλύσεις προσπαθούν να αποκλείσουν τέτοιες παθολογίες χαμηλής πιθανότητας, αλλά πολύ απλές υποκείμενες κατανομές στις περιπτώσεις συνήθως πρέπει να υποτεθεί ότι θα έχουν αποτελέσματα.

Ως συνέπεια αυτών των δυσκολιών, τα περισσότερα από τα πολλά ευρετικά που αναπτύχθηκαν για μεγάλα προβλήματα βελτιστοποίησης αξιολογούνται εμπειρικά - εφαρμόζοντας τις διαδικασίες σε μια συλλογή συγκεκριμένων περιπτώσεων και συγκρίνοντας την ποιότητα της παρατηρούμενης επίλυσης και την υπολογιστική επιβάρυνση. Ενώ αυτό έχει γίνει με τη μία και την άλλη λογική για δεκαετίες, η μάθηση με πειραματισμό δεν έρχεται τόσο φυσικά με τους σχεδιαστές αλγορίθμων, οι οποίοι εκπαιδεύονται στον πολιτισμό των μαθηματικών, όπως και στους ερευνητές άλλων κλάδων της μηχανικής και των επιστημών. Εξακολουθεί να είναι συγκριτικά σπάνιο, δεδομένου του μεγάλου όγκου της βιβλιογραφίας για τα ευρετικά, να συναντάμε καλά σχεδιασμένα υπολογιστικά πειράματα που παράγουν πραγματικές ιδέες είτε για επαγγελματίες είτε για ερευνητές. (Rardin & Uzsoy, 2001)

Μια μεταευρετική μέθοδος είναι ένας αλγόριθμος υψηλού επιπέδου, ανεξάρτητος από προβλήματα, που παρέχει ένα σύνολο οδηγιών ή στρατηγικών για την ανάπτυξη ευρετικών αλγορίθμων βελτιστοποίησης. Ο όρος χρησιμοποιείται επίσης για να αναφερθεί σε μία συγκεκριμένη επίλυση ενός ευρετικού αλγορίθμου βελτιστοποίησης σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές που εκφράζονται σε ένα τέτοιο πλαίσιο. (Glover & Kochenberger, 2003)

Ο όρος “μεταευρετικός” έχει χρησιμοποιηθεί (και χρησιμοποιείται) για δύο τελείως διαφορετικά πράγματα. Το ένα είναι ένα υψηλού επιπέδου πλαίσιο, ένα σύνολο από έννοιες και στρατηγικές που συνδυάζονται και προσφέρουν μια προοπτική για την ανάπτυξη αλγορίθμων βελτιστοποίησης. Με αυτή την έννοια, η μεταβαλλόμενη αναζήτηση γειτονιάς (N.Mladenović & P.Hansen, 1997) δεν είναι τίποτα περισσότερο

(ή λιγότερο) από την ιδέα να χρησιμοποιήσουμε διαφορετικούς τοπικούς φορείς αναζήτησης για να δουλέψουμε σε μια ενιαία λύση μαζί με έναν χειριστή διαταραχών αφού όλες οι γειτονιές έχουν φτάσει σε τοπικό βέλτιστο επίπεδο. Υπάρχει ένα συναρπαστικό κίνητρο, καθώς και μια μεγάλη ποσότητα εμπειρικών στοιχείων, για ποιο λόγο η αναζήτηση πολυγώνων είναι πράγματι μια πολύ καλή ιδέα. Αυτό το κίνητρο βασικά καταλήγει στο γεγονός ότι μια τοπική βέλτιστη για έναν τοπικό χειριστή αναζήτησης (ή μια δομή γειτονιάς) δεν είναι συνήθως τοπική βέλτιστη για έναν άλλο χειριστή τοπικής αναζήτησης. Η ιδέα να μεταβούμε σε διαφορετικό τοπικό χειριστή αναζήτησης μόλις βρεθεί μια τοπική βέλτιστη λύση είναι συνεπώς τόσο λογική όσο και πρακτικά εξαιρετικά ισχυρή.

Η δεύτερη έννοια του όρου "μεταερευνητικός" υποδηλώνει μια συγκεκριμένη εφαρμογή ενός αλγορίθμου βασισμένου σε ένα τέτοιο πλαίσιο (ή σε ένα συνδυασμό εννοιών από διαφορετικά πλαίσια) που έχουν σχεδιαστεί για να βρουν μια λύση σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα βελτιστοποίησης. Ο αλγόριθμος βασισμένος στη μεταβαλλόμενη αναζήτηση γειτονιάς για το πρόβλημα δρομολόγησης θέσης από τους (Jarboui, et al., 2013) είναι ένα παράδειγμα ενός μεταερευνητικού αλγορίθμου με αυτή την έννοια. (Sorensen, et al., 2017)

3.2. Επίλυση Προβλημάτων με Μεταερευνητικούς Αλγορίθμους

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν μερικές επιλύσεις που έχουν δοθεί με μεταερευνητικούς αλγόριθμους για προβλήματα βαρδιολόγησης. Δυστυχώς δεν υπάρχει αρκετό υλικό για τον τομέα της βιομηχανίας στον οποίο ασχοληθήκαμε εμείς, οπότε θα παρουσιαστούν επιλύσεις για προβλήματα βαρδιολόγησης σε άλλου τομείς, όπως τον νοσηλευτικό. Ένας από τους λόγους που εμείς ακολουθήσαμε μια δική μας προσέγγιση και όχι μία από αυτές που θα αναφερθούν είναι ότι το πρόβλημα βαρδιολόγησης διαφοροποιείται από τομέα σε τομέα, οπότε και η επίλυση δεν θα μπορούσε να είναι ίδια.

3.2.1. Επίλυση για το Νοσηλευτικό Πρόβλημα Βαρδιολόγησης

Η μέθοδος που εξετάζεται σε αυτό το παράδειγμα είναι μια προσέγγιση δύο σταδίων για μια βαρδιολόγηση υψηλής ποιότητας: ένας αλγόριθμος αρχικοποίησης και μια μεταερευτική διαδικασία. Ο στόχος του πρώτου βήματος είναι να βρεθεί μια λύση που να ικανοποιεί τους δύσκολους περιορισμούς, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι μαλακοί περιορισμοί στα προσωπικά προγράμματα. Ένας αλγόριθμος ελέγχου συνέπειας, ο οποίος εκτελεί μερικούς απλούς ελέγχους στα δεδομένα εισόδου, ενημερώνει τον χρήστη του συστήματος σχετικά με τις δυσκολίες (παραβιάσεις σκληρών περιορισμών). Αυτός ο αλγόριθμος παρέχει βοήθεια για τον καθορισμό των περιορισμών, επιτρέποντας την προσαρμογή των απαιτήσεων προσωπικού ή τον αριθμό του διαθέσιμου προσωπικού στο θάλαμο. Οι λεπτομέρειες αυτού του αλγόριθμου παρουσιάζονται από τους De Causmaecker και Vanden Berghe (2002). Στο δεύτερο βήμα, εφαρμόζεται ένας αποδοτικός αλγόριθμος αναζήτησης υβριδικών ταμπού (Burke, et al., 2001a) στον οποίο ορίζονται οι απαιτούμενες βάρδιες. Οι μεταερευτικοί αλγόριθμοι δεν θα παραβιάζουν ποτέ τους σκληρούς περιορισμούς τους κατά τη διαδικασία εύρεσης ενός χρονοδιαγράμματος που ταιριάζει με όσο το δυνατόν περισσότερους μαλακούς περιορισμούς.

3.2.1.1. Αρχικοποίηση

Η φάση αρχικοποίησης που χρησιμοποιήθηκε στην προηγούμενη προσέγγιση (Burke, et al., 2001a) διατηρείται στους αλγορίθμους που περιγράφονται εδώ. Το πρώτο μέρος αυτής της ενότητας συνοψίζει τις βασικές ιδέες πίσω από την προετοιμασία. Πρέπει να εκτελεστεί ένα επιπλέον βήμα αρχικοποίησης για να μεταφραστούν οι απαιτήσεις προσωπικού από χρονικά διαστήματα σε τύπους βαρδιών. Το αποτέλεσμα αυτού του βήματος είναι η είσοδος για το κανονικό βήμα αρχικοποίησης (βλ. Εικόνα 3). Η διαδικασία εξηγείται σε μεταγενέστερο μέρος αυτού του τμήματος.

Προσέγγιση με Βάση Βαρδιών

Ο μόνος στόχος του σταδίου αρχικοποίησης είναι η κατασκευή μιας εφικτής λύσης. Η ποιότητα της λύσης δεν λαμβάνεται υπόψη, επειδή ο αλγόριθμος προγραμματισμού μπορεί να αντιμετωπίσει οποιαδήποτε είσοδο, αρκεί να μην παραβιάζει κανέναν σκληρό περιορισμό. Η κατασκευή ενός αρχικού χρονοδιαγράμματος είναι απλή, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχουν αρκετοί εξειδικευμένοι στο θάλαμο. Διακρίνονται τρεις επιλογές για την κατασκευή του αρχικού χρονοδιαγράμματος: ξεκινώντας από το τρέχον χρονοδιάγραμμα (εάν υπάρχει ήδη), ξεκινώντας από το χρονοδιάγραμμα της προηγούμενης περιόδου προγραμματισμού ή δημιουργώντας ένα εντελώς τυχαίο

αρχικό χρονοδιάγραμμα. Λεπτομέρειες του επικοινωνητικού αλγορίθμου αρχικοποίησης μπορούν να βρεθούν στους De Causmaecker και Vanden Berghe (2002).

Προσέγγιση χρονικού διαστήματος

Ο κύριος στόχος είναι να βρεθούν, για κάθε ημέρα της προγραμματικής περιόδου, συνδυασμοί βαρδιών που να πληρούν τις απαιτήσεις του προσωπικού. Φυσικά, τα τυχαία "απαιτούμενα χρονικά διαστήματα" δεν θα οδηγήσουν σε εφικτούς συνδυασμούς βαρδιών. Αναφέρονται αδυναμίες και παρέχεται βοήθεια στους υπεύθυνους σχεδιασμού για τον καθορισμό εφικτών περιορισμών, είτε προσθέτοντας τους κατάλληλους τύπους βαρδιών στο πρόβλημα είτε τροποποιώντας τους περιορισμούς. Λόγω της διαδικασίας ελέγχου της συνέπειας, τα προβλήματα είναι πάντα επιλύσιμα και δεν αντιμετωπίσαμε ποτέ προβλήματα πραγματικού κόσμου με πολύ μεγάλο αριθμό διαφορετικών τύπων βαρδιών. Για προβλήματα αυτής της πολυπλοκότητας, ένας απλός αλγόριθμος μαθηματικού προγραμματισμού μπορεί να παράγει βέλτιστες λύσεις σε αμελητέο χρόνο υπολογισμού. Στον αλγόριθμο, προσπαθούμε να βρούμε ένα σύνολο βαρδιών για τις οποίες, σε κάθε χρονική στιγμή, οι απαιτήσεις προσωπικού ικανοποιούνται χωρίς πλεόνασμα προσωπικού. Αν το σετ περιέχει τύπους βαρδιών που συνδέονται μεταξύ τους σφιχτά χωρίς να ταιριάζει ακριβώς η ώρα έναρξης και λήξης, λαμβάνονται υπόψη οι διορθώσεις. Στην πράξη, απαριθμούνται όλες τις πιθανές λύσεις χρησιμοποιώντας γραμμικό προγραμματισμό και στη συνέχεια επιλέγουμε τυχαία μεταξύ αυτών των δυνατοτήτων.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή των απαιτήσεων προσωπικού με βάση τα χρονικά διαστήματα σε συνδυασμούς τύπου βαρδιών, που περιγράφεται στην Εικόνα 1, θα λειτουργήσει μόνο εάν υπάρχει τουλάχιστον ένας συνδυασμός βαρδιών, ο οποίος ταιριάζει με τις απαιτήσεις χρονικού διαστήματος.

3.2.1.2. Βελτίωση της Ποιότητας του Προγράμματος

Ο σκοπός του αλγορίθμου προγραμματισμού είναι να αναδιοργανώσει τις αντιστοιχισμένες βάρδιες προκειμένου να μειώσει την αξία της συνάρτησης κόστους. Σε αυτό το μέρος του αλγορίθμου βαρδιολόγησης νοσοκόμων, οι μεταερευτικοί αλγόριθμοι εφαρμόζονται στο προκαταρκτικό πρόγραμμα προκειμένου να μειωθούν οι παραβιάσεις των μαλακών περιορισμών. Για αυτό το βήμα, μπορούμε να

βασιστούμε στους αλγόριθμους που αναπτύχθηκαν για τις απαιτήσεις τύπου βαρδιών σε προηγούμενες έρευνες (Burke, et al., 1999) (Burke, et al., 2001a). Σε αυτή την ενότητα θα συνοψιστούν πρώτα οι βασικές ιδέες των αρχικών μεθόδων πριν περιγραφούν λεπτομερώς οι νέοι αλγόριθμοι.

Μεταερευνητικοί Αλγόριθμοι σε Περιβάλλον Τύπου Βαρδιών

Στις έρευνες των Burke et al. (1999) (2001a), εισάγονται οι λεπτομέρειες μιας μεταερευνητικής προσέγγισης. Ένας αρχικός αλγόριθμος αναζήτησης ταμπού χρησιμοποίησε ένα περιβάλλον όπου οι βάρδιες μπορούν να μετακινηθούν από ένα άτομο σε άλλο την ίδια ημέρα. Αυτό το βήμα θα αναφέρεται ως κίνηση. Ο μόνος

περιορισμός στις κινήσεις είναι η διατήρηση της ικανοποίησης των σκληρών

DEFINE

- **TIMELIST**: ordered list of length $L_{timelist}$ containing all the start and end times in the time interval requirements in addition to all the start and end times of the shift types, duplicates are removed.
- **REQUIREMENT**: ordered list of length $L_{timelist}$ containing the personnel requirements for the corresponding time in **TIMELIST**.
- **SOLUTION**: list of length N (number of shift types) giving the number of appearances for each corresponding shift type in the solution.
- **START, END**: two lists of length N , giving the start and end times of the corresponding shift types.
- **JOIN**: 1/0 matrix with dimension $N*N$ depicting the shift types which join together tightly.
- **RELAXATION**: list of length $L_{timelist}$, the elements of the list give the relaxation of the personnel requirements according to the **JOIN MATRIX**.

\forall shift types A, B and $\forall x \in \text{TIMELIST}$
 IF $\text{JOIN}[A][B]=1$
 IF $(\text{END}[A] < x \text{ AND } x \leq \text{START}[B])$
 THEN $\text{RELAXATION}[x] = \min\{\text{SOLUTION}[A], \text{SOLUTION}[B]\}$
 ELSE
 IF $(\text{START}[B] \leq x) \text{ AND } (x < \text{END}[A])$
 THEN $\text{RELAXATION}[x] = -\min\{\text{SOLUTION}[A], \text{SOLUTION}[B]\}$
 ELSE $\text{RELAXATION}[x] = 0$

- **AVAILABLE**: list of length $L_{timelist}$, for each element x giving the number of personnel scheduled at time $\text{TIMELIST}[x]$ according to **SOLUTION** and taking **RELAXATION** into account

$\text{AVAILABLE}[x]$
 $= \sum_s (\text{SOLUTION}[s] + \text{RELAXATION}[x]) * ((\text{START}[s] \leq \text{TIMELIST}[x]) \text{ AND } (\text{TIMELIST}[x] < \text{END}[s]))$

- **DIFFERENCE**:
 list of length $L_{timelist}$, for each element x depicting the difference between $\text{REQUIREMENT}[x]$ and $\text{AVAILABLE}[x]$

SOLVE THE LINEAR PROBLEM:

ENUMERATE all possibilities for **SOLUTION**
SUBJECT TO
 $\text{DIFFERENCE}[y] \leq 0 \forall y$

Εικόνα 1 - Αλγόριθμος για τη φάση αρχικοποίησης στην περίπτωση απαιτήσεων των χρονικών διαστημάτων του προσωπικού

περιορισμών. Επομένως, μια βάρδια για μια συγκεκριμένη κατηγορία δεξιοτήτων δεν μπορεί να μετακινηθεί σε ένα άτομο που δεν είναι ικανό να το κάνει. Η κίνηση μιας βάρδιας σε ένα πρόσωπο που έχει ήδη ανατεθεί σε αυτήν την ημέρα που εξετάζεται είναι επίσης απαγορευμένη (σύμφωνα με τον δεύτερο σκληρό περιορισμό). Αυτό το μέρος του αλγορίθμου αναζήτησης ταμπού είναι το βασικό μέρος. Παρέχει λύσεις για τον ανυπόμονο προγραμματιστή, ο οποίος, για παράδειγμα, ενδιαφέρεται μόνο να

ελέγξει εάν οι προτιμώμενες περιόδους διακοπών ορισμένων νοσοκόμων είναι ρεαλιστικές. Ο αλγόριθμος δεν είναι αρκετά ισχυρός για να παράγει προγράμματα υψηλής ποιότητας. Για να λάβουμε τέτοιες λύσεις, αναπτύξαμε υβριδισμούς του αλγορίθμου αναζήτησης ταμπού.

Ανάλογα με την απαιτούμενη ποιότητα του αποτελέσματος, ο υπεύθυνος προγραμματισμού μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε διάφορες επιλογές. Η πιο χρονοβόρα επιλογή πηγαίνει επανειλημμένα σε όλες τις φάσεις υβριδισμού και έτσι προσφέρει ένα αποτέλεσμα υψηλής ποιότητας. Ένας από τους υβριδισμούς (πλήρη Σαββατοκύριακα) συνίσταται στην επίλυση ενός συγκεκριμένου μαλακού περιορισμού, δηλαδή της απαίτησης είτε να έχει ο εργαζόμενος ελεύθερο το Σαββατοκύριακο είτε να εργάζεται ολόκληρο το Σαββατοκύριακο. Με την επίλυση αυτού του περιορισμού στο μέγιστο δυνατό βαθμό, η λύση μετακινείται σε ένα εντελώς διαφορετικό μέρος του χώρου αναζήτησης, επειδή οι άλλοι περιορισμοί δεν λαμβάνονται υπόψη. Θεωρούμε αυτό ως μια κίνηση διαφοροποίησης, μετά την οποία ο απλός αλγόριθμος αναζήτησης ταμπού μπορεί να τρέξει και πάλι.

Ένας δεύτερος υβριδισμός (το χειρότερο προσωπικό πρόγραμμα) στοχεύει στη βελτίωση του χειρότερου προσωπικού χρονοδιαγράμματος μεταβάλλοντας ένα μεγάλο μέρος (μεταξύ μίας και μισής περιόδου προγραμματισμού) αυτού του χρονοδιαγράμματος με το χρονοδιάγραμμα κάποιου άλλου. Ο αλγόριθμος θα επιλέξει τον καλύτερο δυνατό μεταγωγέα, αλλά μπορεί ακόμα να επιδεινώσει το χρονοδιάγραμμα ενός άλλου ατόμου. Σε κάθε περίπτωση, ο αλγόριθμος απλής κίνησης θα εφαρμοστεί για την αναζήτηση καλύτερων λύσεων μετά. Το τρίτο κύριο βήμα υβριδισμού (άπληστος συνδυασμός) είναι ένα μάλλον χρονοβόρο βήμα. Είναι όμως δημοφιλές στους χρήστες, διότι είναι σχεδόν αδύνατο να βελτιωθεί χειροκίνητα μια λύση που παράγεται με αυτόν τον τρόπο. Αυτό το βήμα αναζητά εξαντλητικά το περιβάλλον όλων των πιθανών εναλλαγών μεταξύ των τμημάτων (πάλι από μία ημέρα έως το ήμισυ της περιόδου προγραμματισμού) των προγραμμάτων των δύο νοσοκόμων. Κανένας από τους υβριδισμούς που εξετάζονται δεν επιτρέπει παραβιάσεις σκληρών περιορισμών.

Μεταερευνητικοί Αλγόριθμοι στο Περιβάλλον Απαιτήσεων των Χρονικών Διαστημάτων

Σε αυτόν τον σύνθετο αλγόριθμο, οι τύποι βαρδιών στα προσωπικά προγράμματα θα μετακινούνται από το ένα άτομο στο άλλο, ενώ οι συνδυασμοί βαρδιών που

ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προσωπικού θα ποικίλουν (αυτές είναι οι ανταλλαγές στην Εικόνα 3). Σε αυτό το εναλλασσόμενο σύστημα, η δυνατότητα ικανοποίησης των απαιτήσεων του προσωπικού με διαφορετικούς συνδυασμούς βαρδιών διευρύνει τον χώρο λύσης, ο οποίος επηρεάζει σημαντικά τον χρόνο υπολογισμού. Προκειμένου να διατηρηθεί ο χρόνος εκτέλεσης όσο το δυνατόν χαμηλότερα, έχουμε συντονίσει την εναλλαγή κινήσεων και ανταλλάσσουμε πειραματικά προσαρμόζοντας τα κριτήρια στάσης για κάθε ένα από αυτά (βλ. Εικόνα 2). Ο αλγόριθμος ξεκινάει με τις κινήσεις αναζήτησης ταμπού μέχρι να φτάσει το κριτήριο στάσης για τις κινήσεις (που είναι ένας αριθμός επαναλήψεων χωρίς βελτίωση). Στο πλαίσιο της προσέγγισης των απαιτήσεων προσωπικού χρόνου, επιτρέπουμε μια διαφοροποίηση πραγματοποιώντας εναλλαγές στο χρονοδιάγραμμα αντί να στραφούμε άμεσα στις υβριδοποιήσεις. Για κάθε ημέρα της περιόδου προγραμματισμού, ο αλγόριθμος αναζητά όλες τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις για τους συνδυασμούς βαρδιών. Η καλύτερη από αυτές τις ανταλλαγές θα γίνει σε κάθε περίπτωση (ακόμα και αν η ποιότητα του χρονοδιαγράμματος επιδεινωθεί). Η συνάρτηση κόστους που χρησιμοποιείται (Burke, et al., 2001b) επιτρέπει τον γρήγορο υπολογισμό των καλύτερων ατόμων στους οποίους να εκχωρηθεί το νέο σύνολο βαρδιολόγησης. Ας υποθέσουμε, για παράδειγμα, ότι το άτομο Α λειτουργεί κατά την περίοδο 8: 00-17: 00 και ότι θέλουμε να ανταλλάξουμε αυτόν τον τύπο βάρδιας σε 8: 00 - 12: 00 13: 00 -17: 00 (υπό την προϋπόθεση ότι ορίζονται ως ενωμένες μαζί σφιχτά). Οι αλγόριθμοί μας θα βρουν (λαμβάνοντας υπόψη το τρέχον χρονοδιάγραμμα) το καλύτερο ζεύγος Β και C του προσωπικού (από άποψη κόστους) για να πραγματοποιήσουν τον τύπο μετατόπισης 8: 00-12: 00 και 13: 00-17: 00. Το βήμα ανταλλαγής θα επαναληφθεί μέχρι να επιδεινωθεί το χρονοδιάγραμμα. Μετά την εναλλαγή, είναι πολύ πιθανό κάποιες μετακινήσεις αναζήτησης ταμπού να επιτρέψουν και πάλι τη βελτίωση του χρονοδιαγράμματος. Αυτή η συνδυασμένη διαδικασία κινήσεων και ανταλλαγών επαναλαμβάνεται μέχρι να επιτευχθεί ένα άλλο κριτήριο στάσης, υπολογίζοντας τις επαναλήψεις χωρίς βελτίωση. Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του προβλήματος και τις επιθυμίες του σχεδιαστή, το επόμενο βήμα είναι ένας από τους υβριδισμούς που περιεγράφηκαν προηγουμένως. Οι διαστάσεις του προβλήματος (αριθμός προγραμματισμένου προσωπικού, αριθμός διαφορετικών τύπων βαρδιών, διάρκεια προγραμματισμού κ.λπ.), θα επηρεάσουν το μέγεθος του χώρου λύσης. Οι διαστάσεις θα απεικονίζουν το συνολικό κριτήριο στάσης καθώς και τα κριτήρια στάσης για τις κινήσεις και τις υβριδοποιήσεις. Το σχήμα 2 δείχνει την πιο προηγμένη επιλογή, στην οποία εκτελούνται όλα τα βήματα υβριδισμού.

```

INITIALIZE schedule X (result of Figure. 1)
BEST_SCHEDULE=X; number_steps=0

WHILE (number_steps < maximum_number_steps)
  number_moves=0; number_swaps=0; weekend_step=0; worst_personal_schedule=0
  WHILE (number_moves < maximum_number_moves)
    X'=move(X)
    IF (f(X') < f(BEST_SCHEDULE))
      number_moves=0, number_steps=0, BEST_SCHEDULE=X'
    ELSE
      number_moves=number_moves+1, number_steps=number_steps+1
    X=X'
  END
  WHILE (number_swaps = 0)
    X'=swap(X)
    IF (f(X') < f(BEST_SCHEDULE))
      number_steps=0, BEST_SCHEDULE=X'
    ELSE
      number_swaps=number_swaps+1
    X=X'
  END
  IF (number_weekend_steps < maximum_number_weekend_steps)
    X'=WEEKEND_STEP(X)
    IF (f(X') < f(BEST_SCHEDULE))
      number_steps=0, BEST_SCHEDULE=X'
    ELSE
      number_weekend_steps=number_weekend_steps+1
    X=X'
  END
  ELSE
    WHILE (worst_personal_schedule=0)
      X'=WORST_PERSONAL_SCHEDULE(X)
      IF (f(X') < f(BEST_SCHEDULE))
        number_steps=0, number_weekend_steps=0, BEST_SCHEDULE=X'
      ELSE
        worst_personal_schedule=worst_personal_schedule+1
      X=X'
    END
  END
BEST_SCHEDULE=GREEDY_SHUFFLING(BEST_SCHEDULE)

maximum_number_steps, maximum_number_moves and
maximum_number_weekend_steps are calculated before the algorithm starts as
function of the dimensions of the search space, f denotes the cost function

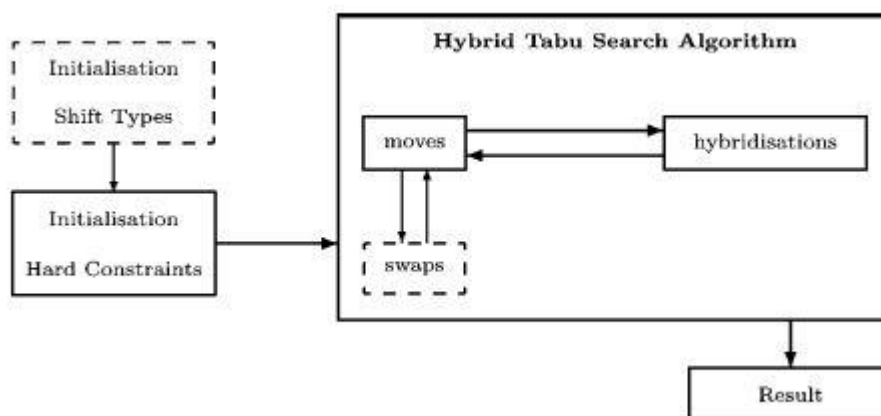
```

Εικόνα 2 – Ευρετικός αλγόριθμος για τη φάση προγραμματισμού όταν χρησιμοποιούνται απαιτήσεις των χρονικών διαστημάτων του προσωπικού.

3.2.1.3. Διάγραμμα των Μονάδων

Σε αυτήν την ενότητα καταδεικνύεται πού βρίσκονται τα νέα τμήματα του αλγορίθμου. Η αρχικοποίηση και οι υβριδοποιήσεις, οι οποίες συνοψίζονται προηγουμένως και περιγράφονται πλήρως στο Burke et al. (2001a), αντιπροσωπεύονται από ένα μόνο πλαίσιο στην Εικόνα 3.

Το διάγραμμα δείχνει μόνο το τμήμα του σχεδίου το οποίο επηρεάζεται από τις απαιτήσεις προσωπικού χρόνου. Στην περίπτωση που οι απαιτήσεις προσωπικού εκφράζονται ως απαιτήσεις χρόνου, χρησιμοποιούνται τα τεμάχια σε διακεκομμένα πλαίσια. Το λογισμικό μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί με τον αρχικό τρόπο (με απαιτήσεις προσωπικού τύπου βαρδιών) και στη συνέχεια απλά παραλείπει τα τμήματα του αλγορίθμου που παριστάνονται με διακεκομμένα πλαίσια στο διάγραμμα. (Burke, et al., 2007)



Εικόνα 3 - Διάγραμμα του αλγορίθμου για το πρόβλημα της συσσώρευσης νοσοκόμων με απαιτήσεις των χρονικών διαστημάτων του προσωπικού

3.2.2. Επίλυση για το Πρόβλημα σε Αεροπορικές Εταιρίες

Στη συνέχεια ακολουθεί ένα παράδειγμα επίλυσης του προβλήματος που πραγματοποιήθηκε από τους Armas et al. (2016) για μια αεροπορική εταιρία.

3.2.2.1. Καινοτόμες Πτυχές και Μελέτη Περιπτώσεων

Οι αεροπορικές εταιρίες χρησιμοποιούν διαφορετικό λογισμικό βελτιστοποίησης για τη δημιουργία της βαρδιολόγησης του πληρώματος. Οι υφιστάμενοι εμπορικοί διαχειριστές παρέχουν εργαλεία για τη διαχείριση του προγραμματισμού του πληρώματος, όπως η δημιουργία ζεύξεων και δρομολογίων, και επιτρέπουν ακόμη και την εξέταση ρεαλιστικών χαρακτηριστικών όπως οι προτιμήσεις των μελών του πληρώματος. Η αεροπορική εταιρία από την οποία η συγκεκριμένη έρευνα έχει πάρει

την ρεαλιστική της υπόθεση επιβάλλει πολλούς από τους περιορισμούς που συναντώνται συνήθως σε αεροπορικές εταιρείες κατά τη διάρκεια της δημιουργίας καταλόγων πληρώματος. Έτσι, παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιούν ένα ακριβό εμπορικό λογισμικό, η «βέλτιστη» λύση που παρέχει πρέπει να προσαρμοστεί με το χέρι προκειμένου να ικανοποιηθούν οι μυριάδες πρόσθετοι περιορισμοί που δεν είχαν αρχικά συμπεριληφθεί στο μοντέλο. Αυτή η χειροκίνητη ρύθμιση χρησιμοποιείται για αρκετές ώρες και μετά τις αλλαγές στην αρχική λύση, αυτή γίνεται εφικτή - ικανοποιεί τους νέους περιορισμούς, τους κανονισμούς και τους κανόνες - αλλά φυσικά δεν είναι πλέον βέλτιστη. Για την εξερεύνηση μίας διαφορετικής προσέγγισης που αποφεύγει την ανάγκη για χειροκίνητο συντονισμό και που μειώνει σημαντικά το χρόνο που απαιτείται για την επίτευξη μιας εφικτής λύσης, αναπτύχθηκε μια προσέγγιση πολλαπλών εκκινήσεων βασισμένη σε μια προκαθορισμένη ευρετική προσέγγιση. Η κύρια διαφορά της προσέγγισης αυτής σε σχέση με άλλες προηγούμενες είναι ο όγκος των ρεαλιστικών περιορισμών που εξετάζονται.

Συγκεκριμένα, στην μελέτη των περιπτώσεών μας θεωρούμε τους ακόλουθους περιορισμούς για κάθε μέλος του πληρώματος, οι οποίοι είναι παρόμοιοι με αυτούς που μπορούν να βρεθούν σε άλλες αεροπορικές εταιρείες:

- Ο συνολικός ετήσιος χρόνος πτήσης δεν μπορεί να υπερβαίνει τις 900 ώρες,
- Κατά τη διάρκεια 28 συνεχόμενων ημερών, ο συνολικός χρόνος πτήσης δεν μπορεί να υπερβαίνει τις 100 ώρες,
- 36 ώρες ανάπαυσης κάθε 7 ημέρες,
- Έως 945 ώρες πτήσης σε 12 διαδοχικούς μήνες,
- Έως 190 ώρες δραστηριότητας σε 28 διαδοχικές ημέρες,
- Έως 60 ώρες δραστηριότητας σε 7 συνεχόμενες ημέρες,
- Έως 1800 ώρες δραστηριότητας σε ένα χρόνο (ο περιορισμός αυτός μπορεί να ξεπεραστεί έως και 200 ώρες αν το μέλος του πληρώματος αναπτύξει πρόσθετα διοικητικά καθήκοντα).

Επίσης, βάσει των πληροφοριών που παρέχει ο διαχειριστής αεροπορικών εταιρειών, στην μελέτη περιπτώσεων μας θεωρούμε ότι η πτητική δραστηριότητα ξεκινάει:

- 45 λεπτά πριν από την προγραμματισμένη ώρα αναχώρησης, όταν ο χρόνος αποκλεισμού είναι μικρότερος ή ίσος έως 3 ώρες,

- 60 λεπτά πριν από την προγραμματισμένη ώρα αναχώρησης, όταν ο χρόνος αποκλεισμού είναι μεγαλύτερος από 3 ώρες,
- 45 λεπτά πριν από την προγραμματισμένη ώρα αναχώρησης, εάν η πτήση δεν φέρει κανέναν επιβάτη (ανεξάρτητα, στην περίπτωση αυτή, του χρόνου αποκλεισμού).

Για κάθε δεδομένη ημέρα, μπορεί να υπάρχει πάντα ένας μέλος του πληρώματος σε καθεστώς αναμονής, δηλαδή, ένα μέλος του πληρώματος που πρέπει να είναι έτοιμο στο σπίτι σε περίπτωση που κάποιος άλλος αρρωστήσει εκείνη την ημέρα. Επιπλέον, η αεροπορική εταιρεία επιβάλλει, για κάθε μέλος του πληρώματος, μέγιστο ημερήσιο χρόνο δραστηριότητας 13 ωρών. Ωστόσο, για την τρίτη και για κάθε μία διαδοχική πτήση έπειτα, κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης ημέρας, αυτές οι 13 ώρες μειώνονται κατά 30 λεπτά μέχρι τη μέγιστη μείωση των 2 ωρών. Επιπλέον, όταν αρχίζει η περίοδος πτητικής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της περιόδου ελάχιστης καρδιακής δραστηριότητας (μεταξύ 2:00 π.μ. και 5:59 π.μ.), ο μέγιστος ημερήσιος χρόνος δραστηριότητας μειώνεται κατά 100% του χρόνου πτήσης που επικαλύπτεται με την περίοδο ελάχιστης καρδιακής δραστηριότητας, έως και 2 ώρες. Όταν η περίοδος πτητικής δραστηριότητας λήγει κατά τη διάρκεια της περιόδου ελάχιστης καρδιακής δραστηριότητας, ο χρόνος που θα μειωθεί θα είναι το 50% του χρόνου πτήσης που επικαλύπτεται με την περίοδο ελάχιστης καρδιακής δραστηριότητας. Παρατηρήστε ότι η συμπερίληψη όλων αυτών των περιορισμών και των κανόνων αποφάσεων σε ένα επίσημο μοντέλο βελτιστοποίησης μπορεί να είναι ένα αρκετά κουραστικό, επιρρεπές στο σφάλμα και χρονοβόρο έργο, γεγονός που εξηγεί γιατί ορισμένες αεροπορικές εταιρείες χρησιμοποιούν μια προσέγγιση δύο σταδίων: πρώτα χρησιμοποιούν εμπορικό λογισμικό για να λύσουν απλοποιημένη έκδοση του μοντέλου πραγματικής ζωής. Έπειτα, ρυθμίζουν χειροκίνητα τη λύση ώστε να πληρούν όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές.

3.2.2.2. Ο Τυχαίος Αλγόριθμος Πολλαπλών Εκκινήσεων

Λαμβάνοντας υπόψη όλους τους περιορισμούς και τους κανόνες απόφασης που περιγράφονται στην προηγούμενη ενότητα, η προσέγγισή επίλυσης αυτής της εργασίας χρησιμοποιεί έναν τυχαίο αλγόριθμο πολλαπλών εκκινήσεων, παρόμοιο με αυτόν που παρουσιάζεται στους Juan et al. (2013a)- προκειμένου να δημιουργηθεί μια εφικτή λύση. Στη συνέχεια, αυτή η εφικτή λύση ενισχύεται μέσω μιας τοπικής διαδικασίας αναζήτησης. Προκειμένου να επιτευχθούν διαφορετικές λύσεις σε κάθε επανάληψη του αλγορίθμου, ο κατάλογος των μελών του πληρώματος ταξινομείται τυχαία σε κάθε επανάληψη. Παρατηρείται ότι αυτό σημαίνει ότι, όποτε είναι

απαραίτητο, το ευρετικό θα μπορούσε να παραλληλιστεί με την εκτέλεση του σε διαφορετικούς υπολογιστές χρησιμοποιώντας διαφορετικές εισόδους από την γεννήτρια παραγωγής ψευδοτυχαίων αριθμών (Juan, et al., 2013b). Η καλύτερη λύση από την άποψη της αντικειμενικής συνάρτησης ενημερώνεται σε κάθε επανάληψη του αλγορίθμου πολλαπλών εκκινήσεων. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές αντικειμενικές λειτουργίες που επιλέγονται από τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων: α) να ελαχιστοποιείται η τυπική απόκλιση του συνολικού χρόνου εργασίας ανά μήνα των μελών του πληρώματος · (β) να ελαχιστοποιήσει το διάστημα μεταξύ των τεταρτημορίων αυτών των χρόνων εργασίας · και (γ) να ελαχιστοποιήσει το μέγιστο-ελάχιστο εύρος αυτών των χρόνων εργασίας. Αυτές οι διαφορετικές αντικειμενικές λειτουργίες επιτρέπουν στο διαχειριστή να χρησιμοποιεί διαφορετικά κριτήρια για να επιλέξει το σχέδιο βαρδιολόγησης του πληρώματος που ταιριάζει καλύτερα με τη συνάρτηση χρησιμότητάς του, εξασφαλίζοντας παράλληλα μια ισορροπημένη κατανομή των ωρών εργασίας μεταξύ των μελών του πληρώματος.

Ο ψευδοκώδικας της Εικόνας 4 δείχνει την κύρια δομή του αλγορίθμου που χρησιμοποιείται για την επίλυση του προβλήματος βαρδιολόγησης του πληρώματος. Τα βασικά στοιχεία είναι το “solve” και το “localSearch”. Το πρώτο βρίσκει λύσεις χρησιμοποιώντας ένα τυχαίο σχέδιο, ενώ το δεύτερο βελτιώνει αυτές τις λύσεις. Ο αλγόριθμος λειτουργεί ως εξής. Πρώτον, χρησιμοποιεί τα δεδομένα όπως τα ζευγάρια, τα πληρώματα, τους περιορισμούς των πτήσεων και τα υποχρεωτικά σπασίματα. Η Γραμμή 1 προετοιμάζει τον αριθμό επανάληψης. Στη γραμμή 2 ξεκινά ένας κλειστός βρόχος. Μέσα σε αυτόν τον βρόχο, η γραμμή 3 εξάγει και ταξινομεί τυχαία τα μέλη του πληρώματος. Αυτό επιτρέπει στον αλγόριθμο να βρει διαφορετικές λύσεις σε κάθε επανάληψη. Μόλις τα πληρώματα ταξινομηθούν τυχαία, οι κλήσεις της γραμμής 4 επιλύουν ποια αντιστοιχία των μελών του πληρώματος εκπληρούν τους περιορισμούς, όπως οι εργατικοί κανονισμοί και οι περίοδοι εκπαίδευσης, προκειμένου να βρεθεί μια εφικτή λύση. Μόλις ληφθεί μια εφικτή λύση, η γραμμή 5 καλεί την τοπική αναζήτηση, η οποία εκτελεί ένα ευρετικό “localSearch”, προκειμένου να βελτιώσει την ποιότητα της λύσης που βρέθηκε. Στη συνέχεια, οι γραμμές 6-8 συγκρίνουν την τρέχουσα λύση με τις προηγούμενες και επιλέγουν το καλύτερο για το κόστος του πληρώματος.

```

procedure RandRostering(pairings, crew, constraints, holidays, trainingDays,
nIter)
01 iter <- 0
02 while {iter < nIter} do
03   crew <- randomSort(crew)
04   newSol <- solve(pairings, crew, constraints, holidays, trainingDays)
05   newSol <- localSearch(newSol)
06   if {iter = 0} or {cost(newSol) < cost(bestSol)} then
07     bestSol <- newSol
08   end if
09   iter <- iter + 1
10 end while
11 return bestSol
end procedure

```

Εικόνα 4 – Ψευδοκώδικας 1: Αλγόριθμος για την βαρδιολόγηση προσωπικού

Ο ευρετικός αλγόριθμος στον ψευδοκώδικα της Εικόνας 4 αναζητά λύσεις που ελαχιστοποιούν την τυπική απόκλιση, το μέγιστο-ελάχιστο εύρος ή το διάστημα μεταξύ των τεταρτημορίων του χρόνου εργασίας του πληρώματος, προκειμένου να αναζητήσουν ένα ισορροπημένο χρονοδιάγραμμα. Ως εκ τούτου, ο στόχος είναι να εξευρεθούν λύσεις που να παρέχουν ισότητα στην κατανομή του χρόνου πτήσης μεταξύ των μεμονωμένων μελών του πληρώματος. Ο αλγόριθμος τελειώνει όταν επιτευχθεί ο συνολικός αριθμός επαναλήψεων “nIter”. Μια άλλη πιθανότητα είναι να καθοριστεί ένα χρονικό όριο αντί για ένα αριθμό επαναλήψεων.

Ο ψευδοκώδικας της Εικόνας 5 δείχνει τον ορισμό της υπορουτίνας επίλυσης. Ξεκινά με έναν δείκτη (“feasible”) ο οποίος ελέγχει αν η λύση που βρέθηκε είναι εφικτή ή όχι. Κάθε φορά που είναι λανθασμένη, η υπορουτίνα συνεχίζει να εργάζεται για να βρει μια εφικτή λύση. Οι γραμμές 2-30 περιέχουν μια επαναληπτική διαδικασία η οποία συνεχίζει τις εργασίες μέχρι να βρεθεί μια εφικτή λύση. Η γραμμή 5 εξάγει τις ημέρες που υπάρχουν ενεργές ζεύξεις. Οι γραμμές 6-29 κάνουν την ανάθεση των πληρωμάτων σε ζευγάρια καθημερινά. Αυτή η αντιστοίχιση συνεχίζεται όποτε υπάρχουν ημέρες με πιθανά ζευγάρια για αντιστοίχιση και η λύση είναι εφικτή. Σε περίπτωση μη εφικτής λύσης, η διαδικασία διακόπτεται και επανεκκινείται.

Οι γραμμές 7-11 αναθεωρούν όλα τα μεμονωμένα μέλη του πληρώματος για κάθε μία από τις ημέρες και περιλαμβάνονται σε λίστα ως μέλη που θα ανατεθούν. Μπορούν να εγκαταλείψουν τη λίστα εξαιτίας δύο διαφορετικών λόγων: είτε έχουν αντιστοιχιστεί σε ένα ζευγάρι είτε δεν είναι δυνατή η ανάθεση. Η γραμμή 12 εξάγει τις αντιστοιχίσεις της επόμενης ημέρας. Εάν υπάρχουν ζευγάρια που θα εκχωρηθούν και τα μέλη του πληρώματος που θα αντιστοιχιστούν, η γραμμή 13 συνεχίζει με τη διαδικασία εκχώρησης. Αν βρεθεί μια εφικτή αποστολή, η γραμμή 20 αποθηκεύει το αντίστοιχο μέλος του πληρώματος, το οποίο στη συνέχεια αφαιρείται από τον κατάλογο των

διαθέσιμων μελών στη γραμμή 21. Σε περίπτωση που όλα τα μέλη του πληρώματος έχουν δοκιμαστεί για μία συγκεκριμένη αντιστοίχιση και δεν είναι δυνατή η ανάθεση, ο δείκτης είναι ίσος με “false” και η διαδικασία ξεκινά ξανά. Αν βρεθεί μια εφικτή αντιστοίχιση, ο αλγόριθμος αποθηκεύει τη λύση που βρέθηκε.

```

procedure solve(pairings, crew, constraints, holidays, trainingDays)
01 feasible <- false
02 while (feasible <- false) do
03   feasible <- true
04   newSol <- empty
05   days <- getDays(pairings)
06   while (days is not empty) and (feasible = true) do
07     for each (member in crew) do
08       activate(member)
09       setMemberAsNonTested(member)
10     end for
11     day <- extractNextDay(days)
12     dailyPairings <- extractPairings(day, pairings)
13     while (dailyPairings is not empty) and (feasible = true) do
14       pairing <- extractNextPairing(dailyPairings)
15       assigned <- false
16       while (assigned is false) and (crew contains non-tested members) do
17         member <- selectNextActiveMember(crew)
18         setMemberAsTested(member)
19         if (checkFeasibility(pairing, member, constraints, holidays,
20           trainingDays)) is true then
21           newSol <- add(member, pairing)
22           deactivate(member, crew)
23           assigned <- true
24         end if
25       end while
26     end while
27     if (assigned is false) then
28       feasible <- false
29     end if
30 end while
31 return newSol
end procedure

```

Εικόνα 5 – Ψευδοκώδικας 2: Υπορουτίνα “solve” του αλγορίθμου βαρδιολόγησης προσωπικού

Ο ψευδοκώδικας της Εικόνας 6 δείχνει τον ορισμό της υπορουτίνας “localSearch”. Βασικά, αυτή η υπορουτίνα αντικαθιστά μια εργάσιμη ημέρα του μέλους του πληρώματος με μεγαλύτερο χρόνο εργασίας με μία μη εργάσιμη ημέρα του μέλους του πληρώματος με μικρότερο χρόνο εργασίας, εφόσον αυτό είναι εφικτό (λαμβάνοντας υπόψη τους κανόνες) και ο αριθμός των επαναλήψεων είναι μικρότερος από ένα όριο. Ο ψευδοκώδικας ξεκινά την αρχικοποίηση ενός αριθμού επαναλήψεων στη γραμμή 1. Στη συνέχεια, επιλέγεται το μέλος του πληρώματος με περισσότερη ώρα εργασίας στη γραμμή 2. Στη γραμμή 3, επιλέγεται επίσης το μέλος πληρώματος με μικρότερο χρόνο εργασίας. Μόλις επιλεγούν και τα δύο μέλη του πληρώματος, η γραμμή 4 ξεκινά ένα βρόχο που εκτελείται ενώ επιτυγχάνεται η ανταλλαγή μεταξύ της εργάσιμης ημέρας του μέλους του πληρώματος με περισσότερο χρόνο εργασίας και της μη εργάσιμης ημέρας του μέλους πληρώματος με μικρότερο χρόνο εργασίας και το όριο αριθμός επαναλήψεων δεν έχει επιτευχθεί. Ο αριθμός ορίου των επαναλήψεων έχει οριστεί σε 100. Στο εσωτερικό του βρόχου ενημερώνονται οι χρόνοι εργασίας των μελών του

πληρώματος που συμμετέχουν στην ανταλλαγή (γραμμή 5) και τα νέα μέλη του πληρώματος με μέγιστο και ελάχιστο χρόνο εργασίας επιλέγονται και πάλι (γραμμές 6- 7). Ο αριθμός επανάληψης αυξάνεται στη γραμμή 8.

```
procedure localSearch(sol)
01 iter <- 0
02 cm1 <- getCrewMemberMaxWorkingTime(sol)
03 cm2 <- getCrewMemberMinWorkingTime(sol)
04 while {iter < LIMIT and swapDays(cm1, cm2)} do
05   updateWorkingTimes();
06   cm1 <- getCrewMemberMaxWorkingTime(sol)
07   cm2 <- getCrewMemberMinWorkingTime(sol)
08   iter <- iter + 1
09 end while
10 return sol
end procedure
```

Εικόνα 6 – Ψευδοκώδικας 3: Υπορουτίνα “localSearch” του αλγορίθμου βαρδιολόγησης προσωπικού

Κεφάλαιο 4: ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Το εργοστάσιο με το οποίο συνεργαστήκαμε μας ζήτησε μία πρακτική επίλυση του προβλήματος. Δεν είναι απαραίτητο να είναι βέλτιστη, το σημαντικό είναι να είναι μια εφικτή λύση η οποία να λαμβάνεται από ένα εύχρηστο εργαλείο. Βασικά κριτήρια για την επίλυση του προβλήματος ήταν οι τεχνικές γνώσεις των εργαζομένων, η σωστή ανάθεση των βαρδιών κάθε εβδομάδα και η δίκαιη ανάθεση των υπερωριών. Η ανάθεση των βαρδιών και των υπερωριών προκύπτουν από το εργαλείο με βάση κάποιους κανόνες και μεταβλητές. Όλα αυτά, και μαζί με κάποιες ακόμα παραμέτρους όπως τους απουσιασμούς, το εργαλείο δίνει στον χρήστη μια πρόταση βαρδιολόγησης. Μετά από οποιαδήποτε αλλαγή της πρότασης από τον ίδιο τον χρήστη, λαμβάνεται η τελική βαρδιολόγηση και αποθηκεύονται τα απαραίτητα στοιχεία στις αντίστοιχες καρτέλες, όπως εξηγείται στη συνέχεια.

Για την επίλυση του προβλήματος αναπτύξαμε μια προσέγγιση επίλυσης μεταερευτικού χαρακτήρα την οποία και υλοποιήσαμε υπολογιστικά με τη βοήθεια του “Microsoft Excel”. Περιληπτικά, για να καταλήξουμε σε ένα επιθυμητό αποτέλεσμα βαρδιοδότησης ακολουθούμε μια αφαιρετική μέθοδο. Δηλαδή, για κάθε μηχανήμα κάθε βάρδια και κάθε μέρα της εβδομάδας έχουμε αρχικά ως υποψήφιους όλους τους εργαζομένους, και χρησιμοποιώντας κάποιες παραμέτρους σιγά σιγά μειώνουμε τους υποψήφιους καταλήγοντας στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Ο αριθμός των εργαζομένων που θα εμφανιστούν στις παρακάτω εικόνες, όπως και ο αριθμός των μηχανημάτων είναι τυχαίοι αριθμοί. Παρακάτω θα επεξηγηθεί αναλυτικά η λειτουργία του Excel. Στις φωτογραφίες δεν έχουν συμπληρωθεί καθόλου στοιχεία. Στο επόμενο κεφάλαιο όπου θα πραγματοποιηθεί μια δοκιμή του εργαλείου θα υπάρχουν εικόνες με το εργαλείο συμπληρωμένο.

Στην πρώτη καρτέλα, το όνομα της οποίας είναι “Index”, είναι τα περιεχόμενα του Excel μας. Αναφέρονται όλες οι καρτέλες που χρησιμοποιούνται μαζί με μια περιληπτική περιγραφή της χρησιμότητας της κάθε μίας. Σε αυτή δεν αναφέρεται η ίδια η καρτέλα, το “Calendar”, όπως επίσης και οι τρεις βοηθητικές καρτέλες “Schedule B”, “Freetime (2)” και “Help!”, οι οποίες παραμένουν κρυμμένες στο Excel και ο χρήστης δεν χρειάζεται να τις χρησιμοποιήσει καθόλου. Επίσης, το όνομα της κάθε καρτέλας είναι

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

σύνδεσμος για την καρτέλα στην οποία αναφέρεται, ώστε ο χρήστης να έχει εύκολη πρόσβαση σε κάθε μία μέσω μίας κεντρικής.

INPUTS	OUTPUTS
<p><u>1. SHIFTS PATTERN</u> • Η διαθεσιμότητα των υπαλλήλων για κάθε βάρδια</p> <p><u>2. SKILLS MATRIX</u> • Η γνώση του κάθε εργαζομένου στα δοχεία (σταθερό)</p> <p><u>3. QUALIFICATION</u> • Η εξουσιοδότηση του κάθε εργαζομένου στα δοχεία (μεταβλητό)</p> <p><u>4. ABSENTEEISM</u> • Ο απουσιασμός (προγραμματισμένος ή μη) των υπαλλήλων</p> <p><u>5. OVERTIME AVAILABILITY</u> • Η διαθεσιμότητα των υπαλλήλων για υπερωρίες</p> <p><u>6. PREFERENCE</u> • Η προτίμηση που δίνει ο υπεύθυνος παραγωγής στους εργαζομένους κάθε μέρα της εβδομάδας</p> <p><u>7. PRODUCTION PLAN</u> • Η εβδομαδιαία προγραμματισμένη λειτουργία των δοχείων και η επιλογή της τρέχουσας εβδομάδας</p>	<p><u>8. SHIFTS AND OVERTIME RECORD</u> • Η εβδομαδιαία καταγραφή των βάρδιών και των υπερωριών των εργαζομένων</p> <p><u>9. ABSENTEEISM RECORD</u> • Η εβδομαδιαία καταγραφή των απουσιών των εργαζομένων</p> <p><u>10. MONTHLY RECORD</u> • Η μηνιαία καταγραφή των υπερωριών και των απουσιών των εργαζομένων</p> <p><u>11. SHIFTS PLAN</u> • Η βάρδια στην οποία εργάζεται ο κάθε εργαζόμενος την τρέχουσα βδομάδα</p> <p><u>12. MAN POWER ALLOCATION PROPOSAL</u> • Πρόταση κατανομής των εργαζομένων στα δοχεία</p> <p><u>13. MAN POWER ALLOCATION FINAL</u> • Η τελική κατανομή των εργαζομένων στα δοχεία</p>

Εικόνα 7 – Ευρετήριο (Index)

Στο “Index” συνολικά αναφέρονται δεκατρείς διαφορετικές καρτέλες οι οποίες είναι χωρισμένες σε δύο βασικές κατηγορίες: “Input”, που συμβολίζει τις καρτέλες στις οποίες ο χρήστης εισάγει μεταβλητές οι οποίες είναι απαραίτητες για την επίλυση του προβλήματος, και “Output”, στην οποία ανήκουν οι καρτέλες από τις οποίες ο χρήστης λαμβάνει τα αποτελέσματα της επίλυσης.

Η δεύτερη με τη σειρά καρτέλα στο Excel είναι το “Calendar”, η οποία αποτυπώνει το εργάσιμο ημερολόγιο της τωρινής χρονιάς. Στην πρώτη στήλη αποτυπώνεται ο αριθμός της κάθε εβδομάδας μέσα στο έτος. Στη δεύτερη αναφέρεται ο μήνας στον οποίο ανήκει κάθε εβδομάδα, καθώς και ο αριθμός των εβδομάδων που εμπεριέχονται σε αυτόν. Στις υπόλοιπες στήλες φαίνονται αναλυτικά οι μέρες κάθε εβδομάδας. Με άσπρο κελί συμβολίζονται οι κανονικά εργάσιμες ημέρες, με μπλε χρώμα τα σαββατοκύριακα και με κόκκινο οι επίσημες αργίες. Το ημερολόγιο περιέχει και λίγες μέρες από την επόμενη χρονιά για λόγους πιθανής διευκόλυνσης του χρήστη για διάφορες πιθανές λειτουργίες, όπως η αλλαγή του προγράμματος για την επόμενη χρονιά.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

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		26/2/2018	27/2/2018	28/2/2018	1/3/2018	2/3/2018	3/3/2018	4/3/2018
10	MAR	5/3/2018	6/3/2018	7/3/2018	8/3/2018	9/3/2018	10/3/2018	11/3/2018
11	(5 Weeks)	12/3/2018	13/3/2018	14/3/2018	15/3/2018	16/3/2018	17/3/2018	18/3/2018
12		19/3/2018	20/3/2018	21/3/2018	22/3/2018	23/3/2018	24/3/2018	25/3/2018
13		26/3/2018	27/3/2018	28/3/2018	29/3/2018	30/3/2018	31/3/2018	1/4/2018
WEEK		M	T	W	T	F	S	S
14		2/4/2018	3/4/2018	4/4/2018	5/4/2018	6/4/2018	7/4/2018	8/4/2018
15	APR	9/4/2018	10/4/2018	11/4/2018	12/4/2018	13/4/2018	14/4/2018	15/4/2018
16	(4 Weeks)	16/4/2018	17/4/2018	18/4/2018	19/4/2018	20/4/2018	21/4/2018	22/4/2018
17		23/4/2018	24/4/2018	25/4/2018	26/4/2018	27/4/2018	28/4/2018	29/4/2018
WEEK		M	T	W	T	F	S	S
18		30/4/2018	1/5/2018	2/5/2018	3/5/2018	4/5/2018	5/5/2018	6/5/2018
19	MAY	7/5/2018	8/5/2018	9/5/2018	10/5/2018	11/5/2018	12/5/2018	13/5/2018
20	(4 Weeks)	14/5/2018	15/5/2018	16/5/2018	17/5/2018	18/5/2018	19/5/2018	20/5/2018
21		21/5/2018	22/5/2018	23/5/2018	24/5/2018	25/5/2018	26/5/2018	27/5/2018
WEEK		M	T	W	T	F	S	S
22		28/5/2018	29/5/2018	30/5/2018	31/5/2018	1/6/2018	2/6/2018	3/6/2018
23	JUN	4/6/2018	5/6/2018	6/6/2018	7/6/2018	8/6/2018	9/6/2018	10/6/2018
24	(5 Weeks)	11/6/2018	12/6/2018	13/6/2018	14/6/2018	15/6/2018	16/6/2018	17/6/2018
25		18/6/2018	19/6/2018	20/6/2018	21/6/2018	22/6/2018	23/6/2018	24/6/2018
26		25/6/2018	26/6/2018	27/6/2018	28/6/2018	29/6/2018	30/6/2018	1/7/2018
WEEK		M	T	W	T	F	S	S
27		2/7/2018	3/7/2018	4/7/2018	5/7/2018	6/7/2018	7/7/2018	8/7/2018
28	JUL	9/7/2018	10/7/2018	11/7/2018	12/7/2018	13/7/2018	14/7/2018	15/7/2018
29	(4 Weeks)	16/7/2018	17/7/2018	18/7/2018	19/7/2018	20/7/2018	21/7/2018	22/7/2018
30		23/7/2018	24/7/2018	25/7/2018	26/7/2018	27/7/2018	28/7/2018	29/7/2018
WEEK		M	T	W	T	F	S	S
31		30/7/2018	31/7/2018	1/8/2018	2/8/2018	3/8/2018	4/8/2018	5/8/2018
32	AUG	6/8/2018	7/8/2018	8/8/2018	9/8/2018	10/8/2018	11/8/2018	12/8/2018
33	(4 Weeks)	13/8/2018	14/8/2018	15/8/2018	16/8/2018	17/8/2018	18/8/2018	19/8/2018
34		20/8/2018	21/8/2018	22/8/2018	23/8/2018	24/8/2018	25/8/2018	26/8/2018

Εικόνα 8 – Ημερολόγιο (Calendar)

4.1. Καρτέλες Εισαγωγής Δεδομένων

Στη συνέχεια θα αναλυθούν οι καρτέλες στην κατηγορία “Input”, δηλαδή αυτές οι οποίες λαμβάνουν τις απαραίτητες μεταβλητές από τον χρήστη. Η πρώτη από αυτές είναι η καρτέλα “Shift Pattern”. Σκοπός της είναι να καταγραφεί κάθε εβδομάδα σε ποιες βάρδιες είναι διαθέσιμος να δουλέψει ο κάθε εργαζόμενος. Στην πρώτη στήλη ορίζονται τα ονόματα των εργαζομένων. Στις επόμενες τρεις φαίνεται σε ποιες βάρδιες είναι διαθέσιμος ο καθένας από αυτούς. Ένα κυκλάκι συμβολίζει την διαθεσιμότητα. Η κάθε βάρδια συμβολίζεται με ένα νούμερο. Το νούμερο “1” συμβολίζει την πρωινή βάρδια, το “2” την απογευματινή, ενώ το “3” την βραδινή. Για να ορίσουμε ως διαθέσιμο έναν εργαζόμενο σε μία από της βάρδιες, απλά βάζουμε έναν άσσο στο αντίστοιχο κελί, ο οποίος θα μετατραπεί σε κυκλάκι για αισθητικούς λόγους. Για να αφαιρέσουμε διαθεσιμότητα, απλά σβήνουμε ότι υπάρχει στο αντίστοιχο κελί. Σε αυτή όπως και σχεδόν σε όλες τις υπόλοιπες καρτέλες υπάρχει ένα κελί στο οποίο πάνω διαβάζεται η λέξη “TIP”. Αν ο κέρσορας βρεθεί πάνω σε αυτό το κελί θα εμφανιστούν περιληπτικά οι οδηγίες ανάγνωσης και χρήσης της εκάστοτε καρτέλας. Τέλος, υπάρχει κι ένα κουμπί δεξιά του πίνακα, το οποίο κουμπί υπάρχει και στην πλειονότητα των καρτελών και θα το αποκαλούμε “Home”, το οποίο μόλις πατηθεί κατευθύνει τον χρήστη στην κεντρική καρτέλα, δηλαδή την “Index”.

Shifts	1	2	3	Home
E1				
E2				
E3				
E4				
E5				
E6				
E7				
E8				
E9				
E10				
E11				
E12				
E13				
E14				
E15				
E16				
E17				
E18				
E19				
E20				
E21				
E22				

TIP

Εικόνα 9 – Πίνακας διαθεσιμότητας στις βάρδιες (Shift Pattern)

Η επόμενη καρτέλα στην κατηγορία των “Input” είναι η “Skills Matrix”. Σκοπός της είναι η καταγραφή των τεχνικών γνώσεων του κάθε εργαζομένου, δηλαδή ποια μηχανήματα

γνωρίζει να χειρίζεται ο καθένας τους. Στην πρώτη στήλη αναφέρονται οι εργαζόμενοι, ενώ στις επόμενες με ένα τικ ορίζεται αν ο κάθε ένας από αυτούς κατέχει τεχνική κατάρτηση για κάθε μηχανήμα. Τα ονόματα των μηχανημάτων ορίζονται στην πρώτη γραμμή. Όπως και στην προηγούμενη καρτέλα αν θέλουμε να βάλουμε τικ σε έναν εργαζόμενο απλά βάζουμε έναν άσσο στο αντίστοιχο κελί, ενώ αν θέλουμε να βγάλουμε ένα σβήνουμε το περιεχόμενο του κελιού. Υπάρχουν οι προαναφερόμενες λειτουργίες “Home” και “TIP”. Υπάρχει όμως κι ένα ακόμα κουμπί, ονομαζόμενο “Qualification”, το οποίο πατώντας το καθοδηγεί το χρήστη στην καρτέλα “Qualification”, η οποία θα επεξηγηθεί στη συνέχεια. Η ύπαρξη αυτού του κουμπιού υπάρχει για διευκόλυνση του χρήστη, καθώς, όπως θα φανεί και στη συνέχεια, η καρτέλα “Qualification” εξαρτάται από την “Skills Matrix”.

KNOW-HOW	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1								
E2								
E3								
E4								
E5								
E6								
E7								
E8								
E9								
E10								
E11								
E12								
E13								
E14								
E15								
E16								
E17								
E18								
E19								
E20								
E21								
E22								

Home

Qualification

TIP

Εικόνα 10 – Πίνακας τεχνικών ικανοτήτων (Skills Matrix)

Η καρτέλα που ακολουθεί είναι η προαναφερόμενη “Qualification”. Με μια πρώτη ματιά οι δύο καρτέλες είναι παρόμοιες μεταξύ τους. Η κύρια διαφορά τους είναι στη χρήση τους. Στην “Skills Matrix” φαίνονται οι γνώσεις που έχουν οι εργαζόμενοι, όσο αφορά τα μηχανήματα. Αυτή η καρτέλα είναι πιο σταθερή και αλλάζει σε σπάνιες περιπτώσεις. Από την άλλη η “Qualification” μας δείχνει σε ποια μηχανήματα επιτρέπει ο υπεύθυνος παραγωγής τους εργαζομένους να δουλέψουν. Παίρνει την “Skills Matrix” σαν καλούπι, καθώς κάποιος δεν μπορεί να εργαστεί σε κάποιο μηχανήμα στο οποίο δεν έχει τεχνικές γνώσεις, και στη συνέχεια ο υπεύθυνος αφαιρεί αν επιθυμεί κάποιους εργαζομένους από κάποια μηχανήματα για όσο χρονικό διάστημα ο ίδιος επιθυμεί. Ο πίνακας που υπάρχει στην καρτέλα είναι ο ίδιος με της προηγούμενης. Υπάρχουν επίσης οι λειτουργίες “TIP” και “Home”, ένα κουμπί ονόματι “Skills Matrix”, το οποίο σε οδηγεί στην αντίστοιχη καρτέλα, κι ένα ακόμα κουμπί ονόματι “MPA”, το οποίο αν

πατηθεί σε οδηγεί στην καρτέλα “Man Power Allocation Proposal”, η οποία ανήκει στην κατηγορία “Output” και θα αναλυθεί αργότερα. Ο λόγος που υπάρχει το κουμπί είναι ότι η “Man Power Allocation Proposal” εξαρτάται και μεταβάλλεται από διάφορες καρτέλες “Input”, οπότε για ευκολία του χρήστη υπάρχει άμεση επικοινωνία αυτών των καρτελών με αυτήν.

KNOW-HOW	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1								
E2								
E3								
E4								
E5								
E6								
E7								
E8								
E9								
E10								
E11								
E12								
E13								
E14								
E15								
E16								
E17								
E18								
E19								
E20								
E21								
E22								

Home

Skills Matrix

MPA

TIP

Εικόνα 11 – Πίνακας αδειοδότησης για τη χρήση των μηχανημάτων (Qualification)

Ακολουθεί η καρτέλα “Absenteeism”. Σε αυτήν καταγράφονται αναλυτικά οι απουσίες των εργαζομένων την τωρινή εβδομάδα. Υπάρχουν διαφορετικές αιτίες που ένας εργαζόμενος δεν μπορεί να έρθει στη δουλειά μια μέρα και είναι σημαντικό να αποτυπωθεί και αυτή η πληροφορία. Στο εργαλείο έχουν οριστεί πέντε διαφορετικά είδη απουσιασμού, και το καθένα αποτυπώνεται με διαφορετικό χρώμα για ευκολία ανάγνωσης. Τα είδη απουσιασμού όπως επίσης και τα χρώματα που εκπροσωπούνε το καθένα φαίνονται στον πίνακα “Tip”, δεξιά από τον κύριο πίνακα της καρτέλας. Σε κάθε είδος απουσιασμού, εκτός από ένα χρώμα αντιστοιχεί και ένας αριθμός, ο οποίος φαίνεται επίσης στο “Tip”. Στην πρώτη στήλη του βασικού πίνακα αποτυπώνονται τα ονόματα των εργαζομένων, ενώ στην πρώτη γραμμή οι μέρες τις εβδομάδας. Στο ίδιο κελί με κάθε μέρα της εβδομάδας αναγράφεται και αναλυτικά η ημερομηνία εκείνης της ημέρας. Η ημερομηνία αλλάζει αναλόγως σε ποια εβδομάδα βρισκόμαστε μέσα στο έτος, και παίρνει την πληροφορία από την καρτέλα “Calendar”. Ο αριθμός της εβδομάδας ορίζεται στο πρώτο κελί, δίπλα από τις ημέρες τις εβδομάδας και πάνω από τα ονόματα των εργαζομένων. Αυτή την πληροφορία την αντλεί από μία άλλη καρτέλα, την “Production Plan”, ώστε ο χρήστης να μην χρειάζεται να αλλάζει αυτή την πληροφορία σε κάθε καρτέλα, αλλά μόνο σε μία και να ενημερώνονται οι υπόλοιπες από αυτή. Για να οριστεί απουσία στον πίνακα στο αντίστοιχο κελί πρέπει να μπει το

νούμερο που αντιστοιχεί στο είδος της απουσίας που πραγματοποιήθηκε από τον εργαζόμενο. Για να αφαιρεθεί απουσία απλά βάζουμε “0” στο αντίστοιχο κελί. Τέλος, υπάρχει η λειτουργία “Home”.

5	MONDAY 29/1/2018	TUESDAY 30/1/2018	WEDNESDAY 31/1/2018	THURSDAY 1/2/2018	FRIDAY 2/2/2018	Home
E1						
E2						
E3						
E4						
E5						
E6						
E7						
E8						
E9						
E10						
E11						
E12						
E13						
E14						
E15						
E16						
E17						
E18						
E19						
E20						
E21						
E22						

Τip: Παρουσιάζονται οι άδειες των εργαζομένων

- 1: Αδικοαλόγητη Άδεια
- 2: Δικαιολογημένη Άδεια
- 3: Κοινωνική Άδεια
- 4: Άδεια Γονιότητας
- 5: Γονική Άδεια

Εικόνα 12 – Πίνακας απουσιών (Absenteeism)

Μια ακόμα απαραίτητη καρτέλα στην κατηγορία των “Input” είναι η “OT Availability”. Σε αυτήν ο κάθε εργαζόμενος ορίζει για κάθε ημέρα της εβδομάδας, συμπεριλαμβανομένων των σαββατοκύριακων, αν είναι διαθέσιμος να δουλέψει υπερωρία σε περίπτωση που καθίσταται αναγκαίο. Στην πρώτη στήλη του πίνακα αναγράφονται τα ονόματα των εργαζομένων, ενώ πάνω από αυτά φαίνεται ο αριθμός της εβδομάδας για την οποία πραγματοποιείται η βαρδιοδότηση. Ο αριθμός της εβδομάδας, όπως και στην προηγούμενη καρτέλα, καθορίζεται από την “Production Plan”. Στην πρώτη γραμμή του πίνακα αναγράφονται οι μέρες της εβδομάδας, μαζί με τις αντίστοιχες ημερομηνίες τους. Αν ένας εργαζόμενος είναι διαθέσιμος για υπερωρία φαίνεται με ένα κυκλάκι στο αντίστοιχο κελί. Τις καθημερινές το κυκλάκι είναι μισό μαυρισμένο, καθώς αν γίνει υπερωρία αυτή θα διαρκέσει τέσσερις ώρες, ενώ τα σαββατοκύριακα είναι ολόκληρο μαυρισμένο, καθώς η υπερωρία θα έχει διάρκεια μιας ολόκληρης βάρδιας, δηλαδή οχτώ ωρών. Για να ορίσουμε υπερωρία απλά βάζουμε έναν άσσο στο αντίστοιχο κελί, ενώ για να αφαιρέσουμε σβήνουμε το περιεχόμενο του κελιού. Δεξιά του κεντρικού πίνακα υπάρχει ένας δευτερεύων, ονόματι “Overtime Multiplier”, ο οποίος καθορίζει την αξία της υπερωρίας αναλόγως ποια μέρα γίνεται. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες. Η πρώτη είναι οι υπερωρίες που πραγματοποιούνται καθημερινές, η δεύτερη για τα Σάββατα και η τελευταία για την Κυριακή. Η αξία των υπερωριών είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό του προγράμματος υπερωριών όπως θα δούμε και στη συνέχεια. Υπάρχουν βέβαια και οι γνωστές προαναφερόμενες λειτουργίες “Home”, “MPA” και “TIP”.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5	MONDAY 29/1/2018	TUESDAY 30/1/2018	WEDNESDAY 31/1/2018	THURSDAY 1/2/2018	FRIDAY 2/2/2018	SATURDAY 3/2/2018	SUNDAY 4/2/2018
E1							
E2							
E3							
E4							
E5							
E6							
E7							
E8							
E9							
E10							
E11							
E12							
E13							
E14							
E15							
E16							
E17							
E18							
E19							
E20							
E21							
E22							

Home

MPA

Overtime Multiplier

OT Weekdays	OT Saturdays	OT Sundays

TIP

Εικόνα 13 – Διαθεσιμότητα Υπερωριών (OT Availability)

Στη συνέχεια θα αναλυθεί η καρτέλα “Production Plan”. Σκοπός της είναι η εβδομαδιαία αποτύπωση τους προγράμματος παραγωγής για κάθε μηχάνημα. Στην πρώτη στήλη αναγράφονται το ονόματα των μηχανημάτων. Στην πρώτη γραμμή τοποθετούνται οι ημέρες της εβδομάδας, κάθε μία εκ των οποίων καταλαμβάνουν τρία κελία, καθώς στην δεύτερη γραμμή ορίζονται οι τρεις βάρδιες, συμβολιζόμενες όπως στις προηγούμενες καρτέλες με αριθμούς, κάθε ημέρα της εβδομάδας. Το Σάββατο και η Κυριακή καταλαμβάνουν δύο κελιά μόνο, καθώς το εργοστάσιο με το οποίο έγινε η συνεργασία δεν δούλευε νυχτερινές βάρδιες τα σαββατοκύριακα, οπότε στη δεύτερη γραμμή τοποθετούνται κάθε μία από αυτές τις ημέρες μόνο οι βάρδιες “1” και “2”. Ένα tik στο αντίστοιχο κελί συμβολίζει αν το μηχάνημα δουλεύει τη συγκεκριμένη βάρδια εκείνη την ημέρα. Το tik τοποθετείτε με έναν άσσο. Επίσης σε αυτή την καρτέλα ορίζεται και σε ποια εβδομάδα αναφέρεται το εργαλείο. Η ρύθμιση αυτή πραγματοποιείται από το πρώτο κελί, πάνω από τα ονόματα των μηχανημάτων στον πίνακα. Για να επιβεβαιώσουμε τον αριθμό της εβδομάδας που βρισκόμαστε είναι ιδιαίτερως χρήσιμη η καρτέλα “Calendar”. Τέλος υπάρχουν και οι λειτουργίες “Home”, “MPA” και “TIP”.

5	MONDAY 29/1/2018			TUESDAY 30/1/2018			WEDNESDAY 31/1/2018			THURSDAY 1/2/2018			FRIDAY 2/2/2018			SATURDAY 3/2/2018		SUNDAY 4/2/2018	
Shifts	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2
V1																			
V2																			
V3																			
V4																			
V5																			
V6																			
V7																			
V8																			

Home

MPA

TIP

Εικόνα 14 – Πρόγραμμα παραγωγής (Production Plan)

Τελευταία καρτέλα στην κατηγορία “Input” είναι η “Preference”. Πρόκειται για έναν πίνακα που καθίσταται χρήσιμος κατά το τελικό στάδιο της βαρδιοδότησης. Πιο συγκεκριμένα, όπως θα αναλυθεί πιο αναλυτικά στη συνέχεια, υπάρχει περίπτωση σε κάποιες βάρδιες μέσα στην εβδομάδα να υπάρχει έλλειψη προσωπικού, κι έτσι το μηχάνημα να μην μπορεί να δουλέψει. Το εργαλείο τότε επιλέγει έναν εργαζόμενο από αυτούς που θα μπορούσαν να χειριστούν το μηχάνημα αλλά έχει ήδη τοποθετηθεί σε άλλο και τον τοποθετεί και σε αυτό. Όπως θα δούμε και στην καρτέλα “Man Power Allocation Proposal” ο χρήστης μπορεί εύκολα να δει σε ποια μηχανήματα έχει τοποθετηθεί ο ίδιος εργαζόμενος την ίδια βάρδια μέσα στην εβδομάδα, και μέσω της καρτέλας “Preference” να αποφασίσει σε ποιο από τα 2 μηχανήματα να τον αφήσει, ενώ ταυτόχρονα τον διαγράφει από τα υπόλοιπα στα οποία έχει τοποθετηθεί και σε αυτά θα επιλεγούν αυτόματα άτομα για υπερωρίες. Η πρώτη στήλη του πίνακα είναι τα ονόματα των εργαζομένων, ενώ η πρώτη γραμμή οι ημερομηνίες. Κάθε ημέρα καταλαμβάνει οχτώ κελιά συμβολικά, από τα οποία το καθένα αναπαριστά ένα από τα μηχανήματα, τα οποία αναγράφονται στην δεύτερη γραμμή. Οι τιμές σε κάθε κελί στην αρχή έχει την τιμή δύο, το οποίο δίνει εξ ίσου την ίδια προτεραιότητα σε όλα τα μηχανήματα για τους εργαζομένους. Αν ο χρήστης επιθυμεί για τον προαναφέροντα λόγο να μειώσει την προτίμηση ενός η περισσότερων μηχανημάτων για έναν εργαζόμενο θα πρέπει να αλλάξει την τιμή του αντίστοιχου κελιού από “2” σε “1”. Το “2” συμβολίζεται στον πίνακα με ένα τικ, ενώ το “1” με ένα “x”. Υπάρχουν επίσης στην καρτέλα και οι λειτουργίες “Home” και “MPA”.

5 Όνομα Worker	MONDAY 29/1/2018								TUESDAY 30/1/2018								WEDNESDAY 31/1/2018							
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1																								
E2																								
E3																								
E4																								
E5																								
E6																								
E7																								
E8																								
E9																								
E10																								
E11																								
E12																								
E13																								
E14																								
E15																								
E16																								
E17																								
E18																								
E19																								
E20																								
E21																								
E22																								

Home

MPA

Τις: Ο υπεύθυνος προγράμης θα ρυθμίσει ποιο δοχείο θα προηγηθεί σε περίπτωση που είναι ένας εργαζόμενος είναι διαθέσιμος σε παραπάνω από ένα δοχεία ταυτόχρονα. Για να κοιτάει ένα δοχείο πρέπει να πάρει την τιμή 1.

Εικόνα 15 – Προτίμηση (Preference)

4.2. Καρτέλες Εξαγωγής Δεδομένων

Σειρά έχουν η καρτέλες στην κατηγορία “Output”, η οποίες δίνουν στο χρήστη τα αποτελέσματα του εργαλείου. Σε κάποιες φωτογραφίες αυτών των καρτελών εμφανίζονται ψευδή στοιχεία, ώστε να γίνει πιο κατανοητή η λειτουργία τους, αλλά και για αισθητικούς λόγους, καθώς εάν δεν υπάρχουν στοιχεία στη θέση τους εμφανίζονται διάφορα “Errors” του Excel. Για την πραγματοποίηση πολλών εκ των λειτουργιών αυτών των καρτελών χρησιμοποιήθηκαν κάποιες βοηθητικές καρτέλες, η οποίες έχουν αναφερθεί στην αρχή του κεφαλαίου. Αυτές είναι οι “Schedule B”, “Freetime (2)”, “Idle Time” και “Help!”. Δεν θα αναλυθούν μεμονωμένα, αλλά σε κάθε “Output” καρτέλα που έχει χρησιμοποιήσει κάποιες από αυτές θα επεξηγηθεί η χρησιμότητά τους.

Η πρώτη καρτέλα σε αυτή την κατηγορία είναι η “Shifts Plan”. Το εργοστάσιο με το οποίο συνεργαστήκαμε είχε κάποιους κανόνες για τον καθορισμό των βάρδιών σε κάθε εργαζόμενο. Ο πρώτος κανόνας είναι το κυκλικό πρόγραμμα, δηλαδή κάθε εβδομάδα η βάρδια στην οποία θα εργαστεί ένας εργαζόμενος αλλάζει ακολουθώντας μια κυκλική εναλλαγή. Δηλαδή αν την προηγούμενη εβδομάδα δούλεψε νυχτερινή βάρδια τότε την πρωινή θα δουλέψει απογευματινή, η απογευματινή γίνεται πρωινή και η πρωινή βραδινή. Επίσης υπάρχουν κανόνες όσον αφορά σε ποιες βάρδιες θα εργαστούν το σαββατοκύριακο αναλόγως με την βάρδια που εργάστηκαν κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Εάν ο εργαζόμενος μέσα στην εβδομάδα δούλεψε σε νυχτερινή βάρδια τότε θα μπορεί να δουλέψει την απογευματινή βάρδια και τις δύο ημέρες. Αν πάλι εργαζόταν σε απογευματινή βάρδια τότε θα τοποθετηθεί σε πρωινή την Κυριακή, ενώ το Σάββατο δεν θα δουλέψει. Τέλος, αν μέσα στην εβδομάδα βρισκόταν σε πρωινή βάρδια, τότε θα τοποθετηθεί μόνο το Σάββατο σε πρωινή. Η πληροφορία παρουσιάζεται στον χρήστη μέσω ενός πίνακα. Η πρώτη του στήλη ορίζει τα ονόματα των εργαζομένων, ενώ η πρώτη γραμμή ξεχωρίζει για ποιες ημέρες αναφέρονται οι βάρδιες, δηλαδή τις βάρδιες που πραγματοποιούνται στις καθημερινές, αυτές που αφορούν το Σάββατο και της Κυριακής. Στο αντίστοιχο κελί παρατίθεται η βάρδια που θα πραγματοποιήσει ο εργαζόμενος τη συγκεκριμένη μέρα, συμβολισμένη όπως τις έχουμε ορίσει στην καρτέλα “Shift Pattern”. Στον πίνακα στο κελί που βρίσκεται πάνω από τα ονόματα των εργαζομένων ορίζεται ο αριθμός της εβδομάδας στην οποία πραγματοποιείται η βαρδιοδότηση, η οποία πληροφορία, όπως και σε προηγούμενες καρτέλες, προέρχεται από την “Production Plan”. Όπως και στις υπόλοιπες, βεβαίως, υπάρχουν οι λειτουργίες “Home” και “TIP”.

6	WEEKDAYS	SATURDAY	SUNDAY
E1	2	-	1
E2	3	2	2
E3	2	-	1
E4	3	2	2
E5	1	1	-
E6	1	1	-
E7	2	-	1
E8	2	-	1
E9	1	1	-
E10	2	-	1
E11	3	2	2
E12	2	-	1
E13	3	2	2
E14	1	1	-
E15	1	1	-
E16	2	-	1
E17	3	2	2
E18	1	1	-
E19	3	2	2
E20	3	2	2
E21	1	1	-
E22	2	-	1

Home

TIP

Εικόνα 16 – Πλάνο βαρδιών (Shifts Plan)

Η διαδικασία της επιλογής βαρδιών γίνεται με τη βοήθεια της βοηθητικής καρτέλας “Help!”. Επίσης είναι απαραίτητη πληροφορία από την “Shifts n’ OT Record”, η οποία θα πρέπει να δώσει το ιστορικό των βαρδιών των εργαζομένων την προηγούμενη εβδομάδα. Την πρώτη φορά θα πρέπει ο χρήστης να εισάγει αυτή την πληροφορία στην προαναφερθείσα καρτέλα, και από εκεί και πέρα η ίδια η καρτέλα θα εξάγει και θα αποθηκεύει την πληροφορία για τις επόμενες χρήσεις. Η καρτέλα “Help!” ανιχνεύει αρχικά σε ποια εβδομάδα βρισκόμαστε και στη συνέχεια εξάγει την πληροφορία που χρειάζεται, δηλαδή τις βάρδιες μία εβδομάδα πριν, από την “Shifts n’ OT Record”. Αφαιρεί από τις βάρδιες έναν άσσο ώστε να τηρήσει τον κανόνα του κυκλικού προγράμματος, αφού η βάρδια “3” θα γίνει “2” και ούτω καθεξής. Αν η βάρδια της προηγούμενης εβδομάδας ήταν “1” τότε έχουμε ορίσει να την κάνει “3”, όπως πρέπει. Στη συνέχεια ελέγχει αν οι εργαζομένοι είναι διαθέσιμοι να εργαστούν την βάρδια που τους έχει οριστεί από το εργαλείο. Αυτό ελέγχεται από την καρτέλα “Shift Pattern”. Αν ο εργαζόμενος είναι διαθέσιμος για αυτή την βάρδια τότε η πληροφορία παραμένει ως έχει. Αν από την άλλη δεν είναι, τότε το εργαλείο αφαιρεί ακόμα μια φορά έναν άσσο, ή μετατρέπει τους “1” σε “3”, όπως προηγουμένως. Το τελικό στάδιο είναι η μεταφορά αυτής της πληροφορίας από την καρτέλα “Help!” στην “Shifts Plan”. Κατά τη μεταφορά της πραγματοποιείται ακόμα μία φορά έλεγχος για τη διαθεσιμότητα των εργαζομένων

στην βάρδια που τους ορίζεται, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με τον προηγούμενο έλεγχο. Η τελική πληροφορία μετά τον τελευταίο έλεγχο αποτυπώνεται στον προαναφέροντα πίνακα στην “Shifts Plan”. Έτσι καθορίζονται οι βάρδιες για τις καθημερινές. Μένει να υπολογιστούν και για το σαββατοκύριακο. Πρόκειται για μια απλή διαδικασία. Το κελί κάθε εργαζομένου για τις δύο αυτές ημέρες διαβάζει το περιεχόμενο του κελιού για τις καθημερινές και καθορίζει σύμφωνα με τους κανόνες βαρδιοδότησης, που έχουν ήδη αναφερθεί προηγουμένως, σε ποια βάρδια θα τοποθετηθούν αν εργαστούν κάποια από εκείνες τις ημέρες.

E1	2	2
E2	3	3
E3	2	2
E4	3	3
E5	1	1
E6	1	1
E7	1	3
E8	2	2
E9	1	1
E10	2	2
E11	3	3
E12	2	2
E13	3	3
E14	1	1
E15	1	1
E16	2	2
E17	3	3
E18	1	1
E19	3	3
E20	3	3
E21	1	1
E22	3	2

Εικόνα 17 – Βοηθητική 1 (Help! 1)

Η πιο βασική λειτουργία του εργαλείου είναι η εξαγωγή ενός όσο το δυνατόν περισσότερο αποδοτικού προγράμματος βαρδιοδότησης για τους εργαζομένους. Αυτό πραγματοποιείται στις δύο καρτέλες “Man Power Allocation Proposal” και “Man Power Allocation Final”. Αρχικά θα αναλυθεί πως γίνεται η παρουσίαση της πληροφορίας, όπως και οι διαφορές των δύο αυτών καρτελών, και στη συνέχεια θα επεξηγηθεί αναλυτικά ο τρόπος που εξάγονται αυτά τα αποτελέσματα.

Σαν παρουσίαση της πληροφορίας οι δύο καρτέλες είναι σχεδόν πανομοιότυπες. Θα αναλυθεί λοιπόν αναλυτικά η “Man Power Allocation Proposal” και στο τέλος θα επισυμανθούν οι διαφορές. Υπάρχουν δύο βασικοί πίνακες. Ο πρώτος είναι το

πρόγραμμα βαρδιοδότησης, όπως το προτείνει το εργαλείο. Στην πρώτη στήλη του πίνακα ορίζονται τα μηχανήματα. Στην πρώτη γραμμή, από την άλλη, οι ημέρες τις εβδομάδας. Κάθε μία από αυτές καταλαμβάνει έξι κελιά, ώστε σε καθεμία να οριστούν οι 3 βάρδιες, και σε κάθε βάρδια να αντιστοιχούν δύο κελιά, το οποίο γίνεται μέσω της δεύτερης γραμμής του πίνακα. Το Σάββατο και η Κυριακή καταλαμβάνουν τέσσερα κελιά η καθεμία, καθώς δεν ορίζεται η βάρδια με τον αριθμό “3”. Κάθε μηχανήμα που έχουμε ορίσει απαιτεί δύο γραμμές. Στην πρώτη γραμμή, για κάθε βάρδια χρησιμοποιούμε ένα κελί, όπου θα οριστεί το όνομα του εργαζομένου που θα δουλέψει κανονικά στο μηχανήμα. Στην δεύτερη γραμμή, σε κάθε βάρδια απαιτούνται δύο κελιά, όπου στο καθένα θα τοποθετηθεί ένας εργαζόμενος που θα δουλέψει υπερωρία. Επειδή οι υπερωρίες τις καθημερινές είναι τετράωρες απαιτούνται δύο εργαζόμενοι σε κάθε βάρδια ώστε να αναπληρώσουν έναν, και αυτός είναι ο λόγος που απαιτούνται δύο κελιά. Στο αριστερό κελί σε κάθε βάρδια θα τοποθετηθεί ο εργαζόμενος ο οποίος θα καθήσει υπερωρία μετά την κανονική του βάρδια, δηλαδή ο προερχόμενος από προηγούμενη βάρδια. Στο δεξί κελί τοποθετείται ο εργαζόμενος που θα έρθει για υπερωρία πριν αρχίσει τη βάρδια του, δηλαδή ο προερχόμενος από επόμενη βάρδια. Πατώντας πάνω σε οποιοδήποτε κελί που αναπαριστά υπερωρία εμφανίζεται μια λίστα η οποία περιέχει όλους τους εργαζομένους που είναι διαθέσιμοι για υπερωρία στο συγκεκριμένο μηχανήμα, τη συγκεκριμένη βάρδια, προερχόμενοι από την βάρδια που αντιστοιχεί αναλόγως ποιο κελί διαλέχτηκε.

Ο δεύτερος πίνακας καταγράφει τα άτομα τα οποία δεν έχουν τοποθετηθεί σε κάποιο μηχανήμα, που έχουν δηλαδή ελεύθερο χρόνο κατά τη διάρκεια της βάρδιας τους. Πάνω από τα ονόματα των μηχανημάτων στον πρώτο πίνακα ορίζεται ο αριθμός της εβδομάδας στην οποία βρισκόμαστε. Και στις δύο καρτέλες υπάρχουν οι λειτουργίες “TIP” και “Home”. Στην καρτέλα “Man Power Allocation Proposal” υπάρχουν τα κουμπιά “Update”, “Print”, “Preference”, “OT Availability”, “Production Plan” και “Qualification”. Τα τέσσερα τελευταία κουμπιά που αναφέρθηκαν κατευθύνουν τον χρήστη στις αντίστοιχες καρτέλες. Το “Update” ενημερώνει την παρούσα καρτέλα για οποιαδήποτε αλλαγή πραγματοποιήθηκε στις μεταβλητές και ενημερώνει το προτεινόμενο πρόγραμμα. Το “Print” αντιγράφει όλα τα στοιχεία της καρτέλας στην “Man Power Allocation Final”. Στην “Man Power Allocation Final” υπάρχει το κουμπί “Proposal”, το οποίο σε κατευθύνει στην “Man Power Allocation Proposal”. Η διαφορά μεταξύ των δύο καρτελών είναι η χρησιμότητά της. Η “Man Power Allocation Proposal” δίνει στον χρήστη τη βαρδιολόγηση που προέκυψε από το εργαλείο. Ο χρήστης, όμως, μπορεί να θέλει να πραγματοποιήσει κάποιες αλλαγές. Αυτές μπορεί να τις

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

πραγματοποιήσει είτε αλλάζοντας κάποιες από τις μεταβλητές, το οποίο θα αναλυθεί αναλυτικά αργότερα, είτε χειρόγραφα πάνω στην καρτέλα, χωρίς να επηρεαστεί καμία λειτουργία του εργαλείου. Όταν ο χρήστης τελειώσει με τις επιθυμητές αλλαγές, χρησιμοποιεί το κουμπί “Print”, για να περάσει το τελικό πρόγραμμα στην “Man Power Allocation Final”. Αν θέλει να δοκιμάσει κάποιες άλλες αλλαγές, μπορεί να το κάνει ελεύθερα στην “Man Power Allocation Proposal”, και να τις συγκρίνει με το τελικό που έχει στην άλλη. Ότι αλλαγή πάλι του αρέσει μπορεί να την περάσει στην “Man Power Allocation Final” μέσω του κουμπιού.

5	Monday 29/1/2018			Tuesday 30/1/2018		
shift	1	2	3	1	2	3
Vessel						
V1						
V2						
V3						
V4						
V5						
V6						
V7						
V8						
IDLE TIME						

Update

Print

Home

Preference

OT Availability

Production Plan

Qualification

TIP

Εικόνα 18 – Πρόταση κατανομής του προσωπικού (Man Power Allocation Proposal)

5	Monday 29/1/2018			Tuesday 30/1/2018			Wednesday 31/1/2018		
shift	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Vessel									
V1									
V2									
V3									
V4									
V5									
V6									
V7									
V8									
IDLE TIME									

Home

Proposal

TIP

Εικόνα 19 – Τελική κατανομή του προσωπικού (Man Power Allocation Final)

Τώρα θα επεξηγηθεί αναλυτικά η όλη διαδικασία βαρδιολόγησης, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο συμπληρώνονται αυτές οι δύο καρτέλες. Για τη συγκεκριμένη διαδικασία καθέστηκε αναγκαία η χρήση όλων των βοηθητικών καρτελών που έχουν αναφερθεί. Ξεκινάει από την βοηθητική “Help!”. Αρχικά υπολογίζουμε τις συνολικές ώρες υπερωρίας που έχουν εργαστεί οι εργαζόμενοι μέσα στο έτος μέχρι στιγμής. Για τον υπολογισμό αυτό λαμβάνονται υπόψη οι πολλαπλασιαστές που ορίστηκαν στην καρτέλα “OT Availability”. Τα στοιχεία για το ποσό των υπερωριών που εργάστηκαν τα λαμβάνει το εργαλείο από την καρτέλα “Shifts η’ OT Record”. Πολλαπλασιάζει το σύνολο των ωρών των καθημερινών με τον αντίστοιχο πολλαπλασιαστή. Κάνει το ίδιο και για το Σάββατο και για την Κυριακή και στη συνέχεια προσθέτει τα τρία αυτά νούμερα, καταλήγοντας σε ένα τελικό νούμερο για τον καθένα που καταγράφεται σε έναν πίνακα στην “Help!”. Προσθέτουμε ένα πολύ μικρό ποσό, το “0,000001”, στον πρώτο αλφαβητικά εργαζόμενο. Στον επόμενο αλφαβητικά προσθέτουμε το “0,000002” και ούτω καθεξής για τον καθένα. Αυτό γίνεται για να αποφύγουμε καταστάσεις ισοβαθμίας μεταξύ τους ως προς τις υπερωρίες, καθώς δημιουργεί προβλήματα, χωρίς όμως να επηρεάσουμε σημαντικά την κατάταξή τους. Δίνουμε ένα πολύ μικρό προβάδισμα σε κάποιους εργαζομένους το οποίο όμως σε βάθος χρόνου αναιρείται.

E1	0	0,000001
E2	0	0,000002
E3	0	0,000003
E4	0	0,000004
E5	0	0,000005
E6	0	0,000006
E7	0	0,000007
E8	0	0,000008
E9	0	0,000009
E10	0	0,00001
E11	0	0,000011
E12	0	0,000012
E13	0	0,000013
E14	0	0,000014
E15	0	0,000015
E16	0	0,000016
E17	0	0,000017
E18	0	0,000018
E19	0	0,000019
E20	0	0,00002
E21	0	0,000021
E22	0	0,000022

Εικόνα 20 – Βοηθητική 2 (Help! 2)

Στη συνέχεια φτιάχνουμε ένα πίνακα όπου θα δώσουμε μια στοιχειώδη βαθμολογία, η οποία θα τροποποιείται καταλλήλως στη συνέχεια σύμφωνα με διάφορες μεταβλητές, στους εργαζομένους που εργάζονται την αντίστοιχη ημέρα και μπορούν να χειριστούν το κάθε μηχάνημα. Στην πρώτη στήλη του πίνακα ορίζονται οι εργαζόμενοι, ενώ στην πρώτη γραμμή οι μέρες τις εβδομάδας, όπου σε κάθε μία αντιστοιχούν κελιά όσα και μηχανήματα που χρησιμοποιούνται. Δηλαδή το κάθε κελί του πίνακα ορίζει τη βαθμολόγηση ενός συγκεκριμένου εργαζομένου σε ένα συγκεκριμένο μηχάνημα σε μία ημέρα της εβδομάδας. Θεωρούμε τυχαία οχτώ μηχανήματα. Το κάθε κελί για τον κάθε εργαζόμενο ελέγχει αρχικά αν την αντίστοιχη μέρα ο εργαζόμενος έχει άδεια ή όχι, μέσω της καρτέλας “Absenteeism”. Εάν έχει, τότε τοποθετείται μηδέν στο κελί, ενώ εάν δεν έχει ελέγχει αν στο αντίστοιχο μηχάνημα έχει εξουσιοδότηση να το χειριστεί, μέσω της “Qualification”. Εάν έχει εξουσιοδότηση τότε η βαθμολόγηση του θα είναι δέκα, ενώ άμα δεν έχει τότε θα βαθμολογηθεί με μηδέν. Στα σαββατοκύριακα υπάρχει διαφορετικός τρόπος αξιολόγησης των εργαζομένων, όπου λαμβάνεται υπόψη το ιστορικό των υπερωριών τους. Στα σαββατοκύριακα δεν ορίζεται άδεια εργαζομένων, οπότε δεν μπορεί να ληφθεί ως κριτήριο. Αντί αυτού, ελέγχεται η διαθεσιμότητά τους για υπερωρία αυτές τις ημέρες. Ταυτόχρονα ελέγχεται και η εξειδίκευση τους στα μηχανήματα. Επίσης αυτές οι ημέρες διαφοροποιούνται ως προς τις καθημερινές και στην βαθμολόγηση των εργαζομένων. Κριτήριο βαθμολόγησης είναι οι ώρες υπερωριών που έχουν εργαστεί μέχρι τώρα, οι οποίες έχουν υπολογιστεί προηγουμένως. Όσο περισσότερες υπερωρίες έχει εργαστεί κάποιος τόσο μικρότερη προτεραιότητα έχει σε σχέση με τους υπόλοιπους. Οπότε, αν ένας εργαζόμενος δεν τηρεί τα δύο προαναφέροντα κριτήρια, βαθμολογείται με μηδέν. Εάν από την άλλη τα τηρεί, τότε η βαθμολογία του θα είναι το αποτέλεσμα της διαίρεσης ενός άσσου διά το σύνολο των υπερωριών που έχει πραγματοποιήσει. Επειδή στο σύνολο των υπερωριών του καθενός έχουμε προσθέσει ένα αμελητέο ποσό, δεν θα υπάρξει ποτέ πρόβλημα με διαίρεση με το μηδέν.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Tuesday	Tuesday	Tuesday	Tuesday	Tuesday	Tuesday	Tuesday	Tuesday
Workers	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 21 – Βοηθητική 3 (Help! 3)

Η διαδικασία συνεχίζεται με την κατασκευή ενός ακόμα πίνακα, παρόμοιο με τον προηγούμενο ως προς τη δομή του, στον οποίο χρησιμοποιώντας κάποια κριτήρια θα διαφοροποιηθεί η βαθμολόγηση των εργαζομένων. Το πρώτο κριτήριο είναι ο αριθμός των μηχανημάτων στα οποία μπορεί να εργαστεί ένας εργαζόμενος. Ένας εργαζόμενος που εξειδικεύεται σε ελάχιστα μηχανήματα θα έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα σε αυτά από ότι έναν άλλον ο οποίος έχει μεγαλύτερη γκάμα επιλογών. Το δεύτερο κριτήριο είναι ο αριθμός των εργαζομένων που μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα συγκεκριμένο μηχάνημα. Δηλαδή, εάν σε ένα μηχάνημα μπορεί να εργαστούν ελάχιστοι εργαζόμενοι, τότε αυτοί θα έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα για αυτά τα μηχανήματα από ότι στα υπόλοιπα, στα οποία θα υπάρχει μεγαλύτερη ποικιλία ως προς το θέμα επιλογής χειριστή. Οπότε η βαθμολόγηση των εργαζομένων προκύπτει ως το αποτέλεσμα της διαίρεσης της βαθμολόγησης τους από τον προηγούμενο πίνακα, διά την πρόσθεση του αριθμού μηχανημάτων που μπορεί να χειριστεί την συγκεκριμένη ημέρα ο αντίστοιχος εργαζόμενος συν τον αριθμό των εργαζομένων που μπορούν να χειριστούν το συγκεκριμένο μηχάνημα την ίδια μέρα. Η ίδια μέθοδος ισχύει και για τα σαββατοκύριακα σε αυτόν τον πίνακα, υπενθυμίζοντας βέβαια ότι ο τρόπος που υπολογίστηκαν οι βαθμολογίες τους στον προηγούμενο πίνακα είναι διαφορετικός από ότι στις καθημερινές.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

0	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday
Workers	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1	0,625	0,625	0,5	0,5	0,5	0	0	0
E2	0,588235294	0,588235294	0,476190476	0,476190476	0,476190476	0	0,714285714	0
E3	0,555555556	0,555555556	0,454545455	0,454545455	0,454545455	0,555555556	0,666666667	0
E4	0,625	0,625	0,5	0,5	0,5	0	0	0
E5	0	0	0	0	0	0	0	0
E6	0,625	0,625	0,5	0,5	0,5	0	0	0
E7	0	0	0	0	0	0,769230769	1	0
E8	0	0	0	0	0	0,769230769	1	0
E9	0	0	0	0	0	0,714285714	0,909090909	0,909090909
E10	0	0	0	0	0	0,714285714	0,909090909	0,909090909
E11	0,625	0,625	0,5	0,5	0,5	0	0	0
E12	0	0	0,555555556	0,555555556	0,555555556	0	0	0
E13	0	0	0,555555556	0,555555556	0,555555556	0	0	0
E14	0,555555556	0,555555556	0,454545455	0,454545455	0,454545455	0,555555556	0	0,666666667
E15	0,555555556	0,555555556	0,454545455	0,454545455	0,454545455	0,555555556	0	0,666666667
E16	0,526315789	0,526315789	0,434782609	0,434782609	0,434782609	0,526315789	0,625	0,625
E17	0	0	0,555555556	0,555555556	0,555555556	0	0	0
E18	0,625	0,625	0,5	0,5	0,5	0	0	0
E19	0	0	0,555555556	0,555555556	0,555555556	0	0	0
E20	0,526315789	0,526315789	0,434782609	0,434782609	0,434782609	0,526315789	0,625	0,625
E21	0	0	0	0	0	0,769230769	0	1
E22	0	0	0	0	0	0,769230769	0	1

Εικόνα 22 – Βοηθητική 4 (Help! 4)

Στη συνέχεια φτιάχνουμε ένα μικρό απλό πινακάκι, το οποίο μας δίνει σε κάθε βάρδια την μεγαλύτερη βαθμολόγηση σε κάθε μηχανήμα. Η πρώτη στήλη του πίνακα ορίζει τις τρεις βάρδιες, ενώ η πρώτη γραμμή τις ημέρες τις εβδομάδας, από τις οποίες η καθεμία καταλαμβάνει οχτώ κελιά, καθώς όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο αριθμός των μηχανημάτων σε αυτή την προσομοίωση είναι τυχαίος και τον ορίσαμε οχτώ. Οπότε κάθε κελί του πίνακα ορίζει τη μέγιστη βαθμολόγηση που υπάρχει για ένα μηχανήμα, μία δεδομένη ημέρα και για μία συγκεκριμένη βάρδια. Ο διαχωρισμός των βαθμολογιών για κάθε διαφορετική βάρδια σε κάθε μηχανήμα είναι εύκολος, αφού έχει ήδη καθοριστεί η βάρδια που θα δουλέψει ο καθένας τους τις καθημερινές, το Σάββατο και την Κυριακή.

0	0	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday
Workers	Shift/Vessel	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
	1	0,625	0,625	0,5	0,5	0,5	0,769230769	0,909090909	1
	2	0,625	0,625	0,555555556	0,555555556	0,555555556	0,769230769	1	1
	3	0,625	0,625	0,555555556	0,555555556	0,555555556	0,526315789	0,714285714	0,625

Εικόνα 23 – Βοηθητική 5 (Help! 5)

Οι αξιολογήσεις που υπολογίστηκαν θα αξιοποιηθούν στη συνέχεια για την τοποθέτηση των κατάλληλων εργαζομένων στα μηχανήματα. Πριν γίνει όμως αυτό, θα πρέπει να επεξηγηθεί η λειτουργία ενός άλλου πίνακα στην ίδια καρτέλα, ο οποίος θα βοηθήσει στον επιλογή μεταξύ εργαζομένων που έχουν την ίδια βαθμολογία στο ίδιο μηχανήμα, και που αυτή είναι η μέγιστη. Στην αρχή αυτό το πρόβλημα προσπαθήσαμε να το επιλύσουμε με την λειτουργία “Rand()” του Excel. Αυτό όμως μας δημιούργησε διάφορα προβλήματα κατά τον χειρισμό του εργαλείου. Το βασικότερο πρόβλημα ήταν η μη επιθυμητή αλλαγή της τιμής του στην αλλαγή οποιασδήποτε μεταβλητής στο εργαλείο, αλλάζοντας έτσι τα αποτελέσματα χωρίς αυτό να είναι επιθυμητό. Για αυτό το λόγο κατασκευάσαμε έναν πίνακα ο οποίος ορίζει μια τιμή σε κάθε εργαζόμενο για

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

κάθε μηχανήμα, η οποία τιμή αλλάζει από μέρα σε μέρα, ώστε να λειτουργεί σαν τυχαία προτεραιότητα, αλλά παραμένοντας σταθερή την ίδια μέρα εκτός εάν την αλλάξει ο χρήστης σε αντίθεση με τη λειτουργία “Rand()”. Κάθε τιμή μέσα σε μια μέρα για κάθε εργαζόμενο αλλά και για κάθε μηχανήμα είναι διαφορετική από τις υπόλοιπες, καθώς ο σκοπός τους είναι η διάσπαση μια ισοβαθμίας μεταξύ εργαζομένων.

Vessels Workers	MONDAY								TUESDAY							
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1	300	299	298	297	296	295	294	293	90	89	88	87	86	85	84	83
E2	290	289	288	287	286	285	284	283	300	299	298	297	296	295	294	293
E3	280	279	278	277	276	275	274	273	290	289	288	287	286	285	284	283
E4	270	269	268	267	266	265	264	263	280	279	278	277	276	275	274	273
E5	260	259	258	257	256	255	254	253	270	269	268	267	266	265	264	263
E6	250	249	248	247	246	245	244	243	260	259	258	257	256	255	254	253
E7	240	239	238	237	236	235	234	233	250	249	248	247	246	245	244	243
E8	230	229	228	227	226	225	224	223	240	239	238	237	236	235	234	233
E9	220	219	218	217	216	215	214	213	230	229	228	227	226	225	224	223
E10	210	209	208	207	206	205	204	203	220	219	218	217	216	215	214	213
E11	200	199	198	197	196	195	194	193	210	209	208	207	206	205	204	203
E12	190	189	188	187	186	185	184	183	200	199	198	197	196	195	194	193
E13	180	179	178	177	176	175	174	173	190	189	188	187	186	185	184	183
E14	170	169	168	167	166	165	164	163	180	179	178	177	176	175	174	173
E15	160	159	158	157	156	155	154	153	170	169	168	167	166	165	164	163
E16	150	149	148	147	146	145	144	143	160	159	158	157	156	155	154	153
E17	140	139	138	137	136	135	134	133	150	149	148	147	146	145	144	143
E18	130	129	128	127	126	125	124	123	140	139	138	137	136	135	134	133
E19	120	119	118	117	116	115	114	113	130	129	128	127	126	125	124	123
E20	110	109	108	107	106	105	104	103	120	119	118	117	116	115	114	113
E21	100	99	98	97	96	95	94	93	110	109	108	107	106	105	104	103
E22	90	89	88	87	86	85	84	83	100	99	98	97	96	95	94	93

Εικόνα 24 – Βοηθητική 6 (Help! 6)

Συνεχίζοντας λοιπόν με την επεξήγηση της διαδικασίας βαρδιολόγησης, κατασκευάζουμε τρεις πίνακες οι οποίοι είναι αλληλένδετοι μεταξύ τους. Στην πρώτη στήλη του πρώτου πίνακα ορίζονται τα ονόματα των εργαζομένων, και στην διπλανή στήλη οι βάρδιες που τους αντιστοιχούν τις καθημερινές. Πριν τοποθετηθούν τα στοιχεία του Σαββάτου υπάρχει μία ακόμα στήλη όπου ορίζονται οι βάρδιες του Σαββάτου, και αντίστοιχα το ίδιο ισχύει και για την Κυριακή. Στην πρώτη γραμμή του πίνακα ορίζονται οι μέρες τις εβδομάδας, όπου η κάθε μία καταλαμβάνει οχτώ κελιά, το καθένα από τα οποία εκπροσωπεί ένα από τα μηχανήματα. Αυτές οι δύο γραμμές, δηλαδή η μία με τις μέρες της εβδομάδας και η επόμενη με τα μηχανήματα σε κάθε μέρα, είναι κοινές και για τους επόμενους δύο πίνακες. Η πρώτη στήλη του δεύτερου πίνακα, αλλά και του τρίτου, ορίζει τις τρεις βάρδιες. Τώρα θα επεξηγηθεί πως συμπληρώνονται οι πίνακες. Αρχικά στον πρώτο πίνακα συμπληρώνεται η πρώτη στήλη των τιμών του, δηλαδή ορίζει μια τιμή σε κάθε εργαζόμενο για το πρώτο μηχανήμα την Δευτέρα. Με χρήση των δύο πινάκων που επεξηγήθηκαν πριν την αναφορά του πίνακα των τυχαίων αριθμών, αυτός ο πίνακας ανιχνεύει για κάθε βάρδια τους πιο υψηλά βαθμολογημένους εργαζομένους για το πρώτο μηχανήμα. Σε αυτούς θα βάλει την τιμή που τους αντιστοιχεί στον πίνακα των τυχαίων αριθμών. Στους υπόλοιπους που μπορούν να εργαστούν σε αυτό το μηχανήμα αλλά έχουν μικρότερη βαθμολόγηση θα μπει η τιμή “0”. Τέλος, στους εργαζομένους που δεν μπορούν καν να χειριστούν το μηχανήμα θα μπει το σύμβολο “-“. Στη συνέχεια θα συμπληρωθεί η

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

πρώτη στήλη του επόμενου πίνακα. Για κάθε βάρδια ανιχνεύει το μεγαλύτερο νούμερο που έχει οριστεί στον προηγούμενο πίνακα για το πρώτο μηχάνημα και συμπληρώνεται στο αντίστοιχο κελί. Ακολουθεί μετά η συμπλήρωση της πρώτης στήλης και του τρίτου πίνακα. Αυτός αντικαθιστά την τιμή που συμπληρώθηκε στον δεύτερο πίνακα με το όνομα του εργαζομένου που την εκπροσωπεί. Η διαδικασία συνεχίζεται με την συμπλήρωση της δεύτερης στήλης του πρώτου πίνακα. Από εδώ και στο εξής προκύπτει ένας ακόμη έλεγχος. Αν ο εργαζόμενος έχει τοποθετηθεί σε προηγούμενο μηχάνημα μέσα στη μέρα, αλλά μπορεί να εργαστεί και σε αυτό το μηχάνημα, τότε θα πάρει την τιμή “-1”. Εάν δεν μπορεί να εργαστεί καθόλου στο μηχάνημα τότε θα τοποθετηθεί, όπως και προηγουμένως, το σύμβολο “-“. Οι επόμενες δύο καρτέλες συμπληρώνονται με τον ίδιο τρόπο που προαναφέρθηκε. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι την ολοκληρωτική συμπλήρωση των τριών πινάκων. Ο τρίτος πίνακας μετά το πέρας της συμπλήρωσης του θα έχει διορίσει έναν εργαζόμενο σε κάθε μηχάνημα κάθε βάρδια. Υπάρχει περίπτωση να υπάρχει έλλειψη διαθέσιμων εργαζομένων για ένα μηχάνημα, οπότε να τοποθετηθεί ένας που είναι ήδη τοποθετημένος σε άλλο μηχάνημα, δηλαδή με τιμή “-1”. Αυτή την περίπτωση τη χειριζόμαστε αναλυτικά στο “Schedule B”. Στα μηχανήματα που δεν δουλεύουν κάποια βάρδια, σύμφωνα με την καρτέλα “Production Plan”, τοποθετείται στο αντίστοιχο κελί το σύμβολο “-“.

0	0	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday	Monday
Workers	Shift/Vessel	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1	2	300	-1	-1	-1	-1	-	-	-
E2	3	0	0	0	0	0	-	284	-
E3	2	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-
E4	3	270	-1	-1	-1	-1	-	-	-
E5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
E6	1	250	-1	-1	-1	-1	-	-	-
E7	2	-	-	-	-	-	235	-1	-
E8	2	-	-	-	-	-	225	224	-
E9	1	-	-	-	-	-	0	214	-1
E10	2	-	-	-	-	-	0	0	0
E11	3	200	199	-1	-1	-1	-	-	-
E12	2	-	-	188	-1	-1	-	-	-
E13	3	-	-	178	-1	-1	-	-	-
E14	1	0	0	0	-1	-1	-1	-	-1
E15	1	0	0	0	0	-1	-1	-	-1
E16	2	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
E17	3	-	-	138	137	-1	-	-	-
E18	1	130	129	-1	-1	-1	-	-	-
E19	3	-	-	118	117	116	-	-	-
E20	3	0	0	0	0	0	105	0	103
E21	1	-	-	-	-	-	95	-	-1
E22	2	-	-	-	-	-	85	-	83
E23	0	-	-	-	-	-	-	-	-
E24	0	-	-	-	-	-	-	-	-
E25	0	-	-	-	-	-	-	-	-
E26	0	-	-	-	-	-	-	-	-
E27	0	-	-	-	-	-	-	-	-
E28	0	-	-	-	-	-	-	-	-
E29	0	-	-	-	-	-	-	-	-
E30	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	250	129	0	0	-1	95	214	-1
	2	300	0	188	0	-1	235	224	83
	3	270	199	178	137	116	105	284	103
	1	E6	E18	E14	E15	E6	E21	E9	E9
	2	E1	E3	E12	E16	E1	E7	E8	-
	3	E4	E11	E13	E17	E19	-	E2	E20

Εικόνα 25 – Βοηθητική 7 (Help! 7)

Ένας ακόμη χρήσιμος πίνακας για τον διορισμό των εργαζομένων στα μηχανήματα είναι ο υπολογισμός του μέσου όρου που έχει ο καθένας την κάθε μέρα στον πίνακα της καρτέλας “Preference”. Δηλαδή υπολογίζει το μέσο όρο του κάθε εργαζομένου, ο οποίος προκύπτει προσθέτοντας την τιμή που έχει σε κάθε μηχανήμα και διαιρώντας με τον αριθμό των μηχανημάτων σε μια μέρα. Η χρησιμότητα αυτού του πίνακα θα φανεί στην επεξήγηση της βοηθητικής καρτέλας “Schedule B”.

	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
E1	2	2	2	2	2	2	2
E2	2	2	2	2	2	2	2
E3	2	2	2	2	2	2	2
E4	2	2	2	2	2	2	2
E5	2	2	2	2	2	2	2
E6	2	2	2	2	2	2	2
E7	2	2	2	2	2	2	2
E8	2	2	2	2	2	2	2
E9	2	2	2	2	2	2	2
E10	2	2	2	2	2	2	2
E11	2	2	2	2	2	2	2
E12	2	2	2	2	2	2	2
E13	2	2	2	2	2	2	2
E14	2	2	2	2	2	2	2
E15	2	2	2	2	2	2	2
E16	2	2	2	2	2	2	2
E17	2	2	2	2	2	2	2
E18	2	2	2	2	2	2	2
E19	2	2	2	2	2	2	2
E20	2	2	2	2	2	2	2
E21	2	2	2	2	2	2	2
E22	2	2	2	2	2	2	2

Εικόνα 26 – Βοηθητική 8 (Help! 8)

Ο καθορισμός των υπερωριών είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας της βαρδιολόγησης. Οι επόμενοι πίνακες στην καρτέλα “Help!” ασχολούνται με αυτή την διαδικασία. Ο πρώτος από αυτούς είναι η παρουσίαση της πληροφορίας που είναι αναγκαία από τις καρτέλες των “Input”, με ανακατάταξη της σειράς των εργαζομένων, με βάση τον αριθμό των υπερωριών που έχουν δουλέψει. Η πρώτη στήλη ορίζει τους εργαζομένους, οι οποίοι κατατάσσονται με αύξοντα αριθμό υπερωριών που έχουν πραγματοποιήσει, όπως έχει υπολογιστεί στην αρχή της καρτέλας. Η κατάταξη πραγματοποιείται με αυτόν τον τρόπο ώστε οι εργαζομένοι που έχουν πραγματοποιήσει λιγότερες υπερωρίες να βρίσκονται πιο ψηλά στον πίνακα, και άρα όπως θα δούμε στην καρτέλα “Schedule B” να έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα. Όπως είναι γνωστό δεν μπορεί να υπάρχει ισοβαθμία μεταξύ τους. Στη συνέχεια καταγράφονται για τον καθένα τα στοιχεία του που έχουν οριστεί στους πίνακες των καρτελών “Availability”, “Qualification”, “Absenteeism”, “OT Availability” και “Shifts Plan”.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

	Availability	Availability	Availability	Specialisation	Specialisation	Specialisation	Specialisation	Specialisation	Specialisation	Specialisation	Specialisation	Specialisation	Absentism	Absentism	Absentism	Absentism	Absentism
	1	2	3	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	
E2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
E21	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
E8	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	0	
E22	1	1	0	0	0	0	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	
E17	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
E18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
E19	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
E20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
E4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
E9	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
E13	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
E16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	5	0	
E1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
E3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
E6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
E7	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4	0	0	
E11	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
E12	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	
E14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
E5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	3	
E10	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
E15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	

Εικόνα 27 – Βοηθητική 9 (Help! 9)

Τέλος, θα κατασκευάσουμε έναν μεγάλο πίνακα όπου θα αποτυπώνονται σε κάθε μηχανήμα, σε κάθε βάρδια, ποιοι είναι διαθέσιμοι για υπερωρία και από ποια βάρδια προέρχονται. Οπότε οι μεταβλητές από τις οποίες θα εξαρτώνται οι τιμές του πίνακα ορίζονται στις τρεις πρώτες γραμμές του πίνακα. Στην πρώτη ορίζονται οι ημέρες τις εβδομάδας. Η Κυριακή δεν χρειάζεται να οριστεί, καθώς αυτοί που θα τοποθετηθούν εκεί υπολογίζονται με άλλον τρόπο, όπως θα δούμε στο “Schedule B”. Σε κάθε μέρα, στη δεύτερη γραμμή, ορίζονται όλα τα μηχανήματα. Επίσης, στην τρίτη γραμμή ορίζονται για κάθε μηχανήμα οι βάρδιες και από ποια βάρδια θα προέρχεται ο εργαζόμενος. Ένα παράδειγμα είναι ο συμβολισμός 1?2, δηλαδή ο πίνακας θα συμπεριλαμβάνει τους εργαζομένους που είναι διαθέσιμοι να δουλέψουν υπερωρία την πρώτη βάρδια και κανονικά εργάζονται την δεύτερη βάρδια. Αυτός ο πίνακας χρησιμοποιείται για την κατασκευή των λιστών που υπάρχουν στα κελιά των υπερωριών στις δύο καρτέλες “Man Power Allocation”.

												MONDAY			
V1				V2				V3				V4			
1?2	2?1	2?3	3?2	1?2	2?1	2?3	3?2	1?2	2?1	2?3	3?2	1?2	2?1	2?3	3?2
E16	E15	E4	E16	E16	E15	E4	E16	E16	E15	E19	E16	E16	E15	E19	E16
		E11				E11		E12		E4	E12	E12	E15	E4	E12
										E11				E11	

Εικόνα 28 – Βοηθητική 10 (Help! 10)

Η διαδικασία της βαρδιολόγησης συνεχίζεται στην βοηθητική καρτέλα “Schedule B”. Αρχικά κατασκευάζουμε έναν πίνακα όπου θα κατανεμηθούν οι εργαζόμενοι στα μηχανήματα και στις βάρδιες τους, όπως επίσης και αυτοί που θα δουλέψουν υπερωρία εκεί που χρειάζεται. Η πρώτη στήλη του πίνακα ορίζει τα μηχανήματα, όπου το κάθε ένα καταλαμβάνει τρεις γραμμές. Στην πρώτη γραμμή θα τοποθετούνται οι εργαζόμενοι που εργάζονται κανονικά στο μηχανήμα. Στις επόμενες δύο θα

τοποθετούνται οι δύο εργαζόμενοι που θα δουλέψουν υπερωρία στο μηχάνημα αν χρειαστεί. Στην πρώτη από τις δύο θα τοποθετηθεί ο εργαζόμενος από προηγούμενη βάρδια, ενώ στην επόμενη αυτός που κανονικά εργάζεται στην επόμενη. Στην καρτέλα “Help!” έχουμε καθορίσει ποιος εργαζόμενος πρέπει να τοποθετηθεί σε κάθε μηχάνημα κάθε βάρδια, οπότε τους τοποθετούμε στα αντίστοιχα κελιά. Στη συνέχεια το εργαλείο ελέγχει εάν το όνομα κάποιου εργαζομένου εμφανίζεται σε δύο διαφορετικά μηχανήματα την ίδια βάρδια. Εάν συμβαίνει αυτό τότε θα τοποθετηθούν οι κατάλληλες υπερωρίες στα δύο κελιά κάτω από τα δύο ή παραπάνω κελιά που εμφανίζεται το όνομα. Το κάθε κελί υπερωρίας, για να επιλέξει τον εργαζόμενο που θα τοποθετηθεί σε αυτό, ανατρέχει στον πίνακα στην καρτέλα “Help!” που είχαμε κατατάξει τους εργαζομένους με βάση τον αριθμό υπερωριών που έχουν πραγματοποιήσει και ανιχνεύει τον πρώτο εργαζόμενο που τηρεί όλα τα κριτήρια για να δουλέψει υπερωρία σε αυτό το μηχάνημα αυτή την βάρδια. Τα κριτήρια αυτά είναι όλες οι μεταβλητές που ορίζονται σε αυτόν τον πίνακα κι έχουν παρθεί από τις καρτέλες που αναφέρθηκαν όταν επεξηγήθηκε ο πίνακας. Επίσης ένα ακόμη κριτήριο είναι το όνομα αυτού του εργαζομένου να μην έχει εμφανιστεί για υπερωρία την ίδια βάρδια ή μία ή δύο βάρδιες πριν. Να μην έχει εμφανιστεί την ίδια βάρδια είναι κριτήριο για προφανής λόγους. Ο λόγος που γίνεται έλεγχος μέχρι και για δύο βάρδιες πριν είναι λόγο κανόνων με το εργοστάσιο που συνεργαστήκαμε. Τη Δευτέρα στην πρώτη βάρδια δεν ορίζεται υπερωρία από προηγούμενη βάρδια. Επίσης η νυχτερινή βάρδια δεν μπορεί να καλυφθεί από υπερωρία που προέρχεται από την πρωινή βάρδια της επόμενης ημέρας. Το σαββατοκύριακο οι εργαζόμενοι τοποθετούνται με τον ίδιο τρόπο όπως και με τις καθημερινές, και δεν ορίζονται επιπλέον υπερωρίες εκτός από την πρώτη βάρδια του Σαββάτου, όπου μπορεί να παραμείνει κάποιος που δούλεψε νυχτερινή βάρδια την Παρασκευή για υπερωρία. Υπερωρίες τοποθετούνται επίσης στο μηχάνημα μια βάρδια αν το κελί όπου τοποθετείται ο εργαζόμενος που θα δούλεψε σε αυτό κανονικά είναι κενό. Να τονιστεί εδώ ότι εάν το μηχάνημα δεν δουλεύει μία βάρδια τότε σε αυτό το κελί τοποθετείται “-“.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Shift Vessel	Monday			Tuesday		
	1	2	3	1	2	3
V1	-	-	-	-	-	-
V2	-	-	-	-	-	-
V3	-	-	-	-	-	-
V4	-	-	-	-	-	-
V5	-	-	-	-	-	-
V6	-	-	-	-	-	-
V7	-	-	-	-	-	-
V8	-	-	-	-	-	-

Εικόνα 29 – Βοηθητική προγράμματος 1 (Schedule B 1)

Στη συνέχεια πρέπει με κάποιον τρόπο να δίνουμε στο χειριστή του εργαλείου τη δυνατότητα να επιλέγει σε ποιο μηχάνημα θα δουλέψει ένας εργαζόμενος που έχει διοριστεί σε πάνω από ένα μηχανήματα σε μία βάρδια, και ποια από αυτά θα δουλέψουν με υπερωρίες. Η επιλογή αυτή γίνεται με την βοήθεια της καρτέλας “Preference”. Φτιάχνουμε έναν πίνακα όπου θα περαστούν οι εργαζόμενοι που δουλεύουν κανονικά σε μία βάρδια αν τηρούν δύο κριτήρια. Το πρώτο είναι αν το όνομα κάποιου εμφανίζεται πάνω από μία φορά την ίδια βάρδια. Αν τηρεί αυτό το κριτήριο τότε το όνομά του καταγράφεται στον πίνακα. Εάν δεν το τηρεί τότε ελέγχεται το δεύτερο κριτήριο του. Για να τηρείται αυτό πρέπει η τιμή που έχει ο εργαζόμενος για το μηχάνημα στον πίνακα της καρτέλας “Preference” να είναι μεγαλύτερος ή ίσος με τον μέσο όρο των τιμών του πίνακα σε μία μέρα για τον ίδιο, που ορίζεται στον πίνακα στην καρτέλα “Help!”. Αν τηρείται αυτό τότε το όνομά του καταγράφεται. Εάν ο χρήστης βάλει στο κατάλληλο κελί την τιμή “1”, τότε το κριτήριο δεν θα τηρείται, οπότε αντί για το όνομα του θα συμπληρωθεί κενό. Κατασκευάζουμε, λοιπόν, έναν πανομοιότυπο πίνακα με τον προηγούμενο αυτής της καρτέλας, και στο κάθε μηχάνημα τοποθετείτε το όνομα στον πίνακα που μόλις κατασκευάσαμε. Από κάτω οι υπερωρίες θα συμπληρωθούν με τον ίδιο τρόπο που συμπληρώθηκαν και στον προηγούμενο. Η μόνη διαφορά που θα έχουν αυτοί οι δύο πίνακες είναι ότι αναλόγως τις τιμές του “Preference”, στον δεύτερο πίνακα σε μερικά μηχανήματα θα έχει συμπληρωθεί κενό εκεί που στον πρώτο υπήρχε εργαζόμενος που δούλευε και σε άλλο μηχάνημα την ίδια βάρδια. Συμπληρώνοντας το κενό στον δεύτερο πίνακα, ο εργαζόμενος που στον προηγούμενο είχε διοριστεί σε πάνω από ένα μηχανήματα τώρα είναι μόνο σε ένα, οπότε συμπληρώνονται πιο σωστά οι υπερωρίες. Τέλος κατασκευάζουμε έναν πίνακα

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

της καρτέλας “Man Power Allocation Proposal”, και αν έχει άδεια, μέσω της “Absenteeism”. Εάν δεν είναι τοποθετημένος σε κάποιο μηχάνημα την βάρδια που του αναλογεί και ταυτόχρονα δεν έχει άδεια, τότε τοποθετείται το όνομα του στον πίνακα. Αυτός ο πίνακας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα, καθώς δεν είναι ευανάγνωστος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εάν τοποθετηθεί το όνομα του δέκατου, για παράδειγμα, εργαζόμενου, αυτό θα τοποθετηθεί στο δέκατο κελί, αφήνοντας εννιά κελιά πιο πάνω κενά. Για αυτό υπάρχει ο πίνακας “Idle Time” στην καρτέλα “Man Power Allocation Proposal”, ο οποίος συμπληρώνει όλα τα ονόματα που διαβάζει στον πίνακα της “Freetime (2)”. Έτσι ολοκληρώνεται η συμπλήρωση όλης της καρτέλας “Man Power Allocation Proposal”. Μπορούν να πραγματοποιηθούν όσες αλλαγές χρειάζονται μέσα στην εβδομάδα, και η καρτέλα θα ανανεώνεται μέσω του κουμπιού “Update”. Το τελικό πρόγραμμα συμπληρώνεται στην “Man Power Allocation Final” μέσω του κουμπιού “Print”, όπως έχει ήδη αναφερθεί.

7	MONDAY			TUESDAY			WEDNESDAY			THURSDAY			FRIDAY			SATURDAY		SUNDAY			
Shift	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2		
FREETIME		E1			E1			E1			E1			E1					E1		
			E2					E2			E2			E2					E2		
		E3			E3			E3			E3			E3					E3		
			E4			E4			E4			E4			E4				E4		
				E5			E5			E5			E5			E5				E5	
				E6			E6			E6			E6			E6				E6	
			E8			E8			E8			E8			E8					E8	
			E9			E9			E9			E9			E9					E9	
			E10			E10			E10			E10			E10					E10	
				E11			E11			E11			E11			E11				E11	
				E12			E12			E12			E12			E12				E12	
				E13			E13			E13			E13			E13				E13	
				E14			E14			E14			E14			E14				E14	
				E15			E15			E15			E15			E15				E15	
				E16			E16			E16			E16			E16				E16	
				E17			E17			E17			E17			E17				E17	
				E18			E18			E18			E18			E18				E18	
				E19			E19			E19			E19			E19				E19	
				E20			E20			E20			E20			E20				E20	
				E21			E21			E21			E21			E21				E21	
				E22			E22			E22			E22			E22				E22	

Εικόνα 32 – Βοηθητική ελεύθερου χρόνου (Freetime (2))

Μία ακόμη χρησιμότητα του εργαλείου είναι η καταγραφή των βαρδιών και των υπερωριών κάθε εργαζόμενου, κάθε εβδομάδα, μέσα στο χρόνο. Αυτή πραγματοποιείται στην καρτέλα “Shifts n’ OT Record”. Οι υπερωρίες καταγράφονται διαφορετικά αναλόγως ποιες ημέρες πραγματοποιούνται, με τις διαφορές τους αναλόγως την ημέρα να αναφέρονται στην καρτέλα “OT Availability”. Στην πρώτη στήλη του πίνακα ορίζονται οι εργαζόμενοι. Στην πρώτη γραμμή ο αριθμός της κάθε εβδομάδας. Αρχίζει από το ένα και φτάνει μέχρι το πενήντα τρία, που είναι ο αριθμός των εβδομάδων που περιέχονται σε ένα έτος. Κάθε εβδομάδα καταλαμβάνει τέσσερα κελιά, ώστε στην δεύτερη γραμμή να μπορούν να οριστούν για κάθε εβδομάδα τα απαραίτητα δεδομένα, δηλαδή η βάρδια στην οποία εργάστηκε ο καθένας τη συγκεκριμένη εβδομάδα, τις υπερωρίες που πραγματοποίησε τις καθημερινές, τις

υπερωρίες του Σαββάτου και τις υπερωρίες της Κυριακής. Οι υπερωρίες μετριοούνται σε ώρες. Επίσης στη δεύτερη στήλη του πίνακα καταγράφονται οι συνολικές υπερωρίες που έχει δουλέψει ο καθένας όλες τις Κυριακές του έτους. Στις εβδομάδες υπ' αριθμόν "2", "10", "20", "30", "40" και "53" υπάρχουν βελάκια στα κελιά που ορίζουν τον αριθμό της εβδομάδας. Τα βελάκια με κατεύθυνση προς τα αριστερά, πατώντας τα, γυρνάνε το χρήστη στην αρχή της σελίδας. Τα βελάκια με κατεύθυνση προς τα δεξιά προχωράνε το χρήστη περίπου δέκα εβδομάδες μετά. Αυτά έχουν τοποθετηθεί για διευκόλυνση, καθώς το μέγεθος του πίνακα είναι αρκετά μεγάλο. Υπάρχουν, ακόμα, οι γνωστές λειτουργίες "Home" και "TIP". Υπάρχει κι ένα επιπρόσθετο κουμπί, ονόματι "Update" το οποίο θα αναλυθεί μαζί με την επεξήγηση της διαδικασίας καταγραφής.

Home	Week	1			2			3					
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)	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1	0												
E2	0												
E3	0												
E4	0												
E5	0												
E6	0												
E7	0												
E8	0												
E9	0												
E10	0												
E11	0												
E12	0												
E13	0												
E14	0												
E15	0												
E16	0												
E17	0												
E18	0												
E19	0												
E20	0												
E21	0												
E22	0												

TIP

Εικόνα 33 – Ιστορικό βαρδιών και υπερωριών (Shifts n' OT Record)

Πριν αναλυθεί η διαδικασία καταγραφής του ιστορικού θα πρέπει να παρουσιαστεί πρώτα και η καρτέλα με το όνομα "Absenteeism Record", καθώς αυτή η διαδικασία αφορά και τις δύο αυτές καρτέλες. Η συγκεκριμένη είναι παρόμοια με την προηγούμενη, καθώς ο σκοπός της είναι πάλι η καταγραφή του ιστορικού, αυτή τη φορά των απουσιών του προσωπικού, κάθε εβδομάδα σε μια χρονική περίοδο ενός έτους. Στην πρώτη στήλη του πίνακα ορίζονται τα ονόματα των εργαζομένων. Στην πρώτη γραμμή ορίζονται κι εδώ οι εβδομάδες μέσα στο έτος, αρχίζοντας από τον αριθμό "1" και καταλήγοντας στον αριθμό "53". Σε αυτήν την καρτέλα όμως η κάθε εβδομάδα καταλαμβάνει πέντε κελιά, το κάθε ένα από αυτά εκπροσωπώντας κάθε ένα διαφορετικό είδος απουσιασμού. Τα είδη έχουν αναφερθεί στην "Absenteeism", κι εδώ συμβολίζονται στον πίνακα με τα ίδια νούμερα και χρώματα. Η απουσία καταγράφεται σε αριθμό ημερών μέσα στην εβδομάδα. Κι εδώ υπάρχουν τα βελάκια στα κελιά των εβδομάδων, με την ίδια ακριβώς λειτουργία. Βρίσκονται μάλιστα και στις ίδιες

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

εβδομάδες εκτός από την πρώτη, όπου αντί να βρίσκεται στην εβδομάδα υπ' αριθμόν "2" βρίσκεται στην "3". Τέλος υπάρχει και η λειτουργία "Home".

Home	Week	1					2					3					4					5				
Absenteeism		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	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																										

ΠΡ: Το ιστορικό των προηγούμενων εβδομάδων των αδειών των εργαζομένων. Ενημερώνεται στο τέλος κάθε εβδομάδας ταυτόχρονα με την καρτέλα "Record" χρησιμοποιώντας το κουμπί Update.

Προσοχή!
Η ενημέρωση γίνεται από το πρώτο κενό κελί.

Υπόμνημα: 1. Αδικοαπόληξη Άδεια
2. Αναπαραγωγική Άδεια
3. Γενική Άδεια
4. Άδεια Παιδείας
5. Γενική Άδεια

Εικόνα 34 – Ιστορικό απουσιασμού (Absenteeism Record)

Και οι δύο προηγούμενες καρτέλες ενημερώνονται από το κουμπί "Update", το οποίο βρίσκεται στην "Shifts n' OT Record". Το κουμπί πρέπει να το πατάει ο χρήστης στο τέλος της κάθε εβδομάδας για να ενημερωθούν και οι δύο καρτέλες σωστά. Η διαδικασία καταγραφής χρησιμοποιεί και την καρτέλα "Help!" ως βοηθητική. Κατασκευάζουμε έναν πίνακα στον οποίο καταγράφονται οι συνολικές υπερωρίες του κάθε εργαζόμενου τις καθημερινές, το Σάββατο και την Κυριακή. Η καταγραφή τους γίνεται μέσω της καρτέλας "Man Power Allocation Final", ανιχνεύοντας τους εργαζομένους που δουλεύουν υπερωρίες τις καθημερινές και πολλαπλασιάζοντας κάθε φορά που εμφανίζεται με τέσσερα, για να προκύψουν οι ώρες, και συνεχίζοντας την αντίστοιχη διαδικασία για το Σάββατο και την Κυριακή. Στην αρχή του πίνακα καταγράφονται, μέσω της καρτέλας "Shifts Plan", και οι βάρδιες στις οποίες εργάζονται τις καθημερινές αυτή την εβδομάδα. Επίσης στον ίδιο πίνακα καταγράφονται και οι απουσίες των εργαζομένων. Αυτό γίνεται μέσω της καρτέλας "Absenteeism". Οι απουσίες καταγράφονται σε διαφορετική στήλη αναλόγως με το είδος τους. Πατώντας το κουμπί "Update" στην "Shifts n' OT Record" οι πληροφορίες για τις βάρδιες και τις υπερωρίες μεταφέρονται καταλλήλως σε αυτή την καρτέλα. Ταυτόχρονα, στην καρτέλα "Absenteeism Record" μεταφέρονται τα στοιχεία για τις απουσίες. Επίσης το κουμπί πραγματοποιεί μερικές ακόμα λειτουργίες. Προχωράει το εργαλείο μία εβδομάδα, δηλαδή αλλάζει τον αριθμό εβδομάδας στην "Production Plan" προσθέτοντάς του έναν άσσο. Επίσης επαναφέρει όλες τις τιμές του πίνακα στην καρτέλα "Preference" στην αρχική τους τιμή "2".

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

	Shifts	Overtime			Absenteeism					
E1	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0
E2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E3	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0
E4	3	8	0	0	0	1	0	0	0	0
E5	1	12	0	8	0	0	2	0	0	0
E6	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0
E7	2	0	0	8	0	0	0	1	0	0
E8	2	4	0	0	0	0	0	0	0	1
E9	1	8	0	8	0	0	0	0	0	0
E10	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0
E11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E12	2	0	0	8	0	0	0	0	0	1
E13	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0
E14	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0
E15	1	16	0	8	0	0	0	0	0	0
E16	2	8	0	8	0	0	0	0	0	1
E17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E22	2	0	8	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 35 – Βοηθητική 11 (Help! 11)

Τέλος, θεωρήθηκε χρήσιμο να πραγματοποιηθεί ιστορική καταγραφή αυτών των στοιχείων, εκτός των βαρδιών, και ανά μήνα, και όχι μόνο ανά εβδομάδα. Αυτό πραγματοποιείται στην καρτέλα “Monthly Record”. Η καρτέλα αποτελείται από έναν πίνακα, ο οποίος καταγράφει τις υπερωρίες και τις απουσίες που πραγματοποίησε κάθε εργαζόμενος κάθε μήνα του έτους. Ο τρόπος με τον οποίο αποτυπώνεται η πληροφορία είναι παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιήθηκε στους δύο προηγούμενους, απλά εδώ έχουμε μήνες αντί για αριθμό εβδομάδων. Και αυτή η διαδικασία απαιτεί τη βοήθεια της καρτέλας “Help!”. Σε αυτήν κατασκευάζουμε έναν πίνακα ο οποίος υπολογίζει τις υπερωρίες και τις απουσίες που έχουν πραγματοποιηθεί αυτό το μήνα. Ο υπολογισμός γίνεται προσθέτοντας όλες τις τιμές των πινάκων στις καρτέλες “Shifts n’ OT Record” και “Absenteeism Record” και στη συνέχεια αφαιρώντας το αποτέλεσμα με τις τιμές των προηγούμενων μηνών στον πίνακα της “Monthly Record”. Με το κουμπί “Update” ενημερώνεται καταλλήλως ο πίνακας.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Month		January					February					March													
Home	Update	Overtime		Absenteeism					Overtime		Absenteeism					Overtime		Absenteeism							
		Weekdays	Saturday	Sunday	1	2	3	4	5	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																								

Τip: Το ιστορικό κάθε μήνα των υπερωριών και των απειών των εργαζομένων. Ενημερώνεται στο τέλος κάθε μήνα χρησιμοποιώντας το κουμπι Update. Η τρέχουσα ερώτηση (αν δεν έχει ολοκληρωθεί) λαμβάνεται ως σημείο του επόμενου μήνα.
Προσοχή!
 Η ενημέρωση γίνεται από το πρώτο κενό κελί.
 Πρέπει να έχει γίνει σωστά η ενημέρωση της καρτέλας "Record".

Υπόμνημα: 1. Διευκολύγηση Αδία
 2. Διευκολύγηση Αδία
 3. Διευκολύγηση Αδία
 4. Γενική Αδία
 5. Γενική Αδία

Εικόνα 36 – Μηνιαίο Ιστορικό (Monthly Record)

	Overtime					Absenteeism				
E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 37 – Βοηθητική 12 (Help! 12)

Κεφάλαιο 5: ΔΟΚΙΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. Δοκιμή του Εργαλείου

Η δοκιμή του εργαλείου θα πραγματοποιηθεί με παλιά στοιχεία που μας παρείχε το εργοστάσιο με το οποίο συνεργαστήκαμε. Στην αρχή θα παρουσιαστούν οι πίνακες από τις καρτέλες της κατηγορίας “Input”, όπου αυτοί τη φορά θα είναι συμπληρωμένοι. Με τα στοιχεία αυτά θα προκύψει μια πρώτη επίλυση του εργαλείου. Αυτή θα αναλυθεί και στη συνέχεια θα περιγραφούν οι επιλογές που προσφέρονται στο χρήστη ώστε να τελειοποιήσει αυτή την επίλυση με τα δικά του προσωπικά κριτήρια και την εμπειρία του.

Παρακάτω, λοιπόν, παρουσιάζονται αναλυτικά οι εικόνες με τα τις μεταβλητές που τοποθετούνται στο εργαλείο ώστε αυτό να μπορέσει να βαρδιολογήσει καταλλήλως το προσωπικό. Εκτός από τις καρτέλες “Input” είναι αναγκαίο να συμπληρωθεί και η στήλη που αντιπροσωπεύει τις βάρδιες στις οποίες εργάστηκαν την προηγούμενη εβδομάδα από αυτήν που ασχολούμαστε στην καρτέλα “Shifts n’ OT Record”.

Shifts	1	2	3
E1	●	●	●
E2	●	●	●
E3	●	●	●
E4	●	●	●
E5	●	●	●
E6	●	●	●
E7		●	
E8	●	●	●
E9	●	●	●
E10	●	●	●
E11	●	●	●
E12	●	●	●
E13	●	●	●
E14	●	●	●
E15	●	●	●
E16	●	●	●
E17	●	●	●
E18	●	●	●
E19	●	●	●
E20	●	●	●
E21	●	●	●
E22	●	●	

Εικόνα 38 – Συμπληρωμένος πίνακας διαθεσιμότητας στις βάρδιες (Shift Pattern)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

KNOW-HOW	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1	✓	✓	✓	✓	✓			
E2	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
E3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E4	✓	✓	✓	✓	✓			
E5	✓	✓	✓	✓	✓			
E6	✓	✓	✓	✓	✓			
E7						✓	✓	
E8						✓	✓	
E9						✓	✓	✓
E10						✓	✓	✓
E11	✓	✓	✓	✓	✓			
E12			✓	✓	✓			
E13			✓	✓	✓			
E14	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
E15	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
E16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E17			✓	✓	✓			
E18	✓	✓	✓	✓	✓			
E19			✓	✓	✓			
E20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E21						✓		✓
E22						✓		✓

Εικόνα 39 – Συμπληρωμένος πίνακας τεχνικών ικανοτήτων (Skills Matrix)

KNOW-HOW	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
E1	✓	✓	✓	✓	✓			
E2	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
E3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
E4	✓	✓	✓	✓	✓			
E5	✓	✓	✓	✓	✓			
E6	✓	✓	✓	✓	✓			
E7						✓	✓	
E8						✓	✓	
E9						✓	✓	✓
E10						✓	✓	✓
E11	✓	✓	✓	✓	✓			
E12			✓	✓	✓			
E13			✓	✓	✓			
E14	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
E15	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
E16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E17			✓	✓	✓			
E18	✓	✓	✓	✓	✓			
E19			✓	✓	✓			
E20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E21						✓		✓
E22						✓		✓

Εικόνα 40 – Συμπληρωμένος πίνακας αδειοδότησης για τη χρήση μηχανημάτων (Qualification)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5	MONDAY 29/1/2018	TUESDAY 30/1/2018	WEDNESDAY 31/1/2018	THURSDAY 1/2/2018	FRIDAY 2/2/2018
E1	0	0	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
E18	0	0	0	0	0
E19	0	0	0	0	0
E20	0	0	0	0	0
E21	0	0	0	0	0
E22	0	0	0	0	0

Εικόνα 41 – Συμπληρωμένος πίνακας απουσιασμού (Absenteeism)

5	MONDAY 29/1/2018	TUESDAY 30/1/2018	WEDNESDAY 31/1/2018	THURSDAY 1/2/2018	FRIDAY 2/2/2018	SATURDAY 3/2/2018	SUNDAY 4/2/2018
E1							●
E2							●
E3							●
E4	○	○	○	○	○		●
E5	○	○	○	○	○		●
E6						●	●
E7						●	●
E8	○	○	○	○	○		●
E9	○	○	○	○	○		●
E10	○	○	○	○	○		●
E11	○	○	○	○	○		●
E12	○	○	○	○	○		●
E13						●	●
E14						●	●
E15	○	○	○	○	○		●
E16	○		○		○		●
E17						●	●
E18						●	●
E19	○	○	○				●
E20	○	○	○	○	○		●
E21						●	●
E22						●	●

Home

MPA

Overtime Multiplier		
OT Weekdays	OT Saturdays	OT Sundays
1.5	1.75	2

TIP

Εικόνα 42 – Συμπληρωμένος πίνακας διαθεσιμότητας υπερωριών (OT Availability)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5 Vessels Worked	FRIDAY 2/2/2018								SATURDAY 3/2/2018								SUNDAY 4/2/2018							
	V8	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 43 – Συμπληρωμένος πίνακας προτίμησης (Preference)

5	MONDAY 29/1/2018			TUESDAY 30/1/2018			WEDNESDAY 31/1/2018			THURSDAY 1/2/2018			FRIDAY 2/2/2018			SATURDAY 3/2/2018		SUNDAY 4/2/2018	
Shifts	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2
V1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
V2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
V3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
V4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
V5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
V6	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓		✓			✓	
V7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
V8	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓			✓	

Εικόνα 44 – Συμπληρωμένο πρόγραμμα παραγωγής (Production Plan)

Home	4			
Update	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1	1	0	0	0
E2	2	0	0	0
E3	1	0	8	0
E4	2	0	0	0
E5	3	0	0	0
E6	3	0	8	0
E7	2	0	0	0
E8	1	0	0	0
E9	3	0	0	0
E10	1	0	8	8
E11	2	0	0	0
E12	1	0	8	0
E13	2	0	0	0
E14	3	0	0	8
E15	3	0	0	0
E16	1	0	0	0
E17	2	0	0	8
E18	3	0	0	0
E19	2	0	0	8
E20	2	0	0	0
E21	3	0	0	0
E22	2	0	0	0

Εικόνα 45 – Συμπληρωμένος πίνακας ιστορικού βαρδιών και υπερωριών για την προηγούμενη εβδομάδα (Shifts n' OT Record)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αρχική λειτουργία του εργαλείου. Όπως θα παρατηρήσουμε το πρόγραμμα βαρδιολόγησης δεν είναι εκατό τις εκατό έτοιμο, καθώς ο χρήστης του εργαλείου χρειάζεται να πάρει κάποιες αποφάσεις στα σημεία που τονίζονται. Αυτές μπορεί να τις πάρει είτε χειρόγραφα, καθώς το εργαλείο παρέχει τις απαραίτητες προτάσεις για κάθε περίπτωση χωρίς να χρειαστεί να πειραχτεί καμία μεταβλητή, είτε αλλάζοντας τον πίνακα στην καρτέλα “Preference”, δημιουργώντας έτσι μία καινούργια πιο ολοκληρωμένη πρόταση από το εργαλείο.

Αφού έχουν τοποθετηθεί όλες οι απαραίτητες μεταβλητές στις αντίστοιχες καρτέλες τους, για να λάβουμε την πρόταση του εργαλείου χρειάζεται να πατήσουμε το κουμπί “Update” στην καρτέλα “Man Power Allocation Proposal”. Η πρώτη, λοιπόν, επίλυση του προβλήματος είναι η παρακάτω. Για ευκολία ανάγνωσης των εικόνων, αυτές παρουσιάζονται ατομικά για κάθε ημέρα της εβδομάδας.

5		Monday 29/1/2018		
Shift Vessel	1	2	3	
V1	E4	E5	E1	
V2	E11	E4 E18	E15	E3
V3	E13	E14		E12
V4	E17	E15		E16
V5	E19	E6	E1	
V6	E22	E19 E12	E7	-
V7	E2	E9		E8
V8	E20	-		E10
IDLE TIME		E21		

Εικόνα 46 – Πρόταση κατανομής εργαζομένων την Δευτέρα (Man Power Allocation Proposal)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5		Tuesday 30/1/2018		
Vessel	Shift	1	2	3
	V1		E4	E5
V2		E11	E8	E3
V3		E13	E18	E12
V4		E17	E14	E16
V5		E19	E15	E1
V6		E22	E7	-
V7		E20	E9	E10
V8		E10	E9	E10
			E21	
IDLE TIME				

Εικόνα 47 – Πρόταση κατανομής εργαζομένων την Τρίτη (Man Power Allocation Proposal)

5		Wednesday 31/1/2018		
Vessel	Shift	1	2	3
	V1		E4	E5
V2		E11	E8	E3
V3		E13	E18	E12
V4		E17	E14	E1
V5		E19	E15	E1
V6		E22	E21	-
V7		E2	E9	E8
V8		E20	-	E10
IDLE TIME				

Εικόνα 48 – Πρόταση κατανομής εργαζομένων την Τετάρτη (Man Power Allocation Proposal)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5		Thursday 1/2/2018		
Vessel	Shift	1	2	3
	V1		E11	E5
V2		E2	E8	E3
V3		E13	E18	E16
V4		E17	E14	E1
V5		E19	E15	E1
V6		E22	E7	-
V7		E20	E9	E8
V8		E8 E9	-	E10
		E10		
IDLE TIME			E21	

Εικόνα 49 – Πρόταση κατανομής εργαζομένων την Πέμπτη (Man Power Allocation Proposal)

5		Friday 2/2/2018		
Vessel	Shift	1	2	3
	V1		E11	E6
V2		E4	E18 E16	E15 E3
V3		E13	E14	E12
V4		E17	E15	E16
V5		E19	E6	E1
V6		-	E20 E7 E12	-
V7		E2	E9	E8
V8		E22	-	E10
IDLE TIME		E20	E21	

Εικόνα 50 – Πρόταση κατανομής εργαζομένων την Παρασκευή (Man Power Allocation Proposal)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5		Saturday 3/2/2018	
Shift		1	2
Vessel			
V1	-	-	-
V2	-	-	-
V3	-	E13	-
V4	-	E13	-
V5	-	E13	-
V6	E8	E22	-
V7	-	-	-
V8	-	E22	-
	E10		
IDLE TIME			E8
			E10

Εικόνα 51 – Πρόταση κατανομής εργαζομένων το Σάββατο (Man Power Allocation Proposal)

5		Sunday 4/2/2018	
Shift		1	2
Vessel			
V1	-	E5	E1
V2	-	E6	E3
V3	-	E14	E12
V4	-	E15	E16
V5	-	E5	E1
V6	-	E9	-
V7	-	E7	-
V8	-	E9	-
IDLE TIME			E8
			E10

Εικόνα 52 – Πρόταση κατανομής εργαζομένων την Κυριακή (Man Power Allocation Proposal)

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, σε μερικά μηχανήματα κάποιες βάρδιες το όνομα του εργαζομένου τοποθετείτε σε ένα κόκκινα χρωματισμένο κελί. Αυτό, όπως έχει προαναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, συμβαίνει όταν ο ίδιος εργαζόμενος εμφανίζεται κατά την διάρκεια της ίδιας βάρδιας σε παραπάνω από ένα μηχανήματα. Η αιτία που γίνεται αυτό είναι ότι υπάρχει έλλειψη διαθέσιμων εργαζομένων για ένα ή παραπάνω από αυτά τα μηχανήματα, οπότε τοποθετεί έναν ο οποίος είναι ικανός να δουλέψει σε αυτά αλλά είναι τοποθετημένος ήδη σε άλλο. Παρατηρούμε ότι σε μερικές βάρδιες που υπάρχουν κόκκινα κελιά, ταυτόχρονα υπάρχουν κι εργαζόμενοι στη λίστα με ελεύθερο χρόνο. Αυτό συμβαίνει γιατί με τις συγκεκριμένες παραμέτρους, και με ποιο βασική παράμετρο τις τεχνικές γνώσεις των εργαζομένων, οπωσδήποτε ένα μηχανήμα μένει κενό κι ένας εργαζόμενος με ελεύθερο χρόνο. Σε κάθε μηχανήμα που το κελί του μία βάρδια είναι χρωματισμένο κόκκινο, ή είναι κενό, προτείνονται εργαζόμενοι για υπερωρία. Μάλιστα, πατώντας πάνω σε κελί υπερωρίας εμφανίζεται λίστα με όλους τους διαθέσιμους, σε αυτό το μηχανήμα και τη συγκεκριμένη βάρδια, για υπερωρία εργαζομένους. Χρησιμοποιώντας αυτά τα στοιχεία δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει ποιο μηχανήμα θα δουλέψει με τον εργαζόμενο στην κανονική του βάρδια, ποια θα δουλέψουν με υπερωρία και ποια δεν θα δουλέψουν καθόλου εάν αυτό είναι επιθυμητό.

Για την πλήρη κατανόηση αυτής της λειτουργίας και της χρησιμότητάς της είναι χρήσιμο να διεξαχθούν μερικά παραδείγματα. Θα δειχθούν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να βελτιώσουμε την πρόταση που μας έχει δοθεί, και θα αναλυθούν οι επιπτώσεις που έχει ο καθένας τους στο προτεινόμενο πρόγραμμα που μας έχει δοθεί. Για τα παραδείγματα ας εστιάσουμε στη μέρα Δευτέρα. Η διαδικασία είναι η ίδια και για τις υπόλοιπες ημέρες.

Παρατηρούμε ότι τη Δευτέρα υπάρχουν δύο εργαζόμενοι που είναι τοποθετημένοι σε κόκκινα κελιά. Ο ένας από αυτούς δουλεύει στη δεύτερη βάρδια και ο άλλος στην τρίτη. Κάτω και από τα δύο κελιά του “E6” έχουν τοποθετηθεί δύο εργαζόμενοι, που είναι η πρόταση του εργαλείου για υπερωρία. Τα ζευγάρια που προτείνονται για υπερωρία θα είναι πάντα διαφορετικά μεταξύ τους καθώς αν προταθεί κάποιος για ένα μηχανήμα δεν μπορεί να τοποθετηθεί και σε άλλο στην ίδια βάρδια. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν υπάρχει προτεινόμενος για υπερωρία κάτω από τον “E1” στο “V5”, καθώς όπως θα φανεί και από την εικόνα ο “E15” είναι διαθέσιμος. Αν πατήσουμε, όμως, στο κελί της υπερωρίας, στη λίστα που θα εμφανιστεί υπάρχει δυνατότητα να υπάρχει το όνομα μέσα σε αυτή ακόμα και αν έχει τοποθετηθεί σε άλλο μηχανήμα, όπως φαίνεται και

στην παρακάτω εικόνα. Τέλος να υπενθυμίσουμε ότι στη νυχτερινή βάρδια δεν ορίζεται υπερωρία που να προέρχεται από την πρωινή βάρδια της επόμενης ημέρα, οπότε για αυτό το λόγο τα δεξιά κελιά των υπερωριών της νυχτερινής βάρδιας είναι πάντα κενά.

5		Monday 29/1/2018					
Shift		1		2		3	
Vessel		1		2		3	
V1		E4		E6		E1	
V2		E11		E4	E16	E15	E3
V3		E13		E14		E12	
V4		E17		E15		E16	
V5		E19		E6		E1	
V6		E22		E7	E12	E15	
V7		E2		E9			
V8		E20		-		E10	

Εικόνα 53 – Λίστα διαθεσιμότητας για υπερωρία στην πρόταση κατανομής των εργαζομένων (Man Power Allocation Proposal)

Τη Δευτέρα, λοιπόν, το πρόγραμμα θα είναι έτοιμο μόλις οριστικοποιηθεί σε ποιο από τα δύο μηχανήματα θα τοποθετηθεί ο “Ε6” τη δεύτερη βάρδια και ποιο θα δουλέψει με υπερωρίες. Επίσης το ίδιο πρέπει να γίνει και για τα δύο μηχανήματα της τρίτης βάρδιας. Μόλις πραγματοποιηθούν αυτές οι ενέργειες η βαρδιολόγηση για τη Δευτέρα είναι έτοιμη. Θα ορίσουμε μια επιθυμητή τελική κατάσταση στην οποία θέλουμε να βρεθούμε και θα δείξουμε με ποιους τρόπους αυτή μπορεί να επιτευχθεί. Ας θεωρήσουμε λοιπόν ότι ο “Ε6” τοποθετείται στο μηχάνημα “V1”, ενώ το “V5” θα εργαστεί με υπερωρίες από τους εργαζόμενους που έχουν υψηλότερη προτεραιότητα. Από την άλλη ο “Ε1” τοποθετείται στο “V5”, ενώ το “V1” λειτουργεί με υπερωρία.

Ο πρώτος τρόπος που αναφέρθηκε προηγουμένως για την επίλυση αυτής της κατάστασης είναι η χειρόγραφη τοποθέτηση των εργαζομένων. Σβήνουμε τον “Ε6” από το “V5” και τον “Ε1” από το “V1”. Στην συνέχεια πρέπει να επιλέξουμε τις κατάλληλες υπερωρίες στα μηχανήματα. Όσο αφορά την τρίτη βάρδια, το “V1” είναι έτοιμο καθώς ο “Ε15” είναι ο μοναδικός διαθέσιμος για υπερωρία. Το “V5”, από την άλλη, δεν είμαστε ακόμα σίγουροι ότι είναι έτοιμο. Το εργαλείο έχει προτείνει εργαζομένους για υπερωρία, αλλά δεν είμαστε σίγουροι ότι αυτοί είναι που έχουν την μεγαλύτερη προτεραιότητα. Θα μπορούσε και σε αυτό το μηχάνημα να έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα αυτοί που έχουν τοποθετηθεί στο “V1”, και να μην μπήκαν σε αυτό γιατί έχουν ήδη τοποθετηθεί αλλού. Πατάμε λοιπόν στα κελιά των υπερωριών

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

και διαλέγουμε τους πρώτους στη λίστα, αρκεί να μην έχουν τοποθετηθεί αλλού. Όπως βλέπουμε και στην παρακάτω εικόνα, όντως μεγαλύτερη προτεραιότητα είχαν αυτοί που είχαν τοποθετηθεί στο “V1”. Προφανώς πάμε και στα κελιά υπερωριών του “V1” και επιλέγουμε να βάλουμε την επιλογή του κενού που υπάρχει στη λίστα, καθώς το συγκεκριμένο μηχάνημα πλέον δεν χρειάζεται υπερωρίες για να λειτουργήσει.

5		Monday 29/1/2018		
Shift		1	2	3
Vessel				
V1		E4	E6	E15
V2		E11	E18	E3
V3		E13	E14	E12
V4		E17	E15	E16
V5		E19		E1
V6		E22	E4	E16
V7		E2		E8
V8		E20		E10

Εικόνα 54 – Χειροκίνητη αλλαγή της πρότασης κατανομής των εργαζομένων (Man Power Allocation Proposal)

Ένας ακόμη τρόπος επίλυσης της κατάστασης είναι μέσω της καρτέλας “Preference”. Μάλιστα αυτός είναι και ο προτεινόμενος τρόπος, καθώς οποιουσδήποτε άλλους υπολογισμούς, όπως την προτεραιότητα για υπερωρίες, τους υπολογίζει το ίδιο το εργαλείο. Η διαδικασία είναι απλή. Πάμε στον πίνακα της καρτέλας “Preference” και αλλάζουμε τις τιμές, από “2” σε “1”, στα κελιά που αντιστοιχούν στα ζευγάρια “E6” και “V5” και “E1” και “V1” για την ημέρα Δευτέρα. Στη συνέχεια επιστρέφουμε στην καρτέλα “Man Power Allocation Proposal” και πατάμε το κουμπί “Update”. Όπως βλέπουμε καταλήξαμε στο ίδιο επιθυμητό αποτέλεσμα με πριν.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5		MONDAY 29/1/2018							
Workers	Vessels	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
	E1		✘	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E2		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E3		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E4		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E5		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E6		✔	✔	✔	✔	✘	✔	✔	✔
E7		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E8		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E9		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E10		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E11		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E12		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E13		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E14		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E15		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E16		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E17		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E18		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E19		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E20		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E21		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
E22		✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔

Εικόνα 55 – Πίνακας επιλογής μετά την αλλαγή (Preference)

5		Monday 29/1/2018		
Vessel	Shift	1	2	3
	V1		E4	E6
V2		E11	E18	E3
V3		E13	E14	E12
V4		E17	E15	E16
V5		E19		E1
V6		E22	E4	E7
V7		E2	E9	E8
V8		E20	-	E10

Εικόνα 56 – Βελτίωση της πρότασης κατανομής εργαζομένων χρησιμοποιώντας τον πίνακα προτίμησης (Man Power Allocation Proposal)

Αυτοί είναι οι βασικοί τρόποι επίλυσης του συγκεκριμένου προβλήματος. Υπάρχει ένα ακόμα ζήτημα που εμφανίζεται σε μερικές περιπτώσεις και εξαρτάται από τα θέλω του υπεύθυνου παραγωγής. Υπάρχουν περιπτώσεις που ο υπεύθυνος επιθυμεί ένας εργαζόμενος να παραμείνει σταθερός στο μηχάνημα που του διορίζεται στην αρχή της εβδομάδας για όλη την εβδομάδα. Στην παραπάνω επίλυση παρατηρούμε ότι ο “E11”, ο οποίος δουλεύει την πρώτη βάρδια, μέχρι την Τετάρτη εργάζεται στο “V2”, ενώ την Πέμπτη και την Παρασκευή τοποθετείται στο “V1”. Εάν ο υπεύθυνος επιθυμεί να μείνει όλη την εβδομάδα στάσιμος στο “V2”, εκτός από την χειρόγραφη επίλυση, μπορεί και να ανατρέξει και στην καρτέλα “Qualification” και στον πίνακα να τον έχει επιλεγμένο

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5		Friday 2/2/2018					
Vessel	Shift	1		2		3	
	V1	-	E4		E5		E1
V2		E11		E4	E16	E15	E3
V3		E13		E14			E12
V4		E17		E15			E16
V5		E19		E2			E1
V6		-		E20	E12		-
V7		E2			E7		
V8		E22			E9		E8
							E10
IDLE TIME		E20		E21			

Εικόνα 59 - Πρόταση κατανομής εργαζομένων την Παρασκευή βελτιωμένος (Man Power Allocation Proposal)

Μόλις ολοκληρωθεί η επίλυση για την κάθε μέρα της εβδομάδας τότε θα πατήσουμε το κουμπί “Print” για να περαστούν τα αποτελέσματα στην “Man Power Allocation Final”. Αφού γίνει αυτό, το τελευταίο βήμα είναι ο υπολογισμός και η καταγραφή του ιστορικού. Για αυτό το σκοπό θα δώσουμε μια τυχαία επίλυση του προβλήματος για την κάθε ημέρα χρησιμοποιώντας τις καρτέλες “Preference” και “Qualification”. Δεν θα δείξουμε αναλυτικά τη διαδικασία για την κάθε ημέρα, αλλά θα δείξουμε καθαρά την τελική επίλυση ώστε να μπορεί να γίνει επιβεβαίωση ότι οι αριθμοί που θα φανούν στο ιστορικό είναι σωστοί. Επίσης συμπληρώνουμε τις δύο καρτέλες με το εβδομαδιαίο ιστορικό, δηλαδή τις “Shifts n’ OT Record” και “Absenteeism Record” με τυχαίες τιμές για τις πρώτες τέσσερις εβδομάδες, οι οποίες αντιστοιχούν στον μήνα Γενάρη στην καρτέλα “Monthly Record” και τοποθετούνται σε αυτόν, ώστε να δείξουμε ότι και αυτή η καρτέλα συμπληρώνεται σωστά. Υπενθυμίζουμε ότι το εργαλείο βρίσκεται στην πέμπτη εβδομάδα, όπως φαίνεται και στην καρτέλα “Production Plan”.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5		Monday 29/1/2018		
Shift	1	2	3	
Vessel				
V1	E4	E8	E15	
V2	E11	E18		E3
V3	E13	E14		E12
V4	E17	E15		E18
V5	E19			E1
V6	E22	E4	E16	
V7	E2	E7		-
V8	E20	E9		E8
				E10
IDLE TIME		E21		

Εικόνα 60 – Τελική κατανομή εργαζομένων τη Δευτέρα (Man Power Allocation Final)

5		Tuesday 30/1/2018		
Shift	1	2	3	
Vessel				
V1	E4	E5	E5	
V2	E11	E8		E3
V3	E13	E18		E12
V4	E17	E14		E16
V5	E19	E15		E1
V6	E22	E7		-
V7	E10	E9		
V8	E20			E10
IDLE TIME		E21		

Εικόνα 61 – Τελική κατανομή εργαζομένων την Τρίτη (Man Power Allocation Final)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5		Wednesday 31/1/2018		
Shift	1	2	3	
Vessel				
V1	E4	E5	E5	
V2	E11	E8		E3
V3	E13	E18		E12
V4	E17	E14		
V5	E19	E15	E15	E1
V6	E22	E21		-
V7	E2	E9		E8
V8	E20	-		E10
IDLE TIME				

Εικόνα 62 – Τελική κατανομή εργαζομένων την Τετάρτη (Man Power Allocation Final)

5		Thursday 1/2/2018		
Shift	1	2	3	
Vessel				
V1	E11	E5	E5	
V2	E2	E8		E3
V3	E13	E18		E16
V4	E17	E14		
V5	E19	E15	E15	E1
V6	E22	E7		-
V7	E8	E9		E8
V8	E20	-		E10
IDLE TIME		E21		

Εικόνα 63 – Τελική κατανομή εργαζομένων την Πέμπτη (Man Power Allocation Final)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

5		Sunday 4/2/2018	
Vessel	Shift	1	2
	V1	-	
V2		E6	E3
V3		E14	E12
V4		E15	E16
V5		E5	E1
V6		E9	-
V7		E7	-
V8			-
IDLE TIME			E8
			E10


Εικόνα 66 – Τελική κατανομή εργαζομένων την Κυριακή (Man Power Allocation Final)

Παραπάνω, λοιπόν, φαίνεται πως είναι ένα τελικό πρόγραμμα βαρδιολόγησης. Δεν θα πρέπει να υπάρχουν καθόλου κόκκινα κελιά, καθώς εκεί απαιτείται διόρθωση. Στη συνέχεια φαίνονται αναλυτικά ψευδή στοιχεία για τις προηγούμενες εβδομάδες στις καρτέλες των ιστορικών, τα οποία θα αξιοποιηθούν για να δείξουμε αναλυτικά ότι ο τρόπος υπολογισμού όλων των ειδών ιστορικών είναι σωστός.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Home	Week	1			
Update	Cumulative Sunday Overtime (h)	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1	16	1	0	8	0
E2	16	2	0	0	0
E3	16	1	0	0	0
E4	16	2	0	8	0
E5	16	3	0	0	0
E6	16	3	0	0	0
E7	16	2	0	8	0
E8	16	1	0	0	0
E9	16	3	0	0	0
E10	24	1	0	0	0
E11	24	2	0	8	8
E12	16	1	0	0	0
E13	16	2	0	8	0
E14	24	3	0	0	0
E15	24	3	0	0	8
E16	16	1	0	0	0
E17	24	2	0	0	0
E18	24	3	0	0	8
E19	24	2	0	0	0
E20	24	2	0	0	8
E21	16	3	0	0	0
E22	16	1	0	0	0

Εικόνα 67 – Ιστορικό βαρδιών και υπερωριών την πρώτη εβδομάδα (Shifts n' OT Record)

Home	2 			
Update	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1	3	8	8	8
E2	1	8	8	8
E3	3	8	8	8
E4	1	8	8	8
E5	2	8	8	8
E6	2	8	8	8
E7	3	8	8	8
E8	3	8	8	8
E9	2	8	8	8
E10	3	8	8	8
E11	1	8	8	8
E12	3	8	8	8
E13	1	8	8	8
E14	2	8	8	8
E15	2	8	8	8
E16	3	8	8	8
E17	1	8	8	8
E18	2	8	8	8
E19	1	8	8	8
E20	1	8	8	8
E21	2	8	8	8
E22	1	8	8	8

Εικόνα 68 – Ιστορικό βαρδιών και υπερωριών την δεύτερη εβδομάδα (Shifts n' OT Record)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Home	3			
Update	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1	3	8	8	8
E2	1	8	8	8
E3	3	8	8	8
E4	1	8	8	8
E5	2	8	8	8
E6	2	8	8	8
E7	3	8	8	8
E8	3	8	8	8
E9	2	8	8	8
E10	3	8	8	8
E11	1	8	8	8
E12	3	8	8	8
E13	1	8	8	8
E14	2	8	8	8
E15	2	8	8	8
E16	3	8	8	8
E17	1	8	8	8
E18	2	8	8	8
E19	1	8	8	8
E20	1	8	8	8
E21	2	8	8	8
E22	1	8	8	8

Εικόνα 69 – Ιστορικό βαρδιών και υπερωριών την τρίτη εβδομάδα (Shifts n' OT Record)

Home	4			
Update	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1	1	0	0	0
E2	2	0	0	0
E3	1	0	8	0
E4	2	0	0	0
E5	3	0	0	0
E6	3	0	8	0
E7	2	0	0	0
E8	1	0	0	0
E9	3	0	0	0
E10	1	0	8	8
E11	2	0	0	0
E12	1	0	8	0
E13	2	0	0	0
E14	3	0	0	8
E15	3	0	0	0
E16	1	0	0	0
E17	2	0	0	8
E18	3	0	0	0
E19	2	0	0	8
E20	2	0	0	0
E21	3	0	0	0
E22	2	0	0	0

Εικόνα 70 – Ιστορικό βαρδιών και υπερωριών την τέταρτη εβδομάδα (Shifts n' OT Record)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Στις παραπάνω εικόνες λαμβάνονται τα ιστορικά στοιχεία που αφορούν τις βάρδιες και τις υπερωρίες. Στη συνέχεια φαίνονται τα ιστορικά στοιχεία των τεσσάρων προηγούμενων εβδομάδων που αφορούν τις απουσίες των εργαζομένων.

Home	Week	1				
		1	2	3	4	5
Absenteeism						
E1		0	0	0	0	0
E2		1	0	0	0	0
E3		0	0	0	0	0
E4		0	1	0	0	0
E5		0	0	2	0	0
E6		0	0	0	0	0
E7		0	0	0	1	0
E8		0	0	0	0	1
E9		0	0	0	0	0
E10		0	0	0	0	0
E11		0	0	0	0	0
E12		0	0	0	0	1
E13		0	0	0	0	0
E14		0	0	0	0	0
E15		0	0	0	0	0
E16		0	0	0	0	1
E17		0	0	0	0	0
E18		0	0	0	0	0
E19		0	0	0	0	0
E20		0	0	0	0	0
E21		0	0	0	0	0
E22		0	0	0	0	0

Εικόνα 71 – Ιστορικό απουσιασμού την πρώτη εβδομάδα (Absenteeism Record)

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Home	Week	2				
		1	2	3	4	5
Absenteeism						
E1		0	0	0	0	0
E2		1	0	0	0	0
E3		0	0	0	0	0
E4		0	1	0	0	0
E5		0	0	2	0	0
E6		0	0	0	0	0
E7		0	0	0	1	0
E8		0	0	0	0	1
E9		0	0	0	0	0
E10		0	0	0	0	0
E11		0	0	0	0	0
E12		0	0	0	0	1
E13		0	0	0	0	0
E14		0	0	0	0	0
E15		0	0	0	0	0
E16		0	0	0	0	1
E17		0	0	0	0	0
E18		0	0	0	0	0
E19		0	0	0	0	0
E20		0	0	0	0	0
E21		0	0	0	0	0
E22		0	0	0	0	0

Εικόνα 72 – Ιστορικό απουσιασμού την δεύτερη εβδομάδα (Absenteeism Record)

Home	Week	3				
		1	2	3	4	5
Absenteeism						
E1		0	0	0	0	0
E2		1	0	0	0	0
E3		0	0	0	0	0
E4		0	1	0	0	0
E5		0	0	2	0	0
E6		0	0	0	0	0
E7		0	0	0	1	0
E8		0	0	0	0	1
E9		0	0	0	0	0
E10		0	0	0	0	0
E11		0	0	0	0	0
E12		0	0	0	0	1
E13		0	0	0	0	0
E14		0	0	0	0	0
E15		0	0	0	0	0
E16		0	0	0	0	1
E17		0	0	0	0	0
E18		0	0	0	0	0
E19		0	0	0	0	0
E20		0	0	0	0	0
E21		0	0	0	0	0
E22		0	0	0	0	0

Εικόνα 73 – Ιστορικό απουσιασμού την τρίτη εβδομάδα (Absenteeism Record)

Home	Week	4				
		1	2	3	4	5
Absenteeism						
E1		0	0	0	0	0
E2		1	0	0	0	0
E3		0	0	0	0	0
E4		0	1	0	0	0
E5		0	0	2	0	0
E6		0	0	0	0	0
E7		0	0	0	1	0
E8		0	0	0	0	1
E9		0	0	0	0	0
E10		0	0	0	0	0
E11		0	0	0	0	0
E12		0	0	0	0	1
E13		0	0	0	0	0
E14		0	0	0	0	0
E15		0	0	0	0	0
E16		0	0	0	0	1
E17		0	0	0	0	0
E18		0	0	0	0	0
E19		0	0	0	0	0
E20		0	0	0	0	0
E21		0	0	0	0	0
E22		0	0	0	0	0

Εικόνα 74 – Ιστορικό απουσιασμού την τέταρτη εβδομάδα (Absenteeism Record)

Τα στοιχεία που αποτυπώνονται στις προηγούμενες εικόνες είναι οι βάρδιες, οι υπερωρίες και οι απουσίες που πραγματοποιήθηκαν το μήνα Ιανουάριο. Αυτά τα στοιχεία, λοιπόν, τα λαμβάνει καταλλήλως η καρτέλα “Monthly Record” και υπολογίζει για το συγκεκριμένο μήνα τις συνολικές υπερωρίες και απουσίες που πραγματοποιήθηκαν. Σε αυτή την καρτέλα δεν αποτυπώνεται ιστορικό βαρδιών, οπότε αυτό δεν λαμβάνεται υπόψη από τις άλλες καρτέλες. Η αποτύπωση αυτών των στοιχείων είναι απαραίτητη για τον σωστό υπολογισμό των αντίστοιχων στοιχείων κατά το μήνα Φεβρουάριο.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Month		January							
Home	Update	Overtime			Absenteeism				
		Weekdays	Saturday	Sunday	1	2	3	4	5
E1		16	24	16	0	0	0	0	0
E2		16	16	16	4	0	0	0	0
E3		16	24	16	0	0	0	0	0
E4		16	24	16	0	4	0	0	0
E5		16	16	16	0	0	8	0	0
E6		16	24	16	0	0	0	0	0
E7		16	24	16	0	0	0	4	0
E8		16	16	16	0	0	0	0	4
E9		16	16	16	0	0	0	0	0
E10		16	24	24	0	0	0	0	0
E11		16	24	24	0	0	0	0	0
E12		16	24	16	0	0	0	0	4
E13		16	24	16	0	0	0	0	0
E14		16	16	24	0	0	0	0	0
E15		16	16	24	0	0	0	0	0
E16		16	16	16	0	0	0	0	4
E17		16	16	24	0	0	0	0	0
E18		16	16	24	0	0	0	0	0
E19		16	16	24	0	0	0	0	0
E20		16	16	24	0	0	0	0	0
E21		16	16	16	0	0	0	0	0
E22		16	16	16	0	0	0	0	0

Εικόνα 75 – Μηνιαίο ιστορικό για τον μήνα Ιανουάριο (Monthly Record)

Μόλις, λοιπόν, είναι έτοιμη η καρτέλα “Man Power Allocation Final” το μόνο που χρειάζεται να κάνουμε για να καταγραφεί το ιστορικό είναι να πατήσουμε το κουμπί “Update” στην καρτέλα “Shifts n’ OT Record”. Μόλις πατηθεί το κουμπί η πέμπτη εβδομάδα στις καρτέλες “Shifts n’ OT Record” και “Absenteeism Record” θα συμπληρωθεί καταλλήλως. Εάν τελειώνει και ο μήνας αυτή την εβδομάδα και θέλουμε να συμπληρώσουμε και την καρτέλα “Monthly Record”, απλά πατάμε το κουμπί “Update” που βρίσκεται σε αυτήν. Εδώ θα ενημερώσουμε και αυτή την καρτέλα για να δείξουμε ότι η λειτουργία της είναι σωστή. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα.

Προγραμματισμός Ανθρωπίνων Πόρων σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Home	5			
Update	Shift	Overtime Weekdays(h)	Overtime Saturday (h)	Overtime Sunday (h)
E1	3	0	0	8
E2	1	0	0	0
E3	3	0	0	8
E4	1	8	0	0
E5	2	12	0	8
E6	2	0	0	8
E7	2	0	0	8
E8	3	4	0	0
E9	2	8	0	8
E10	3	4	4	0
E11	1	0	0	0
E12	3	0	0	8
E13	1	0	8	0
E14	2	0	0	8
E15	2	16	0	8
E16	3	8	0	8
E17	1	0	0	0
E18	2	0	0	0
E19	1	0	0	0
E20	1	0	0	0
E21	2	0	0	0
E22	1	0	8	0

Εικόνα 76 – Ιστορικό βαρδιών και υπερωριών την πέμπτη εβδομάδα (Shifts n' OT Record)

Home	Week	5				
Absenteeism		1	2	3	4	5
E1		0	0	0	0	0
E2		1	0	0	0	0
E3		0	0	0	0	0
E4		0	1	0	0	0
E5		0	0	2	0	0
E6		0	0	0	0	0
E7		0	0	0	1	0
E8		0	0	0	0	1
E9		0	0	0	0	0
E10		0	0	0	0	0
E11		0	0	0	0	0
E12		0	0	0	0	1
E13		0	0	0	0	0
E14		0	0	0	0	0
E15		0	0	0	0	0
E16		0	0	0	0	1
E17		0	0	0	0	0
E18		0	0	0	0	0
E19		0	0	0	0	0
E20		0	0	0	0	0
E21		0	0	0	0	0
E22		0	0	0	0	0

Εικόνα 77 – Ιστορικό απουσιασμού την πέμπτη εβδομάδα (Absenteeism Record)

Month		February							
Home	Update	Overtime			Absenteeism				
		Weekdays	Saturday	Sunday	1	2	3	4	5
E1		0	0	8	0	0	0	0	0
E2		0	0	0	1	0	0	0	0
E3		0	0	8	0	0	0	0	0
E4		8	0	0	0	1	0	0	0
E5		12	0	8	0	0	2	0	0
E6		0	0	8	0	0	0	0	0
E7		0	0	8	0	0	0	1	0
E8		4	0	0	0	0	0	0	1
E9		8	0	8	0	0	0	0	0
E10		4	4	0	0	0	0	0	0
E11		0	0	0	0	0	0	0	0
E12		0	0	8	0	0	0	0	1
E13		0	8	0	0	0	0	0	0
E14		0	0	8	0	0	0	0	0
E15		16	0	8	0	0	0	0	0
E16		8	0	8	0	0	0	0	1
E17		0	0	0	0	0	0	0	0
E18		0	0	0	0	0	0	0	0
E19		0	0	0	0	0	0	0	0
E20		0	0	0	0	0	0	0	0
E21		0	0	0	0	0	0	0	0
E22		0	8	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 78 – Μηνιαίο ιστορικό για τον μήνα Φεβρουάριο (Monthly Record)

5.2. Διαφορές με Άλλες Επιλύσεις του Προβλήματος

Σε αυτήν την ενότητα θα επεξηγηθούν οι κύριες διαφορές με άλλες επιλύσεις που έχουν δοθεί για το πρόβλημα της βαρδιολόγησης. Για να γίνει αυτό πρέπει πρώτα να επεξηγηθεί γιατί δεν μπορεί να προσαρμοστεί μια από αυτές τις λύσεις στο δικό μας πρόβλημα. Ο κύριος λόγος είναι γιατί, όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα, το πρόβλημα είναι διαφορετικό.

Για παράδειγμα στο νοσηλευτικό πρόβλημα που αναλύσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο κύρια διαφορά είναι ότι οι βάρδιες δεν είναι σταθερές και μπορούν να αλλάξουν σε διαφορετικό τύπο. Δηλαδή μια κανονική βάρδια 8 : 00 – 17 : 00 μπορεί να σπάσει σε δύο 8 : 00 – 12 : 00 και 13 : 00 – 17 : 00 με την προϋπόθεση ότι αυτές οι δύο ορίζονται ως ενωμένες σφιχτά. Έτσι τώρα στη θέση του Α που θα εργαζόταν κανονικά στην κανονική βάρδια, θα τοποθετηθούν οι Β και Γ στις δύο παράγουσες. Μία ακόμα διαφορά είναι ότι μέσα στην εβδομάδα ένα άτομο μπορεί να τοποθετηθεί σε διαφορετικές βάρδιες. Στο δικό μας πρόβλημα είναι κανόνας ότι οι βάρδιες είναι σταθερές και ο κάθε εργαζόμενος θα τοποθετείται στην ίδια βάρδια μέσα στην εβδομάδα. Μάλιστα, για τον ορισμό της βάρδιας στην οποία θα τοποθετηθεί παίζει

ρόλο και η βάρδια στην οποία είχε τοποθετηθεί την προηγούμενη εβδομάδα. Οι διαφορές αυτές των δύο προβλημάτων είναι αρκετά σημαντικές ώστε να αλλάξουν τελείως τη δομή του εργαλείου, και πως αυτό πραγματοποιεί τους υπολογισμούς για βαρδιολόγηση. Το εργαλείο του νοσηλευτικού προβλήματος προσπαθεί να μειώσει τη συνάρτηση κόστους κατανέμοντας όσο καλύτερα γίνεται τις νοσηλεύτριες σε διάφορες βάρδιες με κύριο κριτήριο τις ειδικότητές τους, ενώ το δικό μας μειώνει αυτή τη συνάρτηση κατανέμοντας τους εργαζομένους, όσο καλύτερα γίνεται ώστε να υπάρχουν λιγότερες υπερωρίες, στα μηχανήματα με κριτήριο τόσο τις τεχνικές τους ικανότητες όσο και τη βάρδια στην οποία έχουν τοποθετηθεί με βάση κάποιους κανόνες.

Οι αεροπορικές εταιρείες, από την άλλη, έχουν τελείως διαφορετικό τρόπο κατασκευής του προγράμματος τους. Δεν χρησιμοποιούν βάρδιες. Στη θέση τους, ακολουθώντας κάποιους περιορισμούς, ορίζουν σε πόσες πτήσεις θα τοποθετηθούν κάθε μέρα οι εργαζόμενοι. Αυτό εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το πόσο μεγάλες είναι οι πτήσεις, τι ώρα πραγματοποιούνται αυτές, πόσες ώρες δραστηριότητας έχει ήδη πραγματοποιήσει, κ.α. Όπως μπορούμε να καταλάβουμε τα κριτήρια με τα οποία πραγματοποιείται η βαρδιολόγηση σε αυτό το πρόβλημα διαφέρουν ριζικά από τα δικά μας, όπου εμείς έχουμε δεδομένο ότι κάθε εργαζόμενος θα εργαστεί μια οχτάωρη βάρδια κάθε ημέρα και μια τετράωρη υπερωρία εάν χρειαστεί για τις καθημερινές, ενώ τα σαββατοκύριακα θα εργαστούν το πολύ οχτώ ώρες. Επίσης, στο δικό μας πρόβλημα, οι ώρες τις οποίες θα εργαστούν προκύπτουν εύκολα από κάποιους κανόνες, και είναι σταθερές και απαραίτητες για τον υπολογισμό της βαρδιολόγησης. Οπότε, το ίδιο ή παρόμοιο εργαλείο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τα δύο προβλήματα, καθώς οι διαφορές αυτές αλλάζουν ολόκληρη τη δομή του εργαλείου.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τη μεγάλη ποικιλομορφία που έχει το πρόβλημα, θα δούμε ένα ακόμα παράδειγμα αυτουνού. Ένας ακόμη τομέας που έχει μεγάλη ανάγκη για την επίλυση του προβλήματος είναι αυτός των μέσων μαζικής μεταφοράς. Και ο αυτός ο τομέας δεν χρησιμοποιεί σταθερές βάρδιες για να τοποθετεί τους εργαζομένους. Τους ορίζεται ένα χρονικό διάστημα όπου θα χειρίζονται ένα όχημα, θα ξεκινάνε από ένα σημείο και θα καταλήγουν στο ίδιο. Αναλόγως ποιες ώρες της ημέρας καταλαμβάνει αυτό το χρονικό διάστημα ορίζονται διαφορετικοί τύποι βαρδιών, για παράδειγμα πρωινές βάρδιες. Επίσης ορίζονται κανόνες για το πόσες ώρες ο καθένας μπορεί να εργαστεί μέσα στην ημέρα, πόσες ημέρες συνεχόμενες, τη μικρότερη χρονική διάρκεια ανάμεσα σε δύο βάρδιες, κ.α. Όπως γίνεται κατανοητό σε μία

εβδομάδα ο κάθε οδηγός μπορεί να τοποθετηθεί σε διάφορες βάρδιες, ακολουθώντας όμως κάποιους κανόνες. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό του προβλήματος και κάποιων επιλύσεων που έχουν δοθεί για αυτό είναι η προσαρμογή των επιθυμιών των οδηγών μέσα στους υπολογισμούς (Xie, et al., 2017). Φαίνεται καθαρά η διαφορετικότητα αυτού του προβλήματος από το δικό μας, η οποία μάλιστα προκαλεί αρκετές αλλαγές στις δύο επιλύσεις των αντίστοιχων προβλημάτων. Μερικές από αυτές είναι ο τρόπος που υπολογίζονται οι ώρες στις οποίες θα εργαστεί κάποιος, οι προσωπικές προτιμήσεις των εργαζομένων ως εισαγόμενη μεταβλητή στο πρόβλημα των μέσων μαζικής μεταφοράς, η ανάγκη υπολογισμού στοιχείων που δεν υπάρχουν στο δικό μας πρόβλημα, όπως ημέρες ξεκούρασης οι οποίες προκύπτουν από διάφορους κανόνες, κ.α.

Γενικά, υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν το πρόβλημα και το διαφοροποιούν αναλόγως με ποιον τομέα ασχολούμαστε. Ένα από αυτά είναι το πώς ορίζονται οι ώρες στις οποίες τοποθετούνται οι εργαζόμενοι. Για παράδειγμα, στο δικό μας πρόβλημα, όπως και στο νοσηλευτικό, οι εργαζόμενοι τοποθετούνται σε βάρδιες. Ακόμα και σε αυτά τα δύο προβλήματα, όμως, παρότι φαίνεται να έχουν αυτό το χαρακτηριστικό κοινό, υπάρχουν διαφορές που αλλάζουν ριζικά των τρόπο που λειτουργούν. Στο δικό μας οι βάρδιες είναι σταθερές και δεν αλλάζουν σε ποιες ώρες της ημέρας ορίζεται η καθεμία, και οι εργαζόμενοι τοποθετούνται σε μία από αυτές μέχρι το πέρας της εβδομάδας. Αυτά δεν ισχύουν στο νοσηλευτικό. Ένα ακόμη από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι ο ορισμός των αριθμών των εργαζομένων που μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα πόστο. Στο δικό μας πρόβλημα για παράδειγμα, και σε αυτό των μέσων μαζικής μεταφοράς, μόνο ένας εργαζόμενος μπορεί να τοποθετηθεί σε κάθε πόστο ανά πάσα στιγμή. Στο δικό μας βέβαια, υπάρχει εξαίρεση αυτού του κανόνα σε περίπτωση υπερωριών. Τρίτο χαρακτηριστικό είναι οι διάφοροι κανόνες που ορίζονται από τον τομέα που ασχολούμαστε. Αυτοί οι κανόνες μπορεί να είναι για παράδειγμα ο μέγιστος αριθμός συνεχόμενων ημερών εργασίας για ένα άτομο, ο μέγιστος αριθμός ωρών εργασίας σε μία μέρα, κ.α. Ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό του κάθε προβλήματος είναι το ζητούμενο κριτήριο με το οποίο θα υπολογίζεται η βαρδιολόγηση. Δηλαδή με ποιον τρόπο θα γίνεται η ελαχιστοποίηση των εξόδων. Ένα κριτήριο μπορεί να είναι η μείωση των υπερωριών. Ένα άλλο η μείωση του ελεύθερου χρόνου των εργατών ή η πλήρης κάλυψη της ζήτησης. Υπάρχουν και άλλα χαρακτηριστικά που ορίζουν το πρόβλημα, αλλά τα βασικά που προκαλούν αυτή τη μεγάλη διαφοροποίηση είναι τα τέσσερα που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Το πρόβλημα της βαρδιολόγησης καθίσταται ιδιαιτέρως περίπλοκο λόγω της διαφοροποίησης των αναγκών της εκάστοτε βιομηχανίας κάθε φορά. Για αυτό το λόγο είναι αδύνατο να βρεθεί μια βέλτιστη κοινή λύση για το γενικό πρόβλημα. Για το πρόβλημα που μας δόθηκε εμάς από το εργοστάσιο με το οποίο συνεργαστήκαμε, η λύση που το εργαλείο μας προτείνει δεν είναι βέλτιστη. Υπάρχουν πιο περίπλοκοι, αλλά και πιο κοστοβόροι τρόποι επίλυσης. Το θετικό του εργαλείου μας είναι η ευκολία και η ταχύτητα χρήσης του, ενώ παράλληλα προσφέρει μια ικανοποιητική επίλυση του προβλήματος. Δηλαδή κατασκευάσαμε ένα εργαλείο το οποίο ικανοποιεί τις απαιτήσεις του εργοστασίου, ενώ ταυτόχρονα είναι όσο το δυνατόν πιο εύχρηστο γίνεται.

Ένα ακόμα θετικό στοιχείο του εργαλείου μας είναι η προσαρμοστικότητα που προσφέρει στο χρήστη. Αρχικά, το εργαλείο, με τον τρόπο που παρουσιάζεται η πληροφορία αλλά και με τις διάφορες καρτέλες εισαγωγής πληροφοριών, καθιστά εύκολη τόσο την αναγνώριση ανάγκης για οποιαδήποτε αλλαγή, όσο και την πραγματοποίηση αυτής. Στη συνέχεια μπορεί να προσαρμόσει εύκολα και γρήγορα το πρόγραμμα βαρδιολόγησης μετά από οποιαδήποτε αλλαγή πραγματοποιείται. Μερικά από τα χαρακτηριστικά του εργαλείου που ενισχύουν την προσαρμοστικότητά του είναι η καρτέλα “Preference”, η λίστα με τους υποψήφιους εργαζομένους για υπερωρίες που εμφανίζεται στην καρτέλα “Man Power Allocation Proposal” και η κόκκινη ένδειξη στους εργαζομένους που επαναλαμβάνονται στην ίδια καρτέλα.

6.1. Προτάσεις για το Μέλλον

Υπάρχουν κάποιες βελτιώσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν στο εργαλείο ώστε αυτό να προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια και καλύτερα αποτελέσματα στο εργοστάσιο με το οποίο έγινε η συνεργασία. Η πιο σημαντική αλλαγή που θα μπορούσε να γίνει είναι η αλλαγή του προγράμματος από τύπο βαρδιών σε ωριαίο. Δηλαδή να ετοιμάζεται πρόγραμμα και να ανατίθενται καθήκοντα κάθε ώρα της ημέρας αντί για κάθε βάρδια. Αυτό θα βελτιώσει την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, καθώς υπάρχουν περιπτώσεις που ένα μηχάνημα δεν λειτουργεί για όλη την διάρκεια της βάρδιας, οπότε ο εργαζόμενος που δούλεψε σε αυτό θα μπορούσε για τις ώρες που δεν δουλεύει να του ανατεθεί άλλη εργασία. Στο πρόγραμμα τύπου βαρδιών αυτό δεν

μπορεί να γίνει, καθώς θεωρείται δεδομένο ότι το μηχάνημα είναι σε λειτουργία καθόλη τη διάρκεια της βάρδιας.

Μία ακόμα βελτίωση που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί στο μηχάνημα είναι να δοθεί η δυνατότητα στον χειριστή του εργαλείου να επιλέξει με ποιο κριτήριο το εργαλείο θα πραγματοποιεί τη βαρδιολόγηση. Αυτή τη στιγμή σκοπός του εργαλείου είναι να μειώσει όσο το δυνατόν περισσότερο τις υπερωρίες που πραγματοποιούνται. Ένα άλλο κριτήριο θα μπορούσε να ήταν η πλήρη ικανοποίηση της ζήτησης ανεξαρτήτως κόστους υπερωρίας. Ακόμα ένα είναι η μείωση του ελεύθερου χρόνου των εργαζομένων, δηλαδή του χρόνου που κανονικά εργάζονται αλλά το εργαλείο δεν τους έχει αναθέσει σε κάποιο μηχάνημα. Ένας τρόπος για να πραγματοποιηθεί αυτή η βελτίωση είναι το εργαλείο κάθε φορά να υπολογίζει μια βαρδιολόγηση για κάθε ένα από τα κριτήρια που θα έχουν ζητηθεί, και στη συνέχεια με ένα κουμπί ο χρήστης να επιλέγει ποια από αυτές θα εμφανίζεται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aarts, B. M., 1996. *A Parallel Local Search Algorithm for the Job Scheduling Problem*, Master Thesis, Department of Mathematics & Computing Science, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands, April., s.l.: s.n.
- Armas, J. d., Cadarso, L., Juan, A. A. & Faulin, J., 2016. A multi-start randomized heuristic for real-life crew rostering problems in airlines with work-balancing goals.
- Burke, E., Causmaecker, P. D. & Berghe, G. V., 1999. A Hybrid Tabu Search Algorithm for the Nurse Rostering Problem.
- Burke, E., Causmaecker, P. D., Petrovic, S. & Berghe, G., 2001b. Fitness evaluation for nurse scheduling problems.
- Burke, E., Cowling, P., Causmaecker, P. D. & Berghe, G. V., 2001a. A Memetic Approach to the Nurse Rostering Problem.
- Burke, E. K., Causmaecker, P. D., Berghe, G. V. & Landeghem, H. V., 2004. The State of the Art of Nurse Rostering.
- Burke, E. K., Causmaecker, P. D., Petrovic, S. & Vanden, G., 2007. METAHEURISTICS FOR HANDLING TIME INTERVAL COVERAGE CONSTRAINTS IN NURSE SCHEDULING.
- Causmaecker, P. D. & Berghe, G. V., 2002. Relaxation of Coverage Constraints in Hospital Personnel Rostering.
- ERNST, A. T. και συν., 2004. An Annotated Bibliography of Personnel Scheduling.
- Fügener, A., Pahr, A. & Brunner, J. O., 2018. Mid-term nurse rostering considering cross-training effects.
- Glover, F. W. & Kochenberger, G. A., 2003. *Handbook of Metaheuristics*. s.l.:Springer US.
- Graham, R. L., 1969. Bounds on Multiprocessing Timing Anomalies.
- Jarboui, B., Derbel, H., Hanafi, S. & Mladenović, N., 2013. Variable neighborhood search for location routing.
- Jiang, H., Krishnamoorthy, M., Ernst, A. & Sier, D., 2004. Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models.
- Juan, A. A. και συν., 2013a. MIRHA: multi-start biased randomization of heuristics with adaptive local search for solving non-smooth routing problems.
- Juan, A. A. και συν., 2013b. Using parallel & distributed computing for real-time solving of vehicle routing problems with stochastic demands.
- Karp, R. M., 1977. Probabilistic Analysis of Partitioning Algorithms for the Traveling-Salesman Problem in the Plane.
- Kohl, N. & Karisch, S. E., 2004. Airline Crew Rostering: Problem Types, Modeling, and Optimization.
- N.Mladenović & P.Hansen, 1997. Variable neighborhood search.
- Rardin, R. L. & Uzsoy, R., 2001. Experimental Evaluation of Heuristic Optimization Algorithms: A Tutorial.
- Sorensen, K., Sevaux, M. & Glover, F., 2017. A History of Metaheuristics.
- Xie, L., Merschformann, M., Kliewer, N. & Suhl, L., 2017. Metaheuristics approach for solving personalized crew rostering problem in public bus transit.