

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ : ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΜΙΜΗ ΦΩΤΕΙΝΗ

ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΤΗΡΙΩΝ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΤΗΣ ΕΚΟ ΠΟΥ
ΠΑΡΑΓΕΙ Η ΕΤΑΙΡΕΙΑ Ε&Ι ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ
ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗ

ΒΟΛΟΣ 2004



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.:	4054/1
Ημερ. Εισ.:	26-10-2004
Δωρεά:	Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός:	ΠΤ – ΜΜΒ
	2004
	ΔΗΜ

“ Χρονικός προγραμματισμός παραγωγής των επενδύσεων αλουμινίου των
πρατηρίων υγρών καυσίμων της ΕΚΟ που παράγει η εταιρεία
Ε&Ι ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε.”

Δημόπουλος Δημοσθένης

Αφιερώνεται στην οικογένεια μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	
2.1. Παραγόμενα προϊόντα επενδύσεων στεγάστρων και κτιρίων.....	7
2.2. Χωροταξική διάταξη της γραμμής παραγωγής επενδύσεων.....	8
2.3. Περιγραφή μηχανών – σταθμών εργασίας.....	10
2.4. Διαγράμματα σταδίων παραγωγής των προϊόντων.....	12
2.5. Μέσοι χρόνοι επεξεργασίας.....	14
3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	
3.1. Θεωρία χρονικού προγραμματισμού παραγωγής	
3.1.1. Γενική διατύπωση – βασικές υποθέσεις στις μεθόδους προγραμματισμού.....	18
3.1.2. Προγραμματισμός εργασιών σε μια μηχανή.....	19
3.1.3. Προγραμματισμός μηχανουργείου ροής με δύο μηχανές, αλγόριθμος Johnson.....	20
3.1.4. Προγραμματισμός εργασιών σε μεγαλύτερα μηχανουργεία ροής , αλγόριθμος Campbell.....	22
3.2. Αντιμετώπιση του προβλήματος	
3.2.1. Κοινά στάδια παραγωγής.....	27
3.2.2. Τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος.....	28
3.2.3. Περιορισμοί στο σχεδιασμό των διαγραμμάτων Gantt.....	29
4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ	
4.1. Προσδιορισμός επενδύσεων στεγάστρου και κτιρίου μέσω σχεδίων.....	31
4.2. Αλγόριθμος εύρεσης επενδύσεων στεγάστρων.....	35
4.3. Αλγόριθμος εύρεσης επενδύσεων κτιρίου.....	37
5. ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΥΛΙΚΟΥ	
5.1. Προϊόντα κόκκινου αλουμινίου	
5.1.1. Εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών.....	39

5.1.1.	Διάγραμμα Gantt για τη βέλτιστη αλληλουχία εργασιών.....	41
5.2.	Προϊόντα μπλε αλουμινίου	
5.2.1.	Βέλτιστη αλληλουχία για τις εργασίες $i = 3, 4, 5$	43
5.2.2.	Βέλτιστη αλληλουχία για τις εργασίες $i = 6, 7, 10$	46
5.2.3.	Ανάλυση των εργασιών $i = 8, 9$	48
5.2.4.	Βέλτιστη αλληλουχία για τις εργασίες του μπλε αλουμινίου και σχεδιασμός διαγράμματος Gantt με βάση την θεωρία.....	50
5.2.5.	Βέλτιστη αλληλουχία για τις εργασίες του μπλε αλουμινίου και σχεδιασμός διαγράμματος Gantt με βάση τον παράγοντα της εργασίας επικολλήσεων.....	52
5.3.	Προϊόντα γαλβανιζέ λαμαρίνας	
5.3.1.	Βέλτιστη αλληλουχία των εργασιών.....	54
6.	ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑΣ	
6.1.	Γενίκευση της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών για όλες τις παραγγελίες.....	57
6.2.	Εύρεση της συνολικής βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών – Διάγραμμα Gantt για την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών.....	58
6.3.	Έλεγχος προσαρμογής της επόμενης παραγγελίας στην προηγούμενη.....	60
6.4.	Τι συμβαίνει στην πραγματικότητα.....	62
7.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ.....	64
8.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	68
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	73

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ΕΚΟ είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες πετρελαιοειδών στην Ελλάδα και κατέχει σημαντικό μερίδιο στην αγορά των υγρών καυσίμων. Τα τελευταία χρόνια η ΕΚΟ δεν αρκέστηκε μόνο στην εγχώρια αγορά, αλλά επεκτάθηκε στην αγορά των κρατών της Βαλκανικής χερσονήσου και της πρώην Σοβιετικής ένωσης.

Το 1996 η ΕΚΟ επιδίωξε αλλαγή στο προφίλ των πρατηρίων υγρών καυσίμων της μέσω ενός νέου τύπου επενδύσεων στεγάστρων και κτιρίων από αλουμίνιο βαμμένο σε κόκκινο και μπλε χρώμα. Η εταιρεία Ε&Ι ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε., διαθέτοντας την απαραίτητη τεχνολογία και τεχνογνωσία, ανέλαβε την κατασκευή του νέου αυτού τύπου των επενδύσεων μετά την επικράτησή της σε διαγωνισμό που πραγματοποίησε η ΕΚΟ και συνεχίζει να τις κατασκευάζει μέχρι σήμερα.

Αν και η εταιρεία διαθέτει σημαντική τεχνολογία και τεχνογνωσία, η παραγωγή των επενδύσεων πραγματοποιείται εμπειρικά, χωρίς να υπάρχει καλή οργάνωση. Δεν υπάρχει δηλαδή ένα πρότυπο χρονικό πρόγραμμα παραγωγής, με το οποίο θα πραγματοποιείται καλή εκμετάλευση των υλικών πόρων και του ανθρώπινου δυναμικού που εργάζεται στην γραμμή παραγωγής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση ολοκλήρωσης των παραγγελιών με παράλληλη αύξηση του κόστους παραγωγής.

Στις επενδύσεις που χρησιμοποιούνται στα πρατήρια υγρών καυσίμων της ΕΚΟ στην Ελλάδα, όπου η ζήτηση είναι συνεχής, το πρόβλημα έχει βελτιωθεί κάπως με τη δημιουργία αποθέματος στα τυποποιημένα προϊόντα. Στις επενδύσεις όμως των πρατηρίων υγρών καυσίμων στα Βαλκάνια, οι οποίες διαφέρουν από τις παραπάνω και η ζήτηση των οποίων είναι τυχαία και πολλές φορές υψηλή, η δημιουργία αποθέματος δε βοηθά, λόγω έλλειψης διαθέσιμου χρόνου κι αποθηκευτικών χώρων αλλά και αύξηση κόστους διατήρησης αποθέματος. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία σύγχυσης στη γραμμή παραγωγής και η χρήση πολλών υπερωριών.

Αυτό ακριβώς το γεγονός με οδήγησε στο να εκπονήσω τη διπλωματική μου εργασία με αντικείμενο τον χρονικό προγραμματισμό παραγωγής των επενδύσεων αλουμινίου των πρατηρίων υγρών καυσίμων της ΕΚΟ, χρησιμοποιώντας γνώσεις που απέκτησα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου αλλά και της πρακτικής μου άσκησης.

Στην προσπάθεια μου αυτή συνέβαλαν ορισμένοι άνθρωποι, με την βοήθεια των οποίων πραγματοποιήθηκε η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπων καθηγήτρια κ. Μιμή Φωτεινή για την άριστη συνεργασία που είχαμε από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωση της εργασίας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα δύο στελέχη της εταιρείας E&I ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε., τον πρόεδρο κ. Δημόπουλο Ιωάννη και τον διευθύνων σύμβουλο κ. Δημόπουλο Ελευθέριο, που με βοήθησαν σε μεγάλο βαθμό με τις γνώσεις και την εμπειρία τους, αλλά και την υπομονή τους στις πολλές απορίες και ερωτήσεις μου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αντικείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι ο χρονικός προγραμματισμός παραγωγής των επενδύσεων αλουμινίου των πρατηρίων υγρών καυσίμων της ΕΚΟ. Χρονικός προγραμματισμός παραγωγής είναι η κατανομή ενός συνόλου εργασιών, που αποτελούνται από κατεργασίες, σε ένα σύνολο μηχανών ή σταθμών εργασίας για την παραγωγή ενός αριθμού προϊόντων, με στόχο τον μικρότερο δυνατό χρόνο ολοκλήρωσης μιας παραγγελίας, την παράλληλη μείωση του κόστους παραγωγής και την αύξηση του επιπέδου εξυπηρέτησης. Κάθε εργοστάσιο παραγωγής προϊόντων θα επιθυμούσε τον καλύτερο δυνατό συνδυασμό των τριών αυτών στόχων του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής.

Η εταιρεία Ε&Ι ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε. που παράγει τις επενδύσεις αλουμινίου για τα πρατήρια υγρών καυσίμων της ΕΚΟ, ανήκει στον κλάδο των κατασκευαστικών εταιρειών και έχει έδρα στην Μάνδρα Αττικής. Η εταιρεία ασχολείται με τις μεταλλικές κατασκευές και πιο συγκεκριμένα με την κατασκευή προϊόντων εξοπλισμού των πρατηρίων υγρών καυσίμων.

Η επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να παρέχει τα παρακάτω προϊόντα-κατασκευές-υπηρεσίες:

-Κατασκευή και τοποθέτηση μεταλλικών στεγάστρων πρατηρίων υγρών καυσίμων (βενζίνης, πετρελαίου)

-Αγκυρώσεις για στέγαστρα, ιστούς σημαιών, κολώνων φωτισμού κ.α.

-Βάσεις στήριξης για μετώπες κτιρίων, αντλιών κ.α.

-Ιστούς σήμανσης και σημαιών.

-Φρεάτια δεξαμενών καυσίμων

-Σετ φωτισμού και καλύμματα φωτιστικών σωμάτων.

-Επενδύσεις πρατηρίων για μετώπες, στέγαστρα, κτίρια, κολώνες κ.α.

-Οροφές, ψευδοροφές, μετώπες για στέγαστρα και κτίρια.

-Αναλαμβάνει εργασίες επισκευής και συντήρησης στεγάστρων και τμημάτων τους όπως επενδύσεις, σημάνσεις, φωτοστήλες στα κατά τόπους πρατήρια υγρών καυσίμων.

Το εργοστάσιο της επιχείρησης περιλαμβάνει δύο γραμμές παραγωγής, μια για την κατασκευή των τμημάτων μιας σιδηροκατασκευής όπως τα στέγαστρα, φρεάτια, αγκυρώσεις κλπ και μία για τις επενδύσεις αλουμινίου στεγάστρων και κτιρίων.

Η επιχείρηση εφαρμόζει Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας κατά EN ISO 9002 το οποίο έχει πιστοποιηθεί το έτος 2000 από τον οργανισμό BVQI.

Οι επενδύσεις αλουμινίου της ΕΚΟ που μας ενδιαφέρουν κυρίως, χρησιμοποιούνται στα στέγαστρα και κτίρια των πρατηρίων υγρών καυσίμων για δύο λόγους.

Πρώτον, λόγω της αντιδιαβρωτικής προστασίας που παρέχει το αλουμίνιο καλύπτοντας τον χάλυβα από τον οποίο κατασκευάστηκε το στέγαστρο και το κτίριο. Το αλουμίνιο και τα κράματα του έχουν την ιδιότητα όταν διαβρώνονται να σχηματίζουν στην επιφάνειά τους ένα οξείδιο, το οποίο έχει προστατευτικό χαρακτήρα και εμποδίζει την εξέλιξη της αντίδρασης της διάβρωσης. Παράλληλα προστατεύεται από διάβρωση ο χάλυβας που καλύπτεται από το αλουμίνιο.

Δεύτερον, λόγω καλύτερης αισθητικής και προβολής του προφίλ της εταιρείας πετρελαιοειδών. Η εικόνα δηλαδή ενός πρατηρίου υγρών καυσίμων είναι πολύ καλύτερη αισθητικά όταν στο στέγαστρο και στο κτίριο δε φαίνονται οι δοκοί και τα άλλα χαλύβδινα τμήματα που χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευαστούν.

Τα πρώτα χρόνια κατασκευής των επενδύσεων χρησιμοποιήθηκε καθαρό αλουμίνιο σαν υλικό, το οποίο βαφόταν σε κόκκινο και μπλε χρώμα στο εργοστάσιο της εταιρείας. Όμως δημιουργήθηκαν προβλήματα με την πάροδο του χρόνου, τα οποία εντοπίζονται κυρίως στην χαμηλή αντοχή του καθαρού αλουμινίου και στην αλλοίωση του χρώματος των επενδύσεων, από τις μεταβολές του καιρού. Έτσι, η εταιρεία βρήκε ένα κράμα αλουμινίου το οποίο είχε υψηλή αντοχή και ιδιότητες που επέτρεπαν την διατήρηση του χρώματος βαφής του για μεγάλο χρονικό διάστημα και υπο οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες. Αυτό το κράμα αλουμινίου παράγεται στην Γερμανία.

Στις κολώνες των στεγάστρων και κτιρίων οι επενδύσεις αλουμινίου τοποθετούνται απευθείας γύρω από τις κοιλοδοκούς, ενώ τα υπόλοιπα προϊόντα

επενδύσεων τοποθετούνται πάνω από τις βάσεις μετώπης που χρησιμοποιούνται στην περιφέρεια των στεγάστρων και των κτιρίων. Οι επενδύσεις αλουμινίου τοποθετούνται στις βάσεις μετώπης στεγάστρου ή κτιρίου και στις κολώνες και ενώνονται μεταξύ τους με πριτσίνια και αυτοδιάτρητες βίδες, έτσι ώστε σε περίπτωση φθοράς ή ατυχήματος να μπορεί να αντικατασταθεί το αντίστοιχο τεμάχιο που το έχει υποστεί. Επιπλέον, σε περίπτωση αποξύλωσης ενός πρατηρίου υγρών καυσίμων, οι επενδύσεις αλουμινίου μπορούν εύκολα να αποσυνδεθούν και να τοποθετηθούν στο νέο πρατήριο που θα χτιστεί σε άλλη τοποθεσία.

Η εταιρεία λοιπόν παράγει εδώ και οκτώ χρόνια τις επενδύσεις αλουμινίου των πρατηρίων υγρών καυσίμων της ΕΚΟ. Η παραγωγή όμως των επενδύσεων πραγματοποιείται με εμπειρικό τρόπο χωρίς να υπάρχει κάποιο πρότυπο οργάνωσης της παραγωγής, με αποτέλεσμα πολλές φορές όπου η ζήτηση είναι υψηλή για τις επενδύσεις αλουμινίου της ΕΚΟ στα Βαλκάνια, να δημιουργείται συμφόρηση στην γραμμή παραγωγής και να γίνεται χρήση πολλών υπερωριών. Κι αυτό γιατί η δημιουργία αποθεμάτων στα τυποποιημένα προϊόντα που γίνεται για τις επενδύσεις αλουμινίου στην Ελλάδα, όπου η ζήτηση είναι συνεχής, δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε αυτές των Βαλκανίων όπου η ζήτηση είναι τυχαία, λόγω υψηλού κόστους διατήρησης αποθέματος. Η συμφόρηση αυτή λοιπόν στη γραμμή παραγωγής και η χρήση υπερωριών, οδηγεί σε αύξηση του κόστους παραγωγής και καθυστερήσεις, όχι στην παράδοση της παραγγελίας, αλλά στον προγραμματισμένο χρόνο ολοκλήρωσης της. Χαρακτηριστικό φαινόμενο που παρατηρήθηκε είναι το γεγονός ότι παραμέναν αρκετά ημιτελειωμένα προϊόντα για μεγάλα χρονικά διαστήματα δίπλα σε μηχανές που ήταν άεργες.

Ένα χρονικό πρόγραμμα παραγωγής λοιπόν, το οποίο θα περιέχει την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών απεικονιζόμενη σε ένα διάγραμμα Gantt που θα δείχνει την χρονική διάρκεια όλων των κατεργασιών των εργασιών με όλους τους περιορισμούς που επηρεάζουν την παραγωγή, θα προσέφερε μια σημαντική λύση στην εταιρεία όσον αφορά την οργάνωση παραγωγής των επενδύσεων αλουμινίου. Η δημιουργία αυτού του χρονικού προγράμματος παραγωγής θα βοηθούσε την εταιρεία όχι μόνο στην παραγωγή των επενδύσεων για τα πρατήρια στα Βαλκάνια, αλλά και όταν πραγματοποιείται παραγωγή αποθεμάτων για τις επενδύσεις των πρατηρίων στην Ελλάδα, καθώς και σε αυτή την περίπτωση θα μειωνόταν το κόστος παραγωγής. Το χρονικό αυτό πρόγραμμα

παραγωγής θα οδηγήσει σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρόνο ολοκλήρωσης της παραγγελίας, με παράλληλη μείωση του κόστους παραγωγής και αποτελεί τον σκοπό αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζεται αρχικά η περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας, όπου παρουσιάζονται τα παραγόμενα προϊόντα επενδύσεων, η γραμμή παραγωγής, μια σύντομη περιγραφή των μηχανών και σταθμών εργασίας της γραμμής παραγωγής, τα διαγράμματα σταδίων παραγωγής των προϊόντων και πίνακες με τους χρόνους ρυθμίσεως μηχανής και τους χρόνους κατεργασίας ανά τεμάχιο σε κάθε μηχανή, για κάθε προϊόν.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται όλη η θεωρία του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής που θα χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια της εργασίας και η μέθοδος αντιμετώπισης του προβλήματος, ο τρόπος με τον οποίο προσδιορίζεται ο αριθμός τεμαχίων από κάθε προϊόν επένδυσης για να “ντυθεί” το στέγαστρο και το κτίριο του πρατηρίου υγρών καυσίμων και η δημιουργία αλγορίθμων για τον ταχύτερο προσδιορισμό τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εύρεση της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών για προϊόντα του ίδιου υλικού και με κοινό στάδιο παραγωγής, όπου εφαρμόζονται οι μέθοδοι επίλυσης της θεωρίας του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής. Επίσης παρουσιάζεται η απεικόνιση της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών για κάθε κοινό στάδιο παραγωγής σε διάγραμμα Gantt.

Τέλος, παρουσιάζεται η βέλτιστη αλληλουχία όλων των εργασιών παραγωγής των επενδύσεων και το αντίστοιχο διάγραμμα Gantt, ο έλεγχος προσαρμογής της επόμενης παραγγελίας στην προηγούμενη, η εφαρμογή στο εργοστάσιο ενός τμήματος της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών και καταγραφή των αποτελεσμάτων, καθώς και τα συμπεράσματα που καταλήγουμε και οι τελικές προτάσεις προς την εταιρεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

2.1) Παραγόμενα προϊόντα επενδύσεων στεγάστρων και κτιρίων

Τα προϊόντα επενδύσεων στεγάστρων και κτιρίων που παράγονται για να εξοπλιστεί ένα πρατήριο υγρών καυσίμων της ΕΚΟ είναι δώδεκα. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας στον οποίο τα προϊόντα αναγράφονται ως εργασίες i, καθώς έτσι θα αναφερθούν σε επόμενα κεφάλαια και το υλικό των αρχικών φύλλων διαστάσεων 2.50 X 1.25 (m) και πάχους 1,5 mm που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους.

Εργασία i	Προϊόν επένδυσης	Υλικό κατασκευής
1	Επένδυση μετώπης στεγάστρου	Κόκκινο αλουμίνιο
2	Επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου	Κόκκινο αλουμίνιο
3	Επένδυση κολώνας στεγάστρου	Μπλε αλουμίνιο
4	Επένδυση κολώνας κτιρίου D	Μπλε αλουμίνιο
5	Επένδυση κολώνας κτιρίου L	Μπλε αλουμίνιο
6	Στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου	Μπλε αλουμίνιο
7	Στοιχεία στήριξης κολώνας κτιρίου	Μπλε αλουμίνιο
8	Άνω μετώπη κτιρίου	Μπλε αλουμίνιο
9	Κάτω μετώπη κτιρίου	Μπλε αλουμίνιο
10	Πινακίδες μηνυμάτων	Μπλε αλουμίνιο
11	Βάση μετώπης κτιρίου	Γαλβανιζέ λαμαρίνα
12	Σετ φωτισμού	Γαλβανιζέ λαμαρίνα

Οι επενδύσεις μετώπης στεγάστρου τοποθετούνται πάνω από τη βάση μετώπης του στεγάστρου κατά μήκος και κατά πλάτος, σε τεμάχια μήκους 2,50 m και ειδικά τεμάχια με μήκος μικρότερο των 2,50 m μέχρι να καλυφτεί όλη η περιφέρεια του στεγάστρου, εκτός από τα τέσσερα σημεία που θα τοποθετηθούν οι επενδύσεις γωνίας.

Οι επενδύσεις γωνίας στεγάστρου ολοκληρώνουν την κάλυψη της περιφέρειας του στεγάστρου και τοποθετούνται στις τέσσερις γωνίες του.

Οι κολώνες του στεγάστρου καλύπτονται από τέσσερα τεμάχια επένδυσης κολώνας στεγάστρου μήκους 2,50 m ή 2,00 m (ανάλογα με το ύψος της κολώνας), τα οποία έχουν σχήμα ημικυκλίου.

Οι γωνιακές κολώνες του κτιρίου καλύπτονται από δύο τεμάχια επένδυσης κολώνας κτιρίου D, τα οποία έχουν μήκος συνήθως 2,50 m.

Οι κολώνες του κτιρίου που δεν είναι γωνιακές καλύπτονται από ένα τεμάχιο επένδυσης κολώνας κτιρίου που έχει μήκος 2,50 m.

Τα στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου και κτιρίου χρησιμοποιούνται για να στηριχτούν τα τεμάχια επένδυσης στην κολώνα και να συνδεθούν μεταξύ τους. Για κολώνα στεγάστρου χρειάζονται τέσσερα στοιχεία στήριξης, για γωνιακή και μη κολώνα κτιρίου χρειάζονται δύο.

Οι άνω και κάτω μετώπες κτιρίου τοποθετούνται πάνω από την βάση μετώπης κτιρίου κατά μήκος και πλάτος μέχρι να καλυφτεί το τμήμα της περιφέρειας του κτιρίου που έχει ζητηθεί. Τα τεμάχια έχουν μήκος 2,50 m ή μικρότερο (ειδικά τεμάχια).

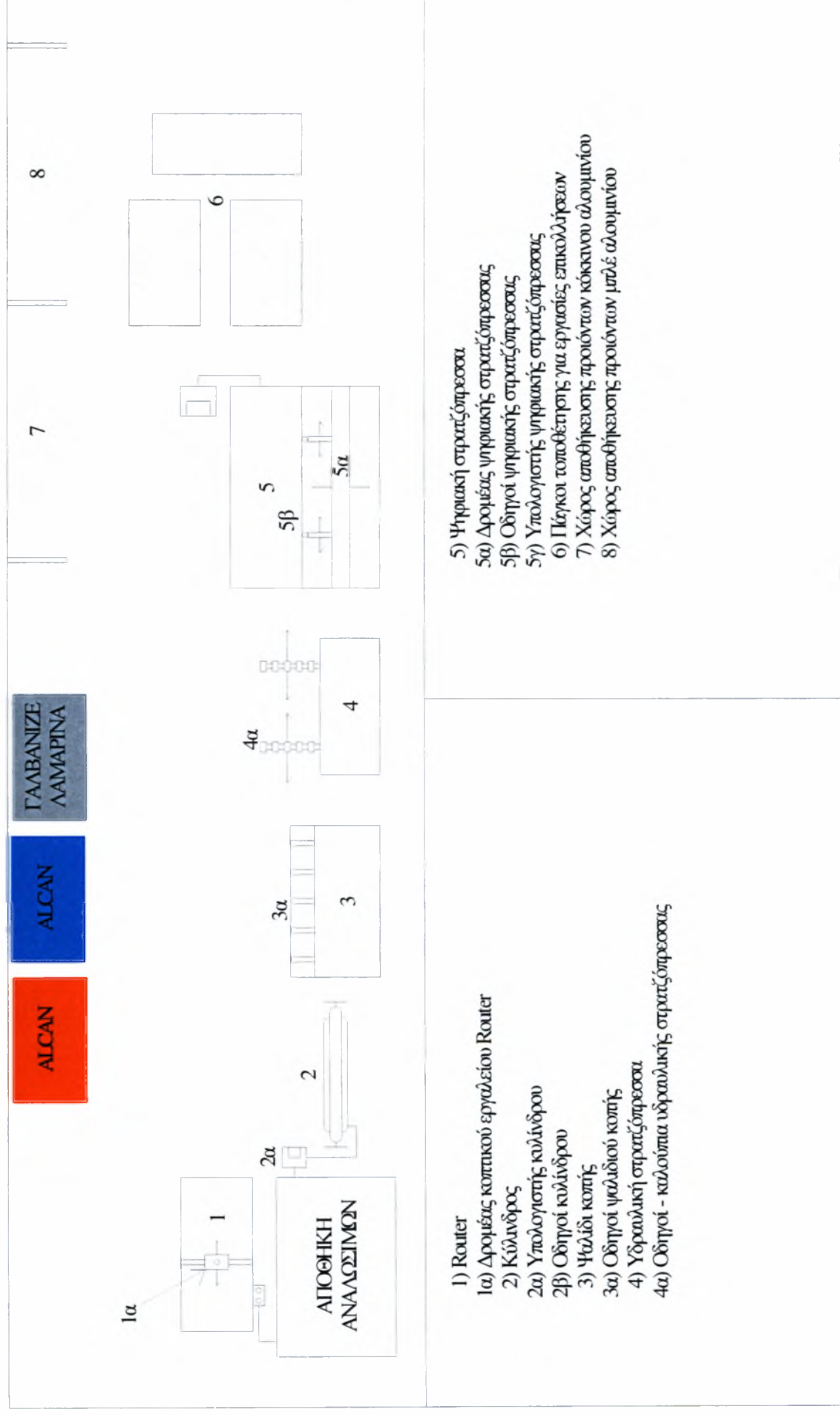
Οι πινακίδες μηνυμάτων είναι οι επιγραφές που φαίνονται σε ένα πρατήριο υγρών καυσίμων όπου αναγράφεται πλυντήριο, λιπαντήριο, μικρή αγορά κλπ. Τα τεμάχια έχουν μήκος επίσης 2,50 m και τοποθετούνται στην βάση μετώπης κτιρίου ανάμεσα σε δύο τεμάχια κάτω μετώπης.

Πίσω ακριβώς από τις πινακίδες μηνυμάτων τοποθετείται ένα σετ φωτισμού (φωτοσκάφη) για να προσδώσει φωτισμό στην αντίστοιχη επιγραφή κατά την διάρκεια της νύχτας.

2.2) Χωροταξική διάταξη της γραμμής παραγωγής

Στην παρακάτω σελίδα παρουσιάζεται η γραμμή παραγωγής χωροταξικά όπου διακρίνονται όλες οι μηχανές και σταθμοί εργασίας που την αποτελούν καθώς και οι αποθηκευτικοί χώροι των τελειωμένων προϊόντων. Τα κόκκινα , μπλε και γκρι ορθογώνια που υπάρχουν στο σχέδιο παριστάνουν το απόθεμα των αρχικών φύλλων αλουμινίου και γαλβανιζέ λαμαρίνας που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των προϊόντων. Στην επόμενη ενότητα γίνεται περιγραφή της κάθε μηχανής - σταθμού εργασίας.

Χωροταξική διάταξη της γραμμής παραγωγής



2.3) Περιγραφή των μηχανών και σταθμών εργασίας

1) Ψαλίδι

Η παραγωγή όλων των προϊόντων ξεκινά από αυτή τη μηχανή. Τα αρχικά φύλλα αλουμινίου ή γαλβανιζέ λαμαρίνας με διαστάσεις 2.50 X 1.25 κόβονται κατά μήκος ή κατά πλάτος σε συγκεκριμένες τυποποιημένες διαστάσεις. Το μόνο που αλλάζει στην κοπή των φύλλων αλουμινίου για την κατασκευή των εκάστοτε προϊόντων είναι οι ρυθμίσεις των “οδηγών” της μηχανής για την κοπή σε συγκεκριμένο πλάτος ή μήκος. Η διαφορά των ειδικών τεμαχίων των προϊόντων είναι ότι στο ψαλίδι κόβονται τα αρχικά φύλλα και κατά μήκος και κατά πλάτος σε αντίθεση με τα τυποποιημένα που κόβονται μόνο κατά πλάτος.

2) Υδραυλική στρατζόπρεσα

Σε αυτή τη μηχανή κατεργάζονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους οι επενδύσεις μετώπης στεγάστρου ,οι επενδύσεις γωνίας μετώπης στεγάστρου και οι άνω μετώπες κτιρίων. Και στα τρία αυτά προϊόντα οι ρυθμίσεις των “οδηγών” της μηχανής αλλάζουν και απαιτείται ένας μέσος χρόνος 25 min για την αλλαγή των ρυθμίσεων. Για τις επενδύσεις μετώπης και γωνίας μετώπης απαιτούνται 9 πρεσαρίσματα ενώ για την άνω μετώπη κτιρίου 4 πρεσαρίσματα.

3) Ψηφιακή στρατζόπρεσα

Σε αυτή τη μηχανή κατεργάζονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους όλα τα προϊόντα εκτός των στοιχείων στήριξης κολώνας του στεγάστρου και κολώνας του κτιρίου. Για το πρεσαρίσμα χρησιμοποιούνται δύο τυποποιημένα μαχαίρια και καλούπια στράτζας. Σε όλα τα προϊόντα χρησιμοποιούνται το τυποποιημένο μαχαίρι S101235 και το τυποποιημένο καλούπι S2014,L-12 με τη διαφορά ότι στις επενδύσεις γωνίας στεγάστρου χρησιμοποιούνται εκτός του προηγούμενου ζεύγους μαχαιριού-καλουπιού το μαχαίρι R50 radio και καλούπι 201163-radio. Οι ρυθμίσεις των “οδηγών” αλλάζουν ανάλογα με το προϊόν και αυτό πραγματοποιείται με την εφαρμογή του αντίστοιχου προγράμματος από τον υπολογιστή του μηχανήματος.

4) Router

Σε αυτή τη μηχανή παράγονται τα στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου και κολώνας κτιρίου και κατεργάζονται οι πινακίδες μηνυμάτων και οι επενδύσεις γωνίας στεγάστρου. Είναι μηχανή κοπής ψηφιακής καθοδήγησης και οι ρυθμίσεις για κάθε προϊόν πραγματοποιούνται με την εφαρμογή του αντίστοιχου προγράμματος από τον υπολογιστή του μηχανήματος.

5) Κοπή γωνιών

Αποτελεί τον σταθμό εργασίας στον οποίο το κατεργασμένο φύλλο αλουμινίου που προκύπτει από το ψαλίδι, κόβεται στις τέσσερις γωνίες του με γωνιοκόπτη. Δεν υπάρχουν διαφορές από προϊόν σε προϊόν.

6) Κύλινδρος

Είναι μηχανή διαμορφώσεως, ψηφιακής καθοδήγησης και σε αυτήν κατεργάζονται οι επενδύσεις κολώνας στεγάστρου και οι επενδύσεις κολώνας κτιρίου. Το μόνο που αλλάζει από προϊόν σε προϊόν είναι οι ρυθμίσεις οι οποίες πραγματοποιούνται μέσω υπολογιστή.

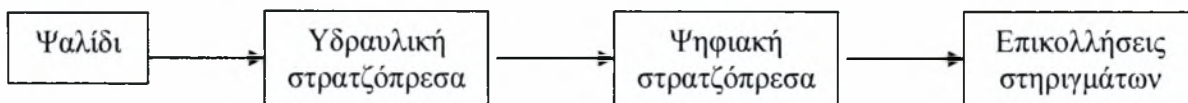
7) Εργασίες επικολλήσεων

Αποτελεί τον τελικό σταθμό εργασίας στον οποίο πραγματοποιούνται οι επικολλήσεις των στηριγμάτων στις επενδύσεις μετώπης στεγάστρου, γωνιών μετώπης στεγάστρου, άνω-κάτω μετώπης στεγάστρου και πλαστικού υλικού στις πινακίδες μηνυμάτων. Το μόνο που αλλάζει από προϊόν σε προϊόν είναι ο χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο. Τα τεμάχια αφήνονται περίπου 24 ώρες για να στεγνώσει η κόλλα που χρησιμοποιείται. Σημαντικό επίσης είναι ότι σε αυτόν τον σταθμό εργασίας καταναλώνεται μεγάλο χρονικό διάστημα για την παραγωγή των προϊόντων και αυτό αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που πρέπει να λάβουμε υπόψιν κατά την διάρκεια εύρεσης της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών.

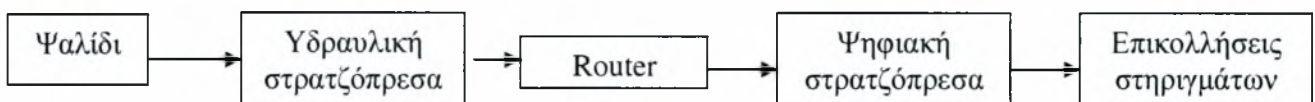
2.4) Διαγράμματα σταδίων παραγωγής των προϊόντων

A) Προϊόντα κόκκινου αλουμινίου

1) Επένδυση μετώπης στεγάστρου 2.50 m

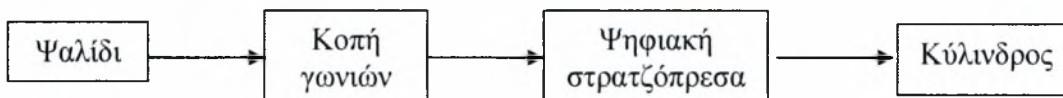


2) Επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου

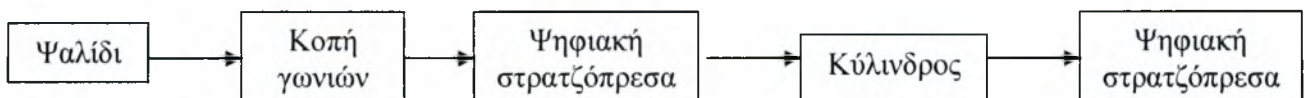


B) Προϊόντα μπλε αλουμινίου

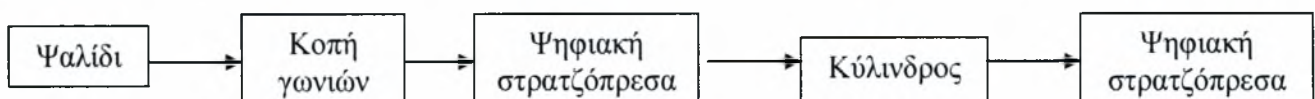
3) Επένδυση κολώνας στεγάστρου 2.50 m



4) Επένδυση κολώνας κτιρίου D50, D80 2.50 m



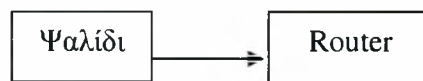
5) Επένδυση κολώνας κτιρίου L35, L60 2.50 m



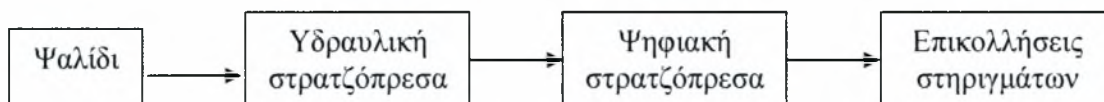
6) Στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου



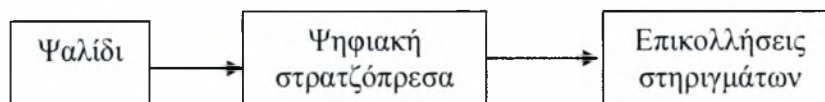
7) Στοιχεία στήριξης κολώνας κτιρίου



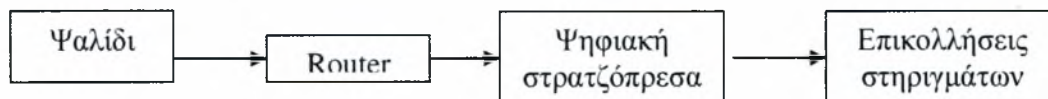
8) Άνω μετώπη κτιρίου 2.50 m



9) Κάτω μετώπη κτιρίου 2.50 m

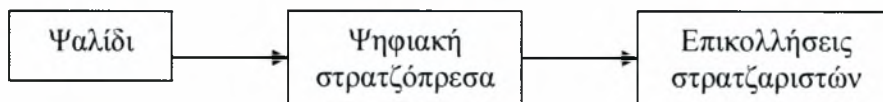


10) Πινακίδες μηνυμάτων

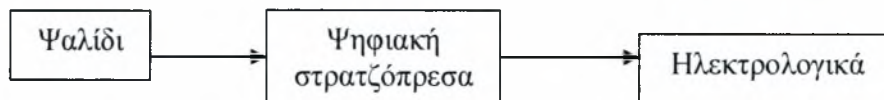


Γ) Προϊόντα γαλβανιζέ λαμαρίνας

11) Βάση μετώπης κτιρίου 84 cm



12) Σετ φωτισμού



2.5) Μέσοι χρόνοι επεξεργασίας

Παρακάτω παρουσιάζεται πίνακας για κάθε εργασία , ο οποίος περιλαμβάνει τους μέσους χρόνους ρυθμίσεως της κάθε μηχανής και τους μέσους χρόνους κατεργασίας ανά τεμάχιο σε κάθε μηχανή. Στον μέσο χρόνο κατεργασίας ανά τεμάχιο περιλαμβάνεται ο χρόνος τοποθέτησης του αρχικού φύλλου στη μηχανή , ο χρόνος επεξεργασίας του στη μηχανή και ο χρόνος μεταφοράς του σε κοντινό καρότσι.

Οι μέσοι αυτοί χρόνοι είχαν καταγραφεί στην επιχείρηση αλλά και επιβεβαιώθηκαν στη συνέχεια πραγματοποιώντας προσεκτικά μετρήσεις της κάθε κατεργασίας με χρονόμετρο.

Εργασία 1	Επένδυση μετώπης στεγάστρου			
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Υδραυλική στρατζόπρεσα	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Επικολλήσεις στηριγμάτων
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	25 min	8 min	
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	2.5 min	1 min	10 min
Χρόνος στεγνώματος κόλλας				24 h

Εργασία 2	Επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου				
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Υδραυλική στρατζόπρεσα	Router	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Επικολλήσεις στηριγμάτων
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	25 min	5 min	8 min	
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	15 sec	1.5 min	3 min	1 min	25 min
Χρόνος στεγνώματος κόλλας					24 h

Εργασία 3	Επένδυση κολώνας στεγάστρου			
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Κοπή γωνιών	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Κύλινδρος
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min		8 min	4 min
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	20 sec	1 min	1.5 min

Εργασία 4	Επένδυση κολώνας κτιρίου D				
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Κοπή γωνιών	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Κύλινδρος	Ψηφιακή στρατζόπρεσα
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min		8 min	4 min	8 min
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	20 sec	20 sec	1.5 min	1 min

Εργασία 5	Επένδυση κολώνας κτιρίου L				
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Κοπή γωνιών	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Κύλινδρος	Ψηφιακή στρατζόπρεσα
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min		8 min	4 min	8 min
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	20 sec	35 sec	1.5 min	1 min

Εργασία 6	Στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου	
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Router
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	5 min
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	10 min/ 5 τεμάχια

Εργασία 7	Στοιχεία στήριξης κολώνας κτιρίου	
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Router
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	5 min
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	10 min/ 5 τεμάχια

Εργασία 8	Άνω μετώπη κτιρίου			
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Υδραυλική στρατζόπρεσα	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Επικολλήσεις στηριγμάτων
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	30 min	8 min	
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	2 min	1 min	10 min
Χρόνος στεγνώματος κόλλας				24 h

Εργασία 9	Κάτω μετώπη κτιρίου		
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Επικολλήσεις στηριγμάτων
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	8 min	
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	1 min	10 min
Χρόνος στεγνώματος κόλλας			24 h

Εργασία 10	Πινακίδες μηνυμάτων			
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Router	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Επικολλήσεις
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	5 min	8 min	
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	22,5 min	1 min	45 min
Χρόνος στεγνώματος κόλλας				24 h

Εργασία 11	Βάση μετώπης κτιρίου		
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Επικολλήσεις στρατζαριστών
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	8 min	
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	1 min	20 min

Εργασία 12	Σετ φωτισμού		
Μηχανή-Σταθμός εργασίας	Ψαλίδι	Ψηφιακή στρατζόπρεσα	Ηλεκτρολογικά
Χρόνος ρυθμίσεως μηχανής	5 min	8 min	
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	20 sec	1 min	40 min

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ψηφιακή στρατζόπρεσα δεν ρυθμίζεται κάθε φορά, αλλά μόνο όταν χρειάζεται αλλαγή στα μαχαίρια και τα καλούπια. Η μοναδική ρύθμιση που πραγματοποιείται όταν δε χρειάζεται αλλαγή στα καλούπια είναι η αλλαγή του προγράμματος στον υπολογιστή η οποία διαρκεί ελάχιστα δευτερόλεπτα. Αντίθετα στις υπόλοιπες μηχανές γίνεται κάθε φορά ρύθμιση της μηχανής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

3.1) Θεωρία χρονικού προγραμματισμού παραγωγής

3.1.1) Γενική διατύπωση – βασικές υποθέσεις στις μεθόδους προγραμματισμού

Σε ένα σύστημα παραγωγής με Μ μηχανές, η εργασία πρέπει να ολοκληρωθούν σε ένα χρονικό διάστημα όσο το δυνατόν μικρότερο ή κατά τη διάρκεια ενός δεδομένου χρονικού διαστήματος.

Κάθε εργασία αποτελείται από μια παρτίδα ίδιων προϊόντων. Για να ολοκληρωθεί μια εργασία πρέπει να περάσει από ένα σύνολο κατεργασιών, όπου κάθε κατεργασία εκτελείται σε μια συγκεκριμένη μηχανή. Η σειρά των κατεργασιών μιας εργασίας πρέπει να ικανοποιεί ορισμένους περιορισμούς προτεραιότητας. Συχνά οι περιορισμοί αυτοί είναι πάγιοι, με την έννοια ότι όλες οι κατεργασίες πρέπει να εκτελεστούν με μία μοναδική και καθορισμένη σειρά.

Σκοπός του προγραμματισμού εργασιών είναι να βρεθεί μια αλληλουχία των εργασιών στις μηχανές, έτσι ώστε η αλληλουχία αυτή να βελτιστοποιεί ένα δεδομένο κριτήριο απόδοσης. Η γραφική αναπαράσταση του βέλτιστου προγράμματος (αλληλουχίας) πραγματοποιείται με τη χρήση του διαγράμματος Gantt.

Σε ένα διάγραμμα Gantt, ο οριζόντιος άξονας αντιστοιχεί σε χρονικό διάστημα (λεπτά, ώρες, ημέρες) ενώ στον κάθετο άξονα τοποθετούνται οι μηχανές ή σταθμοί εργασίας. Κάθε μηχανή-σταθμός εργασίας αντιστοιχεί σε μια οριζόντια γραμμή και κάθε κατεργασία τοποθετείται στη γραμμή της αντίστοιχης μηχανής όπου θα διεκπεραιωθεί. Η τοποθέτηση γίνεται με ένα ευθύγραμμο τμήμα που έχει μήκος ίσο με τη χρονική διάρκεια της αντίστοιχης κατεργασίας.

Το πρόβλημα του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής πρέπει να λυθεί χωρίς να αγνοθούν οι περιορισμοί του συστήματος, που αφορούν τη δυναμικότητα, την ακολουθία των δραστηριοτήτων που ορίζει η υπάρχουσα τεχνολογία, το συνολικό επίπεδο παραγωγής, το ανθρώπινο δυναμικό, τα αποθέματα κ.α.

Οι βασικές υποθέσεις στις μεθόδους του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής είναι οι εξής:

- 1) Κάθε μηχανή είναι συνεχώς διαθέσιμη για ανάθεση εργασίας, χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψη βάρδιες, συντήρηση ή βλάβες.
- 2) Οι εργασίες αποτελούνται από κατεργασίες που είναι διατεταγμένες σε μία μοναδική σειρά.
- 3) Κάθε κατεργασία μπορεί να εκτελεστεί σε μία μόνο μηχανή.
- 4) Η διακοπή και συνέχιση των κατεργασιών δεν επιτρέπεται
- 5) Υπάρχει μόνο μία μηχανή κάθε τύπου.
- 6) Υπάρχει μόνο ένα περιοριστικό μέσο παραγωγής στο σύστημα, οι μηχανές.

Ένα πρόγραμμα είναι εφικτό όταν ισχύουν οι παραπάνω υποθέσεις και τηρούνται οι περιορισμοί προτεραιότητας κάθε εργασίας.

3.1.2) Προγραμματισμός εργασιών σε μια μηχανή



Το πρόβλημα του προγραμματισμού εργασιών σε μια μηχανή εμφανίζεται συχνά στην πράξη, είτε σε συστήματα όπου η παραγωγή περιλαμβάνει (ή μπορεί να θεωρηθεί ότι περιλαμβάνει) μία φάση και διεκπεραιώνεται σε έναν επεξεργαστή, είτε σε συστήματα όπου ο χρονικός προγραμματισμός παραγωγής γίνεται σε σχέση με μια ακριβή μηχανή ή γενικότερα, μια μηχανή όπου η παραγωγή παρουσιάζει συμπτώματα συμφόρησης.

Επίσης είναι πολύ σημαντικό ότι πολύπλοκα προβλήματα προγραμματισμού εργασιών μπορούν να μοντελοποιηθούν σαν προβλήματα προγραμματισμού μιας μηχανής.

Ο βέλτιστος προγραμματισμός εργασιών σε μία μηχανή γίνεται για διάφορα κριτήρια απόδοσης. Παρακάτω παρουσιάζεται το βέλτιστο χρονικό πρόγραμμα για τα διάφορα κριτήρια βελτιστοποίησης.

Α) Ελαχιστοποίηση του μέγιστου χρόνου ολοκλήρωσης

Βέλτιστο πρόγραμμα: οποιοδήποτε πρόγραμμα είναι βέλτιστο

B) Ελαχιστοποίηση του μέσου χρόνου διέλευσης (ή του μέσου χρόνου ολοκλήρωσης ή της μέσης αργοπορίας)

Βέλτιστο πρόγραμμα: ο Μικρότερος Χρόνος Κατεργασίας P_i , $i = 1, 2, \dots, n$

Διάταξη των n εργασιών έτσι ώστε: $P_1 \leq P_2 \leq \dots \leq P_n$

Τότε το βέλτιστο πρόγραμμα είναι πρώτα η εργασία 1, μετά η εργασία 2, κοκ.

Γ) Ελαχιστοποίηση της μέγιστης καθυστέρησης (ή της μέγιστης αργοπορίας)

Βέλτιστο πρόγραμμα: η Μικρότερη Ημερομηνία Οφειλής D_i , $i = 1, 2, \dots, n$. Διάταξη των n εργασιών έτσι ώστε: $D_1 \leq D_2 \leq \dots \leq D_n$

Τότε το βέλτιστο πρόγραμμα είναι πρώτα η εργασία 1, μετά η εργασία 2, κοκ

Δ) Ελαχιστοποίηση του μέσου σταθμικού χρόνου διέλευσης

Βέλτιστο πρόγραμμα: ο Μικρότερος Βεβαρυσμένος Χρόνος Κατεργασίας P_i/g_i

Όπου g_i το σταθμικό βάρος που αντιστοιχεί στην εργασία i

Διάταξη των n εργασιών έτσι ώστε: $P_1/g_1 \leq P_2/g_2 \leq \dots \leq P_n/g_n$

Τότε το βέλτιστο πρόγραμμα είναι πρώτα η εργασία 1, μετά η εργασία 2, κοκ

Ε) Ελαχιστοποίηση της μέσης καθυστέρησης

Είναι ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης συνδιασμών και δεν υπάρχει απλή απάντηση για αυτό το πρόβλημα. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος χρησιμοποιείται η μέθοδος των Διακλαδώσεων και Ορίων

Επειδή δεν θα χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη μέθοδος δεν θα προχωρήσουμε στην ανάλυσή της, η οποία περιέχει αρκετές λεπτομέρειες.

3.1.3) Προγραμματισμός μηχανουργείου ροής με δύο μηχανές, αλγόριθμος Johnson



Για την εύρεση του βέλτιστου προγράμματος n εργασιών σε ένα μηχανουργείο ροής (flow shop) με $M=2$ μηχανές χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Johnson. Στον αλγόριθμο Johnson χρησιμοποιείται σαν κριτήριο απόδοσης ο μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης των εργασιών. Το κριτήριο αυτό μετράει το ποσοστό αξιοποίησης των μηχανών-σταθμών εργασίας (ή το χρόνο που οι μηχανές μένουν άεργες). Ένα πρόγραμμα είναι τόσο καλύτερο όσο περισσότερο μειώνει τον άεργο χρόνο των μηχανών-σταθμών εργασίας.

Ο αλγόριθμος Johnson βασίζεται στις ακόλουθες σκέψεις:

Είναι λογικό η παραγωγική διαδικασία να αρχίσει με την εκτέλεση της εργασίας με τον ελάχιστο χρόνο επεξεργασίας στη $M1$. Έτσι θα είναι ελάχιστος και ο αντίστοιχος άεργος χρόνος της $M2$, δηλαδή ο χρόνος που θα χρειαστεί να αναμείνει μέχρι να αρχίσει να απασχολείται με κάποια από τις εργασίες. Με τον ίδιο τρόπο είναι λογικό η παραγωγική διαδικασία να τελειώσει με την εργασία με τον ελάχιστο χρόνο επεξεργασίας στη $M2$, επειδή κατά τον χρόνο αυτό η $M1$ παραμένει άεργη. Οι σκέψεις αυτές μπορούν να επεκταθούν και στις υπόλοιπες εργασίες.

Ο αλγόριθμος Johnson προσδιορίζει τη βέλτιστη αλληλουχία εργασιών ως εξής:

Βήμα 1: Καταγραφή όλων των n εργασιών σε κατάλογο.

Βήμα 2: Εύρεση των ελαχίστων χρόνων κατεργασίας στον τρέχοντα κατάλογο εργασιών.

Βήμα 3: α) Αν αυτός ο ελάχιστος χρόνος κατεργασίας είναι στη $M1$, τοποθέτηση της αντίστοιχης εργασίας όσο το δυνατόν γρηγορότερα στην αλληλουχία. β) Αν αυτός ο ελάχιστος χρόνος κατεργασίας είναι στη $M2$, τοποθέτηση της αντίστοιχης εργασίας όσο το δυνατόν αργότερα στην αλληλουχία.

Βήμα 4: Εξάλειψη της ανατεθειμένης εργασίας από τον κατάλογο και επανάληψη των βημάτων 2 και 3 μέχρις ότου ανατεθούν όλες οι εργασίες.

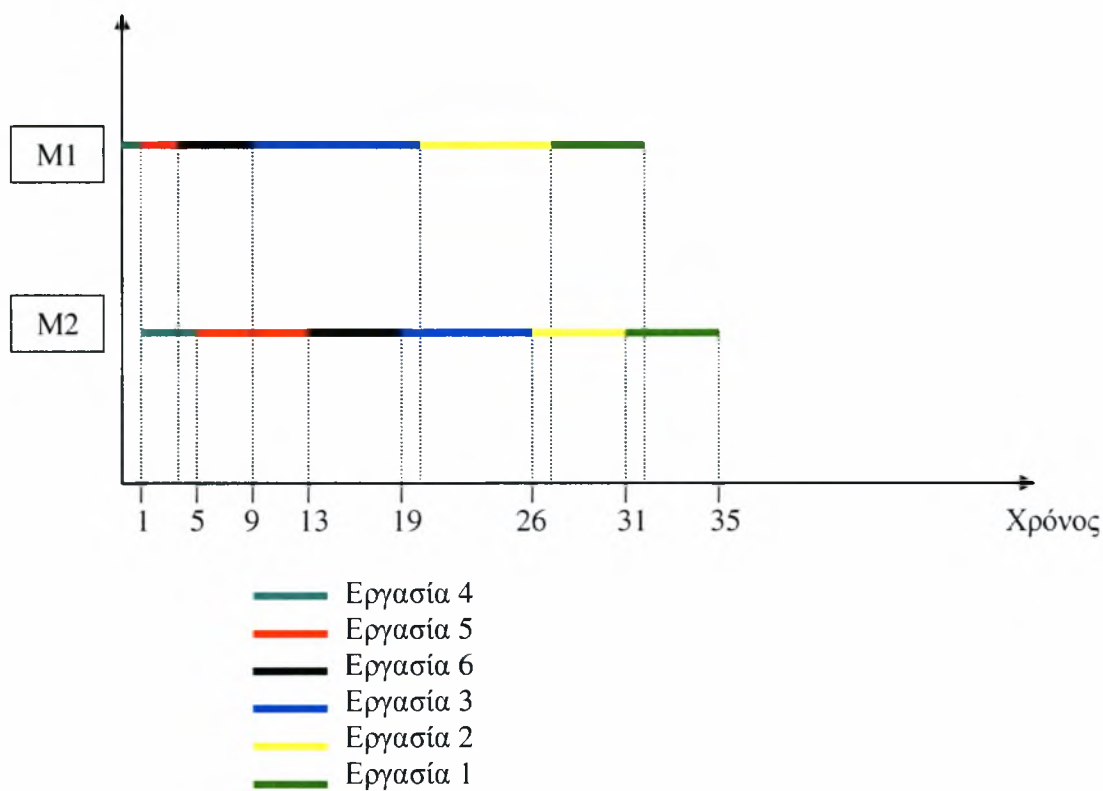
Σημείωση: Μια ισοπαλία ανάμεσα σε δύο εργασίες λύνεται αυθέραιτα μιας και δεν μπορεί να επηρεάσει τον ελάχιστο χρόνο ολοκλήρωσης όλων των εργασιών.

Παράδειγμα

i	1	2	3	4	5	6
Pi1	5	7	11	1	2	6
Pi2	4	5	7	3	8	6

Η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών είναι : 4-5-6-3-2-1

Η απεικόνιση της βέλτιστης αλληλουχίας σε διάγραμμα Gantt παρουσιάζεται παρακάτω



3.1.4) Προγραμματισμός εργασιών σε μεγαλύτερα μηχανουργεία ροής , αλγόριθμος Campbell



Στατικό πρόβλημα με n εργασίες και m μηχανές. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του μέγιστου χρόνου ολοκλήρωσης.

Το βέλτιστο πρόγραμμα μπορεί να μην είναι ένα πρόγραμμα στο οποίο η αλληλουχία των εργασιών είναι η ίδια σε όλες τις μηχανές. Όμως η εύρεση του βέλτιστου προγράμματος ανάμεσα από όλα τα εφικτά προγράμματα είναι συνήθως πρακτικά αδύνατο.

Τελικά αυτό που συμβαίνει είναι ότι :

- Υπάρχουν περιπτώσεις για τις οποίες ένα πρόγραμμα στο οποίο η αλληλουχία των εργασιών είναι η ίδια σε όλες τις μηχανές είναι βέλτιστο.

- Ακόμα και στις περιπτώσεις που δεν συμβαίνει αυτό, το βέλτιστο πρόγραμμα στο οποίο η αλληλουχία των εργασιών είναι η ίδια σε όλες τις μηχανές είναι πολύ κοντά στο βέλτιστο πρόγραμμα.

Η προσοχή μας θα περιοριστεί σε προγράμματα στα οποία η αλληλουχία των εργασιών είναι η ίδια σε όλες τις μηχανές.

Το πρόβλημα της εύρεσης βέλτιστου προγράμματος n εργασιών σε m μηχανές αντιμετωπίζεται με τη χρήση του αλγόριθμου Campbell. Χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο του Johnson για το μηχανουργείο ροής δύο μηχανών σαν δομικό λίθο. Ο αλγόριθμος δημιουργεί $m-1$ προβλήματα μηχανουργείου ροής με δύο μηχανές. Το καθένα αναλύεται με τον αλγόριθμο του Johnson που καθορίζει την αντίστοιχη βέλτιστη αλληλουχία. Στη συνέχεια αυτή η αλληλουχία χρησιμοποιείται για να βρεθεί ο αντίστοιχος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης του αρχικού προβλήματος. Η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών είναι αυτή που επιτυγχάνει τον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης.

Ο αλγόριθμος Campbell προσδιορίζει τη βέλτιστη λύση ως εξής:

Στάδιο k της διαδικασίας ($k = 1, 2, \dots, m-1$)

Βήμα 1: Δημιουργία προβλήματος μηχανουργείου ροής με δύο μηχανές. Τα μ_i και m_i συμβολίζουν την πρώτη και δεύτερη μηχανή αντίστοιχα. Τα $P_{i\mu}$ και P_{id} συμβολίζουν τους χρόνους κατεργασίας της εργασίας i στην μ_i και m_i αντίστοιχα. Τα $P_{i\mu}$ και P_{id} ορίζονται ως εξής:

$$P_{iu} = \sum P_{ij} \quad \text{για κάθε } i \quad \text{με } j = 1, 2, \dots, k$$

$$P_{id} = \sum P_{ij} \quad \text{για κάθε } i \quad \text{με } j = m-k+1, \dots, m$$

Βήμα 2: Εύρεση της βέλτιστης αλληλουχίας για αυτό το πρόβλημα προγραμματισμού των δύο μηχανών, χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο του Johnson.

Βήμα 3: Σχεδιάζουμε το διάγραμμα Gantt που αντιστοιχεί σε αυτή την αλληλουχία και εύρεση του μέγιστου χρόνου ολοκλήρωσης αυτής της αλληλουχίας, εφαρμοσμένης στο αρχικό μηχανουργείο με τις m μηχανές.

Εμπειρική λύση: Επιλογή της αλληλουχίας με τον ελάχιστο μέσο χρόνο ολοκλήρωσης.

Παράδειγμα

$m = 4$ και $n = 4$

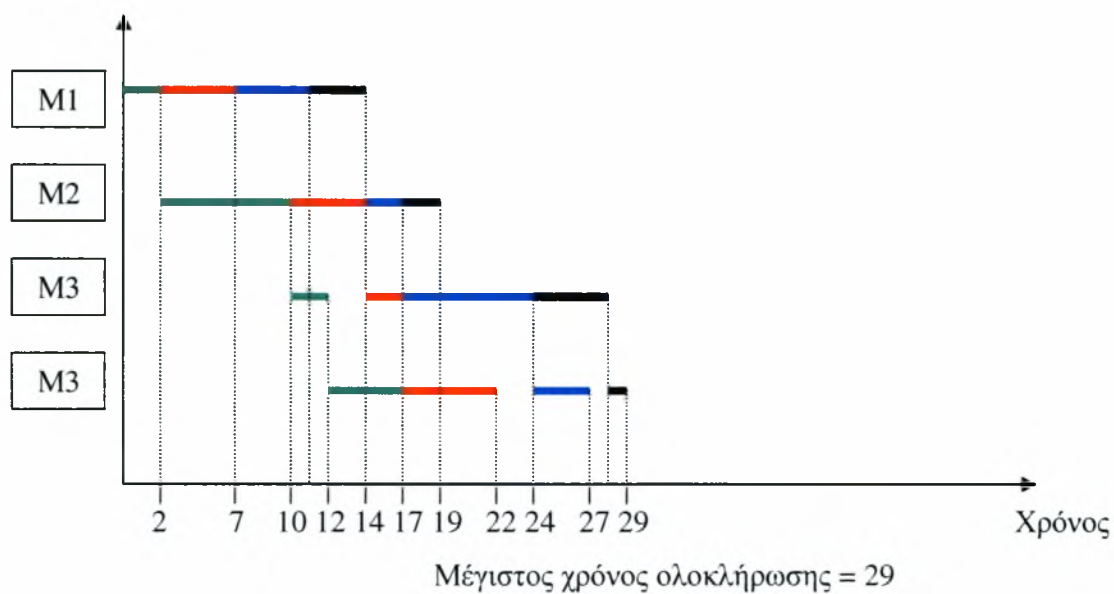
i	1	2	3	4
P _{i1}	4	2	3	5
P _{i2}	3	8	2	4
P _{i3}	7	2	4	3
P _{i4}	3	5	1	5

Στάδιο 1

i	1	2	3	4
P _{iu}	4	2	3	5
P _{id}	3	5	1	5

Βέλτιστη λύση 2 – 4 – 1 – 3

Το αντίστοιχο διάγραμμα Gantt της βέλτιστης λύσης θα είναι το εξής :

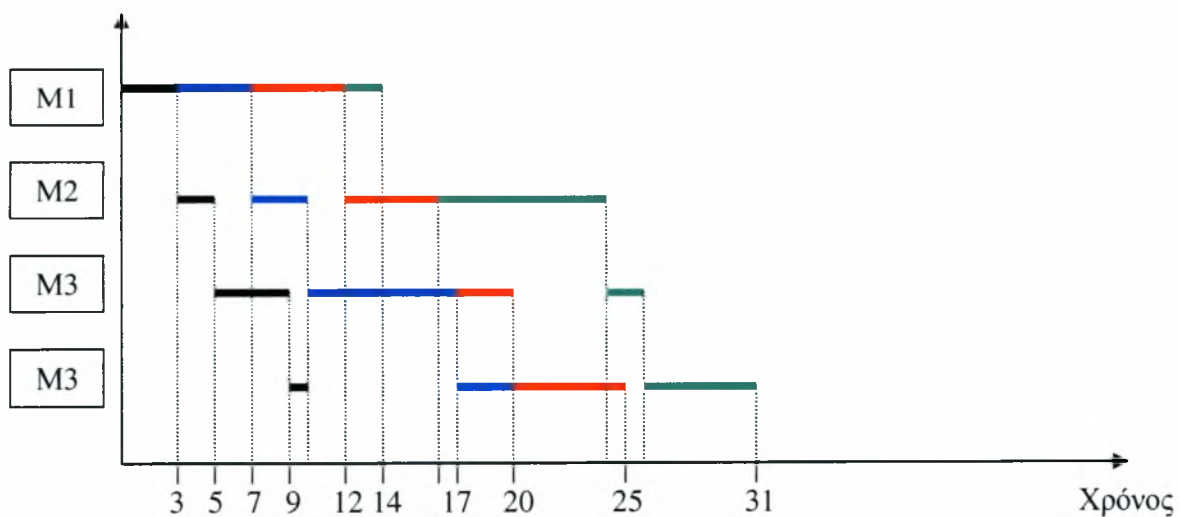


Στάδιο 2

i	1	2	3	4
P _{iu}	7	10	5	9
P _{id}	10	7	5	8

Βέλτιστη λύση 3 – 1 – 4 – 2

Το αντίστοιχο διάγραμμα Gantt της βέλτιστης λύσης θα είναι το εξής :



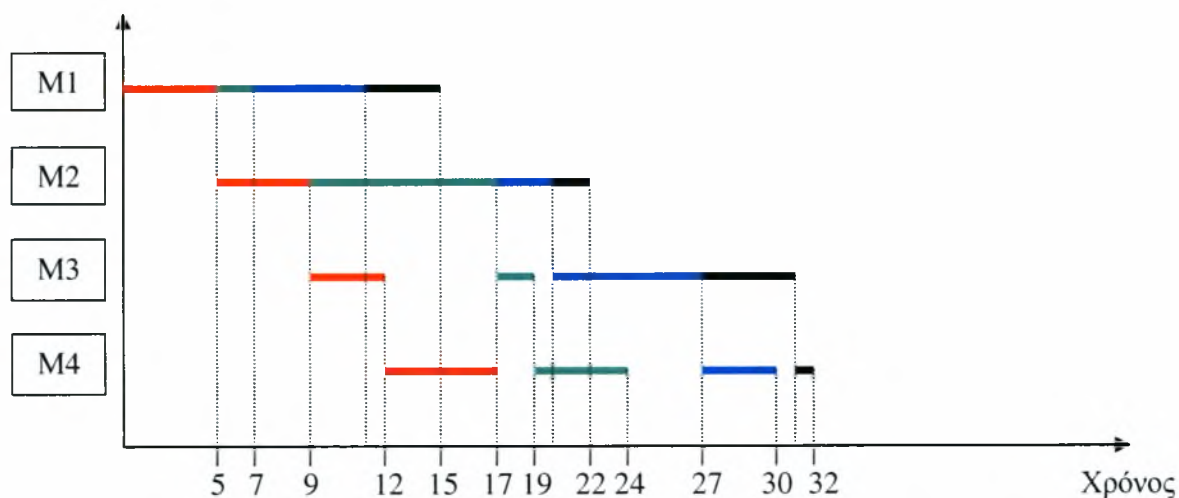
Μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 31

Στάδιο 3

i	1	2	3	4
P _{iu}	14	12	9	12
P _{id}	13	15	7	12

Βέλτιστη λύση 4 – 2 – 1 – 3

Το αντίστοιχο διάγραμμα Gantt της βέλτιστης λύσης θα είναι το εξής :



Μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 32

Η εμπειρική λύση είναι η βέλτιστη αλληλουχία με τον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης και είναι η 2 – 4 – 1 – 3.

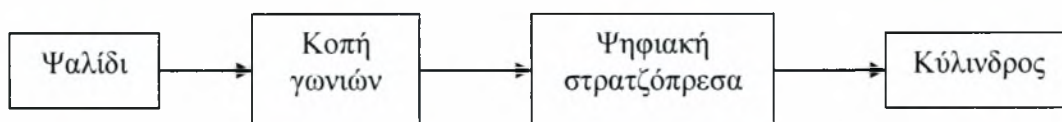
Αν κατά την διάρκεια επίλυσης με τον αλγόριθμο Johnson προκύψει η ίδια αλληλουχία εργασιών σε δύο στάδια, τότε το διάγραμμα Gantt και ο μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης είναι ο ίδιος και στις δύο περιπτώσεις.

3.2) Αντιμετώπιση του προβλήματος

3.2.1) Κοινά στάδια παραγωγής

Έχουμε να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της κατανομής 12 εργασιών σε 9 μηχανές ή σταθμούς εργασίας. Προκειμένου να διευκολυνθεί η επίλυση του προβλήματος είναι χρήσιμο να βρεθούν τα κοινά στάδια παραγωγής των προϊόντων. Τα κοινά στάδια παραγωγής παρουσιάζονται παρακάτω:

1ο κοινό στάδιο παραγωγής



Εργασίες

i = 3 Επένδυση κολώνας στεγάστρου

i = 4 Επένδυση κολώνας κτιρίου D

i = 5 Επένδυση κολώνας κτιρίου L

2ο κοινό στάδιο παραγωγής



Εργασίες

i = 1 Επένδυση μετώπης στεγάστρου

i = 2 Επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου

i = 8 Άνω μετώπη κτιρίου

3ο κοινό στάδιο παραγωγής



Εργασίες

i = 6 Στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου

i = 7 Στοιχεία στήριξης κολώνας κτιρίου

i = 10 Πινακίδες μηνυμάτων

4ο κοινό στάδιο παραγωγής



Εργασίες

i = 9 Κάτω μετώπη κτιρίου

i = 11 Βάση μετώπης κτιρίου

i = 12 Σετ φωτισμού

3.2.2) Τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος

Το κριτήριο απόδοσης που μας ενδιαφέρει για την βελτιστοποίηση του προβλήματος είναι ο μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης. Πρέπει δηλαδή να καταλήξουμε σε ένα βέλτιστο πρόγραμμα (βέλτιστη αλληλουχία) εργασιών, που θα ελαχιστοποιεί τον μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης της παραγγελίας. Κατά συνέπεια, όλες οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν οφείλουν να οδηγούν στην ελαχιστοποίηση του μέγιστου χρόνου ολοκλήρωσης.

Στην προηγούμενη παράγραφο βρέθηκαν τα κοινά στάδια παραγωγής των προϊόντων. Τα κοινά στάδια παραγωγής, αντιμετωπίζονται ξεχωριστά το καθένα και η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών βρίσκεται σύμφωνα με τις μεθόδους που αναπτύχθηκαν στο υποκεφάλαιο 3.1. Φυσικά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι περιορισμοί για το υλικό και την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού.

Τα προϊόντα κατασκευάζονται από τρία διαφορετικά υλικά, κόκκινο αλουμίνιο, μπλε αλουμίνιο και γαλβανιζέ λαμαρίνα. Πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψιν ότι συμφέρει να τελειώνουμε με τα προϊόντα από κάθε υλικό, προκειμένου να μη χάνεται χρόνος από τις συνεχείς αλλαγές υλικού.

Επιπλέον παρατηρούμε ότι οι εργασίες επικολλήσεων αποτελούν τον σταθμό εργασίας στον οποίο καταναλώνεται το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για την παραγωγή των περισσότερων προϊόντων. Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερο καθυστερούν οι εργασίες που περιλαμβάνουν επικολλήσεις και δεν έχουν κοινό στάδιο παραγωγής με άλλη εργασία, τόσο μεγαλύτερος χρόνος θα καταναλωθεί για την ολοκλήρωση της παραγγελίας. Το ίδιο ισχύει και για ένα κοινό στάδιο παραγωγής που έχει μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης από κάποια άλλα. Άρα, η εργασία ή το κοινό στάδιο παραγωγής με τον μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης, θα πρέπει να τοποθετείται όσο το δυνατόν γρηγορότερα για εκτέλεση στην γραμμή παραγωγής. Αυτό βέβαια έρχεται σε αντίθεση με τη θεωρία που λέει ότι η εργασία με τον μεγαλύτερο χρόνο εκτέλεσης τοποθετείται αργότερα σε σχέση με αυτές που έχουν μικρότερο χρόνο εκτέλεσης. Για αυτό τον λόγο θα γίνεται σύγκριση κάθε φορά με τη θεωρία και θα επιλέγουμε την καλύτερη λύση.

Η μέθοδος με την οποία θα αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

Βήμα 1: Για τα προϊόντα κάθε υλικού, εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών για τα κοινά στάδια παραγωγής με βάση τις μεθόδους Johnson και Campbell.

Βήμα 2: Για τα προϊόντα κάθε υλικού, τα κοινά στάδια παραγωγής αντιμετωπίζονται σαν εργασίες που πρέπει να προγραμματιστούν σε μία μηχανή. Η μηχανή αυτή αντιπροσωπεύει την γραμμή παραγωγής.

Βήμα 3: Τα υλικά με τις εργασίες τους, αντιμετωπίζονται σαν προγραμματισμός τριών εργασιών σε μία μηχανή. Η μηχανή αυτή αντιπροσωπεύει την γραμμή παραγωγής.

3.2.3) Περιορισμοί στο σχεδιασμό των διαγραμμάτων Gantt

Για κάθε ένα από τα παραπάνω βήματα της μεθόδου αντιμετώπισης του προβλήματος πρέπει να σχεδιάζεται το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα Gantt που απεικονίζει τη βέλτιστη αλληλουχία εργασιών με βάση τις μεθόδους της θεωρίας αλλά και τις σκέψεις που έγιναν στην προηγούμενη παράγραφο.

Στο κεφάλαιο 3 αναφέρθηκαν οι βασικές υποθέσεις που ισχύουν στα χρονοδιαγράμματα Gantt. Σε αυτές τις υποθέσεις αναφέρεται ότι το μόνο περιοριστικό

μέσο είναι οι μηχανές. Όμως για την επίλυση του προβλήματος, άρα και για τον σχεδιασμό των διαγραμμάτων Gantt πρέπει να ληφθούν υπόψιν ακόμα δύο περιορισμοί. Συγκεκριμένα οι νέοι περιορισμοί που μας ενδιαφέρουν και πρέπει να τους λάβουμε υπόψιν είναι η καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού και η αλλαγή του υλικού που απαιτείται για την παραγωγή συγκεκριμένων προϊόντων κάθε φορά.

Όσον αφορά τους περιορισμούς αυτούς, οι εργατοτεχνίτες που απασχολεί η γραμμή παραγωγής είναι έξι. Υπάρχει ακόμη ένας που χειρίζεται μόνο το Router. Οι επικολλήσεις στρατζαριστών και τα ηλεκτρολογικά πραγματοποιούνται στην άλλη γραμμή παραγωγής οπότε δεν απασχολούν εργατοτεχνίτες από την γραμμή παραγωγής των επενδύσεων. Κάθε κατεργασία σε κάθε μηχανή-σταθμό εργασίας απαιτεί την απασχόληση δύο εργατοτεχνιτών. Επιπλέον θα πρέπει να γίνουν μόνο τρεις αλλαγές υλικού για να μην χάνεται συνεχώς χρόνος και αυτό πρέπει να απεικονίζεται στο συνολικό διάγραμμα Gantt.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΚΑΙ **ΕΥΡΕΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ**

4.1) Προσδιορισμός επενδύσεων στεγάστρου και κτιρίου μέσω σχεδίων

Όπως αναφερθήκαμε στο κεφάλαιο 1, θα ασχοληθούμε με τις επενδύσεις αλουμινίου στεγάστρων και κτιρίων των πρατηρίων υγρών καυσίμων της εταιρείας ΕΚΟ στα Βαλκάνια..

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των πρατηρίων υγρών καυσίμων της ΕΚΟ στα Βαλκάνια, όσον αφορά της επενδύσεις αλουμινίου είναι τα εξής:

- 1) Το κτίριο “ντύνεται” με επενδύσεις σε δύο πλευρές του, μία κατά μήκος και μία κατά πλάτος.
- 2) Οι διαστάσεις των στεγάστρων είναι μεγαλύτερες από αυτές που συναντώνται συνήθως στην Ελλάδα. Αυτό σημαίνει ότι απαιτούνται περισσότερες επενδύσεις μετώπης στεγάστρου.
- 3) Οι επενδύσεις μετώπης και γωνίας μετώπης στεγάστρου διαφέρουν από αυτές που τοποθετούνται στα πρατήρια υγρών καυσίμων στην Ελλάδα στο πλάτος. Συγκεκριμένα στα πρατήρια στην Ελλάδα το πλάτος είναι 86 cm ενώ στα Βαλκάνια το πλάτος είναι 100 cm.

Στην επιχείρηση καταφτάνουν παραγγελίες με διαστάσεις στεγάστρων-κτιρίων για συγκεκριμένα πρατήρια υγρών καυσίμων, με σκοπό την κατασκευή των επενδύσεων που απαιτούνται. Ο προσδιορισμός των επενδύσεων γίνεται μέσω σχεδίου, όπου σχεδιάζονται οι διαστάσεις και στη συνέχεια βρίσκεται ο αριθμός των προϊόντων επενδύσεων.

Λάβαμε μια παραγγελία από την επιχείρηση για πρατήρια υγρών καυσίμων στη Βουλγαρία, η οποία είναι αντιπροσωπευτική των παραγγελιών που στέλνονται για τα πρατήρια της ΕΚΟ στη Βουλγαρία και για επίσης αρκετά στα Βαλκάνια. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο επί τοις εκατό όγκος των προϊόντων επενδύσεων που απαιτούνται, είναι

εμπειρικά περίπου ο ίδιος σχεδόν σε όλες τις παραγγελίες. Συγκεκριμένα η παραγγελία είναι η εξής:

Διαστάσεις κτιρίου	Διαστάσεις στεγάστρου	Σειρά προτεραιότητας
18 X 14	30 X 12	1
20 X 10	30 X 12	2
18 X 10	16 X 9 και 6 X 6	3

Αρχικά θα γίνει προσδιορισμός των προϊόντων επενδύσεων μέσω σχεδίων του κτιρίου 18 X 14 και του στεγάστρου 30 X 12 και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν αλγόριθμοι εύρεσης των προϊόντων επενδύσεων για κάθε τύπο κτιρίου και στεγάστρου, για τον ταχύτερο και ευκολότερο προσδιορισμό τους, συγκριτικά με την χρήση σχεδίων.

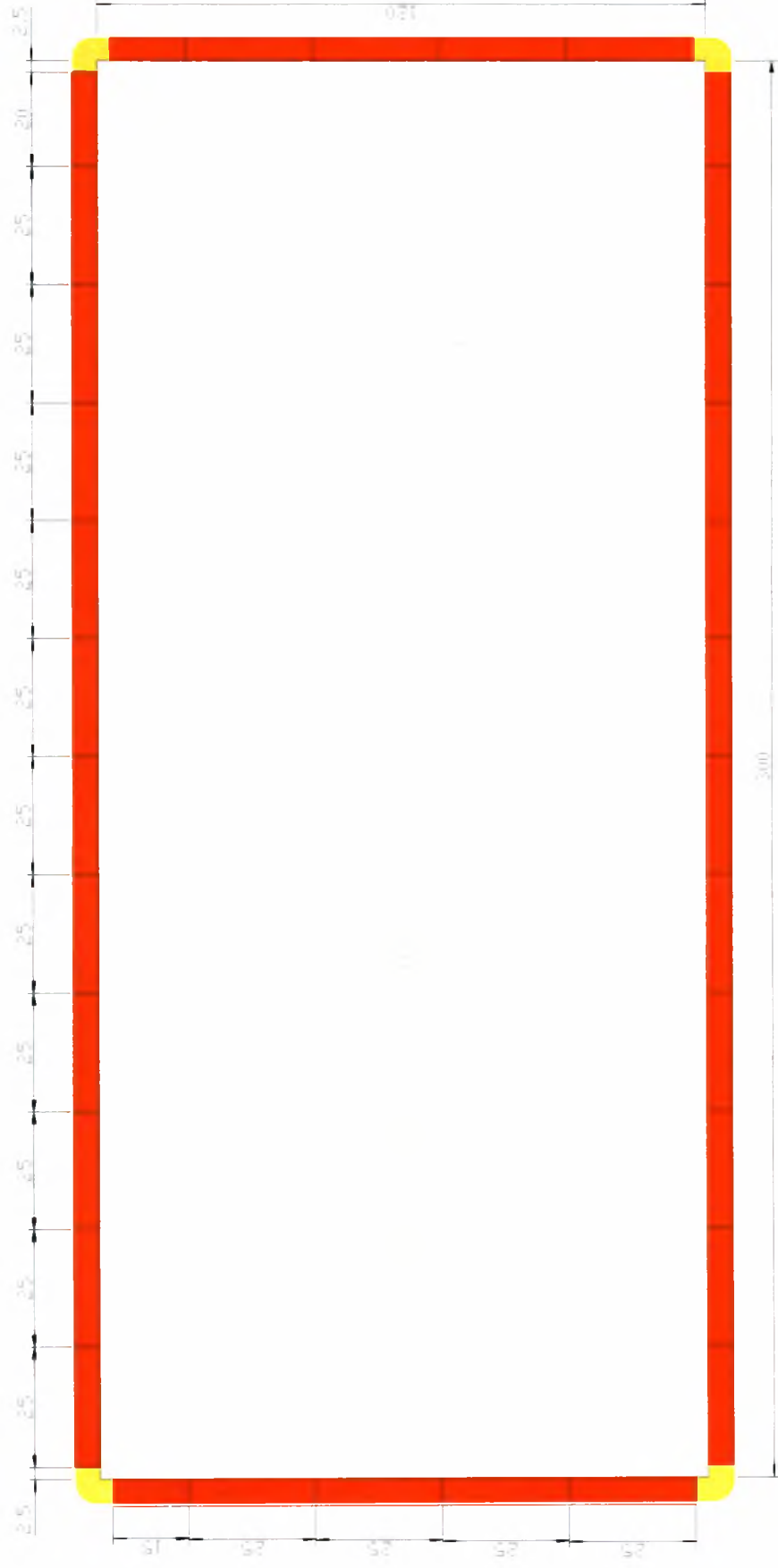
Όσον αφορά την εύρεση των προϊόντων επενδύσεων με την χρήση σχεδίων, αρχικά σχηματίζουμε τα ευθύγραμμα τμήματα που αντιπροσωπεύουν τις διαστάσεις του στεγάστρου και του κτιρίου. Στη συνέχεια σχεδιάζονται τα στάνταρ προϊόντα που τοποθετούνται κατά μήκος των δύο ευθυγράμμων τμημάτων που σχηματίσαμε, αθροίζοντας ταυτόχρονα το μήκος τους. Όταν δεν μπορεί να τοποθετηθεί άλλο στάνταρ προϊόν, τότε αφαιρούμε από την διάσταση του ευθυγράμμου τμήματος το συνολικό μήκος των προϊόντων που έχουμε τοποθετήσει και βρίσκουμε το μήκος του ειδικού τεμαχίου.

Στο σχέδιο που γίνεται για το κτίριο, όταν τοποθετούμε τις κάτω μετώπες πρέπει να τοποθετούμε επιπλέον τις πινακίδες μηνυμάτων ανάμεσα από δύο κολώνες, καθώς αναφέρονται στον χώρο του πλυντηρίου αυτοκινήτων ή του Mini market κ.α. του πρατηρίου υγρών καυσίμων. Επιπλέον, στις γωνιακές κολώνες τοποθετούνται δύο τεμάχια επένδυσης κολώνας κτιρίου D, ενώ στις άλλες κολώνες τοποθετείται ένα τεμάχιο επένδυσης κολώνας κτιρίου L.

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στα σχέδια που ακολουθούν. Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται στα σχέδια για κάθε προϊόν, θα χρησιμοποιηθούν για διευκόλυνση στη συνέχεια, στις ευθείες που θα αντιπροσωπεύουν τις αντίστοιχες εργασίες στα διαγράμματα Gantt που θα ακολουθήσουν στο επόμενο κεφάλαιο.

Τα σχέδια που ακολουθούν είναι σε κλίμακα 1:100 και δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος Autocad.

Στέγαστρο 30 X 12 – Κάτοψη



Κτίριο 18 X 14 – Κάτοψη



Τα προϊόντα των επενδύσεων που πρέπει να παραχθούν για αυτό το πρατήριο υγρών καυσίμων, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

ΣΤΕΓΑΣΤΡΟ 30 X 12	
ΠΡΟΪΟΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
Επένδυση μετώπης στεγάστρου 2.50 m	30 τεμάχια
Ειδική επένδυση μετώπης στεγάστρου	4 τεμάχια (2 X 2.00 m και 2 X 1.50 m)
Επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου	4 τεμάχια
Επένδυση κολώνας στεγάστρου 2.50 m	16 τεμάχια
Στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου	16 τεμάχια

ΚΤΙΡΙΟ 18 X 14	
ΠΡΟΪΟΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
Επένδυση κολώνας κτιρίου D80 2.50 m	4 τεμάχια
Επένδυση κολώνας κτιρίου L60 2.50 m	2 τεμάχια
Άνω μετώπη κτιρίου 2.50 m	11 τεμάχια
Άνω μετώπη κτιρίου ειδικά τεμάχια	2 τεμάχια (1 X 2.18 m και 1 X 1.09 m)
Κάτω μετώπη κτιρίου 2.50 m	9 τεμάχια
Κάτω μετώπη κτιρίου ειδικά τεμάχια	2 τεμάχια (1 X 2.18 m και 1 X 1.09 m)
Στοιχεία στήριξης κολώνας κτιρίου	8 τεμάχια
Πινακίδες μηνυμάτων	2 τεμάχια
Σετ φωτισμού	2 τεμάχια
Βάση μετώπης κτιρίου	13 τεμάχια (11 X 2.50 m, 1 X 2.18 m 1 X 1.09 m)

4.2) Αλγόριθμος εύρεσης επενδύσεων στεγάστρων

Δεδομένα

X = Το μήκος του στεγάστρου

Ψ = Το πλάτος του στεγάστρου

K = Ο αριθμός κολώνων του στεγάστρου

Μεταβλητές

Π₁' = Επένδυση μετώπης στεγάστρου 2.50 m κατά μήκος (μικρότερος ακέραιος)

Π₂' = Επένδυση μετώπης στεγάστρου 2.50 m κατά πλάτος (μικρότερος ακέραιος)

Π = Επένδυση μετώπης στεγάστρου 2.50 m

- $\Pi 1$ = Ειδικά τεμάχια επένδυσης μετώπης στεγάστρου κατά μήκος
 $\Pi 2$ = Ειδικά τεμάχια επένδυσης μετώπης στεγάστρου κατά πλάτος
 $\Pi 3$ = Επένδυση κολώνας στεγάστρου 2.50 m
 $\Pi 4$ = Στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου

Αλγόριθμος

$$\Pi 1' = 2 \cdot [(X - 0.5) / 2.5] = 2 \cdot [\text{Μικρότερος κοντινός ακέραιος του } (X - 0.5) / 2.5]$$

$$\Pi 2' = 2 \cdot [(\Psi - 0.5) / 2.5] = 2 \cdot [\text{Μικρότερος κοντινός ακέραιος του } (\Psi - 0.5) / 2.5]$$

$$\Pi = \Pi 1' + \Pi 2'$$

$$\Pi 1 = 2 \times [(X - 0.5) - 2.5 \cdot \Pi 1' / 2]$$

$$\Pi 2 = 2 \times [(\Psi - 0.5) - 2.5 \cdot \Pi 2' / 2]$$

$$\Pi 3 = 4 \cdot K$$

$$\Pi 4 = 4 \cdot K$$

Εφαρμογή για το στέγαστρο 30 X 12

$$\Pi 1' = 2 \cdot [(30 - 0.5) / 2.5] = 2 \cdot [11.8] = 2 \cdot 11 = 22$$

$$\Pi 2' = 2 \cdot [(12 - 0.5) / 2.5] = 2 \cdot [4.6] = 2 \cdot 4 = 8$$

$$\Pi = 22 + 8 = 30$$

$$\Pi 1 = 2 \times [(30 - 0.5) - 2.5 \cdot 22 / 2] = 2 \times 2.00$$

$$\Pi 2 = 2 \times [(12 - 0.5) - 2.5 \cdot 8 / 2] = 2 \times 1.50$$

$$\Pi 3 = 4 \cdot 4 = 16$$

$$\Pi 4 = 4 \cdot 4 = 16$$

4.3) Αλγόριθμος εύρεσης επενδύσεων κτιρίων

Δεδομένα

X = Το μήκος του κτιρίου

Ψ = Το πλάτος του κτιρίου

$K1$ = Ο αριθμός των γωνιακών κολώνων του κτιρίου

$K2$ = Ο αριθμός των κολώνων του κτιρίου

M = Ο αριθμός των πινακίδων μηνυμάτων

Μεταβλητές

$\Pi1$ = Επένδυση κολώνας κτιρίου D80 , 2.50 m

$\Pi2$ = Επένδυση κολώνας κτιρίου L60 , 2.50 m

$\Pi3$ = Άνω μετώπη κτιρίου 2.50 m

$\Pi3'$ = Άνω μετώπη κτιρίου 2.50 m κατά μήκος (μικρότερος ακέραιος)

$\Pi3''$ = Άνω μετώπη κτιρίου 2.50 m κατά πλάτος (μικρότερος ακέραιος)

$\Pi4$ = Κάτω μετώπη κτιρίου 2.50 m

$\Pi5$ = Στοιχεία στήριξης κολώνας κτιρίου

$\Pi6$ = Άνω μετώπη κτιρίου ειδικά τεμάχια

$\Pi7$ = Κάτω μετώπη κτιρίου ειδικά τεμάχια

$\Pi8$ = Σετ φωτισμού

Αλγόριθμος

$$\Pi1 = 2 \cdot K1$$

$$\Pi2 = K2$$

$$\Pi3' = \text{Μικρότερος κοντινός ακέραιος του } (X - 0.82) / 2.5$$

$$\Pi3'' = \text{Μικρότερος κοντινός ακέραιος του } (Y - 0.41) / 2.5$$

$$\Pi3 = \Pi3' + \Pi3''$$

$$\Pi4 = \Pi3 - M$$

$$\Pi 5 = 2 \cdot (K1 + K2)$$

$$\Pi 6 = 2x [(X - 0.82) - 2.5 \cdot \Pi 3'] + 2x [(\Psi - 0.41) - 2.5 \cdot \Pi 3'']$$

$$\Pi 7 = \Pi 6$$

$$\Pi 8 = M$$

Εφαρμογή για το κτίριο 18 X 14

$$\Pi 1 = 2 \cdot 2 = 4$$

$$\Pi 2 = 2$$

$$\Pi 3' = [(18 - 0.82) / 2.5] = [6.872] = 6$$

$$\Pi 3'' = [(14 - 0.41) / 2.5] = 5.436 = 5$$

$$\Pi 3 = 6 + 5 = 11$$

$$\Pi 4 = 11 - 2 = 9$$

$$\Pi 5 = 2 \cdot (2 + 2) = 8$$

$$\Pi 6 = [(18 - 0.82) - 2.5 \cdot 6] + [(14 - 0.41) - 2.5 \cdot 5] = 2.18 + 1.09$$

$$\Pi 7 = 2.18 + 1.09$$

$$\Pi 8 = 2$$

Παρατηρήσεις

1) Οι αλγόριθμοι εύρεσης των επενδύσεων που παρουσιάστηκαν προηγουμένως ισχύουν για τα πρατήρια υγρών καυσίμων της ΕΚΟ στη Βουλγαρία και για τη συγκεκριμένη μορφή των στεγάστρων και κτιρίων. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η μορφή του στεγάστρου, αλλά κυρίως του κτιρίου είναι διαφορετική οπότε ο αλγόριθμος δεν ισχύει.

2) Οι αλγόριθμοι καταγράφηκαν σε αρχείο του Microsoft Excel για τον εύκολο και γρήγορο προσδιορισμό των επενδύσεων στεγάστρων και κτιρίων του συγκεκριμένου τύπου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΥΛΙΚΟΥ

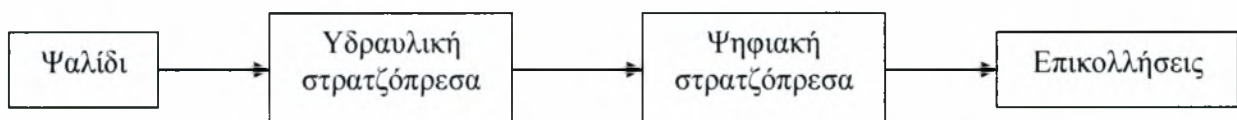
5.1) ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΟΚΚΙΝΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

5.1.1) Εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών

Τα προϊόντα που παράγονται από κόκκινο αλουμίνιο είναι δύο, η επένδυση μετώπης στεγάστρου και η επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου. Άρα πρέπει να βρούμε την βέλτιστη αλληλουχία των εργασιών $i=1$ και $i=2$. Οι δύο αυτές εργασίες έχουν την ίδια ροή παραγωγής με τη διαφορά ότι στην $i=2$ παρεμβάλλεται το Router, κάτι που δεν συμβαίνει στην $i=1$. Για αυτό θα λάβουμε σαν κοινό στάδιο παραγωγής τη ροή στις δύο πρώτες μηχανές, το ψαλίδι και την υδραυλική στρατζόπρεσα.

Αρχικά θα πρέπει να υπολογίσουμε τους χρόνους κατεργασίας P_{ij} σε κάθε μηχανή ή σταθμό εργασίας απ' όπου διέρχονται οι εργασίες i , με βάση τους χρόνους κατεργασίας ανά τεμάχιο και τους χρόνους ρυθμίσεως των μηχανών που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 2.

Α) Εργασία $i=1$ (Επένδυση μετώπης στεγάστρου)

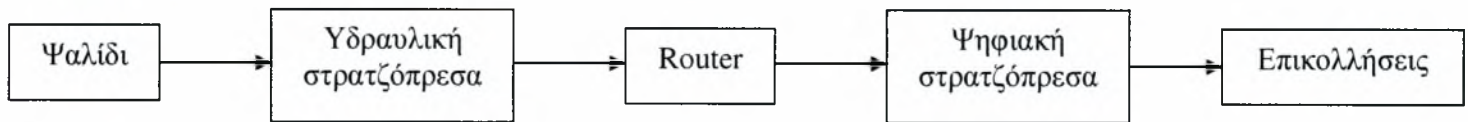


Ποσότητα προϊόντων = 30 τεμάχια μήκους 2.50 m και 4 ειδικά τεμάχια

Εργασία	$i = 1$
P_{i1}	$30 \cdot 20 + 4 \cdot 40 + 5 \cdot 60 = 1060 \text{ sec} = 17,66 \text{ min}$
P_{i2}	$34 \cdot 2,5 + 25 = 110 \text{ min}$
P_{i3}	$34 \cdot 1 + 8 = 42 \text{ min}$
P_{i4}	$34 \cdot 10 = 340 \text{ min}$

Μέσος χρόνος ολοκλήρωσης = $\sum P_{ij} = 509,66 \text{ min}$

B) Εργασία $i=2$ (Επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου)

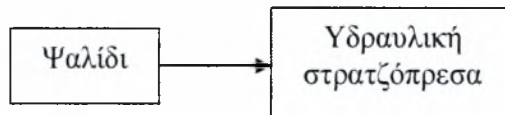


Ποσότητα προϊόντων = 4 τεμάχια

Εργασία	$i = 2$
Pi1	$4 \cdot 15 + 5 \cdot 60 = 360 \text{ sec} = 6 \text{ min}$
Pi2	$4 \cdot 1,5 + 25 = 31 \text{ min}$
Pi3	$4 \cdot 3 + 5 = 17 \text{ min}$
Pi4	$4 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 16 = 32 \text{ min}$
Pi5	$4 \cdot 25 = 100 \text{ min}$

Μέσος χρόνος ολοκλήρωσης = $\sum P_{ij} = 186 \text{ min}$

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το κοινό στάδιο παραγωγής των δυο εργασιών είναι η ροή στις δύο πρώτες μηχανές, δηλαδή:



Αρα, ουσιαστικά έχουμε να επιλύσουμε το πρόβλημα της κατανομής δύο εργασιών σε δύο μηχανές. Χρησιμοποιώντας λοιπόν τον αλγόριθμο Johnson θα βρούμε την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών. Έτσι, θα έχουμε:

Εργασία i	1	2
Pi1	17,66	6
Pi2	110	31

Σύμφωνα με τον αλγόριθμο Johnson, η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών είναι η 2-1

Παρατηρώντας τον πίνακα με τους χρόνους κατεργασίας P_{ij} των δύο εργασιών σε κάθε μηχανή ή σταθμό εργασίας θα δούμε ότι ο χρόνος P_{i3} που κάνει η εργασία $i=2$ στο Router είναι μικρότερος από τον χρόνο P_{i2} που κάνει η εργασία $i=1$ στην υδραυλική στρατζόπρεσα ξεκινώντας ταυτόχρονα. Αυτό σημαίνει ότι η βέλτιστη αλληλουχία 2-1 θα συνεχίσει να υφίσταται μέχρι το τέλος, παρόλο που οι δύο εργασίες δεν έχουν την ίδια

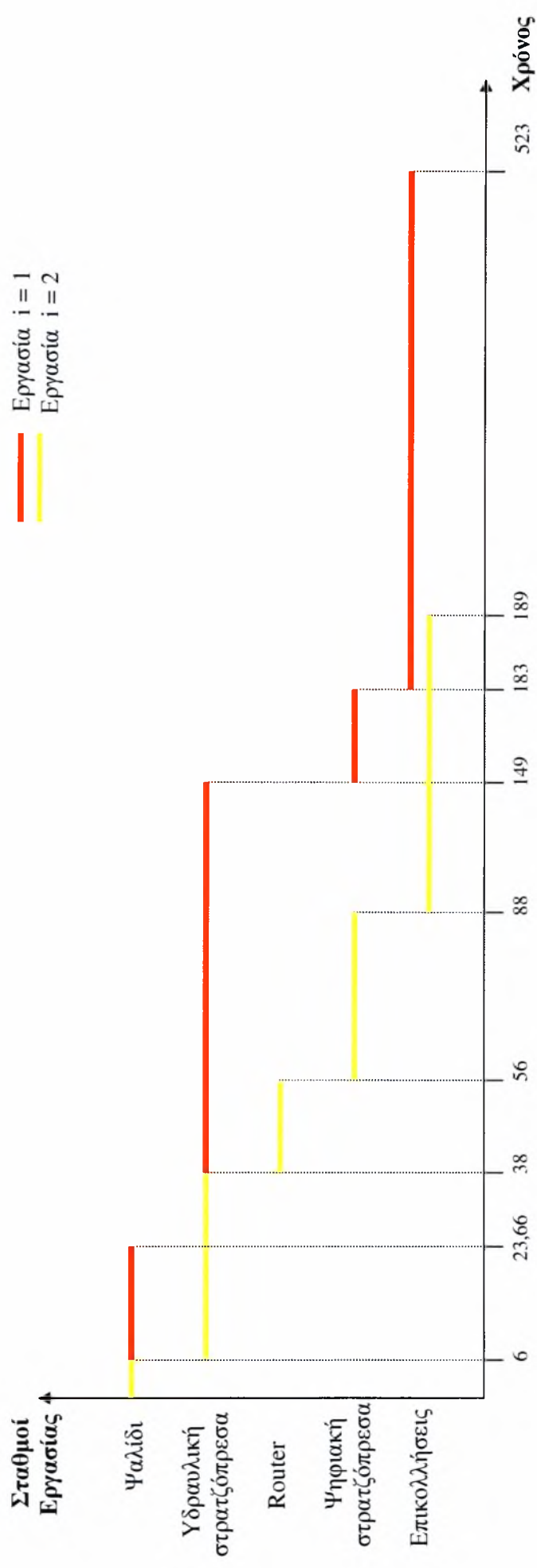
ακριβώς ροή παραγωγής. Αυτό θα φανεί ξεκάθαρα στο διάγραμμα Gantt για τη βέλτιστη αλληλουχία που θα σχεδιαστεί στη συνέχεια.

5.1.2) Διάγραμμα Gantt για τη βέλτιστη αλληλουχία εργασιών

Αφού βρήκαμε την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για τα προϊόντα του κόκκινου αλουμινίου, θα σχεδιάσουμε το διάγραμμα Gantt που απεικονίζει την εξέλιξή της, από την έναρξή της μέχρι την ολοκλήρωσή της, συμπεριλαμβάνοντας τους περιορισμούς που έχουν ήδη αναφερθεί. Το διάγραμμα Gantt της αλληλουχίας 2-1 παρουσιάζεται στη σελίδα που ακολουθεί.

Διάγραμμα Gantt για την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών του κόκκινου αλουμινίου

Ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 523 min



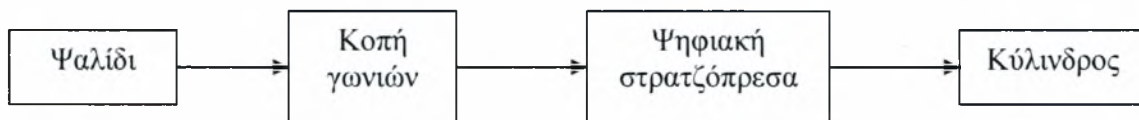
5.2) ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΠΛΕ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

5.2.1) Βέλτιστη αλληλουχία για τις εργασίες $i = 3, 4, 5$

Σε αυτή την ενότητα θα μελετήσουμε το κοινό στάδιο παραγωγής που έχουν οι εργασίες $i = 3$ (επένδυση κολώνας στεγάστρου), $i = 4$ (επένδυση κολώνας κτιρίου D) και $i = 5$ (επένδυση κολώνας κτιρίου L). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι εργασίες $i = 4, 5$ διέρχονται ξανά από την ψηφιακή στρατζόπρεσα μετά το τέλος του κοινού σταδίου παραγωγής των τριών εργασιών.

Αρχικά θα υπολογίσουμε τους χρόνους κατεργασίας P_{ij} σε κάθε μηχανή ή σταθμό εργασίας απ' όπου διέρχονται οι εργασίες $i = 3, 4, 5$

Το κοινό στάδιο παραγωγής των τριών εργασιών είναι το εξής:



Εργασία $i = 3$ (Επένδυση κολώνας στεγάστρου)

Ποσότητα προϊόντων = 16 τεμάχια

Εργασία	$i = 3$
Pi1	$16 \cdot 20 + 5 \cdot 60 = 620 \text{ sec} = 10,33 \text{ min}$
Pi2	$16 \cdot 20 = 320 \text{ sec} = 5,33 \text{ min}$
Pi3	$16 \cdot 1 = 16 \text{ min}$
Pi4	$16 \cdot 1,5 + 4 = 28 \text{ min}$

Εργασία $i = 4$ (Επένδυση κολώνας κτιρίου D)

Ποσότητα προϊόντων = 4 τεμάχια

Εργασία	$i = 4$
Pi1	$4 \cdot 20 + 5 \cdot 60 = 380 \text{ sec} = 6,33 \text{ min}$
Pi2	$4 \cdot 20 = 80 \text{ sec} = 1,33 \text{ min}$
Pi3	$4 \cdot 20 = 80 \text{ sec} = 1,33 \text{ min}$
Pi4	$4 \cdot 1,5 + 4 = 10 \text{ min}$

Εργασία $i = 5$ (Επένδυση κολώνας κτιρίου L)

Ποσότητα προϊόντων = 2 τεμάχια

Εργασία	$i = 5$
Pi1	$2 \cdot 20 + 5 \cdot 60 = 340 \text{ sec} = 5,66 \text{ min}$
Pi2	$2 \cdot 20 = 40 \text{ sec} = 0,66 \text{ min}$
Pi3	$2 \cdot 35 = 70 \text{ sec} = 1,16 \text{ min}$
Pi4	$2 \cdot 1,5 + 4 = 7 \text{ min}$

Στον χρόνο κατεργασίας Pi3 δεν περιλαμβάνεται ο χρόνος ρυθμίσεως της στρατζόπρεσας διότι δεν γνωρίζουμε ποια εργασία θα ξεκινήσει πρώτα. Επειδή όλες οι εργασίες κατεργάζονται με το ίδιο μαχαίρι-καλούπι στην ψηφιακή στρατζόπρεσα, η ρύθμιση θα γίνει μόνο στην αρχή. Ο χρόνος ρύθμισης θα προστεθεί στο διάγραμμα Gantt στον χρόνο Pi3 της εργασίας i που θα είναι πρώτη στην βέλτιστη αλληλουχία που θα βρεθεί.

Πρέπει να βρούμε την βέλτιστη αλληλουχία τριών εργασιών σε τέσσερις μηχανές ή σταθμούς εργασίας. Αυτό θα πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο του Campbell.

Εργασία i	3	4	5
Pi1	10,33	6,33	5,66
Pi2	5,33	1,33	0,66
Pi3	16	1,33	1,16
Pi4	28	10	7

Επίλυση με τον αλγόριθμο Campbell

$$P_{iu} = \sum P_{ij} \quad \text{για κάθε } i \quad \text{με } j = 1, 2, \dots, k$$

$$P_{id} = \sum P_{ij} \quad \text{για κάθε } i \quad \text{με } j = m-k+1, \dots, m$$

Στάδιο 1

Εργασία i	3	4	5
Piu	10,33	6,33	5,66
Pid	28	10	7

Βέλτιστη αλληλουχία : 5 – 4 – 3

Στάδιο 2

Εργασία i	3	4	5
P _{iu}	15,66	7,66	6,32
P _{id}	44	11,33	8,16

Βέλτιστη αλληλουχία : 5 – 4 – 3

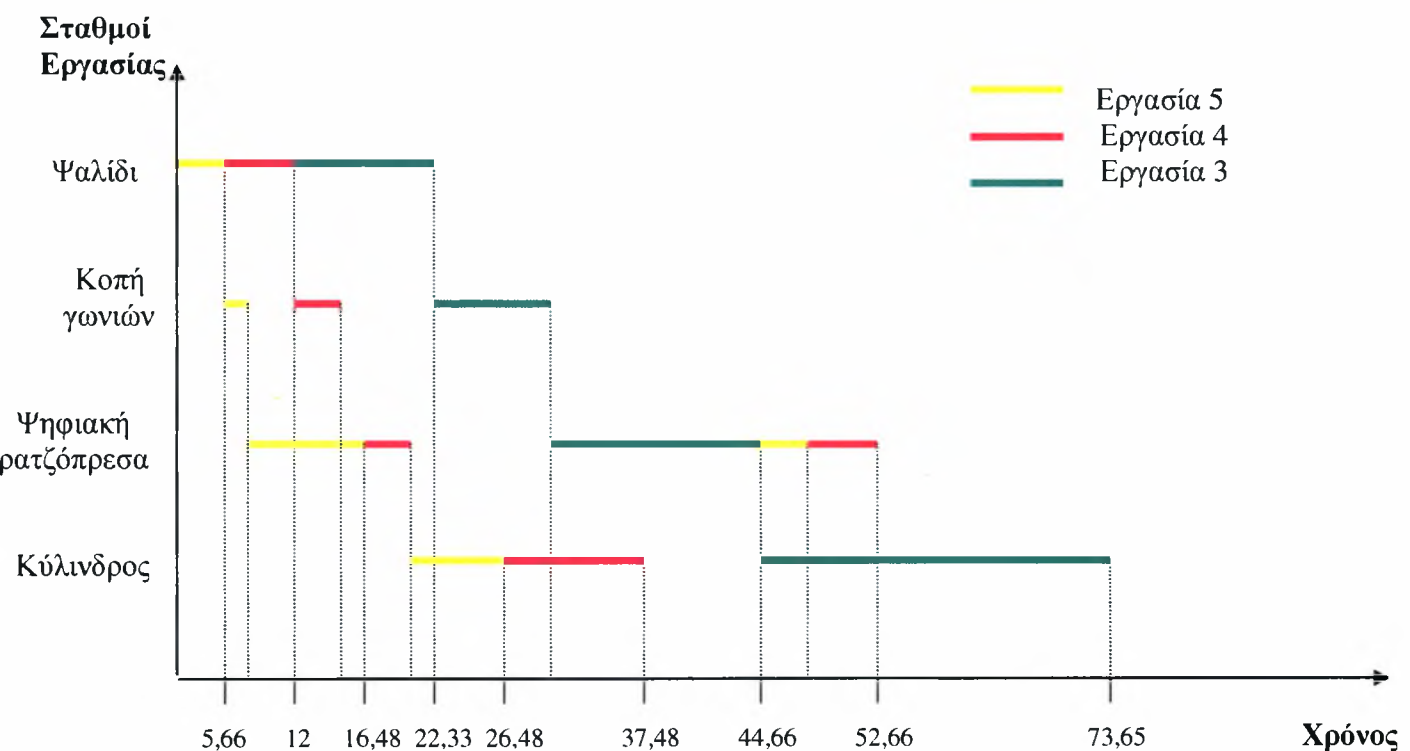
Στάδιο 3

Εργασία i	3	4	5
P _{iu}	31,66	8,99	7,48
P _{id}	49,33	12,66	8,82

Βέλτιστη αλληλουχία : 5 – 4 – 3

Άρα η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για αυτό το κοινό στάδιο παραγωγής είναι η 5 – 4 – 3. Θα σχεδιαστεί τώρα το διάγραμμα Gantt για αυτή την βέλτιστη αλληλουχία.

Διάγραμμα Gantt για την βέλτιστη αλληλουχία : 5 – 4 – 3



Ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 73,65 min

5.2.2) Βέλτιστη αλληλουχία για τις εργασίες $i = 6, 7, 10$

Τώρα θα μελετήσουμε το κοινό στάδιο παραγωγής των εργασιών $i = 6$ (στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου) , $i = 7$ (στοιχεία στήριξης κολώνας κτιρίου) και $i = 10$ (πινακίδες μηνυμάτων). Οι εργασίες αυτές έχουν κοινή ροή παραγωγής από το ψαλίδι στο Router. Οι $i = 6, 7$ διέρχονται μόνο από αυτές τις μηχανές σε αντίθεση με την $i = 10$ η οποία διέρχεται από την ψηφιακή στρατζόπρεσα και στη συνέχεια στον σταθμό εργασίας των επικολλήσεων.

Θα υπολογίσουμε τους χρόνους κατεργασίας P_{ij} σε κάθε μηχανή ή σταθμό εργασίας απ' όπου διέρχονται οι εργασίες $i = 6, 7, 10$

Το κοινό στάδιο παραγωγής των τριών εργασιών είναι το εξής:



Εργασία $i = 6$

Ποσότητα προϊόντων = 16 τεμάχια (4 ανά φύλλο αλουμινίου)

Εργασία i	6
P_{i1}	$4 \cdot 20 + 5 \cdot 60 = 380 \text{ sec} = 6,33 \text{ min}$
P_{i2}	$4 \cdot 10 + 5 = 45 \text{ min}$

Εργασία $i = 7$

Ποσότητα προϊόντων = 8 τεμάχια (4 ανά φύλλο αλουμινίου)

Εργασία i	7
P_{i1}	$2 \cdot 20 + 5 \cdot 60 = 340 \text{ sec} = 5,66 \text{ min}$
P_{i2}	$2 \cdot 10 + 5 = 25 \text{ min}$

Εργασία $i = 10$

Ποσότητα προϊόντων = 2 τεμάχια

Εργασία i	10
Pi1	$2 \cdot 20 + 5 \cdot 60 = 340 \text{ sec} = 5,66 \text{ min}$
Pi2	$2 \cdot 22,5 + 5 = 50 \text{ min}$
Pi3	$2 \cdot 1 = 2 \text{ min}$
Pi4	45 min

Στον χρόνο κατεργασίας Pi3 δεν περιλαμβάνεται ο χρόνος ρυθμίσεως της ψηφιακής στρατζόπρεσας. Αυτό γίνεται διότι η μόνη αλλαγή μαχαιριού-καλουπιού που πραγματοποιείται είναι όταν η εργασία $i = 2$ (επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου) διέρχεται από την ψηφιακή στρατζόπρεσα αλλά στη συνέχεια όπου διέρχεται η εργασία $i = 1$ τοποθετείται το ζεύγος μαχαιριού-καλουπιού που χρησιμοποιείται και στις υπόλοιπες εργασίες. Επιπλέον, ο χρόνος κατεργασίας Pi4 είναι 45 min αντί για 90 min, διότι την κατεργασία αναλαμβάνουν δύο εργατοτεχνίτες.

Πρέπει να βρούμε λοιπόν τη βέλτιστη αλληλουχία τριών εργασιών σε δύο μηχανές ή σταθμούς εργασιών. Αυτή η βέλτιστη αλληλουχία θα βρεθεί χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο του Johnson.

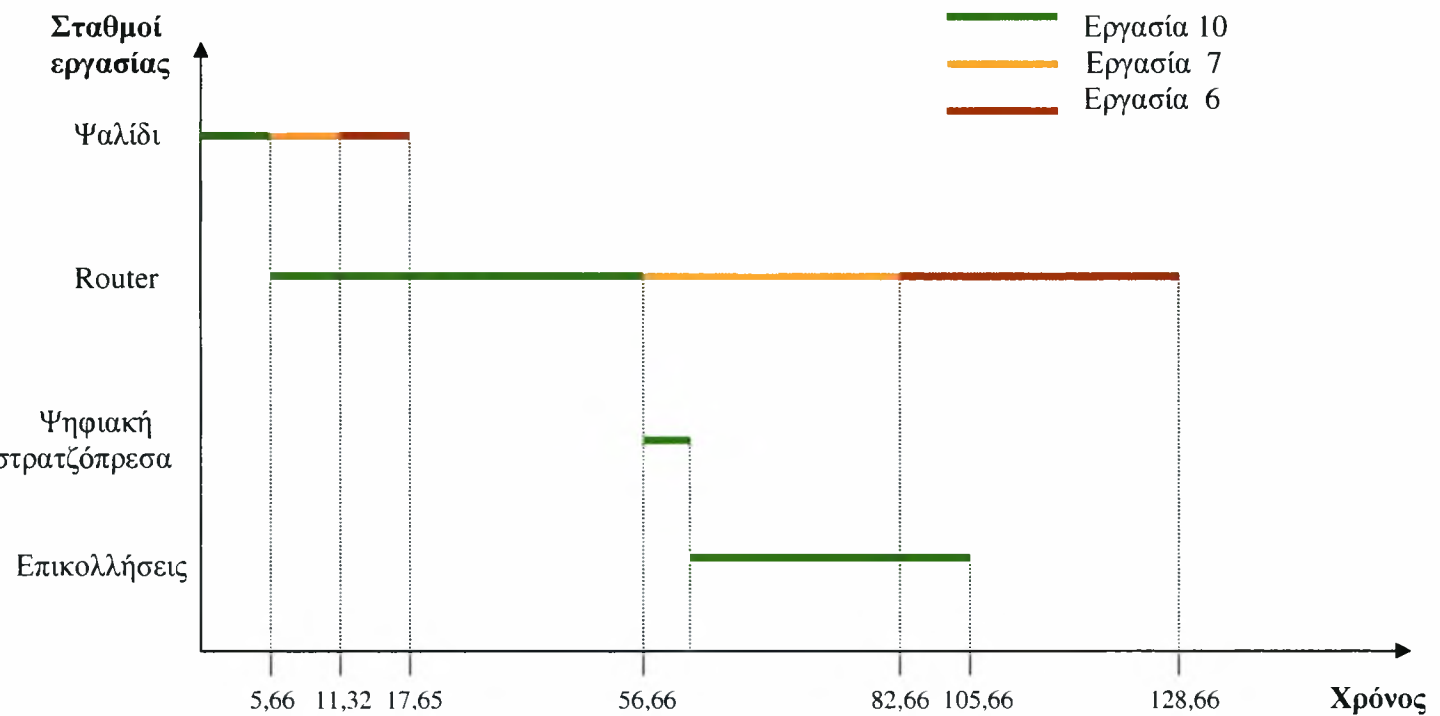
Επίλυση με τον αλγόριθμο του Johnson

Εργασία i	6	7	10
Pi1	6,33	5,66	5,66
Pi2	45	25	50

Παρατηρούμε ότι έχουμε ισοπαλία στις εργασίες $i = 7, 10$. Η ισοπαλία αυτή δεν επηρεάζει τον χρόνο ολοκλήρωσης του κοινού σταδίου παραγωγής. Μας ενδιαφέρει όμως να αξιοποιηθεί όσο το δυνατόν καλύτερα το εργατικό δυναμικό και ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης των τριών εργασιών. Αυτό θα επιτευχθεί αν η εργασία $i = 10$ τεθεί πρώτη στην βέλτιστη αλληλουχία και θα το πετύχουμε ταυτόχρονα με τον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης και των τριών εργασιών.

Άρα η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών που προκύπτει είναι η $10 - 7 - 6$. Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται το διάγραμμα Gantt που αντιστοιχεί στη βέλτιστη αλληλουχία.

Διάγραμμα Gantt για την βέλτιστη αλληλουχία 10 – 7 – 6



Ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 128,66 min

Από το διάγραμμα Gantt παρατηρούμε ότι απελευθερώνονται δύο εργατοτεχνίτες στον χρόνο 104,65 min και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ξεκινήσουν μια άλλη εργασία. Οπότε, αν η εργασία $i = 10$ είχε τεθεί δεύτερη στη βέλτιστη αλληλουχία ο ελάχιστος χρόνος ολοκλήρωσης θα ήταν 131,66 min, δηλαδή μεγαλύτερος από αυτόν που προκύπτει όταν η εργασία τίθεται πρώτη στην βέλτιστη αλληλουχία. Επιπλέον θα απελευθερώνονταν οι δύο εργατοτεχνίτες που αναφέρθηκαν παραπάνω, στον χρόνο 131,66 min.

5.2.3) Ανάλυση των εργασιών $i = 8, 9$

Σε αυτή την ενότητα θα αναλύσουμε τις εργασίες $i = 8, 9$. Οι εργασίες αυτές δεν έχουν κοινό στάδιο παραγωγής μεταξύ τους αλλά ούτε και με κάποια άλλη εργασία. Γι' αυτό θα υπολογίσουμε τους χρόνους κατεργασίας P_{ij} της κάθε εργασίας και θα βρούμε τον χρόνο ολοκλήρωσής τους. Οι εργασίες αυτές θα συγκριθούν η καθεμία ξεχωριστά με τα άλλα δύο κοινά στάδια παραγωγής που αναλύθηκαν παραπάνω, όταν επιχειρήσουμε να βρούμε τη βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για τα προϊόντα του μπλέ αλουμινίου.

Εργασία i = 8

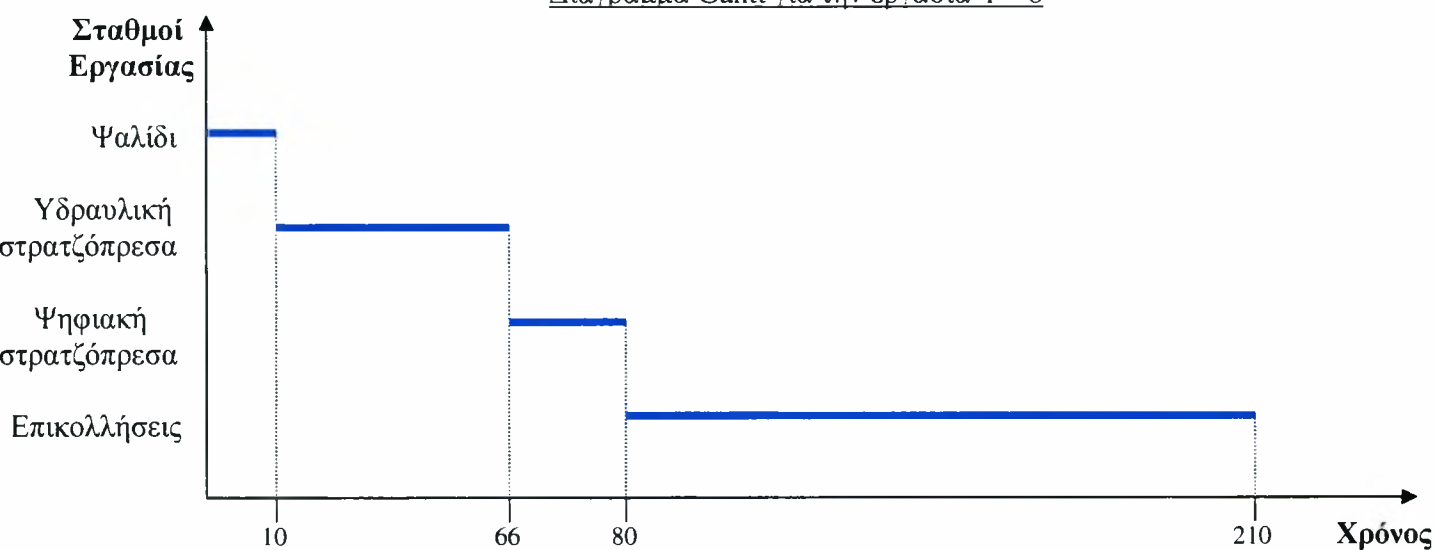


Ποσότητα προϊόντων = 13 τεμάχια (11 μήκους 2.50 m και 2 ειδικά τεμάχια)

Εργασία i	8
Pi1	$11 \cdot 20 + 2 \cdot 40 + 5 \cdot 60 = 600 \text{ sec} = 10 \text{ min}$
Pi2	$13 \cdot 2 + 30 = 56 \text{ min}$
Pi3	$13 \cdot 1 = 13 \text{ min}$
Pi4	$13 \cdot 10 = 130 \text{ min}$

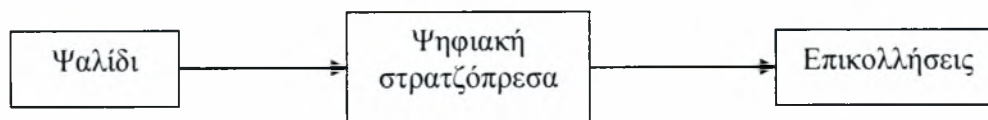
Το απλό διάγραμμα Gantt για την εργασία αυτή απεικονίζεται στην επόμενη σελίδα.

Διάγραμμα Gantt για την εργασία i = 8



Χρόνος ολοκλήρωσης = 210 min

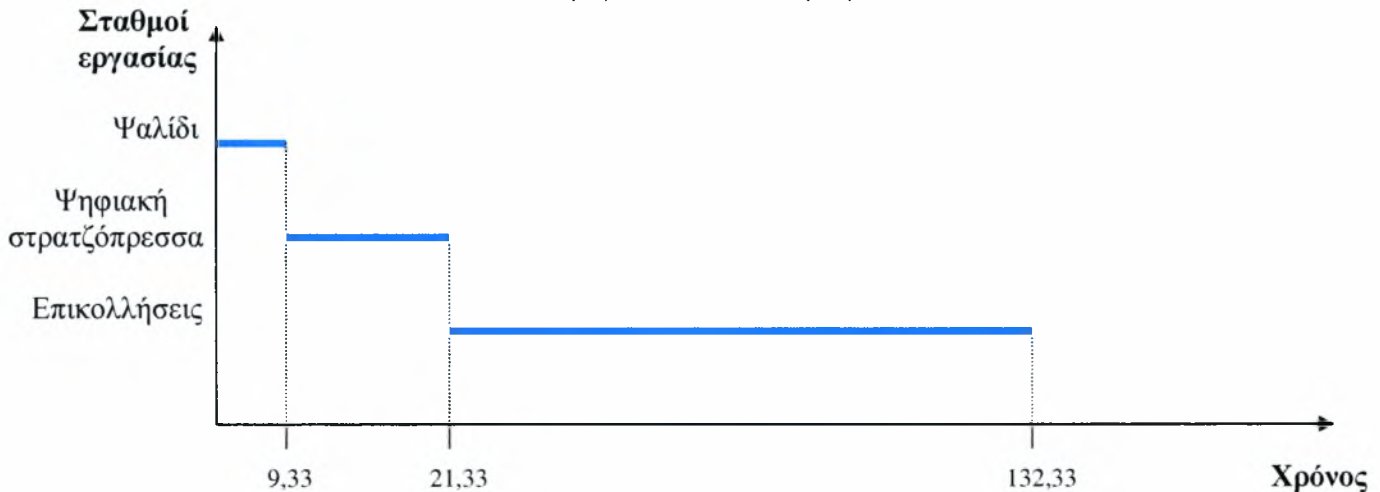
Εργασία i = 9



Ποσότητα προϊόντων = 11 τεμάχια (9 μήκους 2.50 m και 2 ειδικά τεμάχια)

Εργασία i	9
Pi1	$9 \cdot 20 + 2 \cdot 40 + 5 \cdot 60 = 560 \text{ sec} = 9,33 \text{ min}$
Pi2	$11 \cdot 1 = 11 \text{ min}$
Pi3	$11 \cdot 10 = 110 \text{ min}$

Διάγραμμα Gantt για την εργασία i = 9



Χρόνος ολοκλήρωσης = 132,33 min

5.2.4) Βέλτιστη αλληλουχία για τις εργασίες του μπλε αλουμινίου και σχεδιασμός διαγράμματος Gantt με βάση την θεωρία

Έχουμε ένα κοινό στάδιο παραγωγής με τις εργασίες $i = 3,4,5$ με ελάχιστο χρόνο ολοκλήρωσης 73,65 min, ένα κοινό στάδιο παραγωγής με τις εργασίες $i = 6,7,10$ με ελάχιστο μέσο χρόνο ολοκλήρωσης 128,66 min, η εργασία $i = 8$ με μέσο χρόνο ολοκλήρωσης 210 min και η εργασία $i = 9$ με μέσο χρόνο ολοκλήρωσης 132,33 min. Πρέπει να συγκρίνουμε λοιπόν τα δύο κοινά στάδια παραγωγής με τις άλλες δύο εργασίες με βάση τον χρόνο ολοκλήρωσής τους, για να βρούμε την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών.

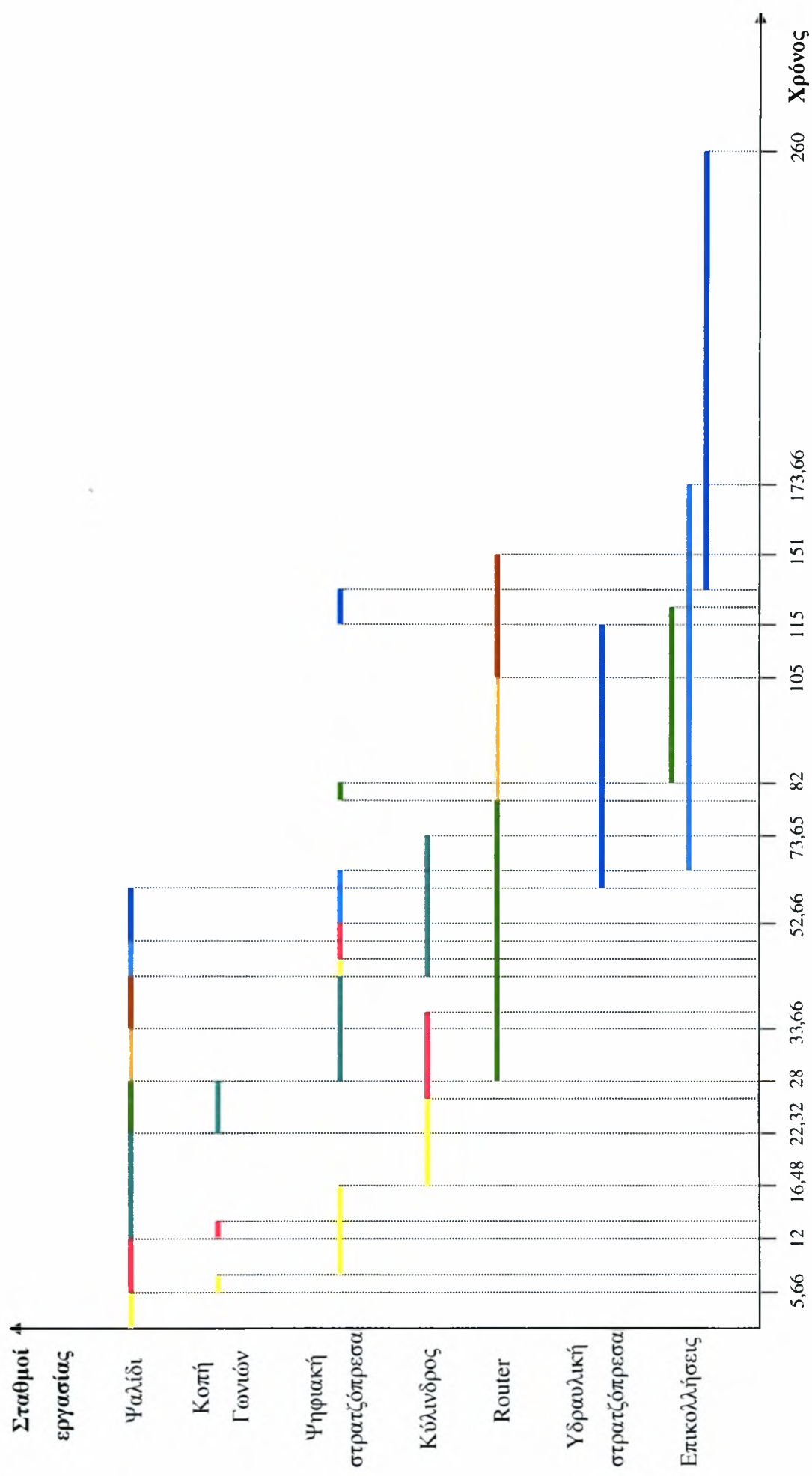
Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται σαν πρόβλημα προγραμματισμού εργασιών σε μία μηχανή, όπου σαν εργασίες αναφέρονται τα κοινά στάδια παραγωγής και οι μεμονωμένες εργασίες και όπου μηχανή αναφέρεται η γραμμή παραγωγής.

Σε αυτή την παράγραφο θα αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα με βάση την θεωρία. Χρησιμοποιώντας σαν κριτήριο απόδοσης την ελαχιστοποίηση του μέσου χρόνου ολοκλήρωσης, η κατάταξη των εργασιών γίνεται από τον μικρότερο χρόνο ολοκλήρωσης στον μεγαλύτερο. Άρα η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για το μπλε αλουμίνιο είναι η :

$$(5 - 4 - 3) - (10 - 7 - 6) - (9) - (8)$$

Διάγραμμα Gantt για τη βέλτιστη αλληλουχία εργασιών του μπλε αλουμινίου με βάση τη θεωρία

Ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 260 min



5.2.4) Βέλτιστη αλληλουχία για τις εργασίες του μπλε αλουμινίου και σχεδιασμός διαγράμματος Gantt με βάση τον παράγοντα της εργασίας επικολλήσεων

Το πρόβλημα του βέλτιστου προγράμματος των εργασιών για το μπλε αλουμίνιο που αντιμετωπίστηκε στην προηγούμενη παράγραφο με βάση την θεωρία, θα επιλυθεί τώρα με βάση τον παράγοντα της εργασίας επικολλήσεων που έχει ήδη αναφερθεί. Αφού βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών και σχεδιαστεί το διάγραμμα Gantt, θα γίνει σύγκριση με τη βέλτιστη αλληλουχία και το διάγραμμα Gantt της προηγούμενης παραγράφου με βάση τον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης.

Ένας σημαντικός παράγοντας για την εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας μεταξύ κοινών σταδίων παραγωγής και μεμονωμένων εργασιών, είναι ο χρόνος που απαιτείται για τις εργασίες επικολλήσεων. Συγκεκριμένα, εργασίες που περιλαμβάνουν επικολλήσεις έχουν πολύ μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης από εργασίες που δεν περιλαμβάνουν. Άρα, εργασίες ή κοινά στάδια παραγωγής που περιλαμβάνουν επικολλήσεις συμφέρει να τοποθετούνται γρηγορότερα στην αλληλουχία με στόχο να επιτευχθεί όσο το δυνατόν πιο μικρός ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης. Αν δηλαδή η εργασία ή το κοινό στάδιο παραγωγής που έχει τον μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης τοποθετηθεί στην αρχή της αλληλουχίας είναι δυνατόν να επιτευχθεί ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης ίσος με τον χρόνο ολοκλήρωσης της πρώτης εργασίας στην αλληλουχία.

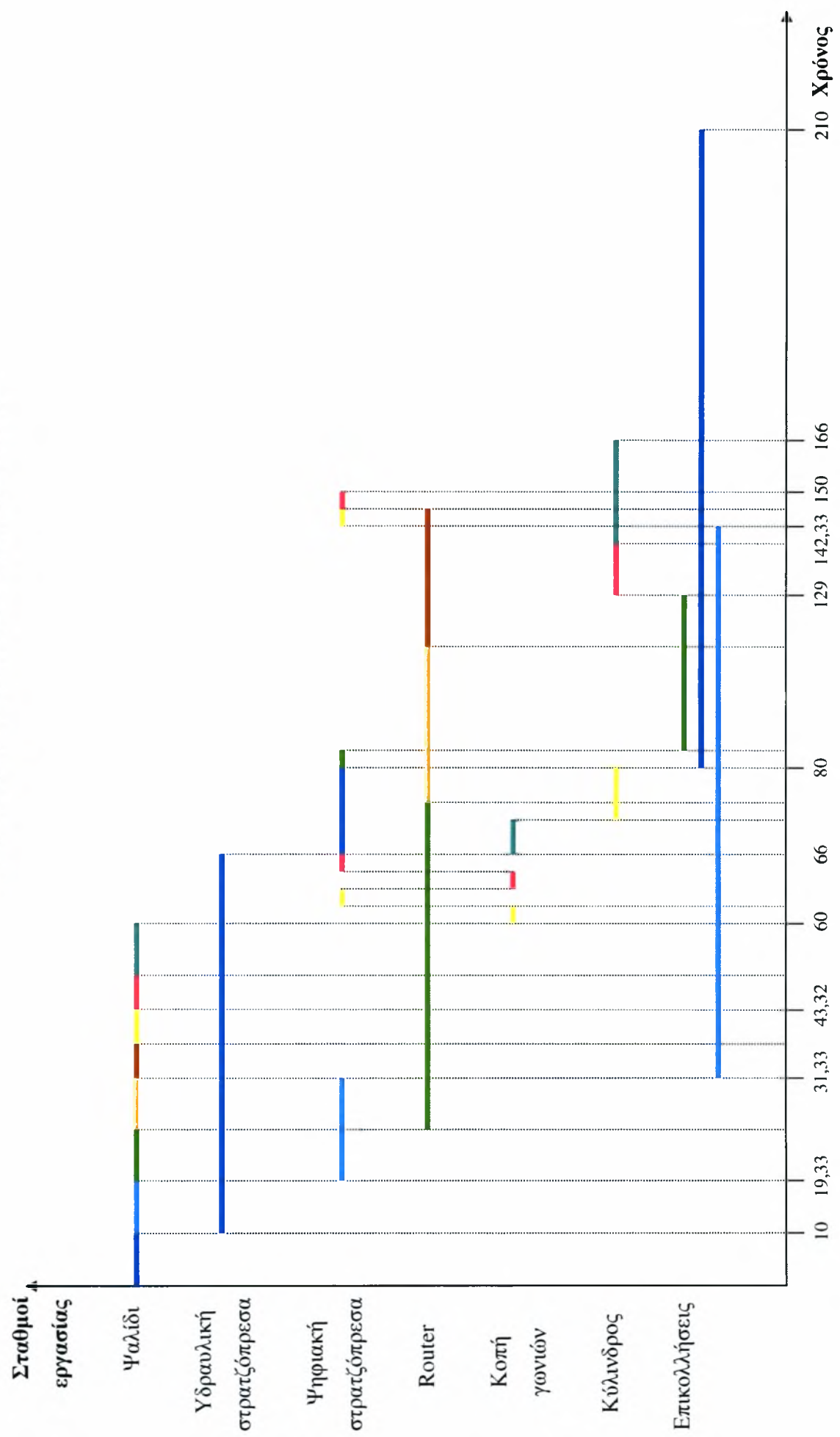
Το κοινό στάδιο παραγωγής με τις εργασίες $i = 6, 7, 10$ και οι μεμονωμένες εργασίες $i = 8$ και $i = 9$ περιλαμβάνουν εργασίες επικολλήσεων, ενώ το κοινό στάδιο παραγωγής με τις εργασίες $i = 3, 4, 5$ δεν περιλαμβάνουν εργασίες επικολλήσεων. Με βάση λοιπόν αυτά που έχουν αναφερθεί η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για τα προϊόντα του μπλε αλουμινίου είναι η εξής:

$$(8) - (9) - (10 - 7 - 6) - (5 - 4 - 3)$$

Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται το διάγραμμα Gantt για αυτή την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών.

Διάγραμμα Gantt για τη βέλτιστη αλληλουγία εργασιών του μπλε αλουμινίου

Ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 210 min



Παρατηρήσεις

1) Ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης αυτής της αλληλουχίας (210 min) είναι αρκετά μικρότερος από τον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης (260 min) της αλληλουχίας που προκύπτει με βάση την θεωρία. Άρα, η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για τα προϊόντα του μπλε αλουμινίου είναι η (8) – (9) – (10 – 7 – 6) – (5 – 4 – 3). Απ' ότι φαίνεται από το διάγραμμα Gantt της βέλτιστης αλληλουχίας, δεν κάνουμε περισσότερο χρόνο για την ολοκλήρωση των εργασιών από τον ήδη υποχρεωτικά μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης των κοινών σταδίων παραγωγής και των μεμονωμένων εργασιών. Αυτό αποδεικνύει ότι η αλληλουχία αυτή είναι η βέλτιστη.

2) Από το διάγραμμα Gantt της βέλτιστης αλληλουχίας φαίνεται επίσης ότι απελευθερώνονται εργατοτεχνίτες για την εκτέλεση άλλων εργασιών συντομότερα σε σχέση με την βέλτιστη αλληλουχία που προκύπτει με βάση την θεωρία, καθώς και ότι δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου νεκροί χρόνοι. Δηλαδή, επιτυγχάνεται πολύ καλή αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού παράλληλα με τον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.

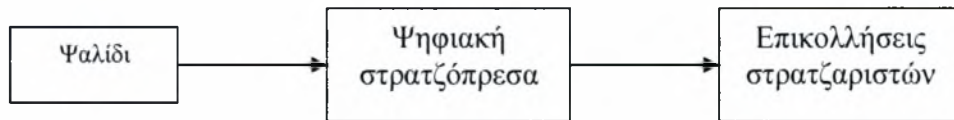
5.3) ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ ΛΑΜΑΡΙΝΑΣ

5.3.1) Βέλτιστη αλληλουχία των εργασιών

Τα προϊόντα που παράγονται από γαλβανιζέ λαμαρίνα είναι τα σετ φωτισμού, τα οποία τοποθετούνται πίσω από τις πινακίδες μηνυμάτων και οι βάσεις μετώπης κτιρίου, οι οποίες τοποθετούνται αρχικά στο κτίριο και στη συνέχεια τοποθετούνται οι επενδύσεις για το κτίριο. Άρα, θα βρούμε την βέλτιστη αλληλουχία των εργασιών $i=11$ και $i=12$.

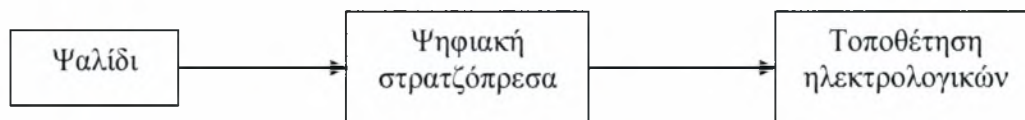
Πριν όμως αρχίσουν οι υπολογισμοί θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι επικολλήσεις στρατζαριστών εκτελούνται στην άλλη γραμμή παραγωγής και η τοποθέτηση ηλεκτρολογικών εκτελείται από τον ηλεκτρολόγο. Δηλαδή, δεν απασχολούν κάποιον από τους έξι εργατοτεχνίτες της γραμμής παραγωγής των επενδύσεων.

Εργασία i=11 (βάση μετώπης κτιρίου)



Εργασία i	11
Pi1	$13 \cdot 20 + 5 \cdot 60 = 560 \text{ sec} = 9,33 \text{ min}$
Pi2	$13 \cdot 1 = 13 \text{ min}$
Pi3	$13 \cdot 20 = 260 \text{ min}$

Εργασία i=12 (σετ φωτισμού)



Εργασία i	12
Pi1	$2 \cdot 20 + 5 \cdot 60 = 340 \text{ sec} = 5,66 \text{ min}$
Pi2	$2 \cdot 1 = 2 \text{ min}$
Pi3	$2 \cdot 40 = 80 \text{ min}$

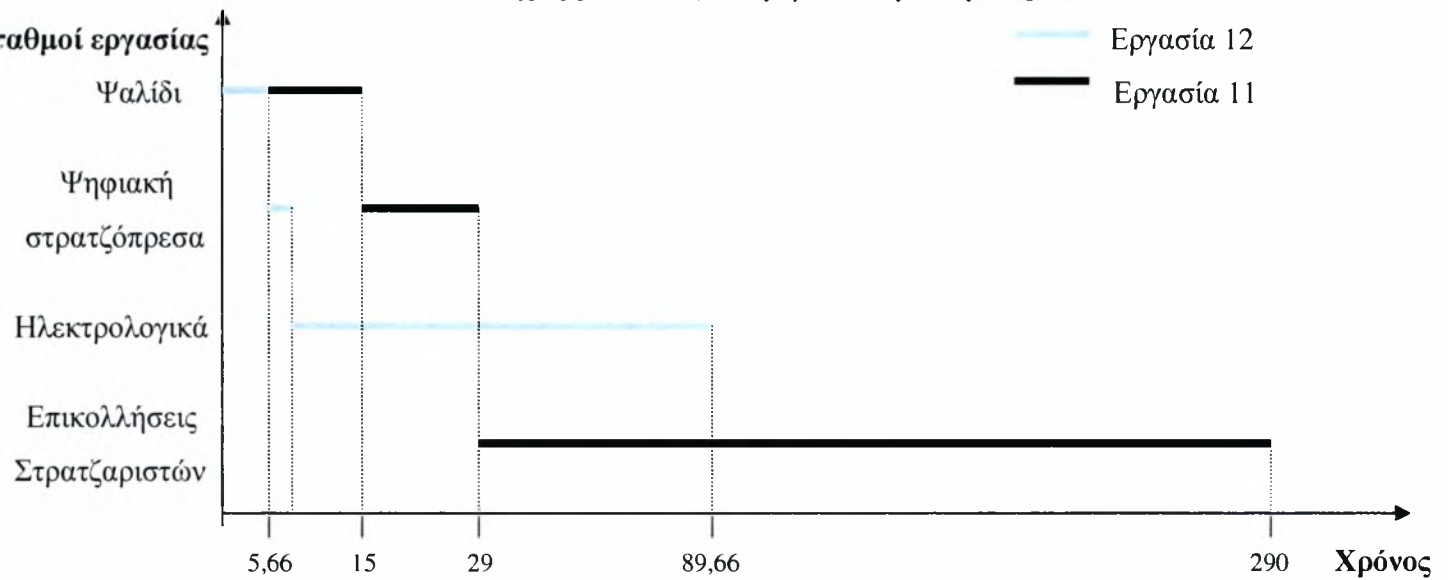
Οι δύο αυτές εργασίες έχουν κοινό στάδιο παραγωγής την ροή από το ψαλίδι στην ψηφιακή στρατζόπρεσα. Άρα, έχουμε να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα του προγραμματισμού δύο εργασιών σε δύο μηχανές και θα επιλυθεί με τον αλγόριθμο του Johnson.

Εργασία i	11	12
Pi1	9,33	5,66
Pi2	13	2

Βέλτιστη αλληλουχία εργασιών : 12 – 11

Ακολουθεί το διάγραμμα Gantt που απεικονίζει τη βέλτιστη αλληλουχία 12 – 11.

Διάγραμμα Gantt για την βέλτιστη αλληλουχία 12 – 11



Ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 290 min

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑΣ

6.1) Γενίκευση της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών για όλες τις παραγγελίες

Για να ισχύει η γενίκευση της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών που θα βρούμε στη συνέχεια για κάθε παραγγελία, θα πρέπει οι χρόνοι ολοκλήρωσης των κοινών σταδίων παραγωγής και των μεμονωμένων εργασιών να μην επηρεάζονται. Δηλαδή, η σειρά από τον μικρότερο στον μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης των κοινών σταδίων παραγωγής να μη μεταβάλλεται γιατί σε διαφορετική περίπτωση θα ισχύει διαφορετική βέλτιστη αλληλουχία εργασιών.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα ποσοστά επί τοις εκατό των προϊόντων στις τρεις παραγγελίες που έχουμε.

Τύπος στεγάστρου και κτιρίου	30 X 12 και 18 X 14	30 X 12 και 20 X 10	16 X 9 , 6 X 6 και 18 X 10
Ποσότητα τεμαχίων	125	122	115
Επένδυση μετώπης στεγάστρου	27,2 %	27,8 %	29,5 %
Επένδυση γωνίας μετώπης στεγάστρου	3,2 %	3,27 %	6,95 %
Επένδυση κολώνας στεγάστρου	12,8 %	13,1 %	10,43 %
Στοιχεία στήριξης κολώνας στεγάστρου	12,8 %	13,1 %	10,43 %
Επένδυση κολώνας κτιρίου D80	3,2 %	3,27 %	3,47 %
Επένδυση κολώνας κτιρίου L60	1,6 %	1,63 %	1,74 %
Άνω μετώπη κτιρίου	10,4 %	9,8 %	9,56 %
Κάτω μετώπη κτιρίου	8,8 %	8,2 %	7,82 %
Στοιχεία στήριξης κολώνας κτιρίου	6,4 %	6,55 %	6,95 %
Πινακίδες μηνυμάτων	1,6 %	1,63 %	1,73 %
Σετ φωτισμού	1,6 %	1,63 %	1,73 %
Βάση μετώπης κτιρίου	10,4 %	9,8 %	9,56 %

Από τα στοιχεία του πίνακα προκύπτει ότι τα ποσοστά των προϊόντων και στις τρεις περιπτώσεις δε μεταβάλλονται παραπάνω από 3 % - 4 % και ότι στα περισσότερα προϊόντα το ποσοστό μεταβάλλεται κάτω από 1 %. Αυτό το γεγονός δε δημιουργεί πρόβλημα στην κατανεμημένη σειρά των χρόνων ολοκλήρωσης των κοινών σταδίων παραγωγής και των μεμονωμένων εργασιών. Ακόμα και όταν στην τρίτη περίπτωση, όπου το ποσοστό των επενδύσεων γωνίας μετώπης στεγάστρου διπλασιάζεται δεν επηρεάζει την κατάσταση, καθώς ο χρόνος ολοκλήρωσης των εργασιών του κοινού σταδίου παραγωγής για το κόκκινο αλουμίνιο παραμένει αρκετά μεγαλύτερος από τον χρόνο ολοκλήρωσης των άλλων σταδίων παραγωγής.

Συζητώντας το θέμα αυτό με τον διευθύνων σύμβουλο της εταιρείας, υποστήριξε το συμπέρασμα αυτό, αναφέροντας ότι από την πείρα του η μεταβολή του ποσοστού των προϊόντων από παραγγελία σε παραγγελία δεν ξεπερνάει το 4 % και ότι οι μεταβολές αυτές παρατηρούνται κυρίως στα προϊόντα του κόκκινου αλουμινίου.

Αρα, η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών που θα βρούμε και το συνολικό διάγραμμα Gantt που θα σχεδιαστεί για την παραγγελία με τύπο στεγάστρου 30X12 και τύπο κτιρίου 18X14 θα ισχύει για όλες τις παραγγελίες.

6.2) Εύρεση της συνολικής βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών – Διάγραμμα Gantt για την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία επίλυσης του προβλήματος που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3, τώρα πρέπει να επιλυθεί το πρόβλημα του προγραμματισμού τριών εργασιών σε μία μηχανή. Οι τρεις αυτές εργασίες αντιπροσωπεύουν τα τρία υλικά κατασκευής των προϊόντων, περιλαμβάνοντας την βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για κάθε ένα από αυτά και η μηχανή αντιπροσωπεύει την γραμμή παραγωγής.

Στο κεφάλαιο 5 αποδείχτηκε ότι όταν υπάρχουν κοινά στάδια παραγωγής και μεμονωμένες εργασίες με συγκεκριμένους χρόνους ολοκλήρωσης, ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης είναι να τίθενται τα κοινά στάδια παραγωγής ή οι εργασίες με τον μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης όσο το δυνατό γρηγορότερα στην βέλτιστη αλληλουχία εργασιών. Η ίδια μεθοδολογία θα ακολουθήσει και σε αυτή την ενότητα.

Έχουμε λοιπόν τις τρεις εργασίες (υλικά) με ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης για το κόκκινο αλουμίνιο 523 min, για το μπλε αλουμίνιο 210 min και για την γαλβανιζέ λαμαρίνα 290 min. Άρα με βάση όσα έχουν αναφερθεί θα πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή πρώτα οι εργασίες για το κόκκινο αλουμίνιο, μετά για την γαλβανιζέ λαμαρίνα και τέλος για το μπλε αλουμίνιο.

Κατά συνέπεια, η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών η οποία ισχύει για κάθε παραγγελία, θα είναι η εξής:

$$(2 - 1) - (12 - 11) - (8 - 9 - 10 - 7 - 6 - 5 - 4 - 3)$$

Η γραφική απεικόνιση της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών παρουσιάζεται στο διάγραμμα Gantt που βρίσκεται στο παράρτημα Α και στο οποίο παρουσιάζεται όλη η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί με βάση τους περιορισμούς προκειμένου να επιτευχθεί ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης μιας παραγγελίας.

Παρατηρήσεις στο διάγραμμα Gantt

1) Οι τρεις πλατιές γραμμές απεικονίζουν το μέσο χρονικό διάστημα, το οποίο είναι 10 min περίπου, που απαιτείται για την τοποθέτηση σε καρότσι των αρχικών φύλλων αλουμινίου ή γαλβανιζέ λαμαρίνας που απαιτούνται για την παραγωγή των προϊόντων.

2) Τη χρονική στιγμή 379 min, απελευθερώνονται δύο εργατοτεχνίτες τους οποίους χρησιμοποιούμε στις εργασίες επικολήσεων των επενδύσεων μετώπης στεγάστρου (εργασία 12) με σκοπό ο χρόνος που απομένει μέχρι την ολοκλήρωση τους ($523 - 379 = 144$) να υποδιπλασιαστεί ($144/2 = 72$). Έτσι λοιπόν, ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης δεν είναι 523 min, αλλά $(379 + 72) = 451$ min.

3) Οι ώρες απασχόλησης την ημέρα είναι 8 ή 480 min. Ο χρόνος ολοκλήρωσης της παραγγελίας που επιτεύχθηκε είναι λίγο μικρότερος από μία εργάσιμη ημέρα. Τα προϊόντα της παραγγελίας όμως θα είναι έτοιμα για παράδοση στο τέλος της επόμενης ημέρας, καθώς χρειάζεται να παραμείνουν στους αποθηκευτικούς χώρους περίπου 24 ώρες για να στεγνώσει η κόλλα που τοποθετείται σε αυτά στις εργασίες επικολήσεων.

4) Τη χρονική στιγμή 402 min απελευθερώνονται δύο εργατοτεχνίτες οι οποίοι μπορούν να ξεκινήσουν τις εργασίες για την επόμενη παραγγελία.

5) Ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης της παραγγελίας εξαρτάται από τον χρόνο ολοκλήρωσης των επενδύσεων μετώπης στεγάστρου (εργασία 1) και τον χρόνο ολοκλήρωσης των επενδύσεων κολώνας στεγάστρου (εργασία 3) από τη χρονική στιγμή που τίθενται σε εφαρμογή με βάση και το διάγραμμα Gantt. Υπολογίζοντας λοιπόν τον χρόνο ολοκλήρωσης της εργασίας 1, μπορούμε να βρούμε προσεγγιστικά τον χρόνο ολοκλήρωσης της παραγγελίας.

6.3) Έλεγχος προσαρμογής της επόμενης παραγγελίας στην προηγούμενη

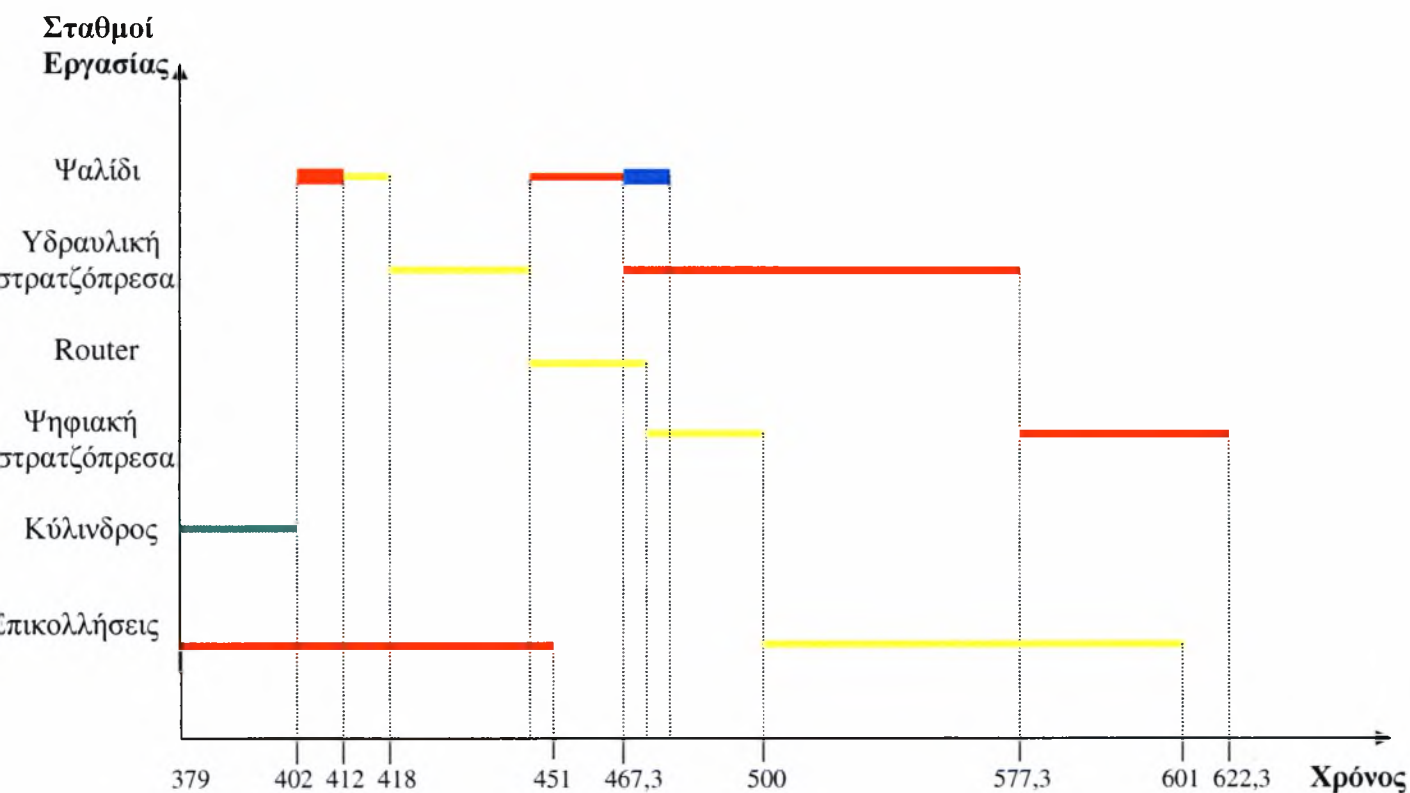
Στην προηγούμενη παράγραφο παρουσιάστηκε η βέλτιστη αλληλουχία όλων των εργασιών και η γραφική απεικόνιση στο διάγραμμα Gantt. Τώρα πρέπει να εξεταστεί αν οι εργασίες που αφορούν την επόμενη παραγγελία, μπορούν να προσαρμοστούν στο τέλος της προηγούμενης παραγγελίας και να συνεχιστεί η ροή της παραγωγής.

Η επόμενη παραγγελία απαιτεί την παραγωγή επενδύσεων για κτίριο με διαστάσεις 20 X 10 και για στέγαστρο με διαστάσεις 30 X 12. Η ποσότητα των προϊόντων που απαιτούνται για το στέγαστρο είναι η ίδια καθώς οι διαστάσεις είναι ίδιες με της προηγούμενης περίπτωσης, ενώ η ποσότητα των προϊόντων για το κτίριο υπολογίζονται από τον αλγόριθμο εύρεσης στο Excel. Άρα, οι ποσότητες των προϊόντων που πρέπει να παραχθούν σε κάθε εργασία είναι οι εξής:

Εργασία i	Ποσότητα τεμαχίων
1	34
2	4
3	16
4	2
5	3
6	16
7	8
8	12
9	10
10	2
11	12
12	2

Οι χρόνοι κατεργασίας P_{ij} των εργασιών 1,2,3,6 που αφορούν τα προϊόντα επενδύσεων του στεγάστρου είναι οι ίδιοι με της προηγούμενης παραγγελίας, όπως και αυτοί των εργασιών 6,7,10,12.

Θα σχεδιαστεί το διάγραμμα Gantt στην αρχή της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών για τη συγκεκριμένη παραγγελία για να ελέγξουμε αν προσαρμόζεται στην προηγούμενη παραγγελία. Συγκεκριμένα, η αρχή των αξόνων του διαγράμματος Gantt θα είναι η χρονική στιγμή 379 που ολοκληρώνεται η εργασία 4 της προηγούμενης παραγγελίας. Το διάγραμμα παρουσιάζει τις πρώτες εργασίες της νέας παραγγελίας και παρουσιάζεται παρακάτω.



Από το παραπάνω διάγραμμα Gantt φαίνεται ότι η επόμενη παραγγελία προσαρμόζεται χωρίς προβλήματα από το τέλος της προηγούμενης παραγγελίας και μετά. Συγκεκριμένα, τη χρονική στιγμή 402 οι δύο εργατοτεχνίτες που απελευθερώνονται ξεκινούν την επόμενη παραγγελία, φορτώνοντας τον αριθμό αρχικών φύλλων αλουμινίου που απαιτούνται για συγκεκριμένο αριθμό προϊόντων και στη συνέχεια εκτελούν την εργασία 2 στο ψαλίδι και στην υδραυλική στρατζόπρεσα.

Θα μπορούσαμε βέβαια να εκτελέσουμε τις εργασίες 2,1 πρώτα στο ψαλίδι και μετά να συνεχίσουμε στις άλλες μηχανές. Όμως πραγματοποιήθηκε η προηγούμενη επιλογή, προκειμένου να μοιραστούν κατεργασίες για εκτέλεση στους τέσσερις εργατοτεχνίτες που απελευθερώνονται την χρονική στιγμή 451 μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης παραγγελίας.

Η εξέλιξη της παραγγελίας πραγματοποιείται πλέον με την ίδια πορεία που ακολούθησε η προηγούμενη με βάση το διάγραμμα Gantt.

6.4) Τι συμβαίνει στην πραγματικότητα

Στην προηγούμενη ενότητα εξετάστηκε η προσαρμογή της επόμενης παραγγελίας στην προηγούμενη με βάση το χρονοδιάγραμμα Gantt που περιγράφει την εξέλιξη της παραγωγικής διαδικασίας και καταλήξαμε σε θετικά αποτελέσματα.

Αυτή η προσαρμογή όμως δημιουργεί ερωτήματα. Το πιο σημαντικό από αυτά είναι για ποιο λόγο θα πρέπει να εκτελεστεί τρεις φορές η παραγωγική διαδικασία για τρεις παραγγελίες του ίδιου τύπου, ενώ θα ήταν πιο λογικό και εύχρηστο να υπολογιστεί ο συνολικός αριθμός τεμαχίων που πρέπει να παραχθούν για κάθε προϊόν επένδυσης και στις τρεις παραγγελίες και να τεθούν σε εφαρμογή και οι τρεις παραγγελίες σαν μία. Αυτό είναι λογικό, καθώς μπορεί να αποφευχθεί ο χρόνος ρυθμίσεως των μηχανών για δύο φορές ακόμα, ο χρόνος μεταφοράς των αρχικών φύλλων αλουμινίου ή γαλβανιζέ λαμαρίνας από τις αλλαγές υλικού κατασκευής και οι χρόνοι μεταφοράς των ημιτελειωμένων προϊόντων από τη μία μηχανή στην άλλη.

Η απάντηση είναι ότι έχει λογική αυτός ο έλεγχος προσαρμογής της προηγούμενης παραγγελίας στην προηγούμενη.

Βεβαίως, όταν πρόκειται για παραγγελίες του ίδιου τύπου, τότε αυτές εκτελούνται και πρέπει να εκτελούνται σαν μια παραγγελία για τον λόγο ότι ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης και των τριών θα είναι μικρότερος από το άθροισμα των χρόνων ολοκλήρωσης καθεμίας από αυτές.

Στην περίπτωση όμως που συμβάλει ο παράγοντας ημερομηνία παράδοσης της παραγγελίας και υπάρχουν παραγγελίες με προϊόντα διαφορετικού τύπου, γεγονός το οποίο συμβαίνει πολύ συχνά στην πράξη, τότε έχει λογική η προσαρμογή της επόμενης παραγγελίας στην προηγούμενη.

Για παράδειγμα αν η επόμενη παραγγελία ήταν για παραγωγή προϊόντων επενδύσεων πρατηρίου υγρών καυσίμων στην Ελλάδα, δεν μπορούμε να την προσαρτίσουμε στην παραγγελία που εξετάσαμε που αφορούσε επενδύσεις αλουμινίου για πρατήριο υγρών καυσίμων στη Βουλγαρία. Ο λόγος είναι τα προϊόντα διαφορετικού τύπου που απαιτούνται, με αποτέλεσμα διαφορετικές ρυθμίσεις στις μηχανές και περίπτωση σύγχυσης στην γραμμή παραγωγής.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διαφορές σε ορισμένα προϊόντα επενδύσεων για πρατήρια στην Ελλάδα και στη Βουλγαρία.

Προϊόν επέμδυσης	Στην Ελλάδα	Στα Βαλκάνια
Μετώπης στεγάστρου	Πλάτος 87 cm	Πλάτος 100 cm
Γωνίας μετώπης στεγάστρου	Ύψος 87 cm	Ύψος 100 cm
Κολώνας κτιρίου D	D50	D80
Κολώνας κτιρίου L	L35	L60

Η διαφορά που παρουσιάζεται στις επενδύσεις κολώνας του κτιρίου δημιουργεί διαφορά και στα στοιχεία στήριξης.

Η προσαρμογή λοιπόν της επόμενης παραγγελίας στην προηγούμενη είναι χρήσιμη όταν οι παραγγελίες απαρτίζονται από προϊόντα διαφορετικού τύπου και υπάρχει σειρά προτεραιότητας για την εκτέλεση τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο βρέθηκε η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για την παραγωγή των επενδύσεων αλουμινίου των πρατηρίων υγρών καυσίμων της ΕΚΟ, χρησιμοποιώντας όλους τους παράγοντες και περιορισμούς που συμμετέχουν στην διαδικασία αυτή.

Το χρονικό πρόγραμμα παραγωγής που απεικονίζεται στο διάγραμμα Gantt παρουσιάζει πως πρέπει να πραγματοποιείται η διαδικασία παραγωγής για να επιτευχθεί ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης μιας παραγγελίας, χρησιμοποιώντας παράγοντες όπως η καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού που απασχολεί η γραμμή παραγωγής, οι μέσοι χρόνοι επεξεργασίας κ.α. Παρουσιάζει δηλαδή ένα πρότυπο παραγωγής για την επιχείρηση προκειμένου να ελαχιστοποιήσει τον χρόνο ολοκλήρωσης μιας παραγγελίας και το κόστος παραγωγής αυτής.

Το θετικό είναι ότι η ολοκλήρωση τέτοιων παραγγελιών πραγματοποιείται τις περισσότερες φορές σε δύο ημέρες ενώ με το χρονικό πρόγραμμα παραγωγής που βρέθηκε, η ολοκλήρωση πραγματοποιείται σε μία ημέρα. Αυτό σημαίνει ότι το πρότυπο αυτό πρόγραμμα υποδιπλασιάζει τον πραγματικό χρόνο ολοκλήρωσης μιας παραγγελίας, όταν αυτή εκτελείται εμπειρικά και όχι τόσο καθορισμένα.

Αυτό το χρονικό πρόγραμμα παραγωγής όμως πρέπει να εξεταστεί αν είναι εφικτό στην πραγματικότητα, αν μπορεί να εφαρμοστεί όπως ακριβώς απεικονίζεται στο χρονικό διάγραμμα Gantt με όλους τους παράγοντες και περιορισμούς. Πρέπει να εξεταστεί αν αυτοί οι χρόνοι ολοκλήρωσης που έχουν βρεθεί, ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και αν το εργατικό δυναμικό μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο καλά όσο δείχνει το διάγραμμα Gantt.

Αρχικά παρουσιάστηκαν στην εταιρεία οι αλγόριθμοι εύρεσης των προϊόντων επενδύσεων του στεγάστρου και του κτιρίου ενός πρατηρίου υγρών καυσίμων. Οι αλγόριθμοι αυτοί αντιμετωπίστηκαν θετικά και αναγνωρίστηκαν τα πλεονεκτήματά τους σε σχέση με την χρήση σχεδίων. Όμως, το πρόβλημα είναι ότι αυτοί οι αλγόριθμοι ισχύουν μόνο για τον συγκεκριμένο τύπο στεγάστρου και κτιρίου. Υπάρχουν αρκετά

πρατήρια υγρών καυσίμων στα οποία το κτίριο ‘‘ντύνεται’’ με επενδύσεις αλουμινίου με διαφορετικό τρόπο. Για παράδειγμα μπορεί να μην χρειάζεται να τοποθετηθούν επενδύσεις σε όλο το μήκος του κτιρίου, αλλά σε συγκεκριμένο τμήμα του ή το στέγαστρο να έχει διαφορετικό σχήμα από το συνηθισμένο ή να υπάρχουν άλλοι περιορισμοί που εμποδίζουν την εφαρμογή των αλγορίθμων. Παρόλα αυτά, είναι χρήσιμο για τον προσδιορισμό των επενδύσεων των πρατηρίων υγρών καυσίμων στη Βουλγαρία, όπως είναι και αυτό που ασχοληθήκαμε.

Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια για εφαρμογή του διαγράμματος Gantt της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών. Όμως κάθε αλλαγή που πραγματοποιείται στην καθημερινή λειτουργία ενός εργοστασίου ανταποκρίνεται σε κόστος που επιβαρύνει την ίδια την επιχείρηση. Έτσι λοιπόν δεν κατέσται δυνατό να εφαρμοστεί όλο το χρονικό πρόγραμμα παραγωγής που βρέθηκε. Εφαρμόστηκε όμως ένα σημαντικό τμήμα του και συγκεκριμένα η βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για τα προϊόντα του μπλε αλουμινίου, για την παραγωγή του ίδιου αριθμού προϊόντων που ασχοληθήκαμε στην εργασία αυτή. Η εφαρμογή έγινε σε ημέρα που παραγόταν απόθεμα τυποποιημένων (στάνταρ) προϊόντων επενδύσεων για πρατήρια υγρών καυσίμων στην Ελλάδα.

Επειδή δεν είναι δυνατό να χρονομετρηθεί η κάθε κατεργασία όλων των εργασιών και να γίνει σύγκριση με το διάγραμμα Gantt που αφορά τη βέλτιστη αλληλουχία των εργασιών για τα προϊόντα του μπλε αλουμινίου, η προσπάθεια μας εστιάστηκε σε ορισμένους χρόνους ολοκλήρωσης (π.χ. στον χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών στο ψαλίδι), στον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης που θα προέκυπτε από την εφαρμογή της αλληλουχίας και στα τυχόν προβλήματα που ίσως παρουσιάζονταν στην αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού.

Στον πίνακα που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που καταγραφήκαν από την εφαρμογή της βέλτιστης αλληλουχίας για τα προϊόντα του μπλε αλουμινίου.

Μηχανή ή εργασία	Χρόνος ολοκλήρωσης στο διάγραμμα Gantt	Χρόνος ολοκλήρωσης στην εφαρμογή	Απόκλιση επί τοις εκατό
Ψαλίδι	60 min	62,16 min	3,6 %
Υδραυλική στρατζόπρεσα	66 min	69,5 min	5,3 %
Εργασία 10	129 min	127,33 min	1,29 %
Εργασία 9	142,33 min	146 min	2,57 %
Εργασία 8	210 min	224 min	6,6 %

Παρατηρήσεις από την εφαρμογή

1) Ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης που προέκυψε ήταν περίπου 224 min, δεκατέσσερα περίπου λεπτά μεγαλύτερος από τον χρόνο ολοκλήρωσης που υπολογίστηκε με βάση τις μεθόδους επίλυσης, τους μέσους χρόνους κατεργασίας ανά τεμάχιο και τους χρόνους ρυθμίσεως στην κάθε μηχανή ή σταθμό εργασίας.

2) Παρουσιάστηκε πρόβλημα στις κατεργασίες της κοπής γωνιών και ψηφιακής στρατζόπρεσας των εργασιών της αλληλουχίας 5 – 4 – 3. Συγκεκριμένα όταν έπρεπε η εργασία 4 να περάσει από την ψηφιακή στρατζόπρεσα σύμφωνα με το διάγραμμα Gantt, την ίδια στιγμή ήταν έτοιμη και η εργασία 8 για τον ίδιο σκοπό. Τελικά τέθηκε σε εφαρμογή πρώτα η εργασία 4 όπως προβλέπει και το διάγραμμα Gantt.

3) Οι άνθρωποι που αποτελούν το εργατικό δυναμικό της γραμμής παραγωγής δυσκολεύτηκαν στα νέα δεδομένα και στις συνεχείς αλλαγές τους από εργασία σε εργασία. Ο λόγος είναι ότι δεν είναι όλοι εκπαιδευμένοι να ανταπεξέλθουν το ίδιο σε όλες τις κατεργασίες των εργασιών και δε γνωρίζουν όλοι να χειρίζονται το ίδιο καλά όλες τις μηχανές. Αυτό αποτελεί και μια αιτία που υπάρχει απόκλιση του πραγματικού χρόνου ολοκλήρωσης σε σχέση με αυτόν που υπολογίστηκε θεωρητικά.

4) Τα ανώτερα στελέχη της εταιρείας αντιμετώπισαν θετικά την εφαρμογή και τα νέα δεδομένα με βάση το πρότυπο χρονικό πρόγραμμα παραγωγής το οποίο φαίνεται να μπορεί να αποφέρει καλά αποτελέσματα.

Όπως αναφέρθηκε, ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης που προέκυψε κατά την εφαρμογή της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών για τα προϊόντα του μπλε αλουμινίου έχει απόκλιση της τάξης του 6,6 % σε σχέση με τον χρόνο ολοκλήρωσης που προέκυψε από το διάγραμμα Gantt.

Αυτή η απόκλιση, καθώς και οι άλλες που παρατηρήθηκαν, μπορούν να μειωθούν αν πραγματοποιηθούν τα εξής :

- Συνεχή εφαρμογή του βέλτιστου χρονικού προγράμματος παραγωγής με βάση το χρονοδιάγραμμα Gantt και παρακολούθηση της εξέλιξης της διαδικασίας μέχρι να αφομοιωθεί από τα στελέχη της εταιρείας και το εργατικό δυναμικό της γραμμής παραγωγής.

- Εκπαίδευση του εργατικού δυναμικού για να καταστεί αποτελεσματική η εκτέλεση των εργασιών που δε γνωρίζουν καλά, με τον ίδιο ρυθμό που εκτελούν αυτές τις οποίες ήδη γνωρίζουν καλά.

- Στόχος του υπεύθυνου παραγωγής να είναι η ελαχιστοποίηση των νεκρών χρόνων που τυχόν θα παρουσιαστούν στην εξέλιξη της παραγωγικής διαδικασίας, όπως προκύπτει και από το διάγραμμα Gantt.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας που εκπονήθηκε ήταν ο χρονικός προγραμματισμός παραγωγής των επενδύσεων αλουμινίου που χρησιμοποιούνται στα πρατήρια υγρών καυσίμων της ΕΚΟ.

Συγκεκριμένα πρώτα λάβαμαι τους χρόνους ρυθμίσεως της κάθε μηχανής και τους χρόνους επεξεργασίας ανά τεμάχιο στη κάθε μηχανή ή σταθμό εργασίας από όπου διέρχονται οι εργασίες για την παραγωγή των προϊόντων επενδύσεων, από την εταιρεία που τα παράγει. Στη συνέχεια παρακολουθήσαμε την εξέλιξη της παραγωγικής διαδικασίας στην γραμμή παραγωγής, καταγράφοντας τα στάδια παραγωγής της κάθε εργασίας και τους παράγοντες που συμβάλουν στην συγκεκριμένη διαδικασία, από την οποία προέκυψαν τα εξής:

- Ο τρόπος οργάνωσης της παραγωγικής εξέλιξης είναι κατά βάση εμπειρικός. Οι αποφάσεις για την πορεία που θα ακολουθεί το εργατικό δυναμικό κατά την παραγωγή ενός αριθμού προϊόντων λαμβάνονται κυρίως από τα ανώτερα στελέχη της εταιρείας τα οποία λειτουργούν περισσότερο με βάση το τι επίγει και λιγότερο με βάση την πιθανόν ομαλή λειτουργία του συστήματος που θα μπορούσε να επιτευχθεί. Αυτό το γεγονός έχει οδηγήσει σε σύγχυση την εταιρεία σε περιόδους που η ζήτηση μπορεί να αυξηθεί αρκετά.

- Καθυστερήσεις στον προγραμματισμένο χρόνο ολοκλήρωσης παραγγελιών με αποτέλεσμα τη συνεχή χρήση υπερωριών. Δηλαδή, αύξηση στο κόστος παραγωγής, η οποία ίσως θα μπορούσε να αποφευχθεί.

Μετά την ανάλυση της παρούσας κατάστασης, στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, έγινε προσπάθεια βελτίωσης της με τον εντοπισμό ορισμένων παραγόντων που παίζουν σημαντικό ρόλο στην πορεία του συστήματος.

- α) Αρχικά εξετάστηκε ο προσδιορισμός των προϊόντων επενδύσεων που απαιτούνται για τον εξοπλισμό ενός πρατηρίου υγρών καυσίμων. Ο προσδιορισμός αυτός πραγματοποιείται με την χρήση μικρών σχεδίων, τα οποία είναι αρκετά πρακτικά. Παρατηρήσαμε ότι ο προσδιορισμός των προϊόντων συνδέεται με τις διαστάσεις του στεγάστρου και του κτιρίου, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι ίσως υπάρχει πιο απλός

τρόπος προσδιορισμού, από τη δημιουργία σχεδίων κάθε φορά. Έτσι σχηματίστηκαν οι αλγόριθμοι εύρεσης των προϊόντων στο Microsoft Excel, οι οποίοι προσδίνουν αμέσως τον αριθμό των προϊόντων που πρέπει να παραχθούν καθώς και τις διαστάσεις των ειδικών τεμαχίων αυτών, απλά με την εισαγωγή των διαστάσεων του στεγάστρου και του κτιρίου. Η δημιουργία των αλγορίθμων αυτών παρέχει διευκόλυνση και ευελιξία στον υπεύθυνο παραγωγής σε σχέση με τη χρήση σχεδίου κάθε φορά.

β) Τα προϊόντα των επενδύσεων παράγονται από τρία υλικά, αλουμίνιο χρώματος κόκκινου, αλουμίνιο χρώματος μπλε και γαλβανιζέ λαμαρίνα. Διαχωρίσαμε τα προϊόντα του κάθε υλικού, βρήκαμε τα κοινά στάδια παραγωγής τους και υπολογίσαμε τη βέλτιστη αλληλουχία εργασιών για κάθε κοινό στάδιο παραγωγής, σχεδιάζοντας παράλληλα και τα αντίστοιχα διαγράμματα Gantt. Αυτός ο τρόπος αντιμετώπισης αποτελεί έναν οδηγό για την δημιουργία χρονικού προγράμματος παραγωγής σε συστήματα συνεχούς ροής (flow shop).

γ) Στη συνέχεια με βάση τα κοινά στάδια παραγωγής, υπολογίσαμε τη βέλτιστη αλληλουχία για τα προϊόντα του κάθε υλικού. Αυτό πραγματοποιήθηκε με δύο τρόπους, με βάση την θεωρία και με βάση τον παράγοντα εργασίες επικολλήσεων, οποίος αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην παραγωγική διαδικασία. Έτσι σχεδιάστηκαν δύο διαγράμματα Gantt, τα οποία συγκρίθηκαν μεταξύ τους για την τελική επιλογή ενός από αυτά. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι ότι ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης που βρέθηκε από το διάγραμμα Gantt με βάση την θεωρία είναι αρκετά μεγαλύτερος από τον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης που προκύπτει με βάση τον παράγοντα εργασίες επικολλήσεων καθώς και το ότι υπήρχαν νεκροί χρόνοι στην πρώτη περίπτωση. Από την σύγκριση αυτή που έγινε προκύπτει το συμπέρασμα ότι γενικά όταν υπάρχουν εργασίες για εκτέλεση σε μια γραμμή παραγωγής ή κοινά στάδια παραγωγής που μπορούν να θεωρηθούν σαν εργασίες, είναι πολύ πιο συμφέρον να εξελίσσεται η παραγωγική διαδικασία από την μεγαλύτερη σε χρονική διάρκεια εργασία προς τη μικρότερη. Κι αυτό γιατί ουσιαστικά η εργασία με τον μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης καθορίζει τον ελάχιστο μέγιστο χρόνο ολοκλήρωσης της διαδικασίας όπως προέκυψε και όσο πιο πολύ καθυστερεί αυτή η εργασία τόσο αυξάνεται αυτός ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης της παραγωγικής διαδικασίας. Για το λόγο αυτό δε σχεδιάστηκε διάγραμμα Gantt με βάση τη θεωρία, για τη βέλτιστη αλληλουχία όλων των εργασιών που αφορούν την παραγωγή των επενδύσεων.

δ) Τέλος, τα τρία υλικά με τις βέλτιστες αλληλουχίες εργασιών τους αντιμετωπίστηκαν σαν προγραμματισμός τριών εργασιών σε μια μηχανή, όπου η μηχανή αυτή αντιπροσωπεύεται από τη γραμμή παραγωγής. Από τη σχεδίαση της βέλτιστης αλληλουχίας όλων των εργασιών σε διάγραμμα Gantt, προκύπτει ότι με κατάλληλη αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού μειώνεται ο ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης της αλληλουχίας. Δηλαδή, ο μεγαλύτερος από τους χρόνους ολοκλήρωσης των εργασιών μπορεί επιπλέον να μειωθεί.

Αφού ολοκληρώθηκε η εύρεση της βέλτιστης αλληλουχίας εργασιών, ακολούθησε μια προσπάθεια εφαρμογή της. Τελικά εφαρμόστηκε στη γραμμή παραγωγής ένα τμήμα της βέλτιστης αλληλουχίας και συγκεκριμένα η βέλτιστη αλληλουχία των εργασιών που αφορούν το μπλε αλουμίνιο.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι οι αποκλίσεις από 1,29 % έως 6,6 % στους χρόνους ολοκλήρωσης ορισμένων σταδίων παραγωγής σε σχέση με αυτούς που βρέθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, η δυσκολία προσαρμογής του εργατικού δυναμικού στο νέο τρόπο εξέλιξης της παραγωγικής διαδικασίας και το γεγονός ότι η κατάλληλη αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού και η μη παρουσία νεκρών χρόνων, είναι πιο δύσκολη από ότι παρουσιάζεται στο διάγραμμα Gantt της συνολικής βέλτιστης αλληλουχίας.

Παρόλα αυτά και τα επιπλέον προβλήματα που πιθανόν προκύψουν από την εφαρμογή ολόκληρης της βέλτιστης αλληλουχίας, οι τελικές μας προτάσεις προς την εταιρεία E&I ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε., η οποία παράγει τις επενδύσεις των πρατηρίων υγρών καυσίμων της ΕΚΟ, είναι οι εξής:

- Να ξεκινήσει την εφαρμογή του βέλτιστου χρονικού προγράμματος παραγωγής με βάση το χρονοδιάγραμμα Gantt και ο υπεύθυνος παραγωγής να παρακολουθεί την εξέλιξη της διαδικασίας κατευθύνοντας συνεχώς τους ανθρώπους του εργατικού δυναμικού για την πορεία των εργασιών που πρέπει να εκτελεί ο καθένας από αυτούς, με στόχο την αφομείωση της παραγωγικής διαδικασίας που πρέπει να ακολουθείται από όλους τους συμμετέχοντες σε αυτήν.

- Οι εργατοτεχνίτες με τη μεγαλύτερη εμπειρία στο χειρισμό των μηχανών ή στην εκτέλεση των εργασιών να βοηθήσουν τους υπόλοιπους να φτάσουν σε ένα καλό επίπεδο αποτελεσματικότητας όσον αφορά την εκτέλεση εργασιών που δε γνωρίζουν καλά. Αυτό θα

βοηθήσει στην πράξη την καλύτερη προσέγγιση της βέλτιστης αλληλουχίας στο διάγραμμα Gantt, αξιοποιώντας καλύτερα το εργατικό δυναμικό.

- Να γίνει μια μελέτη για την παραγωγή αποθέματος στα τυποποιημένα προϊόντα των επενδύσεων για πρατήρια υγρών καυσίμων στα Βαλκάνια όπως εφαρμόζεται και στα αντίστοιχα στην Ελλάδα. Αυτό μπορεί να γίνει είτε εμπειρικά όπως εφαρμόζεται σήμερα ή να γίνει πρόβλεψη της ζήτησης από στοιχεία προηγούμενων ετών και να καθοριστούν στη συνέχεια οι ποσότητες αποθέματος που πρέπει να παράγεται και να διατηρείται σε συγκεκριμένες περιόδους. Το βέλτιστο χρονικό πρόγραμμα παραγωγής όμως πρέπει να εφαρμόζεται και στην περίπτωση που το εργοστάσιο θα παράγει τα προϊόντα σε περίοδο ύφεσης της ζήτησης, για τη δημιουργία αποθεμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

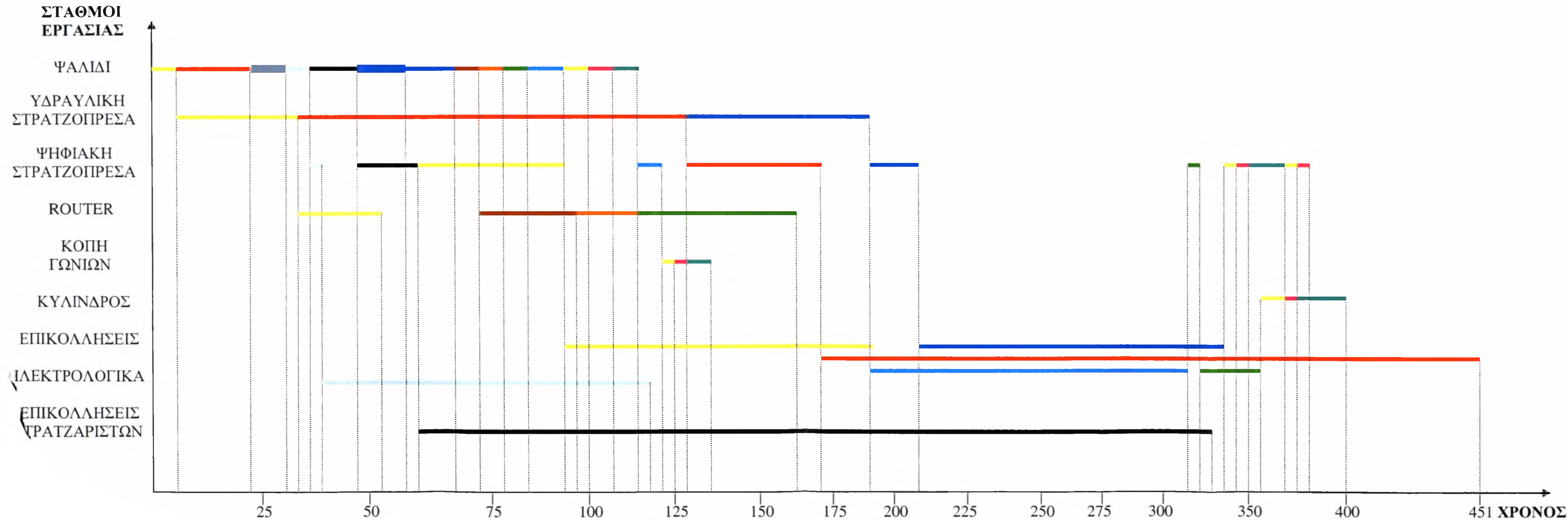
- 1) Κώστα Π. Πάππη, Προγραμματισμός παραγωγής, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα – Πειραιάς 1995.
- 2) Κώστα Π. Πάππη, Διοίκηση παραγωγής, ο σχεδιασμός παραγωγικών συστημάτων, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα, Επανεκδοση 2001.
- 3) Γιώργος Λυμπερόπουλος, Σημειώσεις του μαθήματος Σχεδιασμός και προγραμματισμός παραγωγής, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2000.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Χρονοδιάγραμμα Gantt της βέλτιστης αλληλουχίας όλων των εργασιών

Διάγραμμα Gantt για τη βέλτιστη αλληλουχία όλων των εργασιών

Ελάχιστος μέγιστος χρόνος ολοκλήρωσης = 451 min





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074179

