



Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή : Τεχνολογικών εφαρμογών

Τμήμα : Μηχανολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ & ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΕΝΟΤΗΤΑ:ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ (SEQUENCING)



Επιβλέπων Καθηγητής :

Κ.Κοσμάς Παζινός

Σπουδαστής :

Σακέλης Κωνσταντίνος

Ηράκλειο 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στα πλαίσια της πτυχιακής μελέτης του προγράμματος σπουδών του τμήματος Μηχανολογίας του Α.Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου.

Το αντικείμενο μελέτης είναι οι "Διδακτικές Σημειώσεις και Σημειώσεις Διδασκαλίας στο μάθημα Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων στην ενότητα Ένωση βέλτιστης αλληλουχίας'(Sequencing)".

Η συγκεκριμένη εργασία βασίζεται στην οργάνωση και πραγματοποίηση της διδασκαλίας με την συμπλήρωση και εφαρμογή βοηθητικών φύλλων της ενότητας,σε συνδυασμό με τις σημειώσεις διδασκαλίας.Στόχος είναι η βέλτιστη απόδοση της διδασκαλίας,έτσι ώστε οι σπουδαστές να έχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα του αντικειμένου,

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλαν με κάθε τρόπο στην εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.Τις θερμές ευχαριστίες μου θα ήθελα να απευθύνω στον επιβλέπων καθηγητή Κ.Κοσμά Παξινό για την καθοδήγηση και τις χρήσιμες συμβουλές που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της εργασίας.Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το οικογενειακό και φιλικό μου περιβάλλον που με στήριξαν και με στηρίζουν σε κάθε μου προσπάθεια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| Είσαγωγή..... | 7 |
| 1.ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ..... | 8 |
| 1.1.Εννοιολογική προσέγγιση των όρων Διδακτική και Διδασκαλία..... | 8 |
| 1.2.Γνωρίσματα Διδασκαλίας..... | 8 |
| 1.3.Σχέση Διδασκαλίας-Μάθησης..... | 9 |
| 1.4.Προετοιμασία για αποδοτική Διδασκαλία..... | 10 |
| 1.5.Στόχοι Διδασκαλίας..... | 11 |
| 1.6.Οργάνωση και πραγματοποίηση Διδασκαλίας..... | 12 |
| 1.6.1.Διδακτικές Ενότητες..... | 13 |
| 1.6.2.Κατανομή χρόνου..... | 13 |
| 1.6.3.Αντικειμενικοί σκοποί Διδασκαλίας..... | 13 |
| 1.6.4.Επιλογή περιεχομένου..... | 14 |
| 1.6.5.Επιλογή εργασιών-σειρά διδασκαλίας..... | 14 |
| 1.6.6.Επιλογή μεθόδων-μέσων,σχέδιο μαθήματος..... | 15 |
| 1.6.7.Τελική επεξεργασία-έλεγχος..... | 16 |
| 1.6.8.Πραγματοποίηση διδασκαλίας..... | 16 |
| 2.ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ..... | 17 |
| 2.1.Έννοια του σχεδίου μαθήματος..... | 17 |
| 2.2.Υπόδειγμα σχεδίου μαθήματος..... | 17 |
| 2.3.Συμπλήρωση προκαταρκτικών στοιχείων..... | 20 |
| 2.4.Συμπλήρωση ως προς τα στάδια της διδασκαλίας..... | 20 |
| 2.5.Συμπλήρωση ως προς το κλείσιμο και τις παρατηρήσεις..... | 21 |
| 2.6.Χρήση του σχεδίου μαθήματος κατά την διδασκαλία..... | 21 |
| 2.7.Εφαρμογή του σχεδίου μαθήματος στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.). | 22 |
| 3.ΦΥΛΛΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ..... | 30 |
| 3.1.Εφαρμογές των φύλλων διδασκαλίας..... | 30 |
| 3.1.1. Εννοιολογική προσέγγιση των φύλλων διδασκαλίας..... | 30 |
| 3.1.2.Στόχοι των φύλλων διδασκαλίας..... | 30 |
| 3.1.3.Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα φύλλων διδασκαλίας..... | 32 |
| 3.1.4.Υποδείξεις σύνταξης φύλλων διδασκαλίας..... | 32 |
| 3.2.Φύλλα πληροφοριών..... | 33 |

| | |
|--|----|
| 3.2.1.Ειδικές χρήσεις των φύλλων πληροφοριών..... | 33 |
| 3.2.2. Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου πληροφοριών..... | 34 |
| 3.2.3. Υπόδειγμα φύλλου πληροφοριών..... | 35 |
| 3.2.4.Αξιοποίηση φύλλου πληροφοριών..... | 37 |
| 3.2.5.Εφαρμογή του φύλλου πληροφοριών στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.). | 37 |
| 3.3.Φύλλα πράξεων..... | 50 |
| 3.3.1. Ειδικές χρήσεις των φύλλων πράξεων..... | 50 |
| 3.3.2. Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου πράξης..... | 51 |
| 3.3.3.Υπόδειγμα φύλλου πράξης..... | 51 |
| 3.3.4.Αξιοποίηση φύλλων πράξεων..... | 53 |
| 3.3.5.Εφαρμογή του φύλλου πράξης στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.). | 53 |
| 3.4.Φύλλα ελέγχου..... | 66 |
| 3.4.1. Ειδικές χρήσεις των φύλλων ελέγχου..... | 66 |
| 3.4.2.Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου ελέγχου..... | 67 |
| 3.4.3.Υπόδειγμα φύλλου ελέγχου..... | 67 |
| 3.4.4.Μαθηματική διατύπωση αξιολόγησης φύλλων ελέγχου..... | 70 |
| 3.4.5.Αξιοποίηση φύλλου ελέγχου..... | 70 |
| 3.4.6.Εφαρμογή του φύλλου ελέγχου στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.). | 70 |
| 3.5.Φύλλα ανάθεσης εργασιών..... | 76 |
| 3.5.1.Ειδικές χρήσεις των φύλλων ανάθεσης εργασιών..... | 76 |
| 3.5.2. Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου ανάθεσης εργασιών..... | 76 |
| 3.5.3.Υπόδειγμα φύλλου ανάθεσης εργασιών..... | 77 |
| 3.5.4.Εφαρμογή του φύλλου ανάθεσης εργασιών στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.). | 78 |
| 3.6.Φύλλα έργων..... | 81 |
| 3.6.1.Ειδικές χρήσεις των φύλλων έργων..... | 81 |
| 3.6.2.Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου έργου..... | 81 |
| 3.6.3. Υπόδειγμα φύλλου έργου..... | 82 |
| 3.6.4. Αξιοποίηση φύλλων έργων..... | 84 |
| 4.ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ..... | 84 |
| 4.1.Εισαγωγή..... | 84 |

| | |
|---|------------|
| 4.2.Διδακτικές σημειώσεις της ενότητας "Εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας" (Sequencing)..... | 84 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 110 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 111 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαίδευση αποτελεί ένα συνθετικό αποτέλεσμα σκοπών, στόχων, μέσων, φορέων και ανθρώπινης προσπάθειας, έτσι ώστε κάθε άτομο να οδηγείται στην επαγγελματική κατάρτιση και στην κοινωνική καταξίωση. Ένα βασικό μέσο της εκπαίδευσης για την ολοκληρωμένη και αποτελεσματική πραγματοποίηση μίας διδασκαλίας είναι η Διδακτική μαθημάτων (ενοτήτων), η οποία πραγματοποιείται αποτελεσματικά με μία ανάλυση κατα σειρά βαθμίδων.

Σκοπός της μελέτης είναι η παρουσίαση και ανάλυση όσο το δυνατόν λεπτομερέστερα στην οργάνωση και εφαρμογή βοηθητικών φύλλων, του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων (Ο.Δ.Β.Ε.)", και συγκεκριμένα στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας (Sequencing)".

Στο πρώτο κεφάλαιο εξετάζονται οι έννοιες της διδασκαλίας και διδακτικής, καθώς και η οργάνωση και πραγματοποίηση της διδασκαλίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια αναλυτική περιγραφή στη δομή και οργάνωση του σχεδίου μαθήματος, και εφαρμόζεται στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας (Sequencing)" της διδασκαλίας και του εργαστηρίου.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται και περιγράφεται η δομή, και εφαρμογή των βοηθητικών φύλλων πληροφοριών, πράξης, ελέγχου, ανάθεσης εργασίας, έργου, τόσο στο μάθημα της διδασκαλίας όσο και στο εργαστήριο, στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας (Sequencing)".

Και τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο "συμληρώνεται" η διδασκαλία με τις διδακτικές σημειώσεις για μια γενικότερη εικόνα του μαθήματος (Ο.Δ.Β.Ε.), και τον χρονικό προγραμματισμό παραγωγής.

Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι η ευρύτερη κατανόηση και μάθηση του αντικειμένου από τους σπουδαστές, και ταυτόχρονα η συνεχής διόρθωση και ανανέωση της όλης αυτής εφαρμογής από τον εκπαιδευτικό, με σκοπό την βελτίωση της.

1.ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

1.1.Εννοιολογική προσέγγιση των όρων Διδακτική και Διδασκαλία

Ο όρος της διδακτικής πρωτοεμφανίζεται τον 17^ο αιώνα απο τον Ρατίχιο και καθιερώνεται στον χώρο της παιδαγωγικής το 1657 με τη "Μεγάλη Διδακτική"(Didaktika Magna) του Κομένιου.

Στη σύγχρονη εποχή,η διδακτική ορίζεται ως η επιμέρους επιστήμη της παιδαγωγικής η οποία έχει ως αντικείμενο έρευνας και εφαρμογής τη διδασκαλία.Έργο δηλαδή της διδακτικής είναι η εύρεση των κατάλληλων μεθόδων και μορφών διδασκαλίας καθώς και η έρευνα εκείνων των προϋποθέσεων και των όρων που θα καταστήσουν αποτελεσματική την οργάνωση και διεξαγωγή της.

Η διδασκαλία,κατα την παλαιά διδακτική,περιγράφεται ως η συνειδητή μετάδοση γνώσεων και η συστηματική μόρφωση της διάνοιας του μαθητή μόνο με το λόγο.Με βάση αυτό τον ορισμό,το ενδιαφέρον της όλης διδακτικής διαδικασίας εστιάζεται κυρίως γύρω απο το πρόσωπο του εκπαιδευτικού,ο οποίος παράγει και διοχετεύει προς τους σπουδαστές μια ανεξάντλητη σωρεία πληροφοριών.Αντίθετα οι μαθητές λειτουργουν ως "παθητικοί δέκτες" της πληθώρας γνώσεων που τους παρέχεται χωρίς να υπάρχει η παραμικρή δυνατότητα διαπραγμάτευσης και συζήτησης των όποιων πιθανόν προβλημάτων προκύψουν.

Η νεότερη διδακτική ορίζει ως διδασκαλία την αμφίδρομη διαδικασία μετάδοσης του μορφωτικού υλικού,κατα την οποία ο μαθητής διευκολύνεται στην απόκτηση γνώσεων και στην καλλιέργεια της κριτικής του σκέψης καθώς και των δεξιοτήτων του,με τον εκπαιδευτικό σε θέση καθοδηγητή-συνεργάτη.Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει τον ρόλο του διαμεσολαβητή,του οποίου βασική επιδίωξη είναι η μετάδοση ουσιαστικών γνώσεων.

1.2.Γνωρίσματα Διδασκαλίας

Τα απαραίτητα στοιχεία που περιλαμβάνει μια διαδικασία για να χαρακτηριστεί ως διδασκαλία είναι ο εκπαιδευτικός,ο σπουδαστής και το αντικείμενο διδασκαλίας.Εκπαιδευτικός είναι το καταρτισμένο πρόσωπο με το ειδικό υπόβαθρο που συμβάλλει στην άσκηση της οργανωμένης και συστηματικής μετάδοσης γνώσεων.Σπουδαστής είναι το αναπτυσσόμενο πρόσωπο που βρίσκεται που βρίσκεται σε μια συνεχή προσπάθεια αφομοίωσης των προσφερόμενων απο τον εκπαιδευτή,γνώσεων.Αντικείμενο διδασκαλίας,είναι τα φυσικά και κοινωνικά φαινόμενα,τα γεγονότα και οι αξίες,τα οποία ως μορφωτικά αγαθά παρέχονται στους σπουδαστές.

Για να χαρακτηριστεί αποδοτική η διδασκαλία,πρέπει να διαθέτει τα παρακάτω γνωρίσματα:

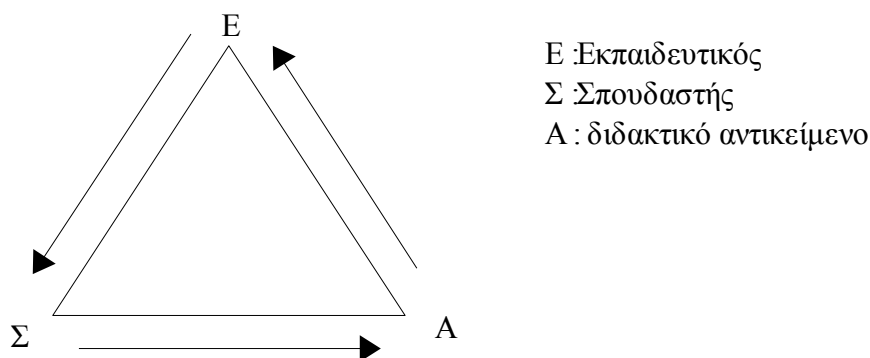
- Να είναι σκόπιμη διαδικασία και να προϋποθέτει οργάνωση και μεθοδικότητα.
- Να παίζει διαμεσολαβητικό ρόλο και να πραγματώνεται με διαπροσωπική επικοινωνία.
- Να έχει ενεργητικό και ταυτόχρονα εκτελεστικό χαρακτήρα.
- Να ενέχει στοιχεία αντιπαράθεσης αφού είναι διαδικασία αμφίδρομης επενέργειας.

Απο τα παραπάνω προκύπτει ότι η διδασκαλία διακρίνεται απο συγκεκριμένους σκοπούς,την μάθηση και τη ανάπτυξη.Για την επίτευξη των σκοπών αυτών απαραίτητη προϋπόθεση είναι η σωστή οργάνωση και μεθοδικότητα.Για να επιτευχθεί η μάθηση αρχικά και στη συνέχεια η "διευκόλυνση" της είναι αναγκαία η διαμεσολάβηση της διδασκαλίας μεταξύ σπουδαστή και σπουδαστικού αντικειμένου με τέτοιο τρόπο ώστε το τελευταίο να γίνει κατανοητό στο σπουδαστή.Πράγμα που επιτυγχάνεται στην ανάπτυξη σχέσεων αλληλεπίδρασης και αλληλοεπικοινωνίας μεταξύ εκπαιδευτικού-σπουδαστή καθώς και σπουδαστή- σπουδαστή.

1.3.Σχέση Διδασκαλίας-Μάθησης

Η διδασκαλία οδηγεί στη μάθηση επομένως αποτελεί έννοια υπάλληλη σ'αυτη.Ωστόσο η μάθηση πραγματοποιείται ανεξάρτητα απο τη διδασκαλία,μέσα απο γεγονότα,που έχουν ως αποτέλεσμα την απόκτηση περισσότερων εμπειριών αλλα και δεξιοτήτων του κάθε ατόμου.

Η σχέση της διδακτικής με την μάθηση είναι το αποτέλεσμα διδακτικών πράξεων και δραστηριοτήτων καθώς και των διαπροσωπικών σχέσεων που αναπτύσσονται στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.Για την επίτευξη της μάθησης κατα την διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας,είναι απαραίτητο ο εκπαιδευτικός,ο σπουδαστής και το σπουδαστικό αντικείμενο να αλληλεπιδρούν κατάλληλα.Αυτο γίνεται πιο κατανοητό εξετάζοντας το παρακάτω σχήμα.



Πιο συγκεκριμένα απο την σχέση των τριών αυτών στοιχείων προκύπτουν τα εξής :

1. *Η σχέση του εκπαιδευτικού με το διδακτικό αντικείμενο.* Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να προετοιμάζεται ανάλογα πριν την έναρξη κάθε διδακτικής ώρας. Η προετοιμασία περιλαμβάνει την πλήρη αφομοίωση της διδακτικής ύλης, καθώς και την κατάλληλη επιλογή του τρόπου με τον οποίο θα την μεταδώσει.
2. *Η σχέση του εκπαιδευτικού με τον σπουδαστή.* Σκοπός του εκπαιδευτικού δεν είναι η απλή μετάδοση γνώσεων, αλλά η συνειδητή προσέγγιση του σπουδαστή στα κοινωνικά αγαθά.
3. *Η σχέση του σπουδαστή με το διδακτικό αντικείμενο.* Η σχέση αυτή αφορά στη μάθηση και στο κατά πόσο ο σπουδαστής κατανόησε και αφομοίωσε τις γνώσεις που του προσφέρθηκαν κάτω από την διδακτική επίδραση και μεθοδολογία του εκπαιδευτικού.

Δηλαδή μέσω της σωστής διδασκαλίας και ειδικότερα των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των τριών στοιχείων της, επιτυγχάνεται η μάθηση.

1.4. Προετοιμασία για αποδοτική Διδασκαλία

Ο προγραμματισμός της διδασκαλίας ενός μαθήματος δεν γίνεται μόνο από τον εκπαιδευτικό που το διδάσκει, αφού η σύνταξη των αναλυτικών προγραμμάτων, η επιλογή των διδακτικών βιβλίων, η προμήθεια του εργαστηριακού εξοπλισμού κ.τ.λ. γίνονται από επιτελικά όργανα και κεντρικές υπηρεσίες. Απομένει όμως για τον εκπαιδευτικό ένα σημαντικό μέρος προγραμματισμού και προετοιμασίας του μαθήματος του, που μόνο αυτός είναι σε θέση να γνωρίζει, ως προς τα μέσα που διαθέτει, τις πραγματικές διαθέσιμες ώρες, τις δυνατότητες των μαθητών κ.ο.κ.

Η αρχική προετοιμασία διδασκαλίας πραγματοποιείται την πρώτη φορά που θα διδάξει το μάθημα ο εκπαιδευτικός, η πλήρη όμως προετοιμασία ολοκληρώνεται προοδευτικά με την επανειλημμένη διδασκαλία του ίδιου μαθήματος κατά τα επόμενα έτη. Μόνο τότε είναι σε θέση να συνεκτιμήσει τα δεδομένα που του παρέχει η πείρα, ώστε η διδασκαλία του να γίνει αποδοτική.

Μια διδασκαλία χαρακτηρίζεται αποδοτική, όταν με το λιγότερο κόπο σε μικρότερο χρόνο επιτυγχάνεται καλύτερη μάθηση. Αυτό σημαίνει ότι η διδασκαλία ενός μαθήματος κρίνεται από τα αποτελέσματα της, και αξιολογείται από τις δυνατότητες των σπουδαστών να αξιοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που διδάχθηκαν για να επιλύσουν κατά τον καλύτερο τρόπο, συγκεκριμένα προβλήματα, όμοια με αυτά που θα συναντήσουν ως επαγγελματίες. Ο εκπαιδευτικός λοιπόν, παράλληλα με την μετάδοση γνώσεων και δεξιοτήτων, φροντίζει να καθοδηγεί σωστά τους σπουδαστές του στην ενεργοποίηση όλων των ικανοτήτων που έχουν, σύμφωνα με τους αντικείμενικούς σκοπούς που έχουν προκαθοριστεί.

Προϋποτίθεται ότι οι προκαθορισμένοι αντικειμενικοί σκοποί είναι σαφείς και ρεαλιστικοί, γιατί μόνο τότε ο εκπαιδευτικός καθοδηγείται σωστά για την προετοιμασία του διδακτικού του έργου, και

αξιολογείται αντικειμενικά με βάση των αποτελεσμάτων του. Αντίθετα η ασάφεια των εκπαιδευτικών στόχων, είτε ως προς την οριοθέτηση της επαγγελματικής ειδικότητας ή ως προς τον βαθμό επαγγελματικής εξειδίκευσης δυσχεραίνουν την ορθολογική αξιολόγηση του διδακτικού τους έργου.

1.5. Στόχοι Διδασκαλίας

Την πυξίδα του σωστού προσανατολισμού της διδασκαλίας την αποτελούν οι στόχοι αυτής, και αναφέρονται στις ικανότητες των σπουδαστών που πρέπει να έχουν μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής διαδικασίας. Χαρακτηρίζονται και ως γενικοί αντικειμενικοί σκοποί, αφορούν ολόκληρο το μάθημα και αποτελούν τη βάση για να διατυπωθούν οι ειδικοί αντικειμενικοί σκοποί, που αφορούν τις επιμέρους διδακτικές ενότητες του μαθήματος.

Συνοπτικά μπορούμε να αναφέρουμε το εξής : Ποιές είναι οι ικανότητες και σε ποιο βαθμό πρέπει να αποκτήσουν οι σπουδαστές, ώστε να γίνει η βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου χρόνου διδασκαλίας σύμφωνα με τις ανάγκες του επαγγέλματος. Με την έννοια αυτή οι στόχοι διδασκαλίας ενός μαθήματος έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Συσχετίζονται πάντοτε με τις ικανότητες των σπουδαστών, χωρίς να αναφέρονται καθόλου στους άλλους παράγοντες της διδασκαλίας (, διδακτικά μέσα, βιβλία, μέθοδοι, κ.ο.κ.).
2. Περιγράφουν το τι είναι οι σπουδαστές σε θέση να κάνουν και όχι τι πρέπει να γνωρίζουν ή να έχουν κατανοήσει.
3. Αναφέρονται σε τελικές ικανότητες των σπουδαστών, δηλαδή σε ικανότητες που πρέπει να έχουν αποκτήσει ή γενικότερα σε συμπεριφορά που είναι σε θέση να επιδείξουν στο τέλος της διδασκαλίας.
4. Προβλέπουν τις συνθήκες υπό τις οποίες πρέπει οι σπουδαστές να αποδείξουν ότι έχουν αποκτήσει τις αντίστοιχες ικανότητες, δηλαδή προβλέπουν αφενός τα ερεθίσματα με τα οποία θα προκληθούν οι σπουδαστές για να επιδείξουν την αναμενόμενη συμπεριφορά και αφετέρου τα μέσα που θα έχουν στην διάθεση τους.
5. Παρέχουν πληροφορίες ως προς τα κριτήρια με τα οποία θα γίνει αξιολόγηση, ώστε να ελεγχθεί αν πράγματι οι σπουδαστές απέκτησαν στον επιθυμητό βαθμό τις ικανότητες που έχουν προδιαγραφεί.

1.6.Οργάνωση και πραγματοποίηση Διδασκαλίας

Οι στόχοι διδασκαλίας όπως αναφέραμε παραπάνω είναι το τέρμα της διδακτικής διαδικασίας. Η φάση μελέτης μετάβασης στο τέρμα της διδακτικής διαδικασίας αυτής είναι η οργάνωση και πραγματοποίηση της. Στην διαγραμματική απεικόνιση καταγράφονται με τη σειρά οι βαθμίδες στις οποίες αναλύεται αυτή η φάση (Σχεδιάγραμμα 1). Καθεμία από τις βαθμίδες που φαίνονται στη διαγραμματική απεικόνιση, εξετάζεται στις παραγράφους που ακολουθούν.



Σχεδιάγραμμα 1: Βαθμίδες οργάνωσης και πραγματοποίησης της διδασκαλίας.

1.6.1.Διδακτικές Ενότητες

Το πρώτο βήμα που πρέπει να ακολουθήσουμε είναι η διαίρεση του περιεχομένου του μαθήματος σε μεγάλες ενότητες, με κριτήριο την ομοιογένεια και συνάφεια των στόχων, χωρίς συσχετισμό με τον απαιτούμενο χρόνο διδασκαλίας. Στην συνέχεια προσδιορίζονται μικρότερες ενότητες, που θα έχουν το ίδιο περίπου σε έκταση διδακτικό περιεχόμενο. Για κάθε μια από τις ενότητες αυτές θα εξεταστεί αν αποσκοπεί στην απόκτηση θεωρητικών γνώσεων ή δεξιοτήτων, και θα χαρακτηριστεί αντίστοιχα ως πληροφορία ή ως πράξη, ή ακόμα και τα δύο μαζί όταν πρόκειται για μάθημα μικτού περιεχομένου.

Με την παραπάνω διαδικασία χαρακτηρισμού και προσδιορισμού των διδακτικών ενότητων, αφενώς εξασφαλίζουμε ότι το περιεχόμενο της διδασκαλίας συμπεριλαμβάνεται στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος και αφετέρου προδιαγράφουμε ποιά θα είναι η μεθοδολογία της διδασκαλίας κάθε ενότητας.

1.6.2.Κατανομή χρόνου

Ο διαθέσιμος χρόνος διδασκαλίας είναι περιορισμένος, επομένως απαιτείται η ορθολογική κατανομή του, ώστε η διδασκαλία να πραγματοποιηθεί και οι στόχοι να επιτευχθούν μετά τις υπάρχουσες χρονικές δεσμεύσεις. Ως προς τη φύση του περιεχομένου επισημαίνεται, ότι για την εκμάθηση των πράξεων απαιτείται και πρόβλεψη χρόνου άσκησης των σπουδαστών, για την απόκτηση δεξιοτήτων που περιλαμβάνονται στις αντίστοιχες πράξεις. Εκτός από τον αρχικό χρονικό προγραμματισμό, απαιτείται συστηματική παρακολούθηση κατά την εφαρμογή του, επειδή υπάρχουν αναπόφευκτες απρόβλεπτες αυξομειώσεις των πραγματικών διαθέσιμων διδακτικών ωρών.

1.6.3.Αντικειμενικοί σκοποί Διδασκαλίας

Οι αντικειμενικοί σκοποί διδασκαλίας είναι σύνολο προτάσεων, που περιγράφουν την προδιαγεγραμμένη μάθηση που πραγματοποιείται με την διδασκαλία. Κάθε διδακτική ενότητα έχει συγκεκριμένους αντικειμενικούς σκοπούς που πρέπει να επιτευχθούν, και να προσδιοριστούν με σαφήνεια, γιατί αποτελούν τον απαραίτητο οδηγό κατά τις επόμενες βαθμίδες οργάνωσης και πραγματοποίησης της διδασκαλίας. Οι αντικειμενικοί σκοποί κάθε ενότητας είναι εναρμονισμένοι προς τους στόχους διδασκαλίας του μαθήματος, αλλά διαφέρουν από αυτούς, αφού δεν αναφέρονται σε ολόκληρο το μάθημα, αλλά σε κάθε ενότητα χωρίστα. Για τον λόγο αυτό είναι

λεπτομερέστεροι, γιατί προδιαγράφουν ποιές ικανότητες πρέπει να έχουν αποκτήσει οι σπουδαστές στο τέλος της διδασκαλίας της αντίστοιχης ενότητας.

1.6.4.Επιλογή περιεχομένου

Η επιλογή του διδακτικού περιεχομένου των πληροφοριών απαιτεί συστηματική προσπάθεια από τον εκπαιδευτικό. Για να αποδώσει στην προσπάθεια του αυτή πρέπει να έχει επαρκή επιστημονική κατάρτηση και επαγγελματική εμπειρία, χρειάζεται όμως παράλληλα και διάφορες πηγές, από τις οποίες αντλεί το συγκεκριμένο περιεχόμενο που θα εντάξει στη διδασκαλία του. Και στις περιπτώσεις που έχει συλλέξει αρκετές πληροφορίες για την κάλυψη του διαθέσιμου χρόνου απαιτείται ένας συνεχής επανέλεγχος, ώστε το περιεχόμενο αυτό να ανανεώνεται προοδευτικά, σύμφωνα με τις εκάστοτε επαγγελματικές εξελίξεις.

Όσον αφορά τις πράξεις και τις πληροφορίες πρέπει να σημειωθεί μία σημαντική διαφορά που υπάρχει μεταξύ τους, ως προς την ανανέωση του περιεχομένου της διδασκαλίας τους. Ως προς τις πράξεις δηλώνει επανεκτίμηση για το αν και κατά πόσο μια πράξη στο σύνολο της, είτε πρέπει να μη διδάσκεται, γιατί δεν εφαρμόζεται πλέον στο επάγγελμα ή θα πρέπει να διδάσκεται για τον αντίθετο ακριβώς λόγο. Επομένως μία πράξη αφαιρείται ή προστίθεται ως εννιαίο σύνολο, αφού δεν είναι δυνατή η διαμόρφωση ορισμένων μόνο διαδοχικών βαθμίδων στις οποίες αναλύεται μια δεξιότητα.

Αντίθετα, ανανέωση του περιεχομένου της διδασκαλίας ως προς τις πληροφορίες σημαίνει αφαίρεση κάποιων στοιχείων και πρόσθεση κάποιων άλλων με προοδευτική διαμόρφωση τους, ανάλογα με τις εκάστοτε επαγγελματικές μεταβολές, χωρίς να υπάρχει πρόβλημα στη συνοχή και σύνδεση των νέων με των παλαιών στοιχείων που συνυπάρχουν σε μία πληροφορία.

1.6.5.Επιλογή εργασιών-σειρά διδασκαλίας

Μία διδασκαλία θεωρείται αποτελεσματική όταν δοθεί στους σπουδαστές η ευκαιρία να εφαρμόσουν το περιεχόμενο της διδασκαλίας σε εργασίες που τους ανατεθούν. Όσον αφορά την σειρά ανάθεσης των εργασιών που επιλέγονται, επηράζει άμεσα και τη σειρά διδασκαλίας των αντίστοιχων πληροφοριών και πράξεων. Και αυτό γιατί οι σπουδαστές για να ολοκληρώσουν τις εργασίες που τους ανατίθενται, θα πρέπει να έχουν διδαχθεί αρχικά όλες τις περιλαμβανόμενες σε αυτά πληροφορίες και πράξεις. Πρέπει επομένως να πράξουμε επιλεκτικά στην επιλογή αλλά και στη σειρά ανάθεσης των εργασιών, δεδομένου ότι για τον καθορισμό της σειράς διδασκαλίας πληροφοριών και πράξεων λαμβάνονται υπόψη και άλλα κριτήρια, για την διευκόλυνση της

μάθησης. Τα κυριότερα κριτήρια από αυτά είναι τα εξής :

- Η ροή της διδασκαλίας βαδίζει από το όλο στα επί μέρους, δηλαδή προηγούνται οι ενότητες που αναφέρονται σε ένα σύνολο συναφών θεμάτων και ακολουθούν οι ενότητες που εξετάζουν αναλυτικά κάθε ένα θέμα.
- Προηγείται η διδασκαλία των περισσότερο ενδιαφερόντων θεμάτων, για να δημιουργηθούν ισχυρά κίνητρα μάθησης.
- Ακολουθείται η λογική σειρά διαδοχής των γνώσεων και δεξιοτήτων, προχωρώντας προοδευτικά από τα γνωστά στα άγνωστα.
- Προηγούνται οι γνώσεις και οι δεξιότητες, που απαιτούνται και εφαρμόζονται πιο συχνά στο επάγγελμα.

1.6.6.Επιλογή μεθόδων-μέσων,σχέδιο μαθήματος

Η απόδοση μιάς διδασκαλίας εξαρτάται και από την κατάλληλη επιλογή μέσων στις μεθόδους που έχουν που έχουν επιλεγεί από τον εκπαιδευτικό. Ωστόσο η μεγάλη ποικιλία μεθόδων και μέσων του δίνει την επιλογή να μεταφέρει την γνώση του στους σπουδαστές με ποικίλους τρόπους.

Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται τα εποπτικά μέσα (προβολείς, διαφάνειες, διαγράμματα κ.ο.κ.), ο εξοπλισμός των εργαστηρίων (Ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τόννοι, φρέζες, κ.ο.κ.), η πρακτική άσκηση σε παραγωγικές μονάδες, αλλά και επισκέψεις σε αυτές από τους σπουδαστές με σκοπό την κατανόηση της παραγωγικής διαδικασίας.

Μετά την ολοκλήρωση όλων των επιλογών, ως προς το περιεχόμενο με τις αντίστοιχες πηγές, τους αντικειμενικούς σκοπούς, τις κατάλληλες εργασίες, τα μέσα και τις μεθόδους, προετοιμάζεται για κάθε ενότητα το σχέδιο μαθήματος στο οποίο καταγράφονται όλα τα παραπάνω στοιχεία. Το σχέδιο μαθήματος είναι δηλαδή ο τρόπος καταγραφής περιεχομένου που θα συγκεντρώσει, και της μεθοδολογίας που θα εφαρμόσει. Είναι δηλαδή ένα τυποποιημένο σύστημα που διευκολύνει τον εκπαιδευτικό να αποτυπώσει τις σκέψεις του στο χαρτί, με τέτοιο τρόπο που η διδασκαλία να είναι αποδοτική με την καλύτερη αξιοποίηση του διδακτικού χρόνου. Αναλυτικά για το σχέδιο μαθήματος αναφερόμαστε στο Κεφάλαιο 2, όπου σχεδιάζονται και εφαρμόζονται τόσο στην διδασκαλία όσο και στο εργαστήριο στο μάθημα (Ο.Δ.Β.Ε.), στην ενότητα "Ευρεση βέλτιστης αλληλουχίας (Sequencing).

1.6.7.Τελική επεξεργασία-έλεγχος

Στην τελική επεξεργασία επανεξετάζουμε τις προηγούμενες βαθμίδες και παράλληλα καθορίζονται τα φύλλα διδασκαλίας(πληροφοριών,πράξης ελέγχου,ανάθεσης εργασίας) που συμπεριλαμβάνονται στο σχέδιο μαθήματος,και διανέμονται στους σπουδαστές κατά την ώρα της διδασκαλίας.

Ο έλεγχος γίνεται για κάθε βαθμίδα χωριστά,και όπου απαιτείται γίνονται οι κατάλληλες συμπληρώσεις και διορθώσεις.Μερικές σημαντικές μεταβολές που μπορεί να γίνουν κατα τον τελικό έλεγχο είναι οι εξής :

- Κάποιες απο τις ενότητες είναι μικρές ή μεγάλες,ή και ο λάθος χαρακτηρισμός τους ως πληροφορία ή πράξη.
- Δεν εκτιμήθηκε σωστά ο απαιτούμενος χρόνος
- Οι ικανότητες που περιγράφονται σε μερικούς αντικειμενικούς σκοπούς δεν ανταποκρίνονται στις αντίστοιχες ικανότητες που απαιτούνται στο επάγγελμα.
- Το περιεχόμενο πρέπει να συμπληρωθεί με τις πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις.
- Η μεθοδολογία της διδασκαλίας μπορεί να βελτιωθεί με χρησιμοποίηση καταλληλότερων εποπτικών μέσων.

Αναλυτικά για τα φύλλα διδασκαλίας αναφερόμαστε στο Κεφάλαιο 3,όπου σχεδιάζονται και εφαρμόζονται στο μάθημα (Ο.Δ.Β.Ε.) και συγκεκριμένα στην ενότητα "Ευρεση βέλτιστης αλληλουχίας(Sequencing).

1.6.8.Πραγματοποίηση διδασκαλίας

Κατά την πραγματοποίηση της διδασκαλίας γίνονται απο τον εκπαιδευτικό παρατηρήσεις ως προς την καταλληλότητα των μεθόδων και μέσων που εφαρμόστηκαν,ως προς την επάρκεια του χρόνου που διατέθηκε ή ακόμα και για τυχόν υπάρχοντα κενά απο προγενέστερες γνώσεις που θα έπρεπε να έχουν οι μαθητές.

Επομένως για την αντιμετώπιση και επίλυση προβλημάτων που παρουσιάζονται κατά τη διδασκαλία,χρήσιμη είναι η συνεργασία των ίδιων των σπουδαστών,οι οποίοι με τις παρατηρήσεις και τα ερωτήματα που θέτουν,συμβάλλουν στην εκτίμηση της δυσκολίας της μάθησης,την καταλληλότητα των μέσων αξιολόγησης,και την ανάγκη χρήσης φύλλων διδασκαλίας με σκοπό την προσαρμογή της οργάνωσης της διδασκαλίας.

2.ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

2.1.Έννοια του σχεδίου μαθήματος

Η έννοια του σχεδίου μαθήματος προσεγγίστηκε στο κεφάλαιο 1, και πιο συγκεκριμένα αναφέραμε ότι είναι ένα τυποποιημένο σύστημα που διευκολύνει τον εκπαιδευτικό να αποτυπώσει τις σκέψεις του στο χαρτί, με τέτοιο τρόπο που η διδασκαλία να είναι αποδοτική με την καλύτερη αξιοποίηση του διδακτικού χρόνου. Αναφέρονται δηλαδή σε αυτό τα κύρια σημεία του περιεχομένου της ενότητας, η σειρά και μέθοδο διδασκαλίας που ακολουθείται, τα διδακτικά μέσα που απαιτούνται, και η κάθε δραστηριότητα που προγραμματίζεται για κάθε στάδιο, με τον αντίστοιχο διαθέσιμο χρόνο που προβλέπεται.

Η καταγραφή στοιχείων του σχεδιασμού της διδασκαλίας κάθε ενότητας, αλλά και η δυνατότητα που δίνεται στον εκπαιδευτικό που το προετοίμασε, να το συμβουλευτεί κατά την διάρκεια της διδασκαλίας έτσι ώστε η διδασκαλία να πραγματοποιείται σύμφωνα με το σχεδιασμό της, το καθιστά δίπλά χρήσιμο.

Η αναγκαιότητα προετοιμασίας και εφαρμογής του σχεδίου μαθήματος κατά τη διδασκαλία μιας ενότητας δεν εξασφαλίζει πάντοτε τη μάθηση γνώσεων και δεξιοτήτων που περιλαμβάνει μια ενότητα, εξασφαλίζει όμως την πλήρη αξιοποίηση των προσωπικών χαρακτηριστικών του εκπαιδευτικού και των μέσων που εφαρμόζει, έτσι ώστε από πλευράς μάθησης η διδασκαλία να έχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Επομένως η διδασκαλία μιας ενότητας με την χρήση του σχεδίου μαθήματος είναι αποδοτικότερη από μία διδασκαλία που γίνεται χωρίς την χρήση αυτού.

Η μορφή του σχεδίου μαθήματος εξαρτάται από την προσωπική επιλογή του εκπαιδευτικού, αφού προετοιμάζεται από τον ίδιο για προσωπική του χρήση. Στην επόμενη ενότητα δίνεται ένα χαρακτηριστικό υπόδειγμα, το οποίο μπορεί να βοηθήσει ως βάση της τελικής διαμόρφωσης ενός σχεδίου μαθήματος, ύστερα από τυχόν τροποποιήσεις και προσαρμογές κατά τις προσωπικές εκτιμήσεις του εκπαιδευτικού. Στην συνέχεια πραγματοποιείται η συμπλήρωση του σχεδίου μαθήματος, και γίνονται οι κατάλληλες υποδείξεις για την αποτελεσματικότερη συμπλήρωση του.

2.2.Υπόδειγμα σχεδίου μαθήματος

Παρακάτω ένα υπόδειγμα σχεδίου μαθήματος σύμφωνα με τα στοιχεία συμπλήρωσης που αναφέρθηκαν

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :

ΤΜΗΜΑ:

ΜΑΘΗΜΑ :

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Προκαταρκτικά στοιχεία

Επώνυμο/Όνομα :

Ημερομηνία :

Θέμα :

Ενότητα :

Τάξη :

Σκοποί :

Βοηθήματα :

Υλικά & Εποπτικά μέσα διδασκαλίας :

Πορεία μαθήματος

1. Προετοιμασία :(')

2. Παρουσίαση :(')

| Βαθμίδες περιεχομένου | Μέθοδος /Μέσα |
|-----------------------|---------------|
| α) | |
| β) | |
| γ) | |
| δ) | |

3.Εφαρμογή :(')

4.Έλεγχος :(')

Κλείσιμο διδακτικής ώρας-Παρατηρήσεις

5.Ανακεφαλείωση :(')

6.Ανάθεση εργασίας :(')

Παρατηρήσεις :

2.3.Συμπλήρωση προκαταρκτικών στοιχείων

Τα προκαταρκτικά στοιχεία που αναγράφονται στο παρατιθέμενο σχέδιο μαθήματος συμπληρώνονται κατα σειρά ως εξής :

- Ονοματεπώνυμο και ημερομηνία
- Θέμα ή τίτλος του μαθήματος :Αναγράφεται ο τίτλος υπο τον οποίο φέρεται το μάθημα στο αναλυτικό πρόγραμμα που εφαρμόζεται.
- Ενότητα μαθήματος :Αναγράφεται ο τίτλος της ενότητας που θα διδαχθεί.
- Σκοποί :Αναγράφονται το πολύ έως τέσσερις προτάσεις που περιγράφουν την συγκεκριμένη συμπεριφορά που πρέπει να είναι σε θέση να επιδείξουν οι σπουδαστές μετά την διδασκαλία της ενότητας.Η σαφής διατύπωση των αντικειμενικών σκοπών βοηθάει στη σωστή επιλογή του διδακτικού περιεχομένου,στον κατάλληλο προγραμματισμό του σταδίου εφαρμογής,του σταδίου ελέγχου και της εργασίας που θα ανατεθεί.
- Βιβλιογραφία και βοηθήματα :Αναγράφονται τα πλήρη στοιχεία των βιβλίων και των βοηθημάτων(τίτλος,συγγραφέας,εκδότης,αριθμός σελίδας) που χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή του διδακτικού περιεχομένου της ενότητας.
- Υλικά και εποπτικά μέσα διδασκαλίας :Αναγράφονται τα υλικά και μέσα διδασκαλίας που θα χρησιμοποιηθούν(εποπτικά μέσα που θα χρησιμοποιηθούν,φύλλα που θα διανεμηθούν κ.ο.κ.),που απαιτούνται για τη διδασκαλία και πρέπει να έχει προετοιμάσει και να έχει μαζί του ο εκπαιδευτικός.

2.4.Συμπλήρωση ως προς τα στάδια της διδασκαλίας

Τα στάδια της διδασκαλίας,η πορεία δηλαδή του μαθήματος γίνεται ως εξής :

- Προετοιμασία : Αναγράφονται συνοπτικά η διαδικασία και οι δραστηριότητες με τις οποίες θα γίνει η προετοιμασία των σπουδαστών,για μια αποδοτικότερη διδασκαλία.
- Παρουσίαση : Παρουσιάζεται σε μορφή πίνακα δύο στηλών,όπου στην αριστερή στήλη αναγράφονται οι βαθμίδες του περιεχομένου,και στην δεξιά στήλη οι μέθοδοι και τα μέσα διδασκαλίας που θα χρησιμοποιηθούν για κάθε βαθμίδα.
- Εφαρμογή : Αναγράφονται οι δραστηριότητες που έχουν προγραμματιστεί κατα το στάδιο εφαρμογής ανάλογα με τον σκοπό της ενότητας,άν δηλαδή πρόκειται για απόκτηση θεωρητικών γνώσεων ή δεξιοτήτων.

- Έλεγχος : Αναγράφεται συνοπτικά η διαδικασία του ελέγχου που θα γίνει ως προς τη μάθηση που επήλθε μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας, ανάλογα με τον σκοπό της ενότητας.

2.5.Συμπλήρωση ως προς το κλείσιμο και τις παρατηρήσεις

Ως προς τα στοιχεία που είναι που αφορούν την συμπλήρωση του σχεδίου μαθήματος ως προς το κλείσιμο της διδακτικής ώρας και τις παρατηρήσεις έχουν ως εξής :

- Ανακεφαλαίωση : Καταγράφονται συνοπτικά τα κύρια σημεία που πρέπει να τονιστούν, έτσι ώστε να αποτυπωθούν με σαφήνεια ως τελευταίες εντυπώσεις στους σπουδαστές.
- Ανάθεση εργασίας : Δίδονται οι κατάλληλες οδηγίες και στοιχεία για την εργασία που ανατίθεται προς εκπόνηση στους σπουδαστές με την βοήθεια ενός αντίστοιχου φύλλου. Παράλληλα τους διανέμεται το αντίστοιχο φύλλο πληροφοριών ή πράξεων εάν πρόκειται για θεωρητικές γνώσεις οι δεξιότητες αντίστοιχα. Είναι σαφές ότι η αναγκαιότητα διανομής φύλλων πληροφοριών ή πράξεων σχετίζεται με την πληρότητα του διδακτικού βοηθήματος (Σημειώσεις διδασκαλίας).
- Αναγραφή χρόνων : Μετά την ολοκλήρωση της οργάνωσης και προετοιμασίας του σχεδίου μαθήματος εκτιμάται με ποιό τρόπο πρέπει να κατανεμηθεί ο συνολικός χρόνος των 45 λεπτών για ωριαίο μάθημα και των 90 λεπτών για δύο μάθημα, όπως φαίνεται και στο υπόδειγμα του σχεδίου μαθήματος σε κάθε βαθμίδα μέσα στην παρένθεση. Αν πρόκειται για μικροδιδασκαλίες ή προκαταρκτικές διδασκαλίες ο προβλεπόμενος χρόνος είναι 15 ή 30 λεπτά αντίστοιχα.
- Παρατηρήσεις : Μετά το πέρας της διδασκαλίας ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να σημειώσει τις παρατηρήσεις που θεωρεί ότι θα τον βοηθούσαν για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων σε περίπτωση επαναχρησιμοποίησης του σχεδίου μαθήματος.

2.6.Χρήση του σχεδίου μαθήματος κατά την διδασκαλία

Η διδακτική διαδικασία είναι μια συνεχής ενεργοποίηση του εκπαιδευτικού και του σπουδαστή, που πρέπει να επικοινωνούν σε όλα τα στάδια της διδασκαλίας, χωρίς να τυποποιείται η πορεία της. Η χρήση του σχεδίου μαθήματος πρέπει να γίνεται με ευελιξία και προσαρμοστικότητα γιατί κάθε ενότητα πραγματοποιείται κατά στάδια. Με την προετοιμασία του σχεδίου μαθήματος προλαμβάνονται τα μειονεκτήματα της διδασκαλίας που γίνεται με αυτοσχεδιασμούς, χωρίς

συγκεκριμένους στόχους.

Γενικότερα, με το σχέδιο μαθήματος προγραμματίζεται η διδασκαλία κάθε ενότητας, χωρίς να περιορίζεται η ευρηματικότητα του εκπαιδευτικού για την προσαρμογή της διδασκαλίας του. Όταν προετοιμάζεται το σχέδιο μαθήματος από τον εκπαιδευτικό έχει κατά νουν ιδεατές συνθήκες που υποθέτει ότι θα συναντήσει κατά την διάρκεια της διδασκαλίας, οι οποίες όμως διαφέρουν από τις πραγματικές. Επομένως τα συστατικά που αποτελούν τα καλύτερα εφόδια, όχι μόνο ως προς την προετοιμασία του σχεδίου μαθήματος αλλά και η αξιοποίηση των πλεοεκτημάτων του κατά την διάρκεια της διδασκαλίας είναι η διδακτική πείρα, η ευρύτητα των γνώσεων του εκπαιδευτικού κατά την διαδικασία της μάθησης, και η επαγγελματική του εμπειρία.

2.7. Εφαρμογή του σχεδίου μαθήματος στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλλήλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.)

Παρακάτω παρουσιάζεται το σχέδιο μαθήματος με αναλυτικό τρόπο, στη διδασκαλία της θεωρίας και στη διδασκαλία του εργαστηρίου.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ(διδασκαλίας)

Όνομα :Σακέλης Κωνσταντίνος

Ημερομηνία :

Θέμα :Πτυχιακή Εργασία

Ενότητα :Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας (Sequencing)

Τάξη :Ε' Τεχνολόγων Μηχανολόγων

Σκοποί :

Μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής ενότητας,οι σπουδαστές πρέπει να είναι σε θέση :

1. Να διακρίνουν τους τύπους των συστημάτων παραγωγής,σε διάστημα πέντε (5') λεπτών.
2. Να περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά των προβλημάτων στον χρονικό προγραμματισμό,σε διάστημα πέντε (5') λεπτών.
3. Να περιγράφουν τους σκοπούς,τις λειτουργίες,τα κριτήρια,και τους στόχους των προβλημάτων του χρονικού προγραμματισμού σε ένα σύστημα παραγωγής.σε διάστημα πέντε (5') λεπτών.
1. Να επιλύετε προβλήματα προγραμματισμού εκτέλεσης:
 - n εργασιών σε 1 μηχανή
 - n εργασιών σε 2 μηχανές
 - n εργασιών σε 3 μηχανές
 - n εργασιών σε m μηχανές

σε διάστημα δεκαπέντε (15') λεπτών.

Βοηθήματα :

1. Σημειώσεις Διδασκαλίας
2. Δ.Π.Ψωινός,*Οργάνωση και Διοίκηση Εργοστασίων:Προγραμματισμός και Έλεγχος Παραγωγής*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ.σελ.(69,70,77-96)
3. Παππής Κ.,*Προγραμματισμός Παραγωγής:Προγραμματισμός Παραγωγής και Έλεγχος*, Εκδόσεις Σταμούλη.

Υλικά & Εποπτικά μέσα διδασκαλίας :

1. Πίνακας,μαρκαδόροι τριών (3) χρωμάτων,σπόγγος
2. Φορητός υπολογιστής,προτζέκτορας
3. Φύλλα :Πληροφοριών,ανάθεσης εργασίας,ελέγχου.

Πορεία μαθήματος

1. **Προετοιμασία:** (10') Με την έναρξη της διδακτικής ενότητας οι σπουδαστές προετοιμάζονται για το περιεχόμενο που θα διδαχθούν.Οι διαδικασία που θα ακολουθήσουμε κατά σειρά είναι η εξής :
 - Αναγραφή του τίτλου της ενότητας στον πίνακα "Εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας" και σύντομη επεξήγηση του.
 - Επισήμανση της επαγγελματικής χρησιμότητας της εύρεσης βέλτιστης αλληλουχίας στην παραγωγική διαδικασία.
 - Σύντομη επεξήγηση και αναφορά των σκοπών της διδακτικής ενότητας.
 - Σύντομη αναφορά για την βέλτιστη κατανομή των εργασιών και ομοιότητες με την εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας.
 - Διήγηση προσωπικών γεγονότων και ερωτήσεις,που ανταποκρίνονται στο επίπεδο των σπουδαστών και σχετίζονται με το περιεχόμενο της ενότητας,για να προκληθεί σχετική προς το περιεχόμενο της ενότητας συζήτηση.

2. Παρουσίαση : (60')

| ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΠΕΡΙΧΟΜΕΝΟΥ | ΜΕΘΟΔΟΣ / ΜΕΣΑ |
|--|---|
| Α. Εισαγωγή στις διακρίσεις των συστημάτων παραγωγής και σύντομη αναφορά της βέλτιστης κατανομής,και βέλτιστης αλληλουχίας στην γραμμη παραγωγής. | Διάλεξη και ερωτήσεις με σκοπό την αποσαφήνιση του περιεχομένου. Διαφάνειες(1-4) |
| Β. Αναφορά των χαρακτηριστικών και των σκοπών του χρονικού προγραμματισμού | Διάλεξη και ερωτήσεις Διαφάνειες(5-6) |
| Γ. Περιγραφή των λειτουργιών και στόχων του χρονικού προγραμματισμού | Διάλεξη και ερωτήσεις Διαφάνειες(7-8) |
| Δ. Περιγραφή των κριτηρίων αξιολόγησης του χρονικού προγραμματισμού | Διάλεξη και ερωτήσεις Διαφάνειες(9-10) |
| Ε. Επίλυση προβλημάτων και μεθοδολογία εύρεσης βέλτιστης αλληλουχίας n εργασιών σε 1,2,3,...m μηχανές αντίστοιχα | Επίλυση παραδειγμάτων με χρήση του πίνακα |

3. Εφαρμογή(30') :Για την διαπίστωση της κατανόησης της διδακτικής ενότητας απο τους σπουδαστές κατα την διάρκεια της διδασκαλίας,υποβάλλονται στους σπουδαστές οι παρακάτω ερωτήσεις οι οποίες θα απαντηθούν στην αίθουσα με την βοήθεια του διδάσκοντα.

- Ποια συστήματα παραγωγής γνωρίζετε και ποια τα χαρακτηριστικά αυτών.
- Ποιοί οι σκοποί και στόχοι του χρονικού προγραμματισμού.
- Κριτήρια αξιολόγησης του χρονικού προγραμματισμού.
- Ποιός ο σκοπός της εύρεσης της βέλτιστης αλληλουχίας στην παραγωγική διαδικασία.

4. **Έλεγχος(30')** :Πρίν το πέρας της διδακτικής ώρας δίνεται στους σπουδαστές φύλλο ελέγχου,που αποτελείται απο έξι(6) ερωτήσεις σωστού-λάθους,δύο ερωτήσεις σύντομης απάντησης,δέκα(10) ερωτήσεις αντιστοίχισης,και μία άσκηση εύρεσης βέλτιστης αλληλουχίας επίλυσης γραφικά.
5. **Ανακεφαλαίωση(5')** :Τα κύρια σημεία της διδακτικής ενότητας που πρέπει να τονιστούν ώστε να αποσαφηνιστούν στους σπουδαστές είναι :
- Ποιοί οι σκοποί και στόχοι του χρονικού προγραμματισμού.
 - Ποιά είναι τα Κριτήρια αξιολόγησης του χρονικού προγραμματισμού.
 - Ποιός ο σκοπός της εύρεσης της βέλτιστης αλληλουχίας στην παραγωγική διαδικασία.
- Ακολουθεί μία σύντομη αναφορά όσων ειπώθηκαν,και δίνονται οι απαντήσεις του φύλλου ελέγχου,έτσι ώστε οι σπουδαστές να έχουν πλήρη εικόνα της απόδοσης τους.
6. **Ανάθεση εργασίας(5')** :Διανέμεται φύλλο ανάθεσης εργασίας,με τα κατάλληλα στοιχεία και οδηγίες.Συγκεκριμένα καλούνται να επιλύσουν ένα πρόβλημα γραφικά με τις μεθόδους που αναφέραμε κατα την παρουσίαση.Παράλληλα διανέμεται και φύλλο πληροφοριών για μια πύο ολοκληρωμένη μελέτη και εφαρμογή όσων διδάχτηκαν.

Παρατηρήσεις :

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ(εργαστηρίου)

Όνομα :Σακέλης Κωνσταντίνος

Ημερομηνία :

Θέμα :Πτυχιακή Εργασία

Ενότητα :Ευρεση βέλτιστης αλληλουχίας (Sequencing)

Τάξη :Ε' Τεχνολόγων Μηχανολόγων

Σκοποί :

Μετά το πέρας της διδακτικής ώρας οι σπουδαστές πρέπει να είναι σε θέση :

- Να επιλύουν προβλήματα n εργασιών σε $1,2,3,\dots,m$ μηχανές αντίστοιχα,εύρεσης της βέλτιστης αλληλουχίας με την εφαρμογή των προγραμμάτων WinQSB και Cambell σε διάστημα δεκαπέντε(15') λεπτών.

Βοηθήματα :

- Σημειώσεις Διδασκαλίας
- Δ.Π.Ψωινός,*Οργάνωση και Διοίκηση Εργοστασίων:Προγραμματισμός και Έλεγχος Παραγωγής*,Εκδόσεις ΖΗΤΗ.σελ.(69,70,77-96)

Υλικά & Εποπτικά μέσα διδασκαλίας :

- Ηλεκτρονικοί υπολογιστές (PC)
- Μέσα αποθήκευσης προγραμμάτων (CD, Δισκέτες)
- Πίνακας, μαρκαδόροι τριών (3) χρωμάτων, σπόγγος
- Φύλλα : Πράξης, ανάθεσης εργασίας, ελέγχου.

Πορεία μαθήματος

1. Προετοιμασία : (5') Με την έναρξη της διδακτικής ενότητας οι σπουδαστές προετοιμάζονται για το περιεχόμενο που θα διδαχθούν. Οι διαδικασία που θα ακολουθήσουμε κατά σειρά είναι η εξής :

- Αναγραφή του τίτλου της ενότητας "Ευρεση βέλτιστης αλληλουχίας" στον πίνακα, και των προγραμμάτων WinQSB και Cambell με σύντομη επεξήγηση.
- Η χρησιμότητα της εφαρμογής των προγραμμάτων WinQSB και Cambell στον επαγγελματικό τομέα.
- Σύντομη επεξήγηση και αναφορά των σκοπών της διδακτικής ενότητας.
- Εκκίνηση Ηλ. Υπολογιστών
- Έναρξη προγράμματος WinQSB, και μετά την ολοκλήρωση του έναρξη του προγράμματος Cambell με την χρήση CD, Δισκετών

2. Παρουσίαση : (40')

| ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΠΕΡΙΧΟΜΕΝΟΥ | ΜΕΘΟΔΟΣ / ΜΕΣΑ |
|---|--|
| A. Εφαρμογή του προγράμματος WinQSB, και επίλυση προβλημάτων n εργασιών σε 1,2,3,...m μηχανές. | Επίδειξη βήμα προς βήμα του προγράμματος με χρήση του πίνακα και ερωτοαπαντήσεις με τους σπουδαστές. |
| B. Εφαρμογή του προγράμματος Cambell, και επίλυση προβλημάτων n εργασιών σε 1,2,3,...m μηχανές. | Επίδειξη βήμα προς βήμα του προγράμματος με χρήση του πίνακα και ερωτοαπαντήσεις με τους σπουδαστές. |

3. Εφαρμογή :

Για την διαπίστωση της κατανόησης της διδακτικής ενότητας απο τους σπουδαστές κατα την διάρκεια της διδασκαλίας,αναγράφεται πρόβλημα στον πίνακα,και με την βοήθεια του διδάσκοντα εφαρμόζουν και τα δύο προγράμματα (WinQSB και Cambell)

4. Έλεγχος :(15') Πρίν το πέρας της διδακτικής ώρας δίνεται στους σπουδαστές φύλλο ελέγχου,που περιλαμβάνει ένα πρόβλημα εύρεσης βέλτιστης αλληλουχίας,το οποίο καλούνται οι σπουδαστές να επιλύσουν με τα προγράμματα WinQSB και Cambell.Σκοπός είναι η εξοικείωση των σπουδαστών με τα προγράμματα.

5. Ανακεφαλαίωση :(15')Αναφέρονται τα κύρια σημεία της διδακτικής ενότητας που πρέπει να τονιστούν ώστε να αποσαφηνιστούν στους σπουδαστές η εφαρμογή και εξοικείωση των προγραμμάτων που αναλύσαμε παραπάνω.Ακολουθεί μία σύντομη αναφορά όσων ειπώθηκαν,και δίνονται οι απαντήσεις του φύλλου ελέγχου,έτσι ώστε οι σπουδαστές να έχουν πλήρη εικόνα της απόδοσης τους.

6. Ανάθεση εργασίας :(5') Διανέμεται φύλλο ανάθεσης εργασίας,με τα κατάλληλα στοιχεία και οδηγίες.Συγκεκριμένα οι σπουδαστές καλούνται να επιλύσουν ένα πρόβλημα στον Ηλ.Υπολογιστή με τα με τα προγράμματα WinQSB και Cambell που αναλύσαμε κατα την παρουσίαση.Παράλληλα διανέμεται και φύλλο πληροφοριών για μια πιο ολοκληρωμένη μελέτη και εφαρμογή όσων διδάχτηκαν.

Παρατηρήσεις :

3.ΦΥΛΛΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

3.1.Εφαρμογές των φύλλων διδασκαλίας

3.1.1. Εννοιολογική προσέγγιση των φύλλων διδασκαλίας

Τα γραπτά στοιχεία που προετοιμάζονται απο τον εκπαιδευτικό με βασικό σκοπό την διευκόλυνση της διδασκαλίας και της μάθησης των σπουδαστών είναι τα φύλλα διδασκαλίας.Είναι δηλαδή ένα συμπλήρωμα βοηθήματος του διδακτικού βιβλίου,με σκοπό την μελέτη και άσκηση των σπουδαστών,συμπεραλαμβανωμένων και των διαφόρων τεχνικών,επαγγελματικών εντύπων,φυλλαδίων,κανονισμών κ.ο.κ.Συμπληρώνουν ουσιαστικά όλα τα άλλα διαθέσιμα ως προς το μάθημα βοηθήματα,επομένως η προετοιμασία τους γίνεται απο τον εκπαιδευτικό και επιβάλλεται στις περιπτώσεις που δέν υπάρχουν ή δεν κυκλοφορούν πλήρη βοηθήματα,που να ικανοποιούν τις διδακτικές ανάγκες του μαθήματος.

Με βάση το περιεχόμενο και το σκοπό που εξυπηρετούν,γίνεται η διάκριση των εξής τεσσάρων φύλλων διδασκαλίας :

- Φύλλα Πληροφοριών
- Φύλλα Πράξεων
- Φύλλα ελέγχου
- Φύλλα Ανάθεσης εργασιών
- Φύλλα Έργων

Η προετοιμασία και χρησιμοποίηση αυτών των ειδών διδασκαλίας εξετάζεται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους,και εφαρμόζονται στην ενότητα" Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας",σύμφωνα με τον σχεδιασμό του σχεδίου μαθήματος.

3.1.2..Στόχοι των φύλλων διδασκαλίας

Οι γενικοί στόχοι των φύλλων διδασκαλίας έχουν ως εξής :

- *Συμπλήρωση διδακτικών βοηθημάτων*

Η αναγκαιότητα των διδακτικών φύλλων είναι προκαθορισμένη,και μπορεί να αφορά το περιεχόμενο των διαθέσιμων βοηθημάτων ή την μεθοδολογία διατύπωσης μερικών θεμάτων στα διαθέσιμα βοηθήματα.

- *Καθοδήγηση και εφαρμογές*

Κατά την άσκηση των σπουδαστών στις διάφορες εφαρμογές,δημιουργούνται σε αυτούς απορίες ως προς τους χειρισμούς που θα κάνουν,και την πορεία που θα ακολουθήσουν.Με την εφαρμογή των φύλλων διδασκαλίας αποφεύγεται η διακοπή της άσκησης, ή συνέχιση της με λανθασμένο τρόπο,και παράλληλα περιορίζεται στο ελάχιστο η ανάγκη της συνεχούς καθοδήγησης απο τον εκπαιδευτικό.

- *Ανάπτυξη πρωτοβουλίας κατά την εργασία*

Η ανάπτυξη των σπουδαστών σωστής επαγγελματικής συμπεριφοράς,και της δυνατότητας που τους δίνεται να αναλαμβάνουν κατάλληλες πρωτοβουλίες μιας εργασίας θεωρείται σημαντικός στόχος της επαγγελματικής εκπαίδευσης.Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός πρέπει τα φύλλα διδασκαλίας να είναι αφενώς τόσο αναλυτικά όσο χρειάζεται και αφετέρου τόσο συνοπτικά όσο μπορούν να κατανοηθούν,χωρίς να δίνονται έτοιμα στοιχεία.

- *Εξατομίκευση διδασκαλίας*

Η εξατομίκευση της διδασκαλίας επιτυγχάνεται με την χρήση των φύλλων διδασκαλίας,χωρίς την αύξηση του χρόνου της διδακτικής απασχόλησης του εκπαιδευτικού,και μπορεί να αφορά είτε τους μέτριους σπουδαστές με κατάλληλη χορήγηση φύλλων για την κάλυψη κενών που υπάρχουν,ή σε ικανότερους σπουδαστές για την καλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους.

- *Αξιολόγηση των σπουδαστών και της διδασκαλίας*

Τα φύλλα διδασκαλίας,κυρίως όμως τα φύλλα ανάθεσης εργασιών και τα φύλλα έργων,βοηθούν στην αποσαφήνιση των δεδομένων και ζητούμενων,που είναι όμοια για όλους τους σπουδαστές.Επομένως η αξιολόγηση είναι αντικειμενική ,μιάς και βασίζεται σε κοινά στοιχεία για όλους.Όταν δίδονται τα ίδια φύλλα ανάθεσης εργασιών και έργων σε διαδοχικά έτη,γίνονται παράλληλα και παρατηρήσεις για την αξιολόγηση της διδασκαλίας,με κατάλληλη σύγκριση αποτελεσμάτων αξιολογήσεως των σπουδαστών.

- *Χρησιμοποίηση μετά την αποφοίτηση*

Η επανειλημμένη χρήση των φύλλων διδασκαλίας,εξοικειώνει τους σπουδαστές με τη δομή και το περιεχόμενο τους,αλλά και την εφαρμογή των αντίστοιχων γνώσεων και δεξιοτήτων στο επάγγελμα.

- *Διερεύνηση περιεχομένου του μαθήματος*

Με τα φύλλα διδασκαλίας μπορεί να προστεθούν στοιχεία του περιεχομένου,που δέν αναφέρονται στη διάρκεια της διδασκαλίας,είτε απο έλλειψη μέσων, ή γιατί θεωρούνται πολύ εξειδικευμένα σε σχέση με τους σκοπούς του μαθήματος.Σημπληρώνεται δηλαδή το περιεχόμενο της διδασκαλίας στην τάξη,με την εμβάθυνση ορισμένων ειδικών θεμάτων.

3.1.3.Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα φύλλων διδασκαλίας

Η αξιοποίηση του διδακτικού χρόνου για την αποτελεσματικότερη επίτευξη των αντικειμενικών σκοπών,είναι ένα βασικό πλεονέκτημα των φύλλων διδασκαλίας.Εξάλλου ως προς τους σπουδαστές το πλεονέκτημα είναι φανερό,αφού τα φύλλα είναι γραμμένα για τις δικές τους ανάγκες.Και για τον ίδιο τον εκπαιδευτικό είναι πλεονέκτημα η διευκόλυνση της διδασκαλίας του,που φύσικά πρέπει να διαθέτει πρόσθετο χρόνο για να καταβάλει πρόσθετη προσπάθεια.Με την συχνά επαναλαμβανόμενη και μακροχρόνια χρήση των φύλλων γίνεται απόσβεση του πρόσθετου χρόνου.Η καθιέρωση απο τον εκπαιδευτικό μιας τυποποιημένης μορφής φύλλων διδασκαλίας,καθιστά την συμπλήρωση τους ευκολότερη,και παράλληλα η τυποποιημένη αυτή μορφή διευκολύνει και τους σπουδαστές κατα την χρησιμοποίησή τους.

Για την εξυπηρέτηση των στόχων των φύλλων διδασκαλίας,είναι αναγκαίο κατά την προετοιμασία και χρήση τους να αποφεύγονται ορισμένα μειονεκτήματα.Τα κυριότερα απο αυτά αναφέρονται παρακάτω :

- Τα φύλλα διδασκαλίας που αναπαράγονται στα εκπαιδευτικά ιδρύματα μειονεκτούν ως προς την εμφάνιση ,σε σχέση με τα έντυπα βοηθήματα του εμπορίου.
- Η θεώρηση κάποιων εκπαιδευτικών,ότι μια πλήρης σειρά φύλλων διδασκαλίας υποκαθιστά την ίδια την διδασκαλία και δεν δίδεται η απαιτούμενη σημασία κατά την παρουσίαση των διαφόρων ενοτήτων στην τάξη.
- Η αφομοίωση του περιεχόμενου των φύλλων διδασκαλίας σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα των σπουδαστών για διάβασμα και ειδικότερα με την ικανότητα τους να κατανοούν πλήρως την διατύπωση των φύλλων διδασκαλίας.
- Κάποιοι σπουδαστές ίσως δεν αφιερώνουν τον απαιτούμενο χρόνο για να μελετήσουν συστηματικά κάθε φύλλο διδασκαλίας,ή δεν ασχολούνται καθόλου με τη μελέτη του,ή διαβάζεται επιπόλαια απο αυτούς,χωρίς να κατανοούνται όλα τα στοιχεία,με αποτέλεσμα την εμφάνιση κενών με την πάροδο του χρόνου.

3.1.4.Υποδείξεις σύνταξης φύλλων διδασκαλίας

Για την καλύτερη αξιοποίηση των φύλλων διδασκαλίας απο ένα εκπαιδευτικό,είναι σκόπιμο να γίνονται οι παρακάτω υποδείξεις :

- Ο σχεδιασμός της δομής κάθε φύλλου παίζει σημαντικό ρόλο, γιατί απαιτείται ο καθορισμός σε διαγραμματική μορφή όλων των κύριων σημείων που συμπεριλαμβάνονται

στο περιεχόμενο κάθε τμήματος του.

- Η διατύπωση πρέπει να γίνεται με σαφήνεια, απλότητα και συντομία και κατά προτίμηση με πλήρεις προτάσεις, ώστε να μην δημιουργούνται παρανοήσεις.
- Η χρήση ορθογραφικού λεξικού της νεοελληνικής γλώσσας είναι απαραίτητη για κάθε απορία ως προς την ορθογραφία των λέξεων.
- Σε κάθε φύλλο πρέπει να αναφέρονται μόνο βασικά και ουσιαστικά θέματα, με κύριο κριτήριο τις επαγγελματικές ανάγκες.
- Κατά τη χρησιμοποίηση των διαφόρων βοηθημάτων δεν πρέπει να γίνεται πιστή αντιγραφή, για να μην υπάρξει θέμα καταπάτησης συγγραφικών και εκδοτικών δικαιωμάτων, αλλά και για λόγους αυτοσεβασμού του εκπαιδευτικού.
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από κάποιον γνώστη του αντικειμένου που έχει την ικανότητα να αντιλαμβάνεται τους σκοπούς των φύλλων, να εκφράσει αντικειμενικά τις κρίσεις του, και να ληφθούν υπόψη στη τελική διαμόρφωση.
- Η έκταση κάθε φύλλου έχει άμεση σχέση με το σκοπό και το περιεχόμενο του, και η διατύπωση πρέπει να γίνεται με τη μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα νοημάτων, σύμφωνα με τις δυνατότητες και το επίπεδο των σπουδαστών. Ωστόσο πρέπει να έχει τον κατά τον δυνατόν μικρότερο αριθμό σελίδων, καλύπτοντας ταυτόχρονα όλα τα κύρια σημεία του θέματος.
- Η χρησιμοποίηση τυποποιημένης μορφής για τη δομή κάθε φύλλου, ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετεί, διευκολύνει το συμπλήρωμα των φύλλων διδασκαλίας.

3.2.Φύλλα πληροφοριών

3.2.1.Ειδικές χρήσεις των φύλλων πληροφοριών

Η διανομή των φύλλων πληροφοριών στους σπουδαστές είναι απαραίτητη, λόγω της μεγάλης ποικιλίας διδακτικών αναγκών, επομένως η εφαρμογή τους μπορεί να ταυτίζεται με τις εξής περιπτώσεις :

- Η έλλειψη των εκπαιδευτικών βιβλίων ως προς το περιεχόμενο, είτε λόγω μεταγενέστερων τεχνολογικών και επαγγελματικών εξελίξεων, είτε σε ελλείψεις που παρουσιάζονται εξ αρχής στο μάθημα, τα καθιστά σημαντικά βοηθήματα ως προς την συμπλήρωση του μαθήματος.
- Η συγκέντρωση στοιχείων σε περιπτώσεις που βρίσκονται διάσπαρτα στα εκπαιδευτικά βιβλία, καθιστά αναγκαία την διανομή φύλλων που θα πρέπει να περιέχει όλα τα βασικά

σημεία της ενότητας.

- Για την ενημέρωση των σπουδαστών ως προς το περιεχόμενο ενός ολόκληρου μαθήματος,ή μιας ενότητας,τα φύλλα πληροφοριών συμβάλλουν στη σωστή προετοιμασία των σπουδαστών.
- Η διεύρυνση του διδακτικού περιεχομένου με τη χρήση φύλλων πληροφοριών εξειδικευμένων θεμάτων,βοηθάει τους σπουδαστές για περαιτέρω γνώσεις.

3.2.2. Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου πληροφοριών

Η προετοιμασία και συμπλήρωση του φύλλου πληροφοριών γίνεται προοδευτικά σε κάθε τμήμα του,σύμφωνα με τις παρακάτω υποδείξεις :

- *Όνομα και τμήμα εκπαιδευτικού ιδρύματος* : Αναγράφεται το επίσημο όνομα του ιδρύματος και του τμήματος,όπως είναι στην επίσημη σφραγίδα του ιδρύματος,ή όπως είναι γραμμένο στην προμετωπίδα των αποστελλόμενων εγγράφων.
- *Διεύθυνση εκπαιδευτικού ιδρύματος* : Αναγράφεται η επίσημη ταχυδρομική διεύθυνση του εκπαιδευτικού ιδρύματος (οδός - αριθμός – πόλη).
- *Τίτλος μαθήματος* : Αναγράφεται ο τίτλος του μαθήματος όπως φαίνεται στο ωρολόγιο και αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος.
- *Τίτλος ενότητας πληροφοριών* : Αναγράφεται ο τίτλος της αντίστοιχης ενότητας του μαθήματος.
- *Αριθμός φύλλου πληροφοριών* : Αναγράφεται ο αριθμός του φύλλου πληροφοριών με κωδικοποιημένη αρίθμηση με σκοπό την εύκολη διάκριση και ταξινόμηση τους.Η αρίθμηση δεν γίνεται με την σειρά διανομής των φύλλων αλλά με ένα τρόπο ως προς την διευκόλυνση του εκπαιδευτικού.
- *Σκοποί* : Αναγράφονται οι αντικειμενικοί σκοποί του φύλλου,που είναι ίδιοι ή παράλληλοι με τους αντικειμενικούς της αντίστοιχης ενότητας πληροφοριών.Οι αντικειμενικοί σκοποί πρέπει να συγκεκριμενοποιούν την μάθηση που επέρχεται απο την μελέτη του φύλλου.Επειδή το φύλλο απευθύνεται σε σπουδαστές,χρησιμοποιείται δεύτερο πρόσωπο.Σε περίπτωση που οι σκοποί είναι περισσότεροι στο ίδιο φύλλο,γράφεται ο καθένας σε διαφορετική παράγραφο.
- *Εισαγωγικές πληροφορίες* : Αναγράφονται οι πληροφορίες που σκοπό έχουν την κατάλληλη προετοιμασία του σπουδαστή και να διεγείρουν το ενδιαφέρον του για την μελέτη του.Συγκεκριμένα αναγράφονται,αφ' ενός οι χαρακτηριστικές περιπτώσεις επαγγελματικών

εφαρμογών που συμπεριλαμβάνονται στο αντίστοιχο φύλλο, και αφ' ετέρου οι γνώσεις που προαπαιτούνται για την κατανόηση του περιεχομένου του φύλλου, με υπόδειξη αναδρομών που πρέπει να γίνουν σε προηγούμενα φύλλα ή στο εκπαιδευτικό βιβλίο για την κάλυψη τυχόν κενών που μπορεί να υπάρχουν.

- *Βοηθήματα* : Αναγράφονται οι πηγές που έχουν χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό για την συλλογή και την συγκρότηση του περιεχομένου του φύλλου. Σε περίπτωση που οι πηγές που έχει χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός είναι πολλές, στο φύλλο αναγράφονται οι πιο σημαντικές και προσιτές προς τους μαθητές. Η παραπομπή των βοηθημάτων πρέπει να είναι πλήρης, πρέπει να δίνονται το όνομα του συγγραφέα, ο τίτλος του βοηθήματος, και βέβαια οι σελίδες που πρέπει να ανατρέξει ο σπουδαστής. Και ως συμπληρωματικά στοιχεία των συγγραμμάτων αναγράφονται ο εκδότης, η χρονολογία και ο τόπος έκδοσης.
- *Περιεχόμενο* : Το κυρίως τμήμα του φύλλου πληροφοριών είναι το περιεχόμενο, τόσο από πλευράς σημασίας, όσο και από πλευράς έκτασης που καταλαμβάνει. Το περιεχόμενο του φύλλου πληροφοριών πρέπει να ανταποκρίνεται στο περιεχόμενο της διδασκαλίας της αντίστοιχης ενότητας, και να είναι σύμφωνο με τους σκοπούς, που αναγράφονται στην αρχή του φύλλου.

3.2.3. Υπόδειγμα φύλλου πληροφοριών

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα υπόδειγμα φύλλου πληροφοριών, σύμφωνα με τα στοιχεία συμπλήρωσης που αναφέρθηκαν παραπάνω.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :

ΤΜΗΜΑ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :

ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΟΤΗΤΑ :

ΦΥΛΛΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

ΣΚΟΠΟΙ:

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ :

ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ :

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ :

3.2.4.Αξιοποίηση φύλλου πληροφοριών

Τα φύλλα πληροφοριών αποτελούν σημαντικό βοήθημα ως πηγή μελέτης για τη συμπλήρωση των γνώσεων των σπουδαστών,στην περίπτωση που δεν αντιστοιχεί επίσημο βοήθημα.Καλύπτουν επομένως με τον τρόπο αυτό,έχοντας γραφτεί αναλυτικά,όλο το περιεχόμενο του μαθήματος.Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι τα φύλλα πληροφοριών αντικαθιστούν το εκπαιδευτικό εγχειρίδιο,και όχι τον εκπαιδευτικό και την διδασκαλία του.

Η κατανομή του απαιτούμενου χρόνου για την σύντομη επεξήγηση του εκπαιδευτικού στους σπουδαστές, για το ποιό είναι το περιεχόμενο κάθε φύλλου και πώς πρέπει να χρησιμοποιηθεί με τα υπόλοιπα βοηθητικά φύλλα,παίζει σημαντικό ρόλο στην εξοικείωση των σπουδαστών με την μελέτη τους.

Για την εμφανή αναγκαιότητα των φύλλων πληροφοριών είναι σκόπιμο κατα την αξιολόγηση να γίνονται τακτικά ερωτήσεις που να αναφέρονται στα φύλλα αυτά.Άλλωστε απο τις υποβολές των ερωτήσεων των σπουδαστών,συμβαίνει οι απαντήσεις να βρίσκονται στα φύλλα πληροφοριών,οπότε η παράπομπη του εκπαιδευτικού σε αυτά είναι αναγκαία.Γενικά η εξοικείωση των σπουδαστών με τα φύλλα πληροφοριών και την αναγνώριση βοήθειας που τους παρέχουν,είναι βασική προϋπόθεση της αξιοποίησης των πλεονεκτημάτων τους.

3.2.5.Εφαρμογή του φύλλου πράξης στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.)

Παρακάτω παρουσιάζεται η εφαρμογή του φύλλου πληροφοριών με αναλυτικό τρόπο

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΕΝΟΤΗΤΑ :ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ (Sequencing)

ΦΥΛΛΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

ΣΚΟΠΟΙ:

Μετά την διδασκαλία της ενότητας, και την μελέτη αυτού του φύλλου θα είστε ικανοί :

1. Να διακρίνετε τους τύπους των συστημάτων παραγωγής.
2. Να περιγράφετε τα βασικά χαρακτηριστικά του προβλήματος στον χρονικό προγραμματισμό .
3. Να κατανοήσετε τους σκοπούς,τις λειτουργίες,τα κριτήρια,και τους στόχους του προβλήματος του χρονικού προγραμματισμού σε ένα σύστημα.
4. Να επιλύετε προβλήματα προγραμματισμού εκτέλεσης:
 - n εργασιών σε 1 μηχανή
 - n εργασιών σε 2 μηχανές
 - n εργασιών σε 3 μηχανές
 - n εργασιών σε m μηχανές

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ :

Σε προηγούμενη ενότητα,αποσαφηνίστηκε ότι στην παραγωγική διαδικασία σε περιβάλλον Job shop,υπάρχουν περιπτώσεις όπου υποχρεωτικά εξαιτίας τεχνολογικών περιορισμών πρέπει να γίνει η κατανομή των εργασιών στα μέσα παραγωγής με στόχο την βελτίωση ενός κριτηρίου (π.χ. ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους ή ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου εκτελέσεως των εργασιών,κλπ.).

Το πρόβλημα της κατανομής εργασιών το διατυπώσαμε ως εξής:Δίνονται n μηχανές και n εργασίες,καθώς επίσης και η αποτελεσματικότητα κάθε μηχανής για κάθε εργασία,δηλαδή δίνεται μια μήτρα με n^2 στοιχεία και ζητείται να γίνει κατανομή των εργασιών στις μηχανές, ή και αντίστροφα,έτσι που να βελτιστοποιείται η συνολική αποτελεσματικότητα.Είναι προφανές λοιπόν,ότι για την επίλυση τέτοιου προβλήματος,αναζητήσαμε μια μέθοδο(αλγόριθμο) με στόχο

την βέλτιστη λύση σε πεπερασμένο αριθμό βημάτων και σε λογικό χρόνο. Έχοντας αναλύσει προβλήματα όπου ο αριθμός των εργασιών ισούται με τον αριθμό μηχανών, σε αυτή την ενότητα θα επιλύσουμε προβλήματα με βασικό κριτήριο επιλογής την ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου, και στόχο την βέλτιστη αλληλουχία για n εργασίες σε $1, 2, 3, \dots, m$ μηχανές αντίστοιχα.

ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ :

1. Σημειώσεις Διδασκαλίας
2. Δ.Π.Ψωινός, *Οργάνωση και Διοίκηση Εργοστασίων: Προγραμματισμός και Έλεγχος Παραγωγής*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ.σελ.(69,70,77-96)
3. Παππής Κ., *Προγραμματισμός Παραγωγής: Προγραμματισμός Παραγωγής και Έλεγχος*, Εκδόσεις Σταμούλη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ :

Τα συστήματα παραγωγής μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τον τύπο της παραγωγικής διαδικασίας ως εξής:

- Συστήματα συνεχούς ροής (flow shop)

Η παραγωγή εξειδικεύεται σε ένα περιορισμένο αριθμό τυποποιημένων προϊόντων, που παράγονται σε αντίστοιχες γραμμές παραγωγής και προορίζονται για ευρεία κατανάλωση. Στα συστήματα αυτά η ροή του προϊόντος σε κάθε γραμμή είναι η ίδια για κάθε κομμάτι. Ο παραγωγικός εξοπλισμός οργανώνεται χωροταξικά σε γραμμική διάταξη και είναι ειδικής χρήσης, με μεγάλο βαθμό αυτοματοποίησης. Στην κατηγορία αυτή ανήκει και η περίπτωση όπου το σύστημα συμπεριφέρεται σαν μία μηχανή, όπου οι εισροές μετασχηματίζονται σε ένα ή περισσότερα προϊόντα (π.χ. μία μονάδα παραγωγής τσιμέντου ή σε ένα διυλιστήριο)

- Συστήματα παραγωγής κατα παραγγελία (job shop)

Η παραγωγή βασίζεται στην μεγάλη ποικιλία προϊόντων σε μικρές ποσότητες με προδιαγραφές που ορίζονται από τον πελάτη, ο οποίος αναθέτει στο σύστημα την παραγωγή ενός αριθμού ιδίων προϊόντων (παραγγελία ή εργασία). Η ροή του προϊόντος στα συστήματα αυτά είναι διαφορετική για κάθε παραγγελία (παρτίδα παραγωγής). Η χωροταξική διάταξη είναι λειτουργική, δηλαδή ο παραγωγικός εξοπλισμός, που είναι γενικής χρήσης με γενικά περιορισμένο βαθμό αυτοματοποίησης, διατάσσεται σε ομάδες παραγωγικών μονάδων που εκτελούν την ίδια λειτουργία (π.χ. χωριστά οι τόρνοι, χωριστά οι πρέσες κ.ο.κ.).

- Συστήματα κατασκευής έργων (projects)

Η παράγωγή βασίζεται σε ένα προϊόν μεγάλου μεγέθους και αξίας (π.χ. κατασκευή πλοίου ή αεροσκάφους, κτιρίου κ.ο.κ.). Στα συστήματα αυτά ο παραγωγικός εξοπλισμός, που χαρακτηρίζεται

απο μικρό βαθμό αυτοματοποίησης, διατάσσεται γύρω απο το προϊόν.

Χαρακτηριστικά χρονικού προγραμματισμού

- 1) Εργασίες που πρέπει να περατωθούν (παραγωγή αγαθών,δρομολόγηση μεταφορών,εξαγωγή χρονοδιαγραμμάτων κ.τ.λ.)
- 2) Πόροι που απαιτούνται για την εκτέλεση των εργασιών (μηχανές,άνθρωποι,πρώτες ύλες).
- 3)Κανόνεςκαιπεριορισμοί,πουανταποκρίνονταισεφυσικά,παραγωγικά,οργανωτικά,λειτουργικά κ.α.χαρακτηριστικά του προβλήματος και ορίζουν τον τρόπο παραγωγής των εργασιών.Διακρίνονται σε ισχυρούς και ασθενείς .
- 4)Κριτήρια που επιτρέπουν την αξιολόγηση κάθε προτεινόμενης λύσης.

Σκοποί χρονικού προγραμματισμού

Σε ένα σύστημα,οπρογραμματισμός της γραμμής παραγωγής επηρεάζει άμεσα τη ροή των οικονομικών εισροών στο σύστημα (work flow=cash flow).Ο σωστός χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την αύξηση των οικονομικών εισροών στο σύστημα.Σε γενικές γραμμές οι αντικειμενικοί σκοποί του χρονικού προγραμματισμού της παραγωγής είναι:

- η αποτελεσματική χρήση μηχανών-προσωπικού και
- η ελαχιστοποίηση του χρόνου αναμονής πελατών,αποθήκευσης και χρόνου εκτέλεσης.

Λειτουργίες χρονικού προγραμματισμού

Έστω ένα σύστημα παραγωγής στο οποίο θα εφαρμοστεί χρονικός προγραμματισμός για τις διάφορες διεργασίες (εργασίες) και πόρους (μηχανές) που περικλύει.Οι λειτουργίες που πρέπει να εκτελεστούν για την εφαρμογή του προγραμματισμού μπορούν να συνοψισθούν παρακάτω:

- Ανάθεση παραγγελιών,εξοπλισμού των ανθρωπίνων πόρων,στο κέντρο εργασίας,το οποίο θα είναι υπεύθυνο για την εκτέλεση των εργασιών.
- Καθορισμός της σειράς εκτέλεσης των εργασιών (βέλτιστη αλληλουχία-δρομολόγηση-sequencing) καταρτίζοντας τις προτεραιότητες για τις εργασίες στο σύστημα.
- Εκκίνηση της εκτέλεσης των προγραμματισμένων εργασιών (dispatching).
- Έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας(shop-floor control),η οποία περιλαμβάνει:
 1. Ανάλυση της κατάστασης και έλεγχος της εξέλιξης των εργασιών κατα την διάρκεια που αυτές εκτελούνται.
 2. Επίσπευση καθυστερημένων και κρίσιμων εργασιών.

Στόχοι χρονικού προγραμματισμού

- Σεβασμός προθεσμιών για τις ημερομηνίες παράδοσης (Due Date-*di*) .

- Ελαχιστοποίηση του χρόνου υλοποίησης προγράμματος(Makespan- C_{max}).
- Ελαχιστοποίηση του χρόνου ή κόστους ρύθμισης του εξοπλισμού (Setup Time).
- Ελαχιστοποίηση των εκκρεμούντων διεργασιών στο σύστημα.
- Μεγιστοποίηση χρησιμοποίησης εξοπλισμού ή ανθρώπινου δυναμικού (Machine Utilization-Idle Time).

Κριτήρια αξιολόγησης χρονικού προγραμματισμού

- P_i : Διάρκεια εκτέλεσης της εργασίας (Processing time)
- C_i : Χρόνος ολοκλήρωσης (Completion Time-makespan)-Ο χρόνος στον οποίο μια συγκεκριμένη εργασία ολοκληρώνει την επεξεργασία της.
- r_i : Χρόνος άφιξης της εργασίας στο σύστημα (Ready Time)
- $F_i = C_i - r_i$: Χρόνος ροής (Flowtime)-Το χρονικό διάστημα που μία συγκεκριμένη εργασία βρίσκεται στο σύστημα παραγωγής.
- $L_i = C_i - d_i$: Καθυστέρηση (Lateness)-Ο χρόνος (θετικός ή αρνητικός) κατα τον οποίο ο χρόνος ολοκλήρωσης διαφέρει απο την ημερομηνία παράδοσης (Due Date).
- $T_i = \max\{L_i, 0\}$:Χρόνος βραδύτερης περάτωσης (Tardiness)-Η καθυστέρηση μίας εργασίας εάν αυτή είναι θετική.Αν η καθυστέρηση δεν είναι θετική,ο χρόνος βραδύτερης περάτωσης είναι μηδέν.
- $E_i = \max\{-L_i, 0\}$: Χρόνος νωρίτερης περάτωσης (Earliness)-Είναι το αντίστροφο της καθυστέρησης μίας εργασίας,εάν αυτή είναι αρνητική.Εάν η καθυστέρηση είναι θετική,ο χρόνος νωρίτερης περάτωσης είναι μηδέν.
- N = Πλήθος των εργασιών που καθυστέρησαν

Προγραμματισμός εκτέλεσης εργασιών-Βέλτιστη αλληλουχία(sequencing)

Θεωρητικά,μπορούμε πάντοτε να βρούμε την βέλτιστη αλληλουχία,υπολογίζοντας το συνολικό χρόνο εκτελέσεως των εργασιών για κάθε δυνατή αλληλουχία εκτελέσεως τους,και επιλέγοντας εκείνη που εξασφαλίζει το μικρότερο συνολικό χρόνο.Πρακτικά όμως ,επειδή ο αριθμός των δυνατών αλληλουχιών είναι συχνά πολύ μεγάλος,ο τρόπος αυτός είναι ανέφικτος,ακόμα και για απλές σχετικά περιπτώσεις.Για παράδειγμα σε 6 διαφορετικά προϊόντα που το καθ' ένα τους πρέπει να υποστεί κάποια κατεργασία σε καθε μία απο 5 πέντε μηχανές,διαμορφώνονται $(6!)^5 = 1,9 \cdot 10^{14}$ δυνατές αλληλουχίες εκτελέσεως.Όπου πρέπει να απαριθμηστούν όλες,και να υπολογίσουμε το συνολικό χρόνο που διαμορφώνει η κάθε μία τους,για να επιλέξουμε εκείνη που αντιστοιχεί στον ελάχιστο χρόνο.Κάθε προϊόν περνά απο κάθε μηχανή μία και μόνο φορά,και η σειρά κατεργασιών είναι ίδια για όλα τα προϊόντα.Αν υπάρχει προϊόν που δεν χρειάζεται κατεργασία απο μία μηχανή,τότε θεωρούμε μια φανταστική εργασία διάρκειας 0.Στην συνέχεια διατυπώνουμε δύο

ιδιότητες των ομαλών προβλημάτων προγραμματισμού καταστημάτων ροής.

- Ιδιότητα Α: Η βέλτιστη ακολουθία εκτέλεσης εργασιών στην πρώτη μηχανή είναι η ίδια με την βέλτιστη ακολουθία για την δεύτερη μηχανή.
- Ιδιότητα Β : Η βέλτιστη ακολουθία για την τελευταία μηχανή m είναι η ίδια με την βέλτιστη ακολουθία για την προτελευταία μηχανή $(m-1)$.

Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 1 μηχανή

Όποια σειρά και να επιλέξουμε η μηχανή θα έχει τον ίδιο συνολικό χρόνο απασχόλησης και όλες οι εργασίες θα τελειώσουν στον ίδιο χρόνο. Εξαιτίας της σειράς, διαφέρει ο χρόνος ολοκλήρωσης που τελειώνει η κάθε μία εργασία. Εμείς θα δεχόμαστε ότι κάθε φορά προηγείται η εργασία που έχει τον μικρότερο χρόνο απασχόλησης της μηχανής. Η απόδειξη της αποδοχής αυτής αναφέρεται αναλυτικά στις Σημειώσεις Διδασκαλίας. Αν δηλαδή :

$$P_a \leq P_b \dots \leq P_n$$

Όπου a, b, \dots, n οι εργασίες και P ο χρόνος εκτέλεσης κάθε εργασίας. Τότε η βέλτιστη αλληλουχία είναι :

$$F^* = (a, b, \dots, n)$$

Παράδειγμα 1

Δίνεται το παρακάτω πρόβλημα προγραμματισμού $n = 5$ εργασιών σε μία μηχανή :

| Εργασία (i) | p_i | d_i |
|-------------|-------|-------|
| 1 | 5 | 15 |
| 2 | 14 | 50 |
| 3 | 10 | 20 |
| 4 | 21 | 25 |
| 5 | 7 | 30 |

1. Να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία που ελαχιστοποιεί τον μέσο χρόνο εκτέλεσης των εργασιών.
2. Να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία που ελαχιστοποιεί την μέγιστη καθυστέρηση.

Απαντήσεις:

1. Η κατάταξη των εργασιών κατά αύξοντα χρόνο κατεργασίας, ελαχιστοποιεί τον μέσο χρόνο εκτέλεσης. Έπομένως η βέλτιστη αλληλουχία είναι **(1,5,3,2,4)**.
2. Η κατάταξη των εργασιών κατά αύξουσα ημερομηνία οφειλής ελαχιστοποιεί την μέγιστη καθυστέρηση. Έπομένως η βέλτιστη αλληλουχία είναι **(1,3,4,5,2)**.

Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 2 μηχανές

Θεωρούμε n εργασίες(προϊόντα) που πρέπει να εκτελεστούν σε 2 μηχανές.Η διάρκεια κατεργασίας του προϊόντος i στη μηχανή j είναι P_{ij} .Λόγω της ιδιότητας 1,το βέλτιστο πρόγραμμα είναι κοινό και για τις 2 μηχανές,και δίδεται με την βοήθεια του αλγόριθμου Johnson ως εξής :

Βήμα 1 :Το σύνολο των προϊόντων χωρίζεται σε δύο διατεταγμένα A και B .Το σύνολο A περιλαμβάνει τα προϊόντα i με $P_{i1} \leq P_{i2}$,ενώ το υποσύνολο B περιλαμβάνει τα προϊόντα i με $P_{i1} > P_{i2}$.

Βήμα 2 :Το A διατάσσεται κατα $SPT P_{i1}$,και το B κατα $LPT P_{i2}$.Εάν η μικρότερη τιμή βρίσκεται στο σύνολο A τότε η αντίστοιχη εργασία τοποθετείται πρώτη στη σειρά εκτέλεσης.Αντίθετα εάν βρίσκεται στο τέλος τοποθετείται στο τέλος.

Όπου SPT =Shortest processing time και LPT =Longest processing time.

Βήμα 3 :Εκτελείται πρώτα το σύνολο A (Μηχανή A)και έπειτα το σύνολο B (Μηχανή B),εώς ότου ολοκληρωθούν όλες οι εργασίες.

Παράδειγμα 2

Σε μια παραγωγική διαδικασία υπάρχουν δύο μηχανές A,B και πρέπει να εκτελεστούν σ'αυτές διαδοχικά 5 εργασίες.Κάθε εργασία απασχολεί τις μηχανές που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.Ζητείται να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία εκτέλεσης των εργασιών.

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|----------|----------|
| 1 | 6 | 3 |
| 2 | 2 | 7 |
| 3 | 10 | 8 |
| 4 | 4 | 2 |
| 5 | 11 | 5 |

Για την επίλυση του προβλήματος θα ακολουθήσουμε τα βήματα που αναφέραμε παραπάνω.

Έχοντας ελέγξει τις τιμές,επιλέγουμε την μικρότερη,και την τοποθετούμε στην αρχή αν ανήκει στην μηχανή A ,ή στο τέλος αν ανήκει στην μηχανή B μέχρι να ολοκληρωθούν όλες διαγράφοντας τις.

Επομένως έχουμε ως εξής :

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|--------------|--------------|
| 1 | 6 | 3 |
| 2 | 2 | 7 |
| 3 | 10 | 8 |
| 4 | 4 | 2 |
| 5 | 11 | 5 |

Μικρότερη τιμή για την μηχανή A

Μικρότερη τιμή για την μηχανή B

Οι μικρότερες τιμές είναι αυτές όπως φαίνονται και στα υπομνήματα για κάθε μηχανή. Επειδή ο χρόνος είναι ίδιος (2) και στις δύο μηχανές, επιλέγουμε κατ'εκτίμηση μία από τις δύο. Θα επιλέξουμε την εργασία (2) από την μηχανή Α σαν πρώτη, και την εργασία (4) στο τέλος προτεραιότητας που δίνουμε από την μηχανή Β. Έτσι έχουμε : (2, ~~3~~, ~~1~~, 4)

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|--------------|--------------|
| 1 | 6 | 3 |
| 2 | 2 | 7 |
| 3 | 10 | 8 |
| 4 | 4 | 2 |
| 5 | 11 | 5 |

Η αμέσως επόμενη μεγαλύτερη τιμή είναι το 3, και επειδή ανήκει στην μηχανή Β τοποθετείται προτελευταία. Έτσι έχουμε : (2, ~~3~~, 1, 4)

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|---------------|--------------|
| 1 | 6 | 3 |
| 2 | 2 | 7 |
| 3 | 10 | 8 |
| 4 | 4 | 2 |
| 5 | 11 | 5 |

Όμοια έχουμε την εργασία (5) στην τρίτη από το τέλος θέση, και στην δεύτερη θέση τοποθετείται η εργασία (3).

Επομένως η βέλτιστη αλληλουχία εκτέλεσης των εργασιών είναι : 2 , 3 , 5 , 1 , 4

Και ο συνολικός χρόνος που θα χρειαστεί για να πραγματοποιηθούν οι εργασίες δίδεται από τον παρακάτω πίνακα :

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|----------|----------|
| 2 | 0—2 | 2—9 |
| 3 | 2—12 | 12—20 |
| 5 | 12—23 | 23—28 |
| 1 | 23—29 | 29—32 |
| 4 | 29—33 | 33—35 |

Όπου (0-2) διότι η διαδικασία αρχίζει με μηδενικό χρόνο έως ότου ολοκληρώσει τον χρόνο της η εργασία (2) που είναι 2. Η εργασία (3) ως επόμενη είναι (2-12) όπου $12=2+10$. Η επόμενη εργασία είναι η (5) και είναι (12-23) όπου $23=12+11$. Σειρά έχει η εργασία (1) και είναι (23-29) όπου $29=23+6$. Τελευταία για την μηχανή A είναι η εργασία (4) με χρόνο (29-33) όπου $33=29+4$. Αντίστοιχα βρίσκουμε τις τιμές (χρόνους) για την μηχανή B, όπου η δεύτερη στήλη της μηχανής A παραμένει ίδια με την πρώτη στήλη της μηχανής B, και προσθέτοντας τις αντίστοιχες τιμές του αρχικού πίνακα της μηχανής B, ο συνολικός χρόνος διαμορφώνεται όπως παραπάνω με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.

Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 3 μηχανές

Το πρόβλημα μας πάλι είναι να βρούμε την βέλτιστη αλληλουχία n εργασιών σε τρεις μηχανές (M1, M2, M3), με την ολοκλήρωση τους στον πιο σύντομο χρόνο. Η επίλυση του προβλήματος βασίζεται στον αλγόριθμο Johnson για τις ειδικές περιπτώσεις τις οποίες θα αναλύσουμε σε αυτή την ενότητα.

Η πρώτη ειδική περίπτωση είναι η εξής: Άν η σειρά εκτέλεσης στην πρώτη και δεύτερη εργασία είναι ίδια με την σειρά εκτέλεσης στην δεύτερη και την τρίτη, τότε θα είναι ίδια με την πρώτη και την τρίτη. Και αυτή η σειρά εκτελέσεως είναι η βέλτιστη και για τις τρεις μηχανές. Άρα δεν έχουμε παρά να λύσουμε δύο προβλήματα n εργασιών σε δύο μηχανές (Johnson) και αν βρούμε την ίδια σειρά εκτελέσεως των εργασιών, αυτή είναι η βέλτιστη και για τις τρεις μηχανές. Την περίπτωση αυτή σπάνια θα την συναντήσουμε στην πράξη.

Η δεύτερη ειδική περίπτωση που είναι αρκετά γενική και συνηθισμένη στην πράξη έχει ως εξής:

Εάν η μηχανή M1 ή η μηχανή M3 επικρατούν της M2 με P_{i1}, P_{i2}, P_{i3} οι αντίστοιχοι χρόνοι των μηχανών, μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος Cambell, Dudek & Smith σε συνδυασμό με τον αλγόριθμο Johnson δηλαδή: Άν $\min P_{i1} \geq \max P_{i2}$, ή $\min P_{i3} \geq \max P_{i2}$, για κάθε i ($1 \leq i \leq n$) τότε προχωρούμε με δύο ψευδομηχανές (υποπροβλήματα) και λύνεται σαν πρόβλημα n εργασιών σε δύο μηχανές με τους εξής χρόνους: $P_{i1}' = P_{i1} + P_{i2}$ και $P_{i2}' = P_{i2} + P_{i3}$. Όποια σειρά προκύψει για τις δύο ψευδομηχανές P_{i1}', P_{i2}' ισχύει και για τις τρεις μηχανές M1, M2, M3.

Παράδειγμα 3

Σε ένα μηχανουργείο πρέπει να εκτελεστούν 5 εργασίες. Κάθε εργασία εκτελείται πρώτα στη μηχανή (M1) έπειτα στη μηχανή (M2) και τέλος στη μηχανή (M3). Οι χρόνοι εργασίας δίδονται στον παρακάτω πίνακα. Να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία των εργασιών μέχρι να ολοκληρωθούν.

| Εργασία | M1 | M2 | M3 |
|---------|----|----|----|
| 1 | 5 | 6 | 9 |
| 2 | 10 | 7 | 11 |
| 3 | 9 | 3 | 0 |
| 4 | 7 | 4 | 0 |
| 5 | 6 | 5 | 1 |

Θα εφαρμόσουμε την μέθοδο Cambell,Dudek&Smith και χωρίζουμε το πρόβλημα σε δύο υποπροβλήματα:

1)M1 & M3

2)M1+M2 & M2+M3

Θα εφαρμόσουμε την ίδια μέθοδο που αναλύσαμε στο παράδειγμα 2 και πιο συγκεκριμένα ξεκινώντας απο το υποπρόβλημα 1 έχουμε τον παρακάτω πίνακα :

| Εργασία | M1 | M3 |
|---------|----|----|
| 1 | 5 | 9 |
| 2 | 10 | 11 |
| 3 | 9 | 0 |
| 4 | 7 | 0 |
| 5 | 6 | 1 |

Εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο Johnson έχουμε τις εξής βέλτιστες αλληλουχίες :

1,2,5,3,4 ή την **1,2,5,4,3** ,και αυτό γιατί οι εργασίες 3 και 4 έχουν τον ίδιο χρόνο.

Όμοια και στο υποπρόβλημα 2 έχουμε τον εξής πίνακα:

| Εργασία | M1+M2 | M2+M3 |
|---------|-------|-------|
| 1 | 11 | 15 |
| 2 | 17 | 18 |
| 3 | 12 | 3 |
| 4 | 11 | 4 |
| 5 | 11 | 6 |

Η βέλτιστη αλληλουχία του υποπροβλήματος 2 είναι **1,2,5,4,3**,επομένως η βέλτιστη αλληλουχία του προβλήματος είναι **1,2,5,4,3**

Ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης των εργασιών δίνεται στον παρακάτω πίνακα :

| Εργασία | M1 | M2 | M3 |
|---------|-------|-------|-------|
| 1 | 0—5 | 5—11 | 11—20 |
| 2 | 5—15 | 15—22 | 22—33 |
| 3 | 15—21 | 21—26 | 26—27 |
| 4 | 21—28 | 28—32 | - |
| 5 | 28—37 | 37—40 | - |

Και είναι 40 μονάδες του χρόνου

Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε m μηχανές

Για την επίλυση αυτού του προβλήματος έχουν ασχοληθεί πολλοί ερευνητές παρουσιάζοντας μεθοδολογίες που δίνουν σχεδόν βέλτιστες λύσεις. Στην συνέχεια θα αναλύσουμε την εμπειρική μέθοδο των Cambell ,Dudek&Smith κατα την οποία το σφάλμα είναι πολύ μικρό. Η ιδέα τους βασίζεται στην δημιουργία ενός αριθμού βοηθητικών υποπροβλημάτων n εργασιών σε δύο μηχανές.

Μέθοδος Cambell ,Dudek&Smith

Βήμα 1 : Εφαρμόζουμε τον αλγόριθμο Johnson για το πρόβλημα δύο μηχανών 1 και m (οι υπόλοιπες παραλείπονται).

Βήμα 2 : Εφαρμόζουμε τον αλγόριθμο Johnson για το πρόβλημα δύο ψευδομηχανών, της $1+2$ και της $(m-1)+m$.

Βήμα k : Εφαρμόζουμε τον αλγόριθμο Johnson για το πρόβλημα δύο ψευδομηχανών $1+\dots+k$ και $(m-k+1)+\dots+m$.

Βήμα m-1. Το τελευταίο βήμα με ψευδομηχανές $1+\dots+(m-1)$ και $2+\dots+m$.

Συγκρίνουμε τα προγράμματα κάθε βήματος και προτείνεται το βέλτιστο απο αυτά.

Παράδειγμα 4

Σε ένα μηχανουργείο κατασκευάζονται 5 εξαρτήματα που συναρμολογούμενα δίνουν ένα τελικό προϊόν. Τα εξαρτήματα αυτά πρέπει να περάσουν απο 4 διαφορετικές φάσεις. Στον πίνακα δίδονται οι χρόνοι κατεργασίας του κάθε εξαρτήματος. Να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία με την οποία πρέπει να εκτελεστούν οι εργασίες για να ολοκληρωθούν.

| | Φάσεις | | | |
|------------|--------|---|-----|-----|
| Εξαρτήματα | A | B | Γ | Δ |
| 1 | 1 | 4 | 2 | 5 |
| 2 | 6 | 1 | 2 | 4 |
| 3 | 0,5 | 5 | 5 | 1 |
| 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,5 |

Το πρόβλημα επιλύεται με την μέθοδο Cambell ,Dudek&Smith όπως στο παράδειγμα 3.

Έπομένως έχουμε τρία υποπροβλήματα και είναι τα εξής :

1) M_A και M_Δ

2) M_A+M_B και $M_\Gamma+M_\Delta$

3) $M_A+M_B+M_\Gamma$ και $M_B+M_\Gamma+M_\Delta$

Υποπρόβλημα 1

| Εξαρτήματα | M_A | M_B |
|------------|-------|-------|
| 1 | 1 | 5 |
| 2 | 6 | 4 |
| 3 | 0,5 | 1 |
| 4 | 3 | 4 |
| 5 | 2 | 0,5 |

Η βέλτιστη αλληλουχία που προκύπτει είναι : **3,1,4,2,5** με άθροισμα των ωρών των εργασιών **26**ώρες.

Υποπρόβλημα 2

| Εξαρτήματα | M_{A+B} | $M_{\Gamma+\Delta}$ |
|------------|-----------|---------------------|
| 1 | 5 | 7 |
| 2 | 7 | 6 |
| 3 | 5,5 | 6 |
| 4 | 7 | 7 |
| 5 | 3 | 1 |

Η βέλτιστη αλληλουχία που προκύπτει είναι : **1,3,4,2,5** με άθροισμα των ωρών των εργασιών **26,5**ώρες.

Υποπρόβλημα 3

| Εξαρτήματα | $M_{A+B+\Gamma}$ | $M_{B+\Gamma+\Delta}$ |
|------------|------------------|-----------------------|
| 1 | 7 | 11 |
| 2 | 9 | 7 |
| 3 | 10,5 | 11 |
| 4 | 10 | 11 |
| 5 | 3,5 | 2 |

Η βέλτιστη αλληλουχία που προκύπτει είναι : **1,4,3,2,5** με άθροισμα των ωρών των εργασιών **25,5**ώρες.

Ως βέλτιστη αλληλουχία όλου του προβλήματος επιλέγουμε αυτή με το μικρότερο άθροισμα ωρών των εργασιών, αφού έχουμε πρόβλημα ελαχιστοποίησης. Έτσι έχουμε βέλτιστη αλληλουχία προβλήματος **1,4,3,2,5** με μικρότερο χρόνο 25,5 ώρες

Ο πίνακας αρχής πέρατος εργασιών έχει ως εξής :

| Εξαρτήματα | A | B | Γ | Δ |
|------------|-----------|-------|---------|-----------------|
| 1 | 0—1 | 1—5 | 5—7 | 7—12 |
| 2 | 1—4 | 5—9 | 9—12 | 12—16 |
| 3 | 4—4,5 | 9—14 | 14—19 | 19—20 |
| 4 | 4,5—10,5 | 14—15 | 19—21 | 21—25 |
| 5 | 10,5—12,5 | 15—16 | 21—21,5 | 25— 25,5 |

3.3.Φύλλα πράξεων

3.3.1. Ειδικές χρήσεις των φύλλων πράξεων

Η καθοδήγηση των σπουδαστών κατά την άσκηση τους ,με σκοπό την εκτέλεση των αντίστοιχων προς τις πράξεις δεξιότητες,είναι η βασική ιδιότητα των φύλλων πράξεων.Οι ειδικοί σκοποί που εξυπηρετούνται παράλληλα στα πλαίσια της καθοδήγησης των σπουδαστών,είναι οι εξής :

- Η άσκηση των σπουδαστών πρέπει να εφαρμόζεται αμέσως μετά την αντίστοιχη παρουσίαση του εκπαιδευτικού,η οποία είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εκμάθηση και αφομοίωση των δεξιοτήτων τους σε κάθε πράξη.Η άσκηση γίνεται συνήθως με την παρουσία όλων των σπουδαστών,επομένως είναι δυνατό οι ερωτήσεις που δέχεται ο εκπαιδευτικός να γίνουν ταυτόχρονα,με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο χρόνος διδασκαλίας.Οι ερωτήσεις περιορίζονται στο ελάχιστο με την χρησιμοποίηση του φύλλου πράξης,γιατί πολλές απο τις απαντήσεις μπορεί να βρίσκονται σε αυτό.Με τον τρόπο αυτό η άσκηση εξατομικεύεται σε μεγάλο βαθμό.
- Βασική χρήση του φύλλου πράξης είναι η δυνατότητα που δίνει στον σπουδαστή να αναπτύξει πρωτοβουλία και να παίρνει τις δικές του αποφάσεις,ανάλογα με τις γνώσεις και την πείρα του.Η ανάπτυξη πρωτοβουλίας πρέπει να ενθαρρύνεται απο τον τρόπο γραφής των φύλλων πράξης,καθοδηγώντας τους σπουδαστές να αποφασίζουν μόνοι τους.
- Η χρησιμοποίηση των φύλλων απο τους ίδιους τους σπουδαστές είναι απαραίτητη και κατα την εργασία τους ως επαγγελματίες.Δηλαδή τα φύλλα πράξης στον επαγγελματικό τομέα σχετίζονται άμεσα με την πληρότητα και την σαφήνεια τους ,αλλα και σε ποιο βαθμό είναι οι σπουδαστές εξοικειωμένοι με τη χρήση των φύλλων διδασκαλίας.Αν ληφθεί υπόψη ότι η τεχνική-επαγγελματική βιβλιογραφία πολλών ειδικοτήτων είναι περιορισμένη,το κενό αυτό μπορεί να καλυφθεί με τη σωστή χρήση του φύλλου πράξης.
- Η εξειδίκευση σε δεξιότητες που δεν είναι βασικές,και για το λόγο αυτό δεν διδάσκονται συστηματικά,αλλά μπορούν να αποκτηθούν με την βοήθεια των αντίστοιχων φύλλων πράξεων,αφορούν κυρίως σπουδαστές που μαθαίνουν γρηγορότερα,και είναι σε θέση να αξιοποιούν τον χρόνο που τους απομένει στην εξειδίκευση κάποιου τομέα που του ενδιαφέρει περισσότερο.Τα συγκεκριμένα φύλλα πρέπει να είναι λεπτομερέστερα,και να διανέμονται στους σπουδαστές μετά την κανονική άσκηση σε ικανοποιητικό επίπεδο,και με την προϋπόθεση να απομένει ελεύθερος χρόνος.

3.3.2. Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου πληροφοριών

Η προετοιμασία και συμπλήρωση του φύλλου πληροφοριών γίνεται προοδευτικά σε κάθε τμήμα του, σύμφωνα με τις παρακάτω υποδείξεις :

- *Όνομα και τμήμα εκπαιδευτικού ιδρύματος* : Αναγράφεται το επίσημο όνομα του ιδρύματος και του τμήματος, όπως είναι στην επίσημη σφραγίδα του ιδρύματος, ή όπως είναι γραμμένο στην προμετωπίδα των αποστέλλομενων εγγράφων.
- *Διεύθυνση εκπαιδευτικού ιδρύματος* : Αναγράφεται η επίσημη ταχυδρομική διεύθυνση του εκπαιδευτικού ιδρύματος (οδός - αριθμός – πόλη).
- *Τίτλος μαθήματος* : Αναγράφεται ο τίτλος του μαθήματος όπως φαίνεται στο ωρολόγιο και αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος.
- *Τίτλος πράξης* : Αναγράφεται τίτλος της πράξης
- *Αριθμός φύλλου πράξης* : Αναγράφεται ο αριθμός του φύλλου πληροφοριών με κωδικοποιημένη αρίθμηση με σκοπό την εύκολη διάκριση και ταξινόμηση τους. Η αρίθμηση δεν γίνεται με την σειρά διανομής των φύλλων αλλά με ένα τρόπο ως προς την διευκόλυνση του εκπαιδευτικού.
- *Υλικά-Εργαλεία-Μηχανήματα*: Αναγράφονται τα ονόματα των εργαλείων και των μηχανημάτων που χρειάζεται ο μαθητής, για την εκτέλεση των δεξιοτήτων που περιγράφονται στο αντίστοιχο φύλλο πράξης. Σκόπιμο είναι να αναγράφονται και τα υλικά που απαιτούνται για την χρησιμοποίηση των επί μέρους πράξεων, κατά την οποία θα ασκηθούν οι σπουδαστές μεμονωμένα, και όχι για την εκτέλεση ολοκληρωμένων εκπαιδευτικών έργων.
- *Βοηθήματα* : Αναγράφονται οι πηγές που έχουν χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό για την συλλογή και την συγκρότηση του περιεχομένου του φύλλου.
- *Βαθμίδες* : Οι βαθμίδες αποτελούν το κυρίως τμήμα του φύλλου πράξης τόσο από πλευράς έκτασης, όσο και από πλευράς σημασίας. Πρέπει να είναι σύμφωνες με την αντίστοιχη επίδειξη του εκπαιδευτικού, και να περιγράφονται με σαφήνεια, συντομία και ακρίβεια.

3.3.3. Υπόδειγμα φύλλου πράξης

Παρακάτω παρουσιάζεται υπόδειγμα φύλλου πράξης σύμφωνα με τα στοιχεία συμπλήρωσης που αναφέρθηκαν.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :

ΤΜΗΜΑ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :

ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΟΤΗΤΑ :

ΦΥΛΛΟ ΠΡΑΞΗΣ

Υλικά-Εργαλεία-Μηχανήματα:

Βοηθήματα :

Βαθμίδες :

3.3.4.Αξιοποίηση φύλλων πράξεων

Για την αξιοποίηση των φύλλων πράξεων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, η διανομή τους πρέπει να ακολουθείται αμέσως μετά την παρουσίαση, και πριν την έναρξη της άσκησης των μαθητών. Οι απαιτούμενες προφορικές επεξηγήσεις ως προς την διευκόλυνση της χρήσης τους, αλλά και στο να περιορίζονται οι διευκρινιστικές ερωτήσεις των σπουδαστών, είναι σκόπιμο να γίνονται κατά τη διανομή των φύλλων πράξεων.

Για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου εκτέλεσης μιας εργασίας σε ένα φύλλο πράξης, απαιτούνται σχέδια, σχεδιαγράμματα, πίνακες και άλλου είδους απεικονίσεις. Κατά βάση, τα σχεδιαγράμματα, πίνακες κ.λ.π. τοποθετούνται στο δεξιό ήμισυ του φύλλου, και στο αντίστοιχο αριστερό γίνεται η περιγραφή της βαθμίδας. Στην περίπτωση που τα σχεδιαγράμματα, ή οι πίνακες έχουν μεγάλο πλάτος τοποθετούνται στο μέσο του φύλλου.

Τέλος, η ευκολότερη χρησιμοποίηση τους προϋποθέτει ιδιαίτερη προσοχή στην ακρίβεια, στην απλότητα και στην συντομία των φύλλων πράξεων.

3.3.5.Εφαρμογή του φύλλου πράξης στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.)

Παρακάτω παρουσιάζεται η εφαρμογή του φύλλου πληροφοριών με αναλυτικό τρόπο

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΕΝΟΤΗΤΑ :ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ (Sequencing)

ΦΥΛΛΟ ΠΡΑΞΗΣ

Υλικά-Εργαλεία-Μηχανήματα:

- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής(PC)
- CD ή Δισκέτα προγραμμάτων WinQSB και GWBASIC/CAMBELL
- Πίνακας-μαρκαδόροι

Βοηθήματα :

- Εγχειρίδια προγραμμάτων WinQSB και GWBASIC/CAMBELL

Βαθμίδες :

Θα αναλύσουμε βήμα προς βήμα τα εγχειρίδια των προγραμμάτων WinQSB και GWBASIC/CAMBELL,και θα λύσουμε τα παραδείγματα του φύλλου πληροφοριών στον Ηλ.Υπολογιστή,συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με αυτά του φύλλου πράξης.

Εγχειρίδιο WinQSB

Θα ξεκινήσουμε με την εφαρμογή του προγράμματος με την επίλυση του παραδείγματος 2 του Φ.πληροφοριών ως πιο απλό παράδειγμα,και στην συνέχεια θα αναζητήσουμε με τα ίδια βήματα τις βέλτιστες λύσεις των παραδειγμάτων 3,4.

Παράδειγμα 2

Σε μια παραγωγική διαδικασία υπάρχουν δύο μηχανές A,B και πρέπει να εκτελεστούν σ'αυτές διαδοχικά 5 εργασίες.Κάθε εργασία απασχολεί τις μηχανές που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.Ζητείται να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία εκτέλεσης των εργασιών.

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|----------|----------|
| 1 | 6 | 3 |
| 2 | 2 | 7 |
| 3 | 10 | 8 |
| 4 | 4 | 2 |
| 5 | 11 | 5 |

Αρχικά τρέχουμε το WinQSB και ανοίγει ένα μενού επιλογής προβλημάτων όπως Aggregate Planning, Dynamic Programming, Job Scheduling, κ.ο.κ. Εμείς επιλέγουμε **Job Scheduling** και ανοίγει ένα νέο παράθυρο όπου με την επιλογή **File** επιλέγουμε **new Problem** (νέο πρόβλημα) και συμπληρώνουμε τα στοιχεία-δεδομένα του προβλήματος (Πίνακας Α). Πρώτα τον τίτλο (**Problem Title**), έπειτα τον αριθμό των εργασιών (**Numbers of Jobs to be Scheduled**), τον αριθμό των μηχανών (**Numbers of Machines or Workers**), μέγιστος αριθμός κατεργασιών σε κάθε εργασία (**Maximum Number of Operation per Job**), μονάδα χρόνου (**Time Unit**) σε λεπτά, ώρες, δευτερόλεπτα, κ.ο.κ., και επειδή αναφερόμαστε σε σειριακά συστήματα/κατάστημα ροής (Flow Shop), τσεκάρουμε και την επόμενη πρόταση (**All Jobs have the same Machine/Worker Sequence**) και πατάμε **OK**.

Πίνακας Α

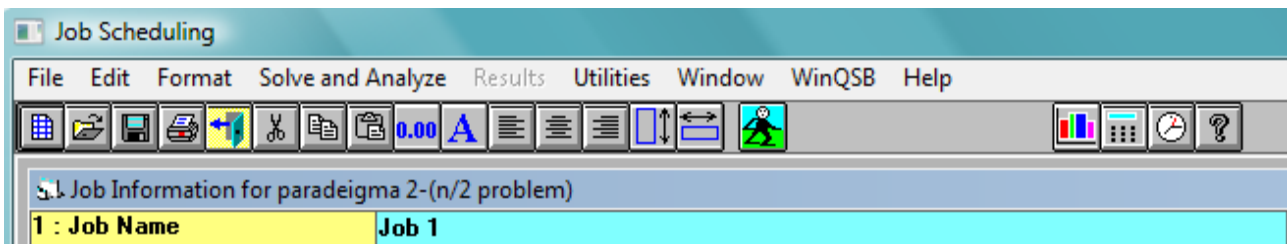
Το επόμενο παράθυρο είναι η εισαγωγή δεδομένων εργασιών-μηχανών

Πίνακας Β

| Job Number | Job Name | Operation 1 | Operation 2 | Ready Time | Due Date | Weight | Priority Index | Idle Cost per minute | Busy Cost per minute | Late Cost per minute | Early Cost per minute |
|------------|----------|-------------|-------------|------------|----------|--------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Job 1 | 6/1 | 3/2 | | | 1 | 1 | | | | |
| 2 | Job 2 | 2/1 | 7/2 | | | 1 | 1 | | | | |
| 3 | Job 3 | 10/1 | 8/2 | | | 1 | 1 | | | | |
| 4 | Job 4 | 4/1 | 2/2 | | | 1 | 1 | | | | |
| 5 | Job 5 | 11/1 | 5/2 | | | 1 | 1 | | | | |

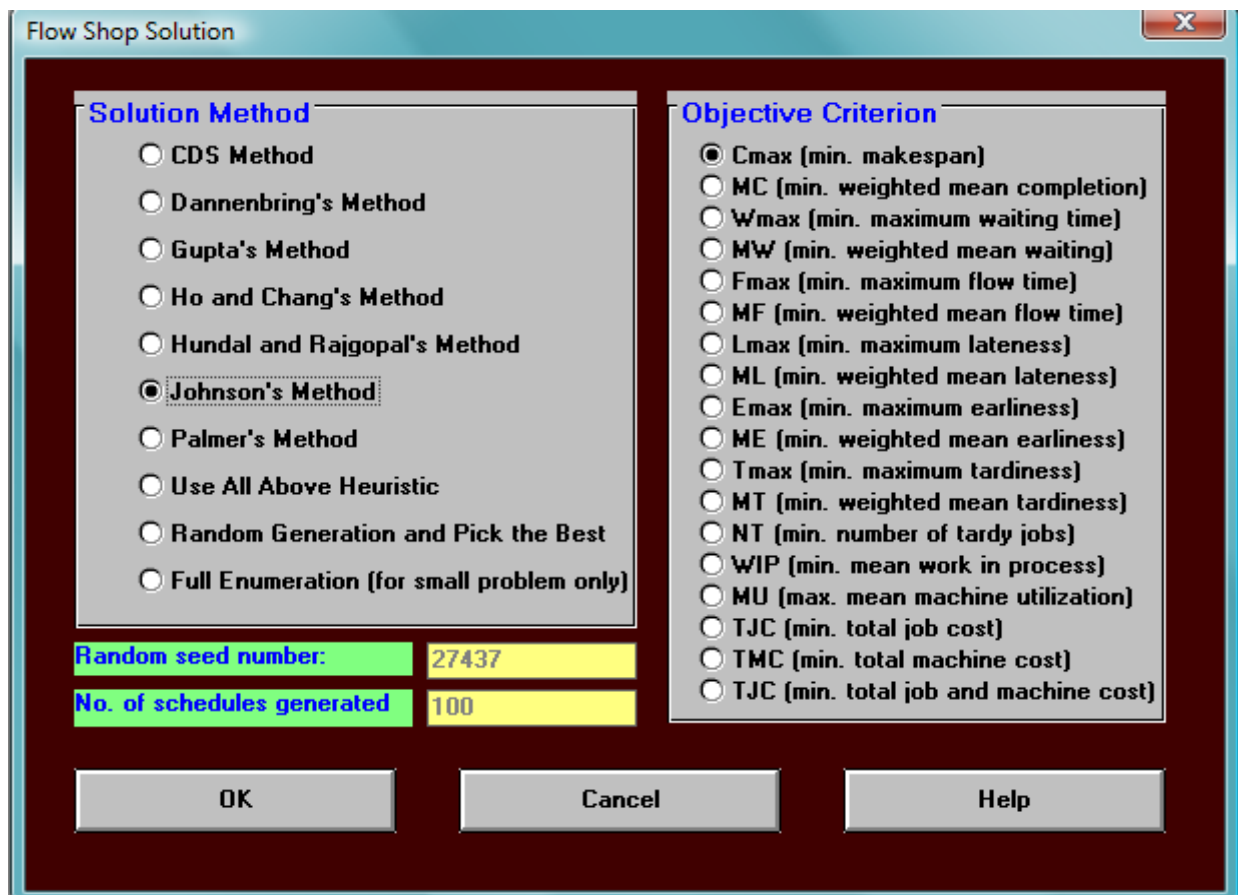
Στην συνέχεια απο το μενού επιλέγουμε την εντολή **Solve and Analyze**→**Solve the Problem**

Για περαιτέρω βοήθεια μπορούμε να τσεκάρουμε την εντολή **Help**.



Ο επόμενος πίνακας μας δίνει την δυνατότητα επιλογής μεθόδου λύσης του προβλήματος, αλλά και των αντικειμενικών κριτηρίων που επιθυμούμε (Πίνακας Γ). Θα επιλέξουμε πρώτα την μέθοδο **Johnson**, με αντικειμενικό κριτήριο την ελαχιστοποίηση του χρόνου υλοποίησης του προγράμματος C_{max} (min. makespan).

Πίνακας Γ



Για να μας παρουσιάσει την λύση πατάμε **OK**.

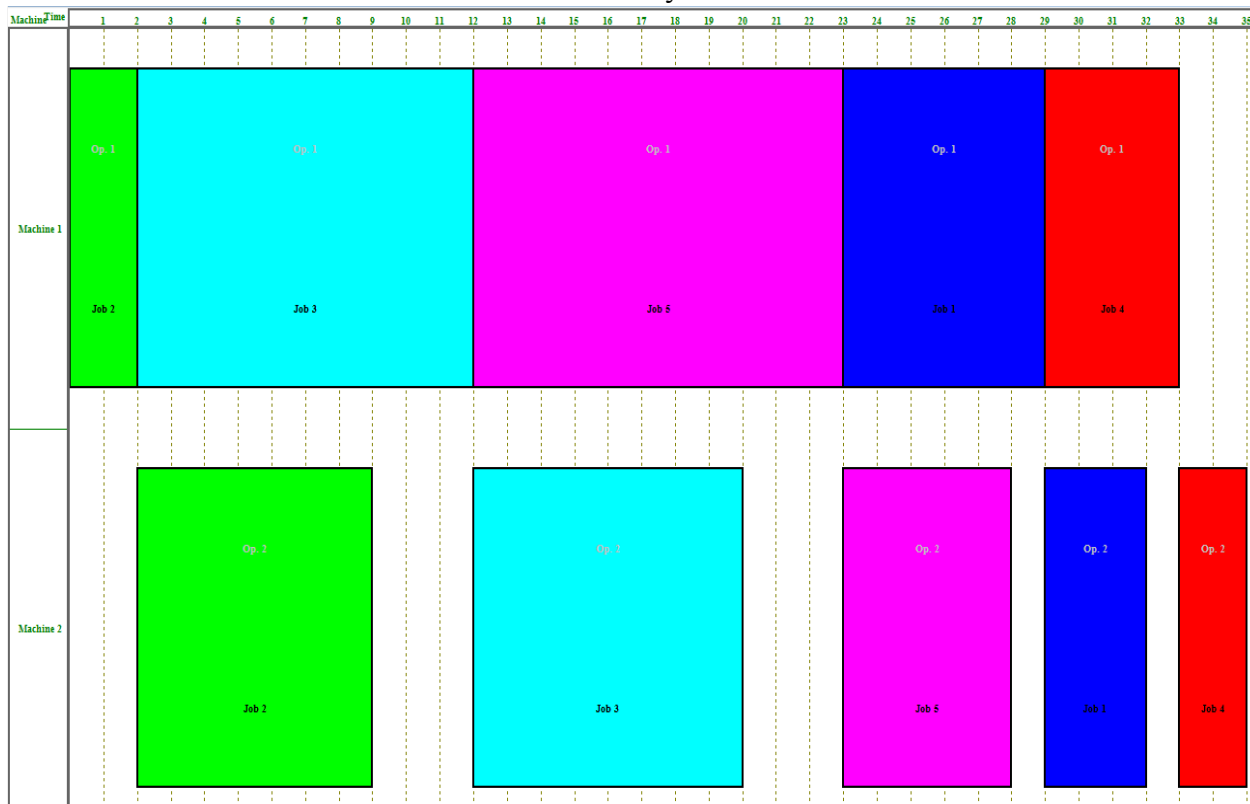
Στο επόμενο παράθυρο ο (Πίνακας Δ) που εμφανίζεται μας παρουσιάζει όλα τα στοιχεία. Συνολικό χρόνο (C_{max}), μέγιστη καθυστέρηση (L_{max}), μέγιστος χρόνος ροής (F_{max}), καθώς και τους χρόνους αρχής, τέλους, και εκτέλεσης κάθε εργασίας σε κάθε μηχανή. Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα αντιστοιχούν με αυτά του φύλλου πληροφοριών. Το επόμενο βήμα είναι να δούμε αν η αλληλουχία που μας παρουσιάζει το πρόγραμμα είναι η ίδια του Φ. πληροφοριών. Στο ίδιο παράθυρο στο μενού εργασιών μας δίνεται η επιλογή **Results**, όπου επιλέγοντας την εντολή **Job Schedule** ή **Machine Schedule** μας δίνει τα αντίστοιχα αποτελέσματα, όπως και τα διαγράμματα **Gantt** είτε για τις

εργασίες ή για τις μηχανές(Πίνακας Ε).Πριν δουμε όμως το τελικό αποτέλεσμα υπάρχει άλλη μία εντολή όπου μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα σε δυσδιάστη ή τρισδιάστατη μορφή ,σε μορφή πίτας,κ.α. με βάση τον συνολικό χρόνο,την βραδύτητα,την καθυστέρηση κ.ο.κ.(Πίνακας Ζ)Τέλος για να δούμε την τελική λύση πατάμε **Show Job Sequence** . (Πίνακας Η).

Πίνακας Δ

| Job | Operation | On Machine | Process Time | Start Time | Finish Time | |
|-----------|-----------|------------|--------------|------------|-------------|--------|
| 1 | Job 1 | Machine 1 | 6 | 23 | 29 | |
| 2 | Job 1 | Machine 2 | 3 | 29 | 32 | |
| 3 | Job 2 | Machine 1 | 2 | 0 | 2 | |
| 4 | Job 2 | Machine 2 | 7 | 2 | 9 | |
| 5 | Job 3 | Machine 1 | 10 | 2 | 12 | |
| 6 | Job 3 | Machine 2 | 8 | 12 | 20 | |
| 7 | Job 4 | Machine 1 | 4 | 29 | 33 | |
| 8 | Job 4 | Machine 2 | 2 | 33 | 35 | |
| 9 | Job 5 | Machine 1 | 11 | 12 | 23 | |
| 10 | Job 5 | Machine 2 | 5 | 23 | 28 | |
| Cmax = | | 35 | MC = | 24,8 | Wmax = | 29 |
| MW = | | 13,2 | Fmax = | 35 | MF = | 24,8 |
| Lmax = | | 35 | ML = | 24,8 | Emax = | 0 |
| ME = | | 0 | Tmax = | 35 | MT = | 24,8 |
| NT = | | 5 | WIP = | 3,5429 | MU = | 0,8286 |
| TJC = | | 0 | TMC = | 0 | TC = | 0 |
| Solved by | | Johnson's | | | Criterion: | Cmax |

Πίνακας Ε



Πίνακας Z

Πίνακας Η

| Job Number | Job Name |
|------------|----------|
| 1 | Job 2 |
| 2 | Job 3 |
| 3 | Job 5 |
| 4 | Job 1 |
| 5 | Job 4 |

Η βέλτιστη αλληλουχία εκτέλεσης των εργασιών είναι : **2, 3, 5, 1, 4** ,αποτέλεσμα που επιβεβαιώνεται στο Φ.Πληροφοριών.

Ο Συνολικός χρόνος που θα χρειαστεί για να πραγματοποιηθούν οι εργασίες είναι 35 μονάδες του χρόνου.Κατα τον ίδιο τρόπο επιστρέφουμε στο μενού επιλογής με την εντολή επιστροφής στην γραμμή εργασιών,όπως φαίνεται παρακάτω:



ακολουθούμε την ίδια διαδικασία απο τον Πίνακα Α,επιλέγοντας μια μέθοδο επίλυσης,με το ίδιο αντικειμενικό κριτήριο:Cmax(min.makespan).

Έτσι έχουμε αναλυτικά τα εξής αποτελέσματα για κάθε μέθοδο :

- **CDS METHOD** : 2 ,3 ,5 ,1 ,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.
- **Dannenbring's Method** :2 ,3 ,5 ,1 ,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.
- **Gupta's Method** :2 ,3 ,5 ,1 ,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.
- **Ho and Chang's Method** :2 ,3 ,5 ,1 ,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.
- **Hundal and Rajgopal's Method** : 3 ,2 ,5 ,1 ,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου
- **Palmer's Method** :2 ,3 ,4 ,1 ,5 με συνολικό χρόνο 38 μονάδες του χρόνου
- **Use All Above Heuristic** :2 ,3 ,5 ,1 ,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.
- **Random Generation and Pick the Best** :2 ,3 ,5 ,1 ,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.
- **Full Enumeration (for small problem only)** :2 ,3 ,5 ,1 ,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.

Βλέπουμε ότι με τις μεθόδους **Gupta's** και των **Hundal and Rajgopal's**, τα αποτελέσματα διαφέρουν από τις υπόλοιπες, αυτό δεν σημαίνει ότι δεν είναι αποδεκτές λύσεις. Εμείς θα δεχτούμε σαν βελτιστή λύση 2,3,5,1,4 με συνολικό χρόνο 35 μονάδες του χρόνου.

Παράδειγμα 3

Σε ένα μηχανουργείο πρέπει να εκτελεστούν 5 εργασίες. Κάθε εργασία εκτελείται πρώτα στη μηχανή (M1) έπειτα στη μηχανή (M2) και τέλος στη μηχανή (M3). Οι χρόνοι εργασίας δίδονται στον παρακάτω πίνακα. Να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία των εργασιών μέχρι να ολοκληρωθούν.

| Εργασία | M1 | M2 | M3 |
|---------|----|----|----|
| 1 | 5 | 6 | 9 |
| 2 | 10 | 7 | 11 |
| 3 | 9 | 3 | 0 |
| 4 | 7 | 4 | 0 |
| 5 | 6 | 5 | 1 |

| Job Number | Job Name | Operation 1 | Operation 2 | Operation 3 | Ready Time | Due Date | Weight | Priority Index | Idle Cost per minute | Busy Cost per minute | Late Cost per minute | Early Cost per minute |
|------------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|----------|--------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Job 1 | 5/1 | 6/2 | 9/3 | | | 1 | 1 | | | | |
| 2 | Job 2 | 10/1 | 7/2 | 11/3 | | | 1 | 1 | | | | |
| 3 | Job 3 | 9/1 | 3/2 | 0/3 | | | 1 | 1 | | | | |
| 4 | Job 4 | 7/1 | 4/2 | 0/3 | | | 1 | 1 | | | | |
| 5 | Job 5 | 6/1 | 5/2 | 1/3 | | | 1 | 1 | | | | |

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία του παραδείγματος 2, εισάγουμε τα στοιχεία του προβλήματος, και στην συνέχεια τα δεδομένα όπως παρακάτω :

Στην συνέχεια λύνουμε το πρόβλημα με την μέθοδο **Johnson** με τα εξής αποτελέσματα :

| 08-21-2011 | Job | Operation | On Machine | Process Time | Start Time | Finish Time |
|------------|------------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------|
| 1 | Job 1 | 1 | Machine 1 | 5 | 0 | 5 |
| 2 | Job 1 | 2 | Machine 2 | 6 | 5 | 11 |
| 3 | Job 1 | 3 | Machine 3 | 9 | 11 | 20 |
| 4 | Job 2 | 1 | Machine 1 | 10 | 5 | 15 |
| 5 | Job 2 | 2 | Machine 2 | 7 | 15 | 22 |
| 6 | Job 2 | 3 | Machine 3 | 11 | 22 | 33 |
| 7 | Job 3 | 1 | Machine 1 | 9 | 28 | 37 |
| 8 | Job 3 | 2 | Machine 2 | 3 | 37 | 40 |
| 9 | Job 3 | 3 | Machine 3 | 0 | 40 | 40 |
| 10 | Job 4 | 1 | Machine 1 | 7 | 21 | 28 |
| 11 | Job 4 | 2 | Machine 2 | 4 | 28 | 32 |
| 12 | Job 4 | 3 | Machine 3 | 0 | 34 | 34 |
| 13 | Job 5 | 1 | Machine 1 | 6 | 15 | 21 |
| 14 | Job 5 | 2 | Machine 2 | 5 | 22 | 27 |
| 15 | Job 5 | 3 | Machine 3 | 1 | 33 | 34 |
| | Cmax = | 40 | MC = | 32,2 | Wmax = | 28 |
| | MW = | 15,6 | Fmax = | 40 | MF = | 32,2 |
| | Lmax = | 40 | ML = | 32,2 | Emax = | 0 |
| | ME = | 0 | Tmax = | 40 | MT = | 32,2 |
| | NT = | 5 | WIP = | 4,025 | MU = | 0,6917 |
| | TJC = | 0 | TMC = | 0 | TC = | 0 |
| | Solved by | Johnson's | | | Criterion: | Cmax |

Με βέλτιστη αλληλουχία : **1 , 2 , 5 , 4 , 3** με συνολικό χρόνο **40** μονάδες του χρόνου.

| I: | I | Job Number | Job Name |
|----|---|------------|----------|
| 1 | | 1 | Job 1 |
| 2 | | 2 | Job 2 |
| 3 | | 5 | Job 5 |
| 4 | | 4 | Job 4 |
| 5 | | 3 | Job 3 |

Για κάθε μέθοδο έχουμε τα εξής αποτελέσματα :

- **CDS METHOD** : 1 , 2 , 5 , 4 , 3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.
- **Dannenbring's Method** : 1 , 2 , 5 , 4 , 3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.
- **Gupta's Method** : 1 , 2 , 5 , 4 , 3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.
- **Ho and Chang's Method** : 1 , 2 , 5 , 4 , 3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.
- **Hundal and Rajgopal's Method** : 1 , 2 , 5 , 4 , 3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.
- **Palmer's Method** : 1 , 2 , 5 , 4 , 3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.

- **Use All Above Heuristic** :1 ,2 ,5 ,4 ,3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.
- **Random Generation and Pick the Best** : 2 ,1 ,4 ,5 ,3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.
- **Full Enumeration (for small problem only)** :1 ,2 ,4 ,5 ,3 με συνολικό χρόνο 40 μονάδες του χρόνου.

Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα των δύο τελευταίων επιλογών **Random Generation and Pick the Best** και **Full Enumeration (for small problem only)** αποκλίνουν των αποτελεσμάτων που περιμέναμε,και αυτό γιατί όσο περισσότερα δεδομένα εισάγουμε τόσο πιο σύνθετο γίνεται το πρόβλημα,αλλα και στο ότι οι δύο τελευταίες επιλογές δεν είναι μέθοδοι.Η πρώτη επιλογή έχει να κάνει με τυχαία επιλογή του προγράμματος και η τελευταία αφορά μόνο μικρά προβλήματα.Επειδή τα αποτελέσματα των υπολοίπων μεθόδων αντιστοιχούν με τα αποτελέσματα του Φ.πληροφοριών θα δεχτούμε ως βέλτιστη αλληλουχία την :**1 ,2 ,5 ,4 ,3** με συνολικό χρόνο **40** μονάδες του χρόνου.

Παράδειγμα 4

Σε ένα μηχανουργείο κατασκευάζονται 5 εξαρτήματα που συναρμολογούμενα δίνουν ένα τελικό προϊόν.Τα εξαρτήματα αυτά πρέπει να περάσουν απο 4 διαφορετικές φάσεις.Στον πίνακα δίδονται οι χρόνοι κατεργασίας του κάθε εξαρτήματος.Να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία με την οποία πρέπει να εκτελεστούν οι εργασίες για να ολοκληρωθούν.

| Εξαρτήματα | Φάσεις | | | |
|------------|--------|---|-----|-----|
| | A | B | Γ | Δ |
| 1 | 1 | 4 | 2 | 5 |
| 2 | 6 | 1 | 2 | 4 |
| 3 | 0,5 | 5 | 5 | 1 |
| 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,5 |

Με τον ίδιο τρόπο εισάγουμε τα στοιχεία και δεδομένα του προβλήματος και έχουμε :

| Job Number | Job Name | Operation 1 | Operation 2 | Operation 3 | Operation 4 | Ready Time | Due Date | Weight | Priority Index | Idle Cost per minute | Busy Cost per minute | Late Cost per minute | Early Cost per minute |
|------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|----------|--------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Job 1 | 1/1 | 4/2 | 2/3 | 5/4 | | | 1 | 1 | | | | |
| 2 | Job 2 | 6/1 | 1/2 | 2/3 | 4/4 | | | 1 | 1 | | | | |
| 3 | Job 3 | 0,5/1 | 5/2 | 5/3 | 1/4 | | | 1 | 1 | | | | |
| 4 | Job 4 | 3/1 | 4/2 | 3/3 | 4/4 | | | 1 | 1 | | | | |
| 5 | Job 5 | 2/1 | 1/2 | 0,5/3 | 0,5/4 | | | 1 | 1 | | | | |

Η Μέθοδος **Johnson** δεν μας δίνει την βέλτιστη λύση σε n/m πρόβλημα, γιατί όπως αναφέραμε και στο Φ.πληροφοριών μας δίνει την βέλτιστη λύση μέχρι n/3 προβλημάτων. Εμείς θα επιλέξουμε την εντολή **Use All Above Heuristic**. Τα αποτελέσματα του προβλήματος φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

| 08-21-2011 | Job | Operation | On Machine | Process Time | Start Time | Finish Time |
|------------|------------------|-------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| 1 | Job 1 | 1 | Machine 1 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | Job 1 | 2 | Machine 2 | 4 | 1 | 5 |
| 3 | Job 1 | 3 | Machine 3 | 2 | 5 | 7 |
| 4 | Job 1 | 4 | Machine 4 | 5 | 7 | 12 |
| 5 | Job 2 | 1 | Machine 1 | 6 | 4,5 | 10,5 |
| 6 | Job 2 | 2 | Machine 2 | 1 | 14 | 15 |
| 7 | Job 2 | 3 | Machine 3 | 2 | 19 | 21 |
| 8 | Job 2 | 4 | Machine 4 | 4 | 21 | 25 |
| 9 | Job 3 | 1 | Machine 1 | 0,5 | 4 | 4,5 |
| 10 | Job 3 | 2 | Machine 2 | 5 | 9 | 14 |
| 11 | Job 3 | 3 | Machine 3 | 5 | 14 | 19 |
| 12 | Job 3 | 4 | Machine 4 | 1 | 19 | 20 |
| 13 | Job 4 | 1 | Machine 1 | 3 | 1 | 4 |
| 14 | Job 4 | 2 | Machine 2 | 4 | 5 | 9 |
| 15 | Job 4 | 3 | Machine 3 | 3 | 9 | 12 |
| 16 | Job 4 | 4 | Machine 4 | 4 | 12 | 16 |
| 17 | Job 5 | 1 | Machine 1 | 2 | 10,5 | 12,5 |
| 18 | Job 5 | 2 | Machine 2 | 1 | 15 | 16 |
| 19 | Job 5 | 3 | Machine 3 | 0,5 | 21 | 21,5 |
| 20 | Job 5 | 4 | Machine 4 | 0,5 | 25 | 25,5 |
| | Cmax = | 25,5 | MC = | 19,7 | Wmax = | 21,5 |
| | MW = | 8,8 | Fmax = | 25,5 | MF = | 19,7 |
| | Lmax = | 25,5 | ML = | 19,7 | Emax = | 0 |
| | ME = | 0 | Tmax = | 25,5 | MT = | 19,7 |
| | NT = | 5 | WIP = | 3,8627 | MU = | 0,5343 |
| | TJC = | 0 | TMC = | 0 | TC = | 0 |
| | Solved by | All | Heuristics | | Criterion: | Cmax |

Με βέλτιστη αλληλουχία **1, 4, 3, 2, 5** και συνολικό χρόνο **25,5** μονάδες του χρόνου.

| !! | l | l | Job Number | Job Name |
|----|---|---|------------|----------|
| | 1 | | 1 | Job 1 |
| | 2 | | 4 | Job 4 |
| | 3 | | 3 | Job 3 |
| | 4 | | 2 | Job 2 |
| | 5 | | 5 | Job 5 |

Έτσι έχουμε αναλυτικά τα εξής αποτελέσματα για κάθε μέθοδο :

- **CDS METHOD** : 1, 4, 3, 2, 5 με συνολικό χρόνο 25,5 μονάδες του χρόνου.

- **Dannenbring's Method** :1 ,3 ,4 ,2 ,5 με συνολικό χρόνο 26,5 μονάδες του χρόνου.
- **Gupta's Method** :1 ,3 ,4 ,2 ,5 με συνολικό χρόνο 26,5 μονάδες του χρόνου.
- **Ho and Chang's Method** :1 ,4 ,3 ,2 ,5 με συνολικό χρόνο 25,5 μονάδες του χρόνου.
- **Hundal and Rajgopal's Method** :1 ,4 ,3 ,2 ,5 με συνολικό χρόνο 25,5 μονάδες του χρόνου.
- **Johnson's Method** :3 ,1 ,4 ,2 ,5 με συνολικό χρόνο 26 μονάδες του χρόνου.
- **Palmer's Method** : 1 ,4 ,3 ,2 ,5 με συνολικό χρόνο 25,5 μονάδες του χρόνου.
- **Use All Above Heuristic** :1 ,4 ,3 ,2 ,5 με συνολικό χρόνο 25,5 μονάδες του χρόνου.
- **Random Generation and Pick the Best** : 5 ,1 ,4 ,2 ,3 με συνολικό χρόνο 24 μονάδες του χρόνου.
- **Full Enumeration (for small problem only)** :1 ,4 ,2 ,3 ,5 με συνολικό χρόνο 22,5 μονάδες του χρόνου.

Βλέπουμε ότι στις πιο πολλές μεθόδους έχουμε την ίδια αλληλουχία με το Φ.πληροφοριών. Δηλαδή την **1 ,4 ,3 ,2 ,5** με συνολικό χρόνο **25,5** μονάδες του χρόνου. Ως αποδεκτή λύση με μικρότερο χρόνο έχουμε και την αυτόματη επιλογή του προγράμματος (**Random Generation and Pick the Best**) με συνολικό χρόνο **24** μονάδες του χρόνου, και βέλτιστη αλληλουχία **5 ,1 ,4 ,2 ,3** ή την επιλογή για μικρά προβλήματα "**Full Enumeration (for small problem only)**" με συνολικό χρόνο 22.5 μονάδες του χρόνου και βέλτιστη αλληλουχία την **1 ,4 ,2 ,3 ,5**.

Εγχειρίδιο GWBASIC/CAMBELL

Όπως και με το WinQSB έτσι και με το πρόγραμμα Cambell θα επιλύσουμε τα παραδείγματα 2,3,4 του Φ.πληροφοριών και θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα. Αρχικά τρέχουμε την GWBASIC και πατώντας **F3** το επόμενο βήμα είναι να πληκτρολογήσουμε το όνομα του προγράμματος (CAMBELL), στην συνέχεια πατάμε **F2** και είμαστε μέσα στο πρόγραμμα.

- Στο πρώτο παράθυρο που ανοίγει έχουμε την επιλογή της **ελαχιστοποίησης** για χρόνο κατεργασίας ή κόστος, και **μεγιστοποίησης** για κέρδος.
- Το επόμενο βήμα είναι να εισάγουμε τον αριθμό **εργασιών - μηχανών**. Τα δεδομένα πρέπει να εισαχθούν με την σειρά που υποδεικνύει το μενού, και ο διαχωρισμός των δεδομένων να γίνεται με κόμμα (,) και όχι τελεία ή κενό.
- Στην συνέχεια έχουμε την εισαγωγή των δεδομένων με την επιγραφή (**NUM:**), και εισάγουμε με την σειρά τα δεδομένα του προβλήματος πατώντας κάθε φορά το **ENTER**. Τα δεδομένα πρέπει να τα εισάγουμε με τέτοιο τρόπο, θεωρώντας ένα φανταστικό πίνακα με γραμμές τις εργασίες, και στήλες τις μηχανές.
- Εάν μέχρι τώρα έχουμε ακολουθήσει πιστά τα βήματα, πατώντας **ENTER** στο τέλος της οθόνης εμφανίζεται η λύση με μία σειρά αριθμών που αντιστοιχεί στην βέλτιστη

αλληλουχία .Το δεύτερο μέλος αντιστοιχεί στον **συνολικό χρόνο** στην περίπτωση **ελαχιστοποίησης**, και **κόστος ή κέρδος** στην περίπτωση **μεγιστοποίησης**.

Ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα θα λύσουμε το παράδειγμα 2(πρόβλημα n εργασιών σε 2 μηχανές) όπως παραπάνω,και θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα.

Παράδειγμα 2

MEGISTOPIHSH :1
 ELAXISTOPIHSH :2

PLHKTRO 1 H 2 : ? 2

(ERGASIES - MHXANES) : ? 5,2

NUM :

| | | | | |
|---|---|----|---|----|
| 6 | 2 | 10 | 4 | 11 |
| 3 | 7 | 8 | 2 | 5 |

TA YPOPROBLHMATA EINAI : 1
 KAI EINAI TA PARAKATO

| | |
|----|---|
| 6 | 3 |
| 2 | 7 |
| 10 | 8 |
| 4 | 2 |
| 11 | 5 |

2 3 5 1 4 = 35

H LYSH EINAI 2 3 5 1 4 = 35
 Ok

Τα αποτελέσματα είναι ίδια και στις τρεις περιπτώσεις,που σημαίνει ότι η βέλτιστη αλληλουχία εκτέλεσης των εργασιών με συνολικο χρόνο **35** μονάδες του χρόνου είναι : **2 , 3 , 5 , 1 , 4**.

Σειρά έχει το παράδειγμα 3 (πρόβλημα n εργασιών σε 3 μηχανές) :

Επομένως και σε αυτό το πρόβλημα η βέλτιστη αλληλουχία αλλά και ο συνολικός χρόνος αντιστοιχούν με τα αποτελέσματα του Φ.πληροφοριών αλλά και του WinQSB.και είναι :

1 ,2, 5, 4, 3 με συνολικό χρόνο **40** μονάδες του χρόνου.Τελευταίο και πιο πολύπλοκο πρόβλημα είναι το παράδειγμα 3(πρόβλημα n εργασιών σε 3 μηχανές) και η λύση έχει ως εξής :

MEGISTOPIHSH :1

ELAXISTOPIHSH :2

PLHKTRO 1 H 2 : ? 2

(ERGASIES - MHXANES) : ? 5,4

NUM :

1 6 0.5 3 2

4 1 5 4 1

2 2 5 3 0,5

5 4 1 4 0.5

TA YPOPROBLHMATA EINAI : 3

KAI EINAI TA PARAKATO

1 5

6 4

0.5 1

3 4

2 0.5

5 7

7 6

5.5 6

7 7

3 1

7 11

9 7

10.5 11

10 11

3.5 2

3 1 4 2 5 = 26

1 3 4 2 5 = 26.5

1 4 3 2 5 = 25.5

H LYSH EINAI 1 4 3 2 5 = 25.5

Ok

3.4.Φύλλα ελέγχου

3.4.1. Ειδικές χρήσεις των φύλλων ελέγχου

Το στάδιο του ελέγχου βασίζεται στην άμεση διαπίστωση των δυνατοτήτων και των αδυναμιών κάθε σπουδαστή ως προς την μάθηση, αλλά και στην επισήμανση τυχόν ατελειών της διδασκαλίας για την βελτίωση της. Η δυνατότητα χρησιμοποίησης των τέστ για τον έλεγχο πολλών και ποικίλων γνώσεων, οφείλεται και στην ταχύτητα με την οποία μπορεί να απαντήσει ο σπουδαστής, αρκεί να έχουν διατυπωθεί σωστά.

Ο έλεγχος στις πληροφορίες εφαρμόζεται με διάφορα τέστ αξιολόγησης που έχουν τις εξής μορφές :

- *Σωστού – λάθους*

Το τέστ σωστού-λάθους αποτελείται από σειρά προτάσεων, για κάθε μία από τις οποίες κρίνει ο σπουδαστής αν είναι σωστή ή λανθασμένη. Η επιλογή της απάντησης του σπουδαστή διατυπώνεται με την αναγραφή σε συγκεκριμένη θέση ενός συμβόλου, ή ενός γράμματος, π.χ. (+) ή (Σ) για τις σωστές, και (-) ή (Λ) για τις λανθασμένες..

- *Πολλαπλής επιλογής*

Στα τέστ πολλαπλής επιλογής δίνεται μία εισαγωγική πρόταση, και στη συνέχεια ένας αριθμός προτάσεων ή εννοιών, όπου ο σπουδαστής καλείται να επιλέξει την πρόταση ή έννοια, που με την εισαγωγική πρόταση σαν σύνολο αποτελούν μια ορθή διατύπωση.

- *Σύζευξης και αναδιάταξης*

Στο τέστ σύζευξης υπάρχουν δύο στήλες εννοιών ή προτάσεων, και ο σπουδαστής πρέπει να προσδιορίσει σε ποιά έννοια ή πρόταση της μίας στήλης αντιστοιχεί κάθε μια από τις έννοιες ή προτάσεις της άλλης στήλης.

- *Συμπλήρωσης*

Ένα τέστ συμπλήρωσης αποτελείται από σύνολο προτάσεων, σε κάθε μια από τις οποίες υπάρχει ένα κενό διάστημα, που πρέπει να συμπληρωθεί με την κατάλληλη λέξη, ώστε να γίνει η πρόταση πλήρης και αληθής.

- *Σύντομης απάντησης*

Στα τέστ σύντομης απάντησης δίδεται μία κατά το δυνατόν σαφής ερώτηση, στην οποία θα δώσει ο σπουδαστής γραπτή σύντομη απάντηση. Τα τέστ σύντομης απάντησης δεν είναι απόλυτα αντικειμενικά τέστ, αφού αφήνουν σημαντικά περιθώρια στο σπουδαστή να διατυπώσει την απάντηση σύμφωνα και με την προσωπική του γνώμη.

Ο έλεγχος στις πράξεις γίνεται με ειδικά τέστ εκτέλεσης, με τα οποία διαπιστώνεται αν κάθενας σπουδαστής είναι σε θέση να εκτελεί την αντίστοιχη δεξιότητα με μια προκαθορισμένη ταχύτητα και ακρίβεια.

3.4.2.Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου ελέγχου

Η προετοιμασία και συμπλήρωση του φύλλου ελέγχου γίνεται προοδευτικά σε κάθε τμήμα του, σύμφωνα με τις παρακάτω υποδείξεις :

- *Όνομα και τμήμα εκπαιδευτικού ιδρύματος* : Αναγράφεται το επίσημο όνομα του ιδρύματος και του τμήματος, όπως είναι στην επίσημη σφραγίδα του ιδρύματος, ή όπως είναι γραμμένο στην προμετωπίδα των αποστέλλόμενων εγγράφων.
- *Διεύθυνση εκπαιδευτικού ιδρύματος* : Αναγράφεται η επίσημη ταχυδρομική διεύθυνση του εκπαιδευτικού ιδρύματος (οδός - αριθμός – πόλη).
- *Τίτλος μαθήματος* : Αναγράφεται ο τίτλος του μαθήματος όπως φαίνεται στο ωρολόγιο και αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος.
- *Τίτλος ενότητας* : Αναγράφεται τίτλος της ενότητας.
- *Αριθμός φύλλου πράξης* : Αναγράφεται ο αριθμός του φύλλου ελέγχου με κωδικοποιημένη αρίθμηση με σκοπό την εύκολη διάκριση και ταξινόμηση τους. Η αρίθμηση δεν γίνεται με την σειρά διανομής των φύλλων αλλά με ένα τρόπο ως προς την διευκόλυνση του εκπαιδευτικού.
- *Οδηγίες* : Αναγράφονται οι οδηγίες και ακολουθούν τα αντίστοιχα τέστ. Για το λόγο αυτό καταλαμβάνει και το μεγαλύτερο τμήμα του φύλλου. Στις περιπτώσεις που εφαρμόζουμε περισσότερα από ένα, δίδονται κατά σειρά ξεχωριστές οδηγίες για το κάθε ένα από αυτά.

3.4.3.Υπόδειγμα φύλλου ελέγχου

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα υπόδειγμα φύλλου ελέγχου, σύμφωνα με τα στοιχεία συμπλήρωσης που αναφέρθηκαν παραπάνω. Συμπεριλαμβάνεται και το υπόδειγμα του φύλλου απαντήσεων.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :

ΤΜΗΜΑ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :

ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΟΤΗΤΑ :

ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ

A. ΟΔΗΓΙΕΣ :

A.Αντικειμενικό τέστ :

B. ΟΔΗΓΙΕΣ :

B.Αντικειμενικό τέστ :

Γ. ΟΔΗΓΙΕΣ :

Γ.Αντικειμενικό τέστ :

Δ. ΟΔΗΓΙΕΣ :

Δ.Αντικειμενικό τέστ :

Καλή επιτυχία

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :

ΤΜΗΜΑ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :

ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΟΤΗΤΑ :

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Όνοματεπώνυμο :

Α.Μ. :

ΟΜΑΔΑ Α:

ΟΜΑΔΑ Β:

ΟΜΑΔΑ Γ:

ΟΜΑΔΑ Δ:

Ημερομηνία :__ /__ /__

Καλή επιτυχία

3.4.4.Μαθηματική διατύπωση αξιολόγησης φύλλων ελέγχου

Ως προς την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αντικειμενικών tests υπάρχει ένας γενικός τύπος που πρέπει να ακολουθείται από τον εκπαιδευτικό για να αξιολογεί ορθά τους σπουδαστές. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει αρνητική βαθμολογία για την λανθασμένη επιλογή κάθε απάντησης.

Ο γενικός τύπος της βαθμολογίας έχει ως εξής :

$$B = \frac{\sum \Lambda}{\frac{n_{II} - 1}{n_I}}$$

και ισχύει για τα tests αντιστοίχισης.

$$B = \frac{\sum \Lambda}{n - 1}$$

για τα tests πολλαπλής επιλογής.

$$B = \frac{\sum \Lambda}{n}$$

για τα tests Σωστού-λάθους.

Όπου **B** είναι η βάση, \sum ο αριθμός των σωστών απαντήσεων, Λ ο αριθμός των λάθους απαντήσεων, και **n** ο αριθμός των απαντήσεων.

3.4.5.Αξιοποίηση φύλλου ελέγχου

Για να αξιοποιείται διδακτικά ένα φύλλο ελέγχου πρέπει να εκπληρώνει τους βασικούς του στόχους, πρέπει δηλαδή να αποσαφηνίζει στους σπουδαστές τα δεδομένα και τα ζητούμενα, και να τους καθοδηγεί σωστά κατά την εκτέλεση του.

Ως προς την αξιοποίηση του χρόνου διδασκαλίας, σημειώνεται ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί, ή προς το τέλος κάθε διδακτικής ενότητας, οπότε η αξιολόγηση γίνεται προς το αντίστοιχο περιεχόμενο που διδάχτηκε κατά την διδακτική ώρα, ή με αφιέρωση μιας ολόκληρης διδακτικής ώρας, οπότε η αξιολόγηση αφορά εκτενέστερο περιεχόμενο, που έχει διδαχθεί σε ένα αριθμό προηγούμενων διδακτικών ωρών.

3.4.6.Εφαρμογή του φύλλου ελέγχου στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλληλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Όργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Λ.Β.Ε.)

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΕΝΟΤΗΤΑ :ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ (Sequencing)

ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ(διδασκαλίας)

Α.Οδηγίες

1. Παρακάτω δίδονται έξι (6) προτάσεις Αν θεωρείτε την πρόταση σωστή ,βάλτε σε κύκλο το γράμμα Σ.Αν την θεωρείτε λάθος,βάλτε σε κύκλο το γράμμα Λ.
2. Μεταφέρετε το γράμμα που έχετε επιλέξει σε κύκλο στην (Ομάδα Α) στο φύλλο απαντήσεων.Συμπληρώστε το ονοματεπώνυμο σας και την ημερομηνία,και αφού έχετε μεταφέρει τις απαντήσεις όλων των ερωτήσεων(Α,Β,Γ,Δ), παραδώστε το.

- 1)Σ Λ Η μεγάλη ποικιλία είναι το χαρακτηριστικό στα συστήματα συνεχούς ροής.
- 2)Σ Λ Σε ένα Flow Shop σύστημα η ροή των εργασιών είναι πάντα η ίδια για κάθε μονάδα προϊόντος.
- 3)Σ Λ Σε ένα Job Shop σύστημα η ροή των εργασιών είναι διαφορετική για κάθε παραγγελία.
- 4)Σ Λ Η κατασκευή ενός κτιρίου είναι ένα σύστημα Flow Shop.
- 5)Σ Λ Μία τσιμεντοβιομηχανία είναι ένα Flow Shop σύστημα.
- 6)Σ Λ Ο χαμηλός όγκος παραγωγής είναι ένα χαρακτηριστικό των συστημάτων Job Shop,ενώ ο υψηλός όγκος χαρακτηρίζει τα συστήματα Flow Shop.

Β.Οδηγίες

1. Παρακάτω δίδονται δύο (2) ερωτήσεις,στις οποίες καλείστε να απαντήσετε με ακρίβεια.
2. Μεταφέρετε τις απαντήσεις σας στην (Ομάδα Β) του φύλλου απαντήσεων.

Ι)Αναφέρετε επιγραμματικά τις λειτουργίες του χρονικού προγραμματισμού.

ΙΙ)Αναφέρετε τους αντικειμενικούς σκοπούς του χρονικού προγραμματισμού.

Γ.Οδηγίες

1. Σας δίνονται δύο στήλες και καλείστε να τις αντιστοιχήσετε.
2. Μεταφέρετε τις απαντήσεις σας στην (Ομάδα Γ) του φύλλου απαντήσεων.

- | | |
|----------------|---|
| (1) P_i | (α) : Διάρκεια εκτέλεσης της εργασίας |
| (2) C_i | (β) : Χρόνος ολοκλήρωσης |
| (3) F_i | (γ) : Χρόνος άφιξης της εργασίας στο σύστημα |
| (4) L_i | (δ) : Ημερομηνίες παράδοσης |
| (5) T_i | (ε) : Ελαχιστοποίηση του χρόνου υλοποίησης προγράμματος |
| (6) E_i | (στ) : Καθυστέρηση |
| (7) N | (ζ) : Χρόνος βραδύτερης περάτωσης |
| (8) r_i | (η) : Χρόνος ροής |
| (9) d_i | (θ) : Χρόνος νωρίτερης περάτωσης |
| (10) C_{max} | (κ) : Πλήθος των εργασιών που καθυστέρησαν |

Δ.Οδηγίες

1. Παρακάτω σας δίνεται ένα πρόβλημα εύρεσης βέλτιστης αλληλουχίας, το οποίο καλείστε να επιλύσετε γραφικά με την μέθοδο Johnson.
2. Η επίλυση θα πραγματοποιηθεί στο φύλλο απαντήσεων στην Ομάδα Δ.

Πρόβλημα

Δίνεται το παρακάτω πρόβλημα προγραμματισμού πέντε (7) εργασιών σε ένα μηχανουργείο ροής με δύο (2) μηχανές Α, Β :

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|----------|----------|
| 1 | 10 | 6 |
| 2 | 3 | 9 |
| 3 | 12 | 5 |
| 4 | 1 | 8 |
| 5 | 7 | 2 |
| 6 | 7 | 8 |
| 7 | 9 | 10 |

Ζητείται να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία εκτέλεσης των εργασιών, με κριτήριο τον ελάχιστο συνολικό χρόνο.

Καλή επιτυχία

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΕΝΟΤΗΤΑ :ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ (Sequencing)

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Όνοματεπώνυμο :

Α.Μ. :

ΟΜΑΔΑ Α:

1)_____ 3)_____ 5)_____

2)_____ 4)_____ 6)_____

ΟΜΑΔΑ Β:

I) _____

II) _____

ΟΜΑΔΑ Γ:

| | |
|----|--|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |

ΟΜΑΔΑ Δ:

1) ____, ____, ____, ____, ____, ____, ____

2) ____, ____, ____, ____, ____, ____, ____

3) ____, ____, ____, ____, ____, ____, ____

4) ____, ____, ____, ____, ____, ____, ____

5) ____, ____, ____, ____, ____, ____, ____

6) ____, ____, ____, ____, ____, ____, ____

7) ____, ____, ____, ____, ____, ____, ____

Ημερομηνία : __ / __ / __

Καλή επιτυχία

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΕΝΟΤΗΤΑ :ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ (Sequencing)

ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ(εργαστηρίου)

Οδηγίες

1)Παρακάτω σας δίνεται ένα πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε δύο (2) μηχανές.Αναζητείστε την βέλτιστη αλληλουχία με την χρήση των προγραμμάτων Cambell,και WinQSB(με όποια μέθοδο κρίνετε πιο κατάλληλη απο τις δέκα(10)που δίδονται).Τέλος συγκρίνετε τα αποτελέσματα σας και δικαιολογήστε την αποδοχή της λύσης.

2)Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων θα πραγματοποιηθεί εντός της αίθουσας διδασκαλίας στη λήξη της διδακτικής ενότητας.

Πρόβλημα

Δίνεται το παρακάτω πρόβλημα προγραμματισμού πέντε (7) εργασιών σε ένα μηχανουργείο ροής με δύο (2) μηχανές Α,Β :

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|----------|----------|
| 1 | 10 | 6 |
| 2 | 3 | 9 |
| 3 | 12 | 5 |
| 4 | 1 | 8 |
| 5 | 7 | 2 |
| 6 | 7 | 8 |
| 7 | 9 | 10 |

Ζητείται να βρεθεί η βέλτιστη αλληλουχία εκτέλεσης των εργασιών,με κριτήριο τον ελάχιστο συνολικό χρόνο ολοκλήρωσης.

Καλή επιτυχία

3.5.Φύλλα ανάθεσης εργασιών

3.5.1.Ειδικές χρήσεις των φύλλων ανάθεσης εργασιών

Ο γενικός σκοπός των φύλλων ανάθεσης εργασιών είναι η προετοιμασία εργασιών από τους σπουδαστές, και πρέπει να εκπονηθούν σε χρόνο που δεν περιλαμβάνεται στις διδακτικές ώρες του μαθήματος. Μετά την διανομή του φύλλου ακολουθεί αποσαφήνιση όλων των στοιχείων της εργασίας από τον εκπαιδευτικό, για την διευκρίνιση του είδους και του τρόπου εκπόνησης της. Είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι η ανάθεση εργασιών με τα αντίστοιχα φύλλα, συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη μάθηση και την επίτευξη του αντικειμένου.

Η προετοιμασία και η διανομή φύλλων ανάθεσης εργασιών διευκολύνει τον εκπαιδευτικό με προϋπόθεση την κατάλληλη προετοιμασία, ώστε το περιεχόμενο να είναι κατανοητό στους σπουδαστές, αφού η μελέτη πραγματοποιείται στον προσωπικό τους χώρο.

Με βάση την έκταση της ύλης που καλύπτεται με ένα φύλλο ανάθεσης εργασίας, έχουμε τις εξής διακρίσεις :

- Φύλλα ανάθεσης εργασιών που καλύπτουν μια ορισμένη ενότητα του μαθήματος.
- Φύλλα ανάθεσης εργασιών που καλύπτουν ορισμένη ομάδα εννοιών του μαθήματος.
- Φύλλα ανάθεσης εργασιών που καλύπτουν όλο το περιεχόμενο του μαθήματος.

3.5.2. Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου ανάθεσης εργασιών

Η προετοιμασία και συμπλήρωση του φύλλου πληροφοριών γίνεται προοδευτικά σε κάθε τμήμα του, σύμφωνα με τις παρακάτω υποδείξεις :

- *Όνομα και τμήμα εκπαιδευτικού ιδρύματος* : Αναγράφεται το επίσημο όνομα του ιδρύματος και του τμήματος, όπως είναι στην επίσημη σφραγίδα του ιδρύματος, ή όπως είναι γραμμένο στην προμετωπίδα των αποστελλόμενων εγγράφων.
- *Διεύθυνση εκπαιδευτικού ιδρύματος* : Αναγράφεται η επίσημη ταχυδρομική διεύθυνση του εκπαιδευτικού ιδρύματος (οδός - αριθμός - πόλη).
- *Τίτλος μαθήματος* : Αναγράφεται ο τίτλος του μαθήματος όπως φαίνεται στο ωρολόγιο και αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος.
- *Τίτλος ενότητας* : Αναγράφεται τίτλος της ενότητας.
- *Αριθμός φύλλου πράξης* : Αναγράφεται ο αριθμός του φύλλου ελέγχου με κωδικοποιημένη αρίθμηση με σκοπό την εύκολη διάκριση και ταξινόμηση τους. Η αρίθμηση δεν γίνεται με

την σειρά διανομής των φύλλων αλλά με ένα τρόπο ως προς την διευκόλυνση του εκπαιδευτικού.

- *Οδηγίες* : Αναγράφονται οι οδηγίες που παρέχονται στους σπουδαστές ως βοήθεια στην εκπόνηση της εργασίας. Οι οδηγίες πρέπει να είναι περιεκτικές και σαφείς, για να μπορεί να ολοκληρωθεί από όλους τους σπουδαστές.
- *Ανάθεση εργασίας* : Αναγράφεται με σαφήνεια και συντομία, τον τύπο της εργασίας που ανατίθεται στους σπουδαστές. Περισσότερες λεπτομέρειες δεν δίδονται, αφού υπάρχει μεγάλη ποικιλία μορφών που μπορούν να ανατεθούν οι διάφορες εργασίες.
- *Ημερομηνία παράδοσης* : Αναγράφεται η ημερομηνία παράδοσης με σκοπό την δέσμευση και την έγκαιρη δραστηριοποίηση των σπουδαστών για την εκπόνηση της εργασίας. Βασικό κριτήριο καθορισμού της ημερομηνίας παράδοσης είναι η εκτίμηση χρόνου που απαιτείται για την εκπόνηση της εργασίας, σε σχέση με το χρονικό προγραμματισμό διδασκαλίας του περιεχομένου των συναφών ενοτήτων.

3.5.3.Υπόδειγμα φύλλου ανάθεσης εργασιών

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα υποδειγμα φύλλου ανάθεσης εργασιών σύμφωνα με τα στοιχεία συμπλήρωσης που αναφέρονται παραπάνω.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :

ΤΜΗΜΑ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :

ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΟΤΗΤΑ :

ΦΥΛΛΟ ΑΝΑΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΔΗΓΙΕΣ :

ΑΝΑΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ :

Ημερομηνία παράδοσης : ___ / ___ / ___

3.5.4.Εφαρμογή του φύλλου ανάθεσης εργασιών στην ενότητα " Έυρεση βέλτιστης αλλήλουχίας " (Sequencing) του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων"(Ο.Δ.Β.Ε.)

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΕΝΟΤΗΤΑ :ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ (Sequencing)

ΦΥΛΛΟ ΑΝΑΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ(διδασκαλίας)

Οδηγίες :

Παρακάτω σας δίνεται ένα πρόβλημα προγραμματισμού το οποίο καλείστε να επιλύσετε γραφικά με την μέθοδο που αναφέρεται αναλυτικά στο φύλλο πληροφοριών που σας διανεμήθηκε.Σκοπός είναι η εύρεση βέλτιστης λύσης,αλλα και η κατανόηση της μεθοδολογίας που θα ακολουθήσετε.Η εκφώνηση της εργασίας έχει ως εξής :

Σε μια βιομηχανική μονάδα κατα την γραμμή παραγωγής κατασκευάζονται έξι (6) εξαρτήματα η συναρμολόγηση των οποίων αποτελούν ένα τελικό προϊόν.Τα εξαρτήματα αυτά πρέπει να ακολουθήσουν τέσσερις (4) διαφορετικές φάσεις κατεργασίας(A,B,Γ,Δ)

| | Φάσεις | | | |
|------------|--------|----|---|----|
| Εξαρτήματα | A | B | Γ | Δ |
| 1 | 3 | 4 | 6 | 9 |
| 2 | 7 | 5 | 4 | 9 |
| 3 | 1 | 5 | 4 | 1 |
| 4 | 11 | 9 | 3 | 3 |
| 5 | 9 | 12 | 6 | 13 |
| 6 | 6 | 6 | 3 | 0 |

Ανάθεση εργασίας :

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα ζητείται :

- 1)Να βρείτε την βέλτιστη αλληλουχία με κριτήριο τον συνολικό χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών
- 2) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα Gantt.

Ημερομηνία παράδοσης :Μια εβδομάδα μετά την ημερομηνία ανάθεσης της εργασίας.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ. Σ.Τ.Ε.Φ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :ΕΣΤΑΥΡΩΜΕΝΟΣ/ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ :Ο.Δ.Β.Ε.

ΕΝΟΤΗΤΑ :ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ (Sequencing)

ΦΥΛΛΟ ΑΝΑΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ(εργαστηρίου)

Οδηγίες :

Παρακάτω σας δίνεται ένα πρόβλημα το οποίο καλείστε να επιλύσετε με την εφαρμογή των προγραμμάτων WinQSB και Cambell στον Η/Υ.Συγκεκριμένα με το πρόγραμμα WinQSB αναζητείστε όλες τις πιθανές λύσεις και συγκρίνετε τις με την μέθοδο Cambell,επιλέγοντας την βέλτιστη αυτών.Τα εγχειρίδια των προγραμμάτων θα τα αναζητείσετε στο φύλλο πράξης του εργαστηρίου που σας έχει διανεμηθεί.Η εκφώνηση της εργασίας έχει ως εξής :

Σε μια βιομηχανική μονάδα κατα την γραμμή παραγωγής κατασκευάζονται έξι (6) εξαρτήματα η συναρμολόγηση των οποίων αποτελούν ένα τελικό προϊόν.Τα εξαρτήματα αυτά πρέπει να ακολουθήσουν τέσσερις (4) διαφορετικές φάσεις κατεργασίας(Α,Β,Γ,Δ)

| Εξαρτήματα | Φάσεις | | | |
|------------|--------|----|---|----|
| | Α | Β | Γ | Δ |
| 1 | 3 | 4 | 6 | 9 |
| 2 | 7 | 5 | 4 | 9 |
| 3 | 1 | 5 | 4 | 1 |
| 4 | 11 | 9 | 3 | 3 |
| 5 | 9 | 12 | 6 | 13 |
| 6 | 6 | 6 | 3 | 0 |

Ανάθεση εργασίας :

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα ζητείται :

- 1)Να βρείτε την βέλτιστη αλληλουχία με κριτήριο τον συνολικό χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.
- 2) Να αποτυπώσετε το διάγραμμα Gantt με το πρόγραμμα WinQSB.

Ημερομηνία παράδοσης :Μια εβδομάδα μετά την ημερομηνία ανάθεσης της εργασίας.

3.6.Φύλλα έργων

3.6.1.Ειδικές χρήσεις των φύλλων έργων

Σκοπός των φύλλων έργων είναι να παρουσιάζουν τα δεδομένα και τα ζητούμενα κάθε έργου, και παράλληλα να καθοδηγούν τους σπουδαστές κατά την εκτέλεση του. Ανάλογα με τις ειδικές χρήσεις τους, διακρίνονται ως εξής :

- *Φύλλα έργων μάθησης.* Αναφέρονται σε όλους τους σπουδαστές, για κάθε έργο που έχει προγραμματιστεί από τον εκπαιδευτικό. Αφορούν τα έργα που είναι φορείς διδασκαλίας νέων πράξεων και πληροφοριών.
- *Φύλλα έργων για ατομική διδασκαλία.* Αναφέρονται μεμονωμένα σε σπουδαστές, που ολοκληρώνουν γρήγορα το έργο που τους έχει ανατεθεί στην διάρκεια της διδασκαλίας.
- *Φύλλα έργων για επαγγελματική χρήση.* Αναφέρονται σε έργα που αφορούν τον επαγγελματικό τομέα, όπου ανάλογα έργα θα συναντήσουν οι σπουδαστές μετά την αποφοίτηση τους.

3.6.2.Στοιχεία συμπλήρωσης φύλλου έργου

Η προετοιμασία και συμπλήρωση του φύλλου έργου γίνεται προοδευτικά σε κάθε τμήμα του, σύμφωνα με τις παρακάτω υποδείξεις :

- *Όνομα και τμήμα εκπαιδευτικού ιδρύματος :* Αναγράφεται το επίσημο όνομα του ιδρύματος και του τμήματος, όπως είναι στην επίσημη σφραγίδα του ιδρύματος, ή όπως είναι γραμμένο στην προμετωπίδα των αποστέλλόμενων εγγράφων.
- *Διεύθυνση εκπαιδευτικού ιδρύματος :* Αναγράφεται η επίσημη ταχυδρομική διεύθυνση του εκπαιδευτικού ιδρύματος (οδός - αριθμός – πόλη).
- *Τίτλος μαθήματος :* Αναγράφεται ο τίτλος του μαθήματος όπως φαίνεται στο ωρολόγιο και αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος.
- *Τίτλος ενότητας :* Αναγράφεται τίτλος της ενότητας.
- *Τίτλος έργου :* Αναγράφεται ο τίτλος που ανταποκρίνεται στη φύση και μορφή του έργου.
- *Απεικόνιση και περιγραφή του έργου :* Κάτω από αριθμό του φύλλου τοποθετούνται τα στοιχεία που αποσαφηνίζουν στο σπουδαστή την περιγραφή του έργου, με την χρήση πινάκων, σκίτσων, σχεδίων, φωτογραφιών, σύντομων περιγραφικών φράσεων, αριθμητικών στοιχείων, ή και συνδυασμός όλων αυτών.

- *Απαιτούμενα υλικά* : Αναγράφονται οι ονομασίες και τα ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών, που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση του έργου από τον σπουδαστή. Σε κάθε αντίστοιχο φύλλο πράξης κάθε φύλλου έργου, αναγράφονται τα απαιτούμενα όργανα, εργαλεία, συσκευές κ.ο.κ. που θα χρειαστεί ο σπουδαστής προς την εκτέλεση του.
- *Πορεία* : Κατά την πορεία ενός φύλλου έργου γίνεται μια σύντομη περιγραφή και απαρίθμηση των πράξεων που απαιτούνται, με τη σειρά εκτέλεσής τους στο έργο. Για κάθε πράξη δίδεται ο τίτλος της με μία σύντομη περιγραφή του τρόπου εκτέλεσής της. Παράλληλα οι ανάλογοι κανονισμοί ασφαλείας που πλαισιώνουν κάθε έργο είναι σκόπιμο να αναφέρονται στα μέτρα προφύλαξης που πρέπει να λαμβάνονται, ως προς την αποφυγή κάθε επαγγελματικού κινδύνου.

3.6.3. Υπόδειγμα φύλλου έργου

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα υποδειγμα φύλλου έργου σύμφωνα με τα στοιχεία συμπλήρωσης που αναφέρονται παραπάνω.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ :

ΤΜΗΜΑ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ :

ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΟΤΗΤΑ :

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΟΥ

(Θέση αποσαφήνισης των στοιχείων του έργου,
με την χρήση σχεδίων,εικόνων,σκίτσων,κ.ο.κ.)

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ :

ΠΟΡΕΙΑ :

Όνοματεπώνυμο : _____

Ημερομηνία : ___ / ___ / ___

3.6.4. Αξιοποίηση φύλλων έργων

Για την αξιοποίηση ενός φύλλου έργου και την εκπλήρωση των σκοπών του,πρέπει να αποσαφηνίζονται στους σπουδαστές τα ζητούμενα και τα δεδομένα,και να τους καθοδηγεί με τον ορθό τρόπο κατα την εκτέλεση του.Ταυτόχρονα και σταδιακά πρέπει να εξοικειώνει τους σπουδαστές με την απόκτηση επαγγελματικών συνηθειών,με τον τρόπο που δηλαδή που θα εργαστούν ως επαγγελματίες.Βασική προϋπόθεση όλων των παραπάνω,είναι η αναλυτική περιγραφή της πορείας εκτέλεσης του έργου,ώστε να αναπτύσσεται στο μέγιστο η πρωτοβουλία των σπουδαστών.

Η συνήθεια των επαγγελματιών να εκτελούν τα επαγγελματικά τους έργα με την χρήση σχεδιαγραμμάτων,γραφτών οδηγιών,προδιαγραφών κ.λ.π. είναι μια μορφή φύλλων έργου,με την διαφορά οτι οι οδηγίες,τα σχεδιαγράμματα κ.λ.π. απλώς περιγράφουν και απεικονίζουν τί ακριβώς πρέπει να εκτελεστεί,μιάς και πρόκειται για επαγγελματίες που μπορούν μόνοι τους να προγραμματίσουν την δουλειά τους.Επομένως τα φύλλα εκπαιδευτικών έργων πρέπει να προσαρμόζονται αντίστοιχα στη φύση των σπουδαστών,να τους καθοδηγούν αναλυτικά στην αρχή και να τους δίνονται μεγαλύτερα περιθώρια πρωτοβουλίας στη συνέχεια.

4.ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

4.1.Εισαγωγή

Το τελευταίο κεφάλαιο της μελέτης που ακολουθεί,αποτελείται απο τις διδακτικές σημειώσεις του μαθήματος "Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών επιχειρήσεων" στην ενότητα "εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας",που σκοπό έχει μια ολοκληρωμένη συγκέντρωση στοιχείων του μαθήματος και πιο συγκεκριμένα της ενότητας που προαναφέραμε.

Με την χρήση των βοηθητικών φύλλων και παράλληλα με την βοήθεια των διδακτικών σημειώσεων,ο σπουδαστής θα είναι σε θέση να κατανοήσει το αντικείμενο,και να ανταπεξέλθει κατα την διάρκεια της φοίτησης του.

4.2.Διδακτικές σημειώσεις της ενότητας "Εύρεση βέλτιστης αλληλουχίας" (Sequencing)

**ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ**

**ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ
ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ**

SEQUENCING

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----|
| 1.Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων..... | 87 |
| 1.1.Εισαγωγή..... | 87 |
| 1.2.Παραγωγικά Συστήματα - Βασικές έννοιες και ορισμοί..... | 87 |
| 1.3. Παραγωγικά Συστήματα – Διακρίσεις..... | 88 |
| 2.Χρονικός Προγραμματισμός..... | 89 |
| 2.1.Εισαγωγή στο Χρονικό Προγραμματισμό..... | 89 |
| 2.2.Κέντρο εργασίας, Εργασίες - Ανθρώπινοι πόροι..... | 91 |
| 2.2.1.Κέντρο εργασίας..... | 91 |
| 2.2.2.Κατηγορίες κέντρου εργασιών..... | 92 |
| 2.2.3.Εργασίες – Πόροι, κανόνες, περιορισμοί, κριτήρια..... | 93 |
| 2.2.4.Κατηγορίες εργασιών..... | 94 |
| 2.2.5.Κατηγορίες Πόρων..... | 96 |
| 2.3.Στόχοι και λειτουργίες του Προγραμματισμού..... | 97 |
| 2.3.1.Λειτουργίες του Χρονικού Προγραμματισμού..... | 97 |
| 2.3.2.Στόχοι του Χρονικού Προγραμματισμού..... | 98 |
| 2.3.3.Κριτήρια αξιολόγησης του Χρονικού Προγραμματισμού..... | 98 |
| 2.4.Προγραμματισμός σε Job Shop Συστήματα..... | 100 |
| 2.4.1.Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 1 μηχανή..... | 100 |
| 2.5.Προγραμματισμός σε Flow Shop Συστήματα..... | 104 |
| 2.5.1.Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 2 μηχανές..... | 105 |
| 2.5.2.Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 3 μηχανές..... | 106 |
| 2.5.3.Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε m μηχανές..... | 106 |

1.Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων

1.1.Εισαγωγή

Οι εξελίξεις τα τελευταία χρόνια στο πεδίο της Οργάνωσης και της Διοίκησης των Βιομηχανικών Επιχειρήσεων,είχε ως αποτέλεσμα να αναγνωρίζεται σήμερα στον κόσμο των επιχειρήσεων.Κρίσιμα ζητήματα και απαιτήσεις που αφορούν την ποιότητα,τον επανασχεδιασμό επιχειρήσεων,τον ανταγωνισμό στον επιχειρησιακό κόσμο,αλλά και η παγκόσμια προοπτική σύμφωνα με την οποία πρέπει να προσεγγίζονται τα παραπάνω,αναδεικνύει την Ο.Δ.Β.Ε. ως επιστήμη ζωτικής σημασίας για την επιβίωση κάθε επιχείρησης.

Προσεγγίζει θέματα όπως οι επιχειρηματικές στρατηγικές η επιλογή των προϊόντων ή των υπηρεσιών η δυναμικότητα και η θέση εγκατάστασης ενός παραγωγικού συστήματος,οι αποφάσεις για τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν,και γενικότερα θέματα την δέσμευση σημαντικών πόρων και επηρεάζουν μακροπρόθεσμα την απόδοση και αποτελεσματικότητα της παραγωγικής διαδικασίας.

Ως πεδίο θα μπορούσε ακόμα να προσεγγισθεί και σαν ένας ενδιαφέρων συνδυασμός διαχείρισης ανθρωπίνων πόρων και εφαρμογής προηγμένων τεχνολογιών,με τελικό σκοπό την παραγωγή κέρδους,μέσω της παροχής ποιοτικών προϊόντων και υπηρεσιών.

Η λειτουργία της παραγωγής είναι δεδομένο ότι καθορίζει στο μέγιστο βαθμό το κόστος και την ποιότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών μιας επιχείρησης,καθώς και την αξιοπιστία της και την ανταγωνιστικότητα της.

Στην χώρα μας όλο και περισσότερο γίνεται αντιληπτό ότι η επιστήμη της Ο.Δ.Β.Ε. Μπορεί να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν την παραγωγική λειτουργία των επιχειρήσεων,και να συμβάλει στην ανάπτυξη υγιών παραγωγικών δομών.

1.2.Παραγωγικά Συστήματα - Βασικές έννοιες και ορισμοί

Παραγωγή είναι κάθε οργανωμένη δραστηριότητα που αποσκοπεί στην αύξηση της αξίας ή της χρησιμότητας υλικών πραγμάτων ή στην παροχή υπηρεσιών,με την ανάλωση κάποιων πόρων.Παραγωγικές διεργασίες είναι όλα τα είδη των οργανωμένων δραστηριοτήτων όπως τα εργοστάσια,τα γραφεία,τα νοσοκομεία κ.ο.κ. Η διαχείριση αυτών ακριβώς των παραγωγικών διεργασιών (που είναι και το βασικό κομμάτι της Ο.Δ.Β.Ε.) σχετίζεται με τη λήψη αποφάσεων,έτσι ώστε τα παραγόμενα αγαθά ή υπηρεσίες παράγονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές ποιότητας,

στις απαιτούμενες ποσότητες, με το απαιτούμενο πρόγραμμα, και με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Υπάρχουν λοιπόν εισροές υλικών, εργασίας και πόρων που μέσω της διαδικασίας της παραγωγής μετατρέπονται σε αγαθά ή υπηρεσίες με συνέπεια να προστίθεται αξία. Όλα τα παραπάνω συμβαίνουν εντός των παραγωγικών συστημάτων. Επομένως :

Παραγωγικό σύστημα είναι κάθε σύστημα, δηλαδή κάθε οργανωμένο σύνολο στοιχείων που παράγει προϊόντα ή υπηρεσίες. Εντός των παραγωγικών συστημάτων διακρίνονται τα κύρια υποσυστήματα, στα οποία εκτελούνται οι κύριες παραγωγικές λειτουργίες του συστήματος και τα δευτερεύοντα υποσυστήματα που υποστηρίζουν τα πρώτα. Τα κύρια υποσυστήματα του παραγωγικού συστήματος "εργοστάσιο" είναι τα παραγωγικά τμήματα που επιτελείται η κύρια λειτουργία της παραγωγής προϊόντων, ενώ τα δευτερεύοντα είναι τα υποσυστήματα προμηθειών, επικοινωνιών, λογιστηρίου, μεταφορών, δικτύων ενέργειας κ.ο.κ. Με όλα τα παραπάνω ως Ο.Δ.Β.Ε. δίδεται ο εξής ορισμός :

Ως Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Επιχειρήσεων ορίζεται ο σχεδιασμός, προγραμματισμός, λειτουργία και βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας με την οποία, εντός των παραγωγικών συστημάτων, κάποιοι πόροι μετατρέπονται σε προϊόντα ή υπηρεσίες.

1.3. Παραγωγικά Συστήματα - Διακρίσεις

Τα παραγωγικά συστήματα μπορούν να ταξινομηθούν κατά πολλούς τρόπους, όπως κατα το είδος του παραγόμενου τελικού προϊόντος, που μπορεί να είναι υλικά αγαθά ή υπηρεσίες, ή να ταξινομηθούν κατά το βασικό σκοπό που μπορεί να είναι η επίτευξη κερδών ή η ικανοποίηση κοινωνικών αναγκών. Ωστόσο ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ταξινόμηση τους σύμφωνα με τον τύπο της παραγωγικής διαδικασίας. Με βάση αυτή την ταξινόμηση, τα παραγωγικά συστήματα διακρίνονται σε συστήματα συνεχούς ροής (flow-shop), σε συστήματα παραγωγής κατά παραγγελία (job-shop), και τέλος σε συστήματα κατασκευής έργων (projects).

- *Συστήματα συνεχούς ροής (flow-shop)*

Τα συστήματα αυτά παράγουν μεγάλους όγκους παραγωγής περιορισμένης ποικιλίας τυποποιημένων προϊόντων. Συνήθως τα προϊόντα στα συστήματα αυτά παράγονται σε γραμμές παραγωγής και ακολουθούν την ίδια διαδρομή μέσα στο σύστημα, περνώντας από μια σειρά εξειδικευμένων μηχανών. Αυτό συνήθως συμβαίνει με την μεσολάβηση κάποιου αυτοματοποιημένου συστήματος εσωτερικών μεταφορών. Όλος ο παραγωγικός εξοπλισμός που απαιτείται οργανώνεται χωροταξικά σε γραμμική διάταξη. Είναι προφανές ότι το παραγωγικό σύστημα οργανώνεται έτσι ώστε να επιτρέπει την συνεχή ροή κάθε κομματιού

στην αλυσίδα παραγωγής. Τέλος ως παραγωγικά συστήματα συνεχούς ροής θεωρούνται και τα συστήματα εκείνα, όπου οι εισροές τους μετασχηματίζονται σε ένα ή περισσότερα προϊόντα.

- *Συστήματα παραγωγής κατά παραγγελία (job-shop)*

Τα συστήματα αυτά ασχολούνται με την παραγωγή μιας μεγάλης συνήθως ποικιλίας προϊόντων σε μικρούς σχετικά όγκους παραγωγής. Ο πελάτης είναι εκείνος που αναθέτει στο σύστημα την παραγωγή ενός αριθμού ίδιων προϊόντων, με προδιαγραφές που ορίζονται από τον ίδιο. Μέσα στο σύστημα η ροή των προϊόντων διαφοροποιείται ανάλογα με την παραγγελία ή την παρτίδα παραγωγής. Ο μηχανικός παραγωγικός εξοπλισμός είναι γενικής χρήσης με περιορισμένο βαθμό αυτοματοποίησης, πράγμα αναμενόμενο αφού υπάρχει μεγάλη ποικιλία προϊόντων. Κάθε φορά ο εξοπλισμός πρέπει να προσαρμόζεται και να χρησιμοποιείται ανάλογα με τις ανάγκες του προϊόντος προς παραγωγή.

- *Συστήματα κατασκευής έργων (projects)*

Η περίπτωση των συστημάτων κατασκευής έργων αφορά στην κατασκευή μιας μονάδας προϊόντος, συνήθως μεγάλου μεγέθους και αξίας που προορίζεται για ένα πελάτη. Παραδείγματα τέτοιων προϊόντων, μπορεί να είναι ένα πλοίο, μία γέφυρα ή ένας δρόμος ταχείας κυκλοφορίας. Είναι προφανές ότι στην περίπτωση των συστημάτων κατασκευής έργων, το προϊόν είναι εκείνο που μένει ακίνητο, ενώ τα μέσα παραγωγής είναι εκείνα που κινούνται γύρω από αυτό.

2. Χρονικός Προγραμματισμός

2.1. Εισαγωγή στο Χρονικό Προγραμματισμό

Σε ένα σύστημα, ο προγραμματισμός της γραμμής παραγωγής επηρεάζει άμεσα τη ροή των οικονομικών εισροών στο σύστημα (work flow=cash flow). Ο σωστός χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την αύξηση των οικονομικών εισροών στο σύστημα. Αντίθετα, οι μεγάλες καθυστερήσεις σε ένα συστήματα παραγωγής αποτελούν τροχοπέδη για τα οικονομικά αποτελέσματα. Σε γενικές γραμμές, οι αντικειμενικοί σκοποί του χρονικού προγραμματισμού της παραγωγής είναι:

- η αποτελεσματική χρησιμοποίηση μηχανών, προσωπικού, και
- η ελαχιστοποίηση του χρόνου αναμονής πελατών, αποθήκευσης και χρόνου εκτέλεσης.

Το κοινό χαρακτηριστικό πολλών προβλημάτων που παρουσιάζονται στον προγραμματισμό παραγωγής, (όπως για παράδειγμα η προετοιμασία μηνιαίου πλάνου παραγωγής μιας αυτοκινητοβιομηχανίας, η διαχείριση πρώτων υλών μιας εταιρείας τροφίμων ή ο προγραμματισμός του συνόλου των πτήσεων μιας μεγάλης αεροπορικής εταιρείας) είναι η επιτακτική ανάγκη για ορθή λήψη ανεξάρτητων στοιχειωδών αποφάσεων, ο συνδυασμός των οποίων θα αποτελέσει τη βέλτιστη λύση στο πρόβλημα του προγραμματισμού.

Για την διευκόλυνση στη λήψη των σωστών αποφάσεων, στις περιπτώσεις όπου η υπολογιστική πολυπλοκότητα θεωρείται ως κυρίαρχο χαρακτηριστικό του προβλήματος, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές βελτιστοποίησης. Για πολλές περιπτώσεις προβλημάτων της παραγωγής (όπως για παράδειγμα τα προβλήματα πολυκριτηριακών αποφάσεων), η επίλυση έγκειται αποκλειστικά και μόνο σε επιτυχή εφαρμογή τέτοιων τεχνικών βελτιστοποίησης. Ο αριθμός των εφαρμογών πληροφορικής, οι οποίες περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά τεχνικών βελτιστοποίησης, αυξάνεται σταθερά. Αυτό οφείλεται κυρίως στη διαρκή τεχνολογική εξέλιξη αλλά και στην αυξανόμενη προσδοκία για ενίσχυση του οπλοστασίου της επιχειρησιακής έρευνας. Οι τεχνικές βελτιστοποίησης έκαναν την εμφάνισή τους στο πεδίο του διοικητικού προγραμματισμού με την ευρεία χρήση μοντέλων γραμμικού προγραμματισμού.

Για την δημιουργία και την εφαρμογή τέτοιων τεχνικών βελτιστοποίησης, κάθε πρόβλημα χρονικού προγραμματισμού ορίζεται από μια σειρά παραμέτρων, όπως η διαθέσιμη δυναμικότητα του συστήματος, οι απαιτήσεις για παραγωγή, που καθορίζονται από τη ζήτηση των προϊόντων και διάφοροι τεχνολογικοί και άλλοι περιορισμοί. Με βάση αυτές τις παραμέτρους ζητείται η καλύτερη δυνατή τιμή μιας συνάρτησης κόστους (ή οφέλους), δηλαδή η τιμή εκείνη που αντιστοιχεί στην καλύτερη δυνατή επιλογή κάποιων μεταβλητών απόφασης. Οι μεταβλητές απόφασης μπορεί να αφορούν το μέγεθος μιας παρτίδας παραγωγής, τη σειρά εκτέλεσης των παραγγελιών, την ανάθεση συγκεκριμένων παραγγελιών σε συγκεκριμένες μηχανές κλπ. Έτσι, από ένα σύνολο εφικτών προγραμμάτων, ζητείται το καλύτερο, αν και συχνά ο καθορισμός του είναι ανέφικτος, οπότε το ζητούμενο είναι να βρεθεί ένα πρόγραμμα, το οποίο θα είναι καλό και θα ικανοποιεί κάποια συγκεκριμένα κριτήρια που απαιτούνται από τον πελάτη ή από το ίδιο το σύστημα.

Ειδικότερα, για την επίλυση ενός προβλήματος χρονικού προγραμματισμού, απαιτούνται αρχικά πληροφορίες σχετικά με τις απαιτήσεις για την παραγωγή των προϊόντων. Αυτές μπορούν να προκύψουν από τις παραγγελίες των πελατών, εάν αυτές είναι ήδη γνωστές, ή από προβλέψεις για τις μελλοντικές παραγγελίες. Οι απαιτήσεις αυτές μεταφράζονται με τη σειρά τους σε απαιτήσεις για παραγωγικούς πόρους, μέσω των πινάκων υλικών, των παραγγελιών ή των προβλέψεων

παραγγελιών των πελατών. Έτσι γίνεται εκτίμηση για τα χαρακτηριστικά και τον αριθμό των μηχανών που απαιτούνται, για τις διεργασίες και τη σειρά που θα γίνουν, για τους χρόνους επεξεργασίας στις μηχανές, τις προθεσμίες παράδοσης των παραγγελιών και, γενικά, τους χρόνους παραγωγής.

Σημαντικοί παράγοντες στο πρόβλημα του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής είναι οι περιορισμοί και οι κανόνες του συστήματος, που αφορούν τη δυναμικότητα σε διαθέσιμο παραγωγικό εξοπλισμό, τις απαιτήσεις για τη συντήρηση και το στήσιμο των μηχανών, την εκπλήρωση των απαιτήσεων που ορίζει η εκάστοτε τεχνολογία των μηχανημάτων και τα δεδομένα του προγράμματος παραγωγής για το συνολικό επίπεδο της παραγωγής, του ανθρώπινου δυναμικού και των αποθεμάτων.

Η επίλυση μεγάλων προβλημάτων του προγραμματισμού εργασιών σε τακτικό ή επιχειρησιακό επίπεδο απαιτεί την ανάπτυξη συνθετότερων και ευφυέστερων μοντέλων, τυπικά παραδείγματα των οποίων είναι τα μοντέλα χρονοδρομολόγησης (scheduling) και προγραμματισμού διαδρομής (routing). Προβλήματα βραχυπρόθεσμου ορίζοντα, είναι δυνατό να αντιστοιχούν σε μοντέλα με τεράστιο αριθμό περιορισμών, εξαιρετικά υψηλή πολυπλοκότητα και έλλειψη γραμμικότητας. Πολλές από τις μεταβλητές είναι δυνατό να είναι διακριτές (τυπικά να έχουν δύο πιθανές τιμές), οπότε η επίλυση καθίσταται περαιτέρω δυσχερής. Μοντέλα αυτού του είδους, που βασίζονται σε διακριτές μεταβλητές, κατατάσσονται στην κατηγορία των προβλημάτων συνδυαστικής βελτιστοποίησης. Οι μεταβλητές των προβλημάτων συνδυαστικής βελτιστοποίησης αντιπροσωπεύουν αποφάσεις «ναι/όχι» ή άλλη πιθανή εκλογή διακριτών εναλλακτικών. Η ανάλυση της δομής των προβλημάτων αυτών δεν θα αναλυθεί σε αυτό το κεφάλαιο.

2.2.Κέντρο εργασίας, Εργασίες - Ανθρώπινοι πόροι

2.2.1.Κέντρο εργασίας

Κέντρο εργασίας μιας επιχείρησης ονομάζεται η περιοχή στην οποία οι παραγωγικοί πόροι οργανώνονται και οι εργασίες που απαιτούνται για την παραγωγή ολοκληρώνονται. Το κέντρο εργασίας μπορεί να είναι μία μεμονωμένη μηχανή, ένα σύνολο μηχανών ή περιοχή στην οποία μία συγκεκριμένη εργασία λαμβάνει χώρα. Σε ένα σύστημα job-shop, μπορούν να οργανωθούν

ανάλογα με τις διεργασίες που εκτελούνται, ενώ σε ένα σύστημα flow-shop ανάλογα με τα προϊόντα. Στην περίπτωση ενός συστήματος job-shop, οι εργασίες χρειάζεται να δρομολογηθούν μεταξύ λειτουργικά οργανωμένων κέντρων εργασίας, έτσι ώστε οι διεργασίες να εκτελεστούν σύμφωνα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές.

2.2.2. Κατηγορίες κέντρου εργασιών

Τα κέντρα εργασίας, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των μεθόδων προγραμματισμού που εφαρμόζονται, μπορούν να διακριθούν σε διάφορες κατηγορίες όπως αυτές παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Πρώτη κατηγοριοποίηση που ισχύει σχετίζεται με το πως η χωρητικότητα του συστήματος επηρεάζει τον προγραμματισμό. Έτσι διαχωρίζονται σε συστήματα απεριόριστης φόρτωσης (infinite loading) και συστήματα πεπερασμένης φόρτωσης (finite loading). Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα εκείνα στα οποία δεν λαμβάνεται υπόψη αν υπάρχει η απαιτούμενη διαθεσιμότητα πόρων στο σύστημα για την ολοκλήρωση της εργασίας. Επίσης, δεν λαμβάνεται υπόψη ούτε και η επικείμενη δρομολόγηση της εργασίας στους διάφορους πόρους του συστήματος. Συχνά, το μόνο που εκτελείται είναι ένας απλός έλεγχος για την διαθεσιμότητα των πιο σημαντικών πόρων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της εργασίας και για το κατά πόσο μπορούν να αντεπεξέλθουν στην ολοκλήρωση της παραγωγής. Αυτό μπορεί να εκτιμηθεί, προσεγγίζοντας το χρόνο εκτέλεσης της εργασίας από τους πόρους καθώς και το χρόνο προετοιμασίας των πόρων. Συνολική εκτίμηση του χρόνου ολοκλήρωσης της εργασίας μπορεί να γίνει μόνο προσεγγιστικά λαμβάνοντας υπόψη τους δύο αυτούς χρόνους.

Στην δεύτερη κατηγορία, των συστημάτων πεπερασμένης φόρτωσης, μελετάται λεπτομερώς ο προγραμματισμός των πόρων του συστήματος για την εκτέλεση της εργασίας, λαμβάνοντας υπόψη τους χρόνους που απαιτούνται από τους πόρους για την εκτέλεση της εργασίας, αλλά και τους χρόνους προετοιμασίας των πόρων. Στην πράξη, καθορίζονται επακριβώς τι θα εκτελείται και από ποιόν πόρο του συστήματος, ανά πάσα στιγμή. Θεωρητικά, σε ένα τέτοιο σύστημα, οι εργασίες που δρομολογούνται στο σύστημα είναι πάντα εφικτό να εκτελεστούν σύμφωνα με τον προγραμματισμό που έχει γίνει γι' αυτές. Μία άλλη κατηγοριοποίηση που εφαρμόζεται σχετίζεται με το αν ο προγραμματισμός μιας εργασίας γίνεται «προς τα εμπρός» (forward) ή «προς τα πίσω» (backward) στο χρόνο. Στην περίπτωση του «προς τα εμπρός» προγραμματισμού, ο οποίος είναι

και ο πιο κοινά εφαρμόσιμος, το σύστημα παίρνει μία εργασία και στη συνέχεια προγραμματίζεται κάθε διεργασία που απαιτείται να ολοκληρωθεί προς τα εμπρός στο χρόνο. Σε ένα τέτοιο σύστημα, αυτό που μπορεί να προβλεφθεί είναι η νωρίτερη ημερομηνία που μπορεί η εργασία να έχει ολοκληρωθεί.

Αντίθετα, στην περίπτωση του «προς τα πίσω» προγραμματισμού, ο προγραμματισμός αρχίζει από μία ημερομηνία στο μέλλον, η οποία συνήθως είναι η απαιτούμενη ημερομηνία παράδοσης και προγραμματίζονται οι διεργασίες που πρέπει να εκτελεστούν με αντίστροφη φορά προς τα πίσω στο χρόνο. Σε ένα τέτοιο σύστημα, αυτό που μπορεί να προβλεφθεί είναι πια ημερομηνία πρέπει να αρχίσει ένα σύστημα έτσι ώστε να έχει ολοκληρωθεί την απαιτούμενη ημερομηνία παράδοσης.

Μία τελευταία κατηγοριοποίηση των κέντρων εργασίας σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα σε πόρους που διαθέτει το κέντρο. Συγκεκριμένα, είναι σημαντικό να είναι γνωστό για τον προγραμματισμό του συστήματος εάν το κέντρο θεωρείται ότι είναι πιο πιθανό να έχει περιορισμούς από διαθεσιμότητα σε μηχανήματα (machine limited) σε σχέση με το ανθρώπινο δυναμικό ή το αντίστροφο (labor limited). Στην πράξη, τα περισσότερα συστήματα ανήκουν σε μία από τις δύο περιπτώσεις και πολύ σπάνια ισχύουν και οι δύο περιορισμοί.

2.2.3.Εργασίες – Πόροι, κανόνες, περιορισμοί, κριτήρια

Τα προβλήματα βελτιστοποίησης του χρονικού προγραμματισμού σε ένα σύστημα αφορούν, εν γένει, στην επίτευξη παραγωγικών στόχων, κατά τον βέλτιστο τρόπο, με την ταυτόχρονη υποχρέωση τήρησης ενός συνόλου περιορισμών. Στη γενική περίπτωση ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης περιλαμβάνει:

- Εργασίες, οι οποίες πρέπει να περατωθούν.
- Πόρους, οι οποίοι απαιτούνται για την εκτέλεση των εργασιών.
- Κανόνες και περιορισμούς, οι οποίοι ανταποκρίνονται σε φυσικά/ παραγωγικά/ λειτουργικά/ οργανωτικά, κ.α. χαρακτηριστικά του προβλήματος και ορίζουν τον τρόπο παραγωγής των εργασιών.
- Κριτήρια, τα οποία επιτρέπουν την αξιολόγηση κάθε προτεινόμενης λύσης.

Κοινά παραδείγματα εργασιών είναι η παραγωγή αγαθών, οι υπηρεσίες και οποιοδήποτε σύνολο επικερδών ή αναγκαίων δράσεων. Στη συνήθη περίπτωση απαιτείται μεγιστοποίηση του πλήθους των εκτελεσθέντων εργασιών.

Ως παράδειγμα πόρων αναφέρονται οι μηχανές, οι άνθρωποι, οι πρώτες ύλες, οι διαστάσεις (χωρητικότητες, όγκους, εμβαδά, αποστάσεις κ.λ.π.) και ο χρόνος. Οι πόροι προς εκτέλεση των εργασιών είναι ως επί το πλείστον πεπερασμένοι, απαιτείται συνεπώς ελαχιστοποίηση της άσκοπης χρήσης τους.

Τόσο οι κανόνες/ περιορισμοί όσο τα κριτήρια είναι στενά συνυφασμένοι με τη φύση του προβλήματος και δεν κατηγοριοποιούνται συστηματικά. Πολλές φορές κάποιιοι περιορισμοί ενδέχεται να λειτουργούν ως κριτήρια και το αντίστροφο. Σε αλγοριθμικό επίπεδο η ύπαρξη πολλών περιορισμών διευκολύνει την εύρεση λύσης καθώς ορίζει αυστηρά την αλληλεξάρτηση των τιμών των μεταβλητών του προβλήματος, περιορίζοντας σημαντικά το χώρο πιθανών λύσεων.

Τέλος, τα κριτήρια ενσωματώνουν τις προτιμήσεις και επιθυμίες της διοίκησης σχετικά με τη παραγωγή. Επίσης, επιτρέπουν την αξιολόγηση των προτεινόμενων λύσεων. Κάποιες φορές οι ασθενείς περιορισμοί και τα κριτήρια είναι εναλλάξιμα, π.χ. η επιθυμία σεβασμού των ημερομηνιών παραγωγής και παράδοσης (deadline) ενός προϊόντος μπορεί να θεωρηθεί ταυτόχρονα περιορισμός της παραγωγικής διαδικασίας αλλά και κριτήριο αξιολόγησης του προτεινόμενου πλάνου παραγωγής. Η επιλογή για το αν μια προτίμηση εμφανίζεται ως περιορισμός ή κριτήριο, ανήκει στη διοίκηση.

2.2.4.Κατηγορίες εργασιών

Οι εργασίες σε ένα σύστημα μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Συνεχείς / Διακριτές

Συνεχείς είναι οι εργασίες οι οποίες είναι μετρήσιμες σε συνεχή κλίμακα (π.χ. παραγωγή λιγνίτη), ενώ αντίθετα διακριτές είναι οι εργασίες, όπως η παραγωγή ενός αυτοκινήτου, η μεταφορά αγαθού σε πελάτη, η κατάληψη ή όχι χώρου σε αποθήκη, οι οποίες αποτελούν ξεχωριστές διαδικασίες και είτε εκτελούνται είτε όχι.

2. Χρονικά Εξαρτημένες / Ανεξάρτητες

Η πλειονότητα των εργασιών είναι χρονικά εξαρτημένες. Μερικές είναι σταθερές στο χρόνο, όπως ο καθορισμός πτήσεων μιας αεροπορικής εταιρείας. Άλλες απαιτούν, απλώς, συγκεκριμένο χρόνο εκτέλεσης, όπως η βάρδια ενός εργαζόμενου ή η ανάθεση διδασκαλίας μαθημάτων σε καθηγητή. Υπάρχουν, παράλληλα, εργασίες που συνδέονται χρονικά με άλλες και εκτελούνται αναγκαστικά πριν ή μετά από αυτές. Χρονικά ανεξάρτητες είναι εργασίες όπως η βελτιστοποίηση κοπής πρώτης ύλης όπου δεν υφίσταται έννοια χρονικών περιορισμών.

3. Χωρικά Εξαρτημένες / Ανεξάρτητες

Χωρικά εξαρτημένες είναι οι εργασίες που εκτελούνται σε συγκεκριμένη τοποθεσία ή αφορούν στη μεταβολή τοποθεσίας (μεταφορές). Ενώ, χωρικά ανεξάρτητες ονομάζονται οι εργασίες όπως τη δημιουργία χαρτοφυλακίου ή τον προγραμματισμό παραγωγής που είναι εν γένει ανεξάρτητες της τοποθεσίας εκτέλεσης.

4. Διακοπτόμενες / Μη-διακοπτόμενες

Διακοπτόμενες είναι οι εργασίες που είναι δυνατό να διακοπούν ανά πάσα στιγμή και να συνεχιστούν αργότερα. Κατά την εκτέλεση των εργασιών αυτών είναι δυνατή η αντικατάσταση, ανανέωση ή αφαίρεση πόρων. Η μεταφορά ενός αγαθού αποτελεί περίπτωση διακοπτόμενης εργασίας καθώς επιτρέπεται η μεταφορά αγαθών από ένα όχημα σε άλλο ή η ταυτόχρονη παράδοση αγαθών σε άλλους πελάτες. Αντίθετα, μη διακοπτόμενες είναι οι εργασίες που δεν είναι δυνατό να διακοπούν μετά την έναρξη τους. Ως τυπικό παράδειγμα αναφέρεται η επεξεργασία υλικών από μηχανές και η ενοικίαση αυτοκινήτων σε πελάτες.

5. Εφάπαξ / Επαναλαμβανόμενες

Εφάπαξ ονομάζονται οι εργασίες, οι οποίες εκτελούνται μία φορά κατά τη λύση του προβλήματος. Ως παράδειγμα αναφέρεται ο σχεδιασμός προγραμμάτων τοπικών συγκοινωνιών. Ακόμη κι αν τα δρομολόγια είναι επαναλαμβανόμενα, κάθε περίοδος αντιμετωπίζεται ως ξεχωριστό πρόβλημα με εφάπαξ εργασίες. Επαναλαμβανόμενες είναι οι εργασίες που εκτελούνται κυκλικά σε τακτά χρονικά διαστήματα και συνήθως απαιτείται ο βέλτιστος σχεδιασμός του κύκλου, σε συνάρτηση με τις προηγούμενες και τις μελλοντικές εκτελέσεις. Βασικό χαρακτηριστικό των εργασιών αυτών είναι πως απαιτείται επαναφορά στην αρχική κατάσταση (αρχή κύκλου). Ως τυπικό παράδειγμα αναφέρεται προγραμματισμός συσκευών ανύψωσης (hoist scheduling).

2.2.5.Κατηγορίες Πόρων

1. Σταθεροί/ Εναλλάξιμοι

Σταθεροί ονομάζονται οι πόροι, οι οποίοι χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την εκτέλεση μιας εργασίας και δεν υπάρχει περίπτωση μεταβολής ή αντικατάστασης τους. Ως παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση προβλημάτων job-shop όπου κάθε εργασία εκτελείται από συγκεκριμένο τύπο πόρων. Αντίθετα, εναλλάξιμοι είναι οι πόροι οι οποίοι μπορούν να αντικατασταθούν από άλλους προκειμένου να εκτελεστεί εργασία. Ως παράδειγμα αναφέρεται η αερομεταφορά φορτίων ή επιβατών η οποία μπορεί να εκτελεστεί από αεροπλάνα συγκεκριμένης δυναμικότητας αλλά δεν απαγορεύεται η χρήση ενός μεγαλύτερου σκάφους προκειμένου να εκτελεστούν με συνέπεια το δρομολόγια.

2. Ανανεώσιμοι/ Αναλώσιμοι/ Μεταβλητής κατάστασης

Ανανεώσιμοι είναι οι πόροι οι οποίοι είναι διαθέσιμοι αμέσως μετά την εκτέλεση μιας εργασίας, π.χ. οι μηχανές ενός flow-shop προβλήματος. Ενώ, αναλώσιμοι είναι οι πόροι, οι οποίοι καταναλώνονται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας εργασίας (καύσιμα, πρώτες ύλες, ανθρωπόωρες, κ.λ.π.) και δεν είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση τους. Τέλος, μεταβλητής κατάστασης είναι οι πόροι οι οποίοι αλλάζουν κατάσταση μετά την εκτέλεση μιας εργασίας. Τέτοιοι πόροι χρησιμοποιούνται σε μοντελοποίηση προβλημάτων χρονικού προγραμματισμού όπου η αρχική κατάσταση του πόρου παίζει κρίσιμο ρόλο για τη μετέπειτα ανάθεση του σε εργασίες. Επίσης σε προβλήματα μεταφοράς όπου απαιτείται ο πόρος να επιστρέψει στο σημείο εκκίνησης ενώ η θέση του αλλάζει με την εκτέλεση κάθε εργασίας παράδοσης.

3. Απλοί/ Πολλαπλοί

Απλοί ονομάζονται οι πόροι οι οποίοι μοντελοποιούνται ξεχωριστά και διακριτά όπως για παράδειγμα στην περίπτωση δρομολόγησης ενός οχήματος. Αντίθετα, πολλαπλοί ονομάζονται οι πόροι, οι οποίοι μοντελοποιούνται μαζί, όπως για παράδειγμα στην κατάστρωση εβδομαδιαίου προγράμματος μαθημάτων, όπου η επιλογή ώρας, καθηγητή και αίθουσας σχετίζονται άμεσα.

2.3.Στόχοι και λειτουργίες του Προγραμματισμού

2.3.1.Λειτουργίες του Χρονικού Προγραμματισμού

Έστω ένα σύστημα παραγωγής στο οποίο θα εφαρμοστεί χρονικός προγραμματισμός για τις διάφορες διεργασίες και πόρους που περικλείει. Οι λειτουργίες που πρέπει να εκτελεστούν για την εφαρμογή του προγραμματισμού μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω:

- Ανάθεση παραγγελιών, εξοπλισμού και ανθρωπίνων πόρων στο κέντρο εργασίας, το οποίο θα είναι υπεύθυνο για την εκτέλεση των εργασιών
- Καθορισμός της σειράς εκτέλεσης των εργασιών (δρομολόγηση) καταρτίζοντας τις προτεραιότητες για τις εργασίες στο σύστημα.
- Εκκίνηση της εκτέλεσης των προγραμματισμένων εργασιών (dispatching).
- Έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας (shop-floor control), η οποία περιλαμβάνει:
 - α) Ανάλυση της κατάστασης και έλεγχος της εξέλιξης των εργασιών κατά τη διάρκεια που αυτές εκτελούνται.
 - β) Επίσπευση καθυστερημένων και κρίσιμων εργασιών

Σε ένα κέντρο εργασίας, ο υπεύθυνος για τον χρονικό προγραμματισμό του συστήματος αρχικά επιλέγει και ταξινομεί τις διαθέσιμες εργασίες στις διάφορες θέσεις εργασίας του κέντρου. Οι αποφάσεις του υπευθύνου πρέπει να είναι βασισμένες στις λειτουργίες και στις απαιτήσεις δρομολόγησης της κάθε εργασίας, στην κατάσταση των υπάρχοντων εργασιών σε κάθε θέση εργασίας, στο χρόνο αναμονής που υπάρχει σε κάθε θέση, στις προτεραιότητες που χαρακτηρίζουν τις εργασίες, στην διαθεσιμότητα των υλικών, σε πιθανές εισόδους νέων εργασιών στο σύστημα και φυσικά στους διαθέσιμους πόρους του κέντρου εργασίας σε εξοπλισμό και σε ανθρώπινο δυναμικό.

2.3.2.Στόχοι του Χρονικού Προγραμματισμού

Οι στόχοι του χρονικού προγραμματισμού σε ένα κέντρο εργασίας συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Σεβασμός προθεσμιών για τις ημερομηνίες παράδοσης (Due Dates).
- Ελαχιστοποίηση του χρόνου υλοποίησης προγράμματος (Lead Time).
- Ελαχιστοποίηση του χρόνου ή κόστους ρύθμισης του εξοπλισμού του κέντρου (Setup Time)
- Ελαχιστοποίηση των εκκρεμούντων διεργασιών στο σύστημα
- Μεγιστοποίηση χρησιμοποίησης εξοπλισμού ή ανθρώπινου δυναμικού (Machine or Labor Utilization).

Ο τελευταίος στόχος του χρονικού προγραμματισμού είναι αμφισβητούμενος, μιας και κρατώντας όλον τον εξοπλισμό και το ανθρώπινο δυναμικό συνεχώς σε εργασία δεν θα είναι πολύ αποδοτικός τρόπος για τη διαχείριση της ροής των εργασιών μέσα στη διαδικασία.

2.3.3.Κριτήρια αξιολόγησης του Χρονικού Προγραμματισμού

Η διαδικασία καθορισμού ποια εργασία θα ξεκινήσει πρώτα να εκτελείται σε μία μηχανή του κέντρου εργασίας είναι γνωστή ως δρομολόγηση εργασιών σύμφωνα με κάποια σειρά προτεραιότητας. Οι κανόνες προτεραιότητας είναι οι κανόνες που χρησιμοποιούνται για να προκύψει μία σειρά εκτέλεσης των εργασιών. Αυτοί οι κανόνες μπορεί να είναι απλοί και να απαιτούν την σύγκριση ενός μόνο χαρακτηριστικού των εργασιών όπως για παράδειγμα την απαιτούμενη ημερομηνία παράδοσής τους, ή να είναι εξίσου απλοί αλλά να απαιτούν τις πράξεις μεταξύ κάποιων χαρακτηριστικών των εργασιών όπως την αφαίρεση του απαιτούμενο χρόνου επεξεργασία τους από την απαιτούμενη ημερομηνία παράδοσής τους, ή και τέλος να είναι υπολογιστικές μέθοδοι που θεωρούνται πιο περίπλοκοι. Οι σημαντικότεροι από αυτούς τους κανόνες περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

Για την αξιολόγηση διαφόρων κανόνων προτεραιότητας των εργασιών, ώστε να προκύψει ο καλύτερος δυνατός, χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια απόδοσης, τα οποία εξαρτώνται από τον επιθυμητό στόχο του συστήματος. Συχνά μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα περισσότερα από ένα κριτήρια. Γενικά στον προγραμματισμό ενός παραγωγικού συστήματος, όπως αναφέρθηκε

και στην εισαγωγή, είναι επιθυμητή η καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών και η βέλτιστη εκμετάλλευση των παραγωγικών πόρων του. Τα κριτήρια απόδοσης που συνήθως χρησιμοποιούνται για τη δρομολόγηση των εργασιών στο σύστημα είναι τα εξής:

1. *Μέσος χρόνος ροής.*

Το κριτήριο αυτό μετράει το μέσο χρόνο που δαπανά μια εργασία στο σύστημα. Το κριτήριο χρησιμοποιείται όταν επιδιώκεται γρήγορη εκτέλεση των εργασιών και τήρηση χαμηλών αποθεμάτων.

2. *Μέση βραδύτερη περάτωση.*

Το κριτήριο μετράει το μέσο χρόνο των καθυστερήσεων στην εκτέλεση των εργασιών σε σχέση με τους απαιτούμενους από τον πελάτη χρόνους παράδοσης. Χρησιμοποιείται με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί η συνολική επιβάρυνση του συστήματος λόγω υπέρβασης των χρόνων αυτών. Συνήθως υπάρχει κάποια ποινή, π.χ. με τη μορφή ποινικών ρητρών, για κάθε χρονική μονάδα καθυστέρησης.

3. *Μέσος χρόνος αναμονής.*

Το κριτήριο αυτό μετράει το μέσο χρόνο αναμονής που δαπανά μια εργασία στο σύστημα μέχρι να αρχίσει η επεξεργασία της. Το κριτήριο χρησιμοποιείται όταν ενδιαφέρει η ελαχιστοποίηση του χρόνου αναμονής των εργασιών και των αποθεμάτων πρώτων υλών.

4. *Μέγιστη βραδύτερη περάτωση.*

Το κριτήριο παίρνει υπόψη του τη μέγιστη από τις καθυστερήσεις στην εκτέλεση των εργασιών και είναι χρήσιμο όταν η ποινή για κάθε χρονική μονάδα καθυστέρησης αυξάνει με το χρόνο καθυστέρησης.

5. *Αριθμός αργοπορημένων εργασιών.*

Το κριτήριο μετράει το πλήθος των εργασιών, των οποίων η εκτέλεση ολοκληρώνεται μετά από την ημερομηνία παράδοσης τους, και ενδιαφέρει όταν στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του αριθμού των δυσαρεστημένων πελατών λόγω καθυστερήσεων.

Εκτός από τα παραπάνω κριτήρια χρησιμοποιούνται και άλλα, μεταξύ των οποίων και εκείνα που αναφέρονται ειδικότερα στην καλύτερη αξιοποίηση των πόρων του συστήματος, δηλαδή την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού και των μηχανών, καθώς και εκείνα που στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση του κόστους των ενδιάμεσων αποθεμάτων. Τα κριτήρια αυτά

ενδιαφέρουν όταν ο αντίστοιχος πόρος έχει ιδιαίτερα υψηλή αξία ή είναι κρίσιμος για την παραγωγική διαδικασία, όπως για παράδειγμα η μισθοδοσία του ανθρώπινου δυναμικού σε συστήματα παροχής υπηρεσιών ή ένα ακριβό μηχάνημα σε σύστημα παραγωγής προϊόντων.

2.4. Προγραμματισμός σε Job Shop Συστήματα

Στην παράγραφο αυτή θα εξεταστεί το ζήτημα του προγραμματισμού της παραγωγής στην περίπτωση των δυο κατηγοριών συστημάτων παραγωγής, δηλαδή κατά παραγγελία job-shop και συνεχούς ροής flow-shop. Αρχικά, θα εξεταστεί η περίπτωση των συστημάτων job-shop. Ο χρονικός προγραμματισμός παραγωγής σε τέτοια συστήματα αποτελεί μια εκτεταμένη περιοχή έρευνας, όπου τα προβλήματα που τίθενται χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλο βαθμό πολυπλοκότητας, τέτοιο που καθιστά πολλές φορές αδύνατη ή εξαιρετικά δυσχερή την εξεύρεση της βέλτιστης λύσης. Ο βαθμός πολυπλοκότητας αυξάνει με το πλήθος των μηχανών, δηλαδή των μέσων παραγωγής όπου διεκπεραιώνεται μια φάση της παραγωγικής διαδικασίας, όπως και με τον αριθμό των φάσεων που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί η διαδικασία. Επίσης, αυξάνει με τον αριθμό των κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση των εναλλακτικών προγραμμάτων, ενώ αντίθετα μειώνεται με την αύξηση του αριθμού των περιορισμών που απαιτούνται.

2.4.1. Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 1 μηχανή

Το πρόβλημα αυτό παρουσιάζει ενδιαφέρον γιατί είναι ένα πρόβλημα που εμφανίζεται πολύ συχνά στα συστήματα παραγωγής στην πράξη, όπου η παραγωγή περιλαμβάνει μια φάση και διεκπεραιώνεται σε έναν επεξεργαστή. Επίσης, το πρόβλημα είναι ενδιαφέρον από την άποψη ότι μπορεί να θεωρηθεί ως δομικό στοιχείο γενικότερων, πιο πολύπλοκων προβλημάτων.

Για την εξέταση του προβλήματος ορίζονται διάφορα μεγέθη που χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση και ανάλυσή του. Έτσι, έστω ένα σύνολο N ανεξάρτητων εργασιών J_i $\{i=1, \dots, n\}$ που θα εκτελεστούν από το μοναδικό επεξεργαστή του συστήματος. Για κάθε εργασία i έστω:

$T_{now}(i)$: τρέχουσα χρονική στιγμή

$T_{επεξ}(i)$: χρόνος εκτέλεσης

$T_s(i)$: χρονική στιγμή έναρξης της εργασίας

$T_e(i)$: χρονική στιγμή ολοκλήρωσης ($T_s + T_{επεξ}$) της εργασίας

$T_r(i)$: χρόνος που απομένει για την ολοκλήρωση της εργασίας ($T_e - T_{now}$)

$T_{dl}(i)$: καθορισμένος χρόνος παράδοσης της εργασίας

$T_a(i)$: χρονική στιγμή που είναι διαθέσιμη ή που φτάνει η εργασία στο σύστημα

$T_f(i)$: χρόνος ροής, δηλαδή ο συνολικός χρόνος από την χρονική στιγμή άφιξης της εργασίας στο σύστημα μέχρι την ολοκλήρωσης της ($T_e - T_a$)

$T_q(i)$: ο χρόνος αναμονής της εργασίας στο σύστημα μέχρι να αρχίσει η επεξεργασία της ($T_s - T_a$)

$T_l(i)$: η απόκλιση της χρονικής στιγμής της ολοκλήρωσης μιας εργασίας σε σχέση με τον καθορισμένο χρόνο παράδοσης ($T_e - T_{dl}$)

Ο χρόνος εκτέλεσης $T_{επεξ}$ κάθε εργασίας είναι το χρονικό διάστημα (π.χ. σε ημέρες) που απαιτείται για να εκτελεστεί η εργασία. Γενικά, θεωρείται σταθερός στο πρόβλημα, αν και συχνά στην πράξη είναι μεταβλητός. Μία συνηθισμένη παραδοχή, για το χρόνο άφιξης της εργασίας στον σύστημα, είναι ότι όλες οι εργασίες φτάνουν στο σύστημα ή είναι διαθέσιμες στο σύστημα προς εκτέλεση τη χρονική στιγμή $t=0$, επομένως είναι $T_a=0$ για κάθε εργασία i . Σε αυτήν την περίπτωση, ισχύει επίσης ότι ο χρόνος αναμονής της εργασίας στο σύστημα T_q ισούται με τη χρονική στιγμή έναρξης της εργασίας T_s λόγω της ταυτόχρονης άφιξης όλων των εργασιών τη στιγμή $t=0$. Γενικά, κάθε εργασία αναμένει στο σύστημα για ένα διάστημα T_q μέχρι να αρχίσει η εκτέλεση της, επομένως η εργασία που θα εκτελεστεί πρώτη έχει χρόνο αναμονής μηδενικό, ενώ η δεύτερη έχει χρόνο αναμονής ίσο με το χρόνο εκτέλεσης της πρώτης, η τρίτη ίσο με το άθροισμα του χρόνου εκτέλεσης της πρώτης και της δεύτερης κ.ο.κ. Ισχύει δηλαδή ότι, αν της εργασίας k προηγούνται οι εργασίες $1, 2, \dots, k-1$, τότε:

$$T_q(k) = T_{επεξ}(1) + T_{επεξ}(2) + \dots + T_{επεξ}(k-1)$$

Ο χρόνος παράδοσης T_{dl} είναι η ημερομηνία που απαιτείται να παραδοθεί η παραγγελία στον πελάτη και ορίζεται από τον πελάτη ή από το σύστημα. Από την ημερομηνία άφιξης T_a μιας εργασίας μέχρι την ημερομηνία ολοκλήρωσης της εκτέλεσής της T_e μεσολαβεί ένα διάστημα T_f , το οποίο ονομάζεται χρόνος ροής για την εργασία αυτή. Ισχύει, επομένως, $T_f = T_e - T_a$ και επειδή συνήθως $T_a = 0$, είναι $T_f = T_e$. Ισχύει επίσης ότι $T_q = T_f - T_{επεξ}$. Η χρονική στιγμή της ολοκλήρωσης T_e της εκτέλεσης μιας εργασίας δεν συμπίπτει πάντα με τον απαιτούμενο χρόνο παράδοσής της, αν και για ένα σύστημα παραγωγής αυτό είναι το επιθυμητό. Συχνά υπάρχει απόκλιση, είτε για κάποιους αντικειμενικούς λόγους, όπως για παράδειγμα την ταυτόχρονη άφιξη μεγάλου αριθμού

εργασιών, είτε ακόμα και λόγω κακού προγραμματισμού. Τότε, υπάρχει υπέρβαση του χρόνου παράδοσης κατά ένα χρονικό διάστημα T_l . Μπορεί επίσης μια εργασία να ολοκληρωθεί νωρίτερα από την ημερομηνία που έχει συμφωνηθεί να παραδοθεί. Και στις δύο περιπτώσεις προκύπτει ένα κόστος για το σύστημα. Στην πρώτη περίπτωση, της βραδύτερης ολοκλήρωσης, δεν τηρείται η συμφωνία με τον πελάτη, πράγμα που συνεπάγεται συνήθως ένα κόστος φερεγγυότητας για το σύστημα ή ακόμη και καταβολή κάποιων ποινικών ρητρών. Στη δεύτερη περίπτωση, της νωρίτερης ολοκλήρωσης, προκύπτει το κόστος αποθέματος που συνδέεται με το γεγονός ότι η συγκεκριμένη εργασία παραμένει στο σύστημα κατά το χρονικό διάστημα που απομένει μέχρι τη συμφωνηθείσα χρονική στιγμή παράδοσης.

Το ζητούμενο στο πρόβλημα του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής της εκτέλεσης N εργασιών από έναν επεξεργαστή είναι η δρομολόγηση των εργασιών, έτσι ώστε να ικανοποιούνται τα κριτήρια απόδοσης, που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Κατά βάση, γίνεται επιλογή ποιο κριτήριο απόδοσης θα πρέπει να εκπληρωθεί, και όχι η ταυτόχρονη ικανοποίηση όλων των κριτηρίων, κάτι το οποίο δεν είναι άλλωστε εφικτό συνήθως. Αν το σύνολο των εργασιών είναι N , όπως αναφέρθηκε, τότε μπορεί να υπάρξει ένα σύνολο $n!$ διαφορετικών διατάξεων για την εκτέλεση των εργασιών. Ζητείται, δηλαδή να προσδιοριστούν από αυτό το σύνολο, εκείνες οι διατάξεις που ικανοποιούν καλύτερα τα κριτήρια. Για την επίλυση του προβλήματος γίνονται συνήθως οι εξής παραδοχές :

- Ο χρόνος προετοιμασίας (setup time) του επεξεργαστή περιλαμβάνεται στο χρόνο εκτέλεσης της εργασίας και είναι ανεξάρτητος της σειράς εκτέλεσης των εργασιών.
- Ο επεξεργαστής είναι συνεχώς διαθέσιμος, δηλαδή δεν συμβαίνουν βλάβες ή άλλες διακοπές της παραγωγής.
- Η εκτέλεση κάθε εργασίας δεν διακόπτεται, δηλαδή αν αρχίσει η εκτέλεση της συνεχίζει μέχρι να ολοκληρωθεί.

Για τη δρομολόγηση των εργασιών χρησιμοποιούνται στην πράξη και έχουν μελετηθεί διάφοροι κανόνες, που έχουν διαφορετικές επιδόσεις σε σχέση με τα κριτήρια απόδοσης. Αυτό σημαίνει ότι ένας κανόνας μπορεί να ικανοποιεί στο μέγιστο βαθμό κάποιο κριτήριο απόδοσης από αυτά που αναφέρθηκαν, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο με ένα άλλο κανόνα, το οποίο ικανοποιείται στο μέγιστο βαθμό από κάποιον άλλο κανόνα. Οι συνηθέστεροι κανόνες είναι:

1. Κανόνας της σειράς άφιξης στο σύστημα (FCFS: First Come, First Served). Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες αυτές που φτάνουν πρώτες στο σύστημα.
2. Κανόνας του ελάχιστου χρόνου επεξεργασίας (SPT: Shortest Processing Time). Σύμφωνα με αυτόν τον κανόνα, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες με το μικρότερο χρόνο επεξεργασίας.
3. Κανόνας της ημερομηνίας παράδοσης (DD: Due Date). Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες εκείνες που προηγείται η ημερομηνία παράδοσής τους.
4. Κανόνας του μικρότερου χρόνου έναρξης. Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες εκείνες με το νωρίτερο χρόνο έναρξης.
5. Κανόνας του ελάχιστου περιθωρίου (STR: Slack Time Remaining). Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες εκείνες με το μικρότερο περιθώριο μεταξύ του χρόνου που απομένει για την ημερομηνία παράδοσης και του χρόνου επεξεργασίας που απομένει. Κατά τη στιγμή άφιξης μιας εργασίας στο σύστημα, το αντίστοιχο περιθώριο ισούται με τη διαφορά του συνολικού χρόνου επεξεργασίας από την ημερομηνία παράδοσης.
6. Κανόνας του ελάχιστου περιθωρίου ανά εργασία (STR/OP: Slack Time Remaining Per Operation). Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες εκείνες με το μικρότερο πηλίκο της διαφοράς του χρόνου που απομένει για την ημερομηνία παράδοσης με το χρόνο επεξεργασίας που απομένει δια τον αριθμό των εργασιών που απομένουν.
7. Κανόνας του ελάχιστου κρίσιμου λόγου (CR: Critical Ratio). Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες εκείνες με το μικρότερο πηλίκο της διαφοράς της ημερομηνίας παράδοσης με την τρέχουσα ημερομηνία δια το χρόνο επεξεργασίας που απομένει.
8. Κανόνας του ελάχιστου λόγου αναμονής (QR: Queue Ratio). Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες εκείνες με το μικρότερο πηλίκο του ελάχιστου περιθωρίου (Slack Time Remaining) δια το απομένοντα χρόνο αναμονής στο σύστημα.
9. Κανόνας της σειράς βραδύτερης άφιξης στο σύστημα (LCFS: Last Come, First Served). Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, εκτελούνται πρώτα οι εργασίες αυτές που φτάνουν στο σύστημα τελευταίες.
10. Κανόνας Moore. Σύμφωνα με τον κανόνα αυτό, οι εργασίες εκτελούνται με τέτοια σειρά, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο συνολικός αριθμός καθυστερημένων εργασιών.
11. Τυχαία επιλογή εργασιών

2.5. Προγραμματισμός σε Flow Shop Συστήματα

Μία σημαντική διαφορά μεταξύ των συστημάτων παραγωγής job-shop σε σχέση με τα συστήματα παραγωγής flow-shop είναι ότι στην πρώτη περίπτωση, η σειρά των επεξεργασιών διαφέρει γενικά από παραγγελία σε παραγγελία, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, η σειρά είναι πάντα η ίδια, για κάθε μονάδα προϊόντος. Ένα σύστημα flow-shop μπορεί να θεωρηθεί ως ειδική περίπτωση ενός συστήματος job-shop με m επεξεργαστές, όπου η εκτέλεση κάθε παραγγελίας περιλαμβάνει μέχρι m επεξεργασίες, μία σε κάθε επεξεργαστή. Γενικά υπάρχουν δύο κατηγορίες συστημάτων flow-shop. Η πρώτη ονομάζεται «καθαρό» σύστημα flow-shop, όπου όλες οι παρτίδες παραγωγής ενός προϊόντος για να εκτελεστούν περνούν από όλους τους επεξεργαστές, και η δεύτερη ονομάζεται «γενικό» flow-shop, όπου κάθε παρτίδα, αν και ακολουθεί την ίδια κατεύθυνση μέσα στο σύστημα, δεν περνάει υποχρεωτικά από όλους τους επεξεργαστές.

Παράδειγμα καθαρού συστήματος flow-shop είναι μια γραμμή συναρμολόγησης, όπου η παραγωγή πραγματοποιείται από φάση σε φάση στην ίδια πάντα κατεύθυνση και περνώντας από όλους τους σταθμούς παραγωγής. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως στην περίπτωση παραγωγής τυπωμένων κυκλωμάτων ή στην περίπτωση παραγωγής ενδυμάτων, η ίδια διαδοχή επεξεργασιών απαιτείται για ένα μεγάλο αριθμό κομματιών μιας παραγγελίας, ενώ η διαδοχή αυτή μπορεί να αλλάξει από παραγγελία σε παραγγελία. Ένα τέτοιο σύστημα θεωρείται γενικό σύστημα flow-shop. Σε άλλες περιπτώσεις, πάλι, η παραγωγή μπορεί να θεωρηθεί ότι διεξάγεται σε δύο φάσεις, που αντιστοιχούν στους δυο τύπους συστημάτων, job-shop και flow-shop. Παράδειγμα τέτοιου συστήματος αποτελεί μια βιομηχανία επίπλων, όπου η βασική διαμόρφωση του επίπλου πραγματοποιείται στις αρχικές φάσεις της παραγωγής, όμοια για όλα τα προϊόντα (flow-shop κομμάτι) ενώ στις τελευταίες φάσεις (τοποθέτηση ταπετσαρίας, βαφή κλπ.) η παραγωγή διαφοροποιείται και εξατομικεύεται (job-shop κομμάτι).

Ο χρονικός προγραμματισμός σε παραγωγικά συστήματα flow-shop αφορά την εύρεση της βέλτιστης μεθόδου δρομολόγησης των εργασιών, δηλαδή τέτοιας που να ικανοποιεί στο μέγιστο βαθμό τα επιλεγμένα κριτήρια απόδοσης, λαμβάνοντας πάντα υπόψη τους υπάρχοντες περιορισμούς.

2.5.1. Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 2 μηχανές

Όμως, όπως και στην περίπτωση των συστημάτων job-shop, ακόμα και για σχετικά απλά προβλήματα δεν είναι εύκολο να βρεθούν βέλτιστες λύσεις. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας μεθόδου είναι ο αλγόριθμος Johnson. Ειδικότερα, με τη βοήθεια του αλγορίθμου αυτού, βρίσκεται η βέλτιστη λύση στο πρόβλημα για την εκτέλεση N εργασιών σε 2 επεξεργαστές, συστήματος τύπου flow-shop. Το κριτήριο απόδοσης που ικανοποιεί η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ο ελάχιστος χρόνος ολοκλήρωσης των εργασιών. Το κριτήριο αυτό μετράει το ποσοστό αξιοποίησης των επεξεργαστών και επιτυγχάνει την ελαχιστοποίηση του χρόνου που οι επεξεργαστές μένουν άεργοι. Ένα πρόγραμμα είναι τόσο καλύτερο όσο περισσότερο μειώνει τον άεργο χρόνο των επεξεργαστών κάνοντας αποτελεσματικότερη χρήση του μηχανολογικού εξοπλισμού του συστήματος.

Αν θεωρηθεί η ύπαρξη δύο επεξεργαστών 1 και 2, ο αλγόριθμος Johnson βασίζεται στα ακόλουθα: είναι λογικό η παραγωγική διαδικασία να αρχίσει με την εκτέλεση της εργασίας με τον ελάχιστο χρόνο επεξεργασίας στον επεξεργαστή 1. Έτσι, θα είναι ελάχιστος και ο αντίστοιχος χρόνος που ο επεξεργαστή 2 θα είναι άεργος, 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 στον επεξεργαστή 2, επειδή, κατά το χρόνο αυτό η μηχανή 1 παραμένει άεργη. Η λογική αυτή μπορεί να επεκταθεί και στις υπόλοιπες εργασίες. Προκύπτει, λοιπόν, ότι για την εύρεση του βέλτιστου προγράμματος παραγωγής, οι εργασίες με το μικρότερο χρόνο επεξεργασίας στον επεξεργαστή 1 πρέπει να τοποθετηθούν προς την αρχή του προγράμματος, ενώ εκείνες με τον ελάχιστο χρόνο επεξεργασίας στον επεξεργαστή 2 πρέπει να τοποθετηθούν προς το τέλος.

Με βάση τη λογική που περιγράφηκε παραπάνω, ο αλγόριθμος Johnson μπορεί να εφαρμοστεί στη δρομολόγηση N εργασιών σε δύο μηχανές 1 και 2, ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Καταγραφή χρόνων επεξεργασίας εργασιών από τις μηχανές.

Βήμα 2: Επιλογή του συντομότερου χρόνου επεξεργασίας.

Βήμα 3: Εάν ο χρόνος επεξεργασίας αναφέρεται στην πρώτη μηχανή τότε η αντίστοιχη εργασία εκτελείται πρώτη από όλες. Αν αναφέρεται στη δεύτερη μηχανή η εργασία εκτελείται τελευταία.

Βήμα 4: Εξαίρεση της εργασίας και επανάληψη των βημάτων 2 και 3 έως ότου δρομολογηθούν όλες οι εργασίες.

Για την καλύτερη κατανόηση παρατίθεται ένα παράδειγμα της εκτέλεσης 4 εργασιών από 2 μηχανές.

Παράδειγμα 1

| Εργασία | ΜΗΧΑΝΗ Α | ΜΗΧΑΝΗ Β |
|---------|----------|----------|
| 1 | 3 | 2 |
| 2 | 6 | 8 |
| 3 | 5 | 6 |
| 4 | 7 | 4 |

Βήμα 1: Ο μικρότερος χρόνος επεξεργασίας από το σύνολο των εργασιών και για τις δύο μηχανές είναι για την εργασία Α στην μηχανή 2 με χρόνο ίσο με 2.

Βήμα 2: Σύμφωνα με τον κανόνα, η εργασία αυτή θα εκτελεστεί τελευταία στη σειρά.

Βήμα 3: Εξαιρείται τώρα η εργασία Α, και επαναλαμβάνονται τα βήματα 2 και 3. Η μικρότερη τιμή πλέον είναι η τιμή 4 που αντιστοιχεί στην εργασία D στη μηχανή 2. Άρα, η εργασία D πρέπει να εκτελεστεί ακριβώς πριν την εργασία Α.

Εξαιρώντας και την εργασία D, πλέον η μικρότερη τιμή είναι το 5 που αντιστοιχεί στην εργασία C και στη μηχανή 1. Άρα αυτή η εργασία θα εκτελεστεί πρώτη από όλες τις εργασίες και απομένει η εργασία Β για να εκτελεστεί μετά από αυτή. Έτσι η βέλτιστη αλληλουχία με την οποία θα δρομολογηθούν όλες οι εργασίες είναι η εξής : **3 , 2 , 4 , 1**

2.5.2.Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε 3 μηχανές

Ο αλγόριθμος Johnson, με κατάλληλη προσαρμογή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση προβλήματος job-shop, όπου κάθε εργασία δεν είναι υποχρεωτικό να ακολουθήσει την ίδια πορεία ή να περάσει και από τις δυο μηχανές, κάτι το οποίο συμβαίνει σε ένα σύστημα flow-shop. Επίσης, ο αλγόριθμος μπορεί να επεκταθεί σε μια ειδική περίπτωση του προβλήματος με N εργασίες σε 3

μηχανές, όπου ο μέγιστος χρόνος επεξεργασίας στη δεύτερη μηχανή δεν είναι μεγαλύτερος από τον ελάχιστο χρόνο στην πρώτη ή στην τρίτη. Στην περίπτωση αυτή μπορεί πράγματι να βρεθεί το βέλτιστο χρονικό πρόγραμμα παραγωγής, αν θεωρηθούν δύο μηχανές αντί τριών, με χρόνους επεξεργασίας το άθροισμα των χρόνων της πρώτης και της δεύτερης και της δεύτερης και τρίτης, αντίστοιχα, και εφαρμοστεί ο αλγόριθμος Johnson για τις δύο αυτές μηχανές. Η πρώτη ειδική περίπτωση είναι η εξής :Αν η σειρά εκτέλεσης στην πρώτη και δεύτερη εργασία είναι ίδια με την σειρά εκτέλεσης στην δεύτερη και την τρίτη,τότε θα είναι ίδια με την πρώτη και την τρίτη.Και αυτή η σειρά εκτελέσεως είναι η βέλτιστη και για τις τρεις μηχανές.Άρα δεν έχουμε παρά να λύσουμε δύο προβλήματα n εργασιών σε δύο μηχανές(Johnson) και αν βρούμε την ίδια σειρά εκτελέσεως των εργασιών,αυτή είναι η βέλτιστη και για τις τρεις μηχανές.Την περίπτωση αυτή σπάνια θα την συναντήσουμε στην πράξη.

Η δεύτερη ειδική περίπτωση που είναι αρκετά γενική και συνηθισμένη στην πράξη έχει ως εξής : Εάν η μηχανή M1 ή η μηχανή M3 επικρατούν της M2 με P_{i1}, P_{i2}, P_{i3} οι αντίστοιχοι χρόνοι των μηχανών, μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος Cambell,Dudek&Smith σε συνδυασμό με τον αλγόριθμο Johnson δηλαδή :Αν $\min P_{i1} \geq \max P_{i2}$, ή $\min P_{i3} \geq \max P_{i2}$, για κάθε i ($1 \leq i \leq n$) τότε προχωρούμε με δύο ψευδομηχανές(υποπροβλήματα) και λύνεται σαν πρόβλημα n εργασιών σε δύο μηχανές με τους εξής χρόνους : $P_{i1}' = P_{i1} + P_{i2}$ και $P_{i2}' = P_{i2} + P_{i3}$. Όποια σειρά προκύψει για τις δύο ψευδομηχανές P_{i1}', P_{i2}' ισχύει και για τις τρεις μηχανές M1,M2,M3.

Παράδειγμα 2

| Εργασία | M1 | M2 | M3 |
|---------|----|----|----|
| 1 | 8 | 2 | 4 |
| 2 | 5 | 4 | 5 |
| 3 | 6 | 1 | 3 |
| 4 | 7 | 3 | 2 |

Θα εφαρμόσουμε την μέθοδο Cambell,Dudek&Smith και χωρίζουμε το πρόβλημα σε δύο υποπροβλήματα:

- 1)M1 & M3
- 2)M1+M2 & M2+M3

Υποπρόβλημα 1

| Εργασία | M1 | M3 |
|---------|----|----|
| 1 | 8 | 4 |
| 2 | 5 | 5 |
| 3 | 6 | 3 |
| 4 | 7 | 2 |

Επομένως η βέλτιστη αλληλουχία είναι : **2,1,3,4**

Υποπρόβλημα 2

| Εργασία | M1+M2 | M2+M3 |
|---------|-------|-------|
| 1 | 10 | 6 |
| 2 | 9 | 9 |
| 3 | 7 | 4 |
| 4 | 10 | 5 |

Επομένως η βέλτιστη αλληλουχία είναι : **2,1,3,4**

2.5.3.Πρόβλημα προγραμματισμού n εργασιών σε m μηχανές

Για την επίλυση αυτού του προβλήματος έχουν ασχοληθεί πολλοί ερευνητές παρουσιάζοντας μεθοδολογίες που δίνουν σχεδόν βέλτιστες λύσεις. Στην συνέχεια θα αναλύσουμε την εμπειρική μέθοδο των Cambell ,Dudek&Smith κατα την οποία το σφάλμα είναι πολύ μικρό. Η ιδέα τους βασίζεται στην δημιουργία ενός αριθμού βοηθητικών υποπροβλημάτων n εργασιών σε δύο μηχανές.

Μέθοδος Cambell ,Dudek&Smith

Βήμα 1 : Εφαρμόζουμε τον αλγόριθμο Johnson για το πρόβλημα δύο μηχανών 1 και m(οι υπόλοιπες παραλείπονται).

Βήμα 2 : Εφαρμόζουμε τον αλγόριθμο Johnson για το πρόβλημα δύο ψευδομηχανών, της $1+2$ και της $(m-1)+m$.

Βήμα k : Εφαρμόζουμε τον αλγόριθμο Johnson για το πρόβλημα δύο ψευδομηχανών $1+...+k$ και $(m-k+1)+...+m$.

Βήμα m-1. Το τελευταίο βήμα με ψευδομηχανές $1+...+(m-1)$ και $2+...+m$.

Συγκρίνουμε τα προγράμματα κάθε βήματος και προτείνεται το βέλτιστο απο αυτά.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η οργάνωση και εφαρμογή των διδακτικών σημειώσεων και των σημειώσεων διδασκαλίας, έχουν ως βασικό σκοπό την ολοκληρωμένη διδασκαλία ενός μαθήματος ή μίας ενότητας, με αποτέλεσμα την μάθηση των σπουδαστών αλλά και την βελτίωση της εφαρμογής της από τον εκπαιδευτικό, στα πλαίσια του εκπαιδευτικού χρόνου.

Η εφαρμογή των φύλλων διδασκαλίας, και συγκεκριμένα η σύγκριση των αποτελεσμάτων των προβλημάτων που επιλύθηκαν στο φύλλο πληροφοριών με επίλυση στο χέρι, και στο φύλλο πράξης με την χρήση των προγραμμάτων WinQSB και Cambell, μας οδηγούν στα ίδια αποτελέσματα, ως προς την εύρεση της βέλτιστης αλληλουχίας.

Συνοψίζοντας καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι διδακτικές σημειώσεις σε συνδυασμό με τις σημειώσεις διδασκαλίας βοηθούν στην μάθηση, και δίνουν το ερέθισμα στο σπουδαστή με τις κατάλληλες μεθόδους να ενδιαφερθεί μελλοντικά με το αντικείμενο, με την προϋπόθεση να οργανωνονται και να εφαρμόζονται με τον σωστό τρόπο από τον εκπαιδευτικό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Στυλιανός,Ι.Πλαγιανάκος,*Διδακτική Επαγγελματικών Μαθημάτων*

Εκδόσεις "ΕΛΛΗΝ".Τόμος Α'-Β'

Δ.Π.Ψωινός,*Οργάνωση και Διοίκηση Εργοστασίων:Προγραμματισμός και Έλεγχος Παραγωγής*

Εκδόσεις ΖΗΤΗ.σελ.(69,70,77-96)

Παππής Κ.,*Προγραμματισμός Παραγωγής:Προγραμματισμός Παραγωγής και Έλεγχος*

Εκδόσεις Σταμούλη 1995

Φυσάκη Παυλίνα,Ρίζου Βασιλική,*Μέθοδοι και μορφές διδασκαλίας σε δημόσια σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του Νομού Αττικής*,Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο-2007

Παξινός Κοσμάς, *Θεωρία & Εργαστηριακές Σημειώσεις :Οργάνωση Παραγωγής-Προγραμματισμός και Έλεγχος Παραγωγής.*

Σωτήριος Κουσούρης.*Προγραμματισμός παραγωγής και Έλεγχος*

WinQSB Version 2.0 -John Wiley and Sons Inc. Yih-Long Chang,Kiran Desai

QSB-DOS.Cambell