Σύστημα Λεπτομερειακού Προγραμματισμού και **Ε**λέγχου Παραγωγής για **Β**ιομηχανίες **Ε**πεξεργασίας Πρώτων Υλών**.**

*Μ*αρία *Μ*ουτσάκη, Διπλωματούχος *Μ*ηχανικός Παραγωγής
*Χ*ρυσούλα *Μ*πεκιάρη, *M.Sc. Computer Science*

Ινστιτούτο Πληροφορικής
Ιδρυμα Τεχνολογίας και Ερευνας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις βιομηχανίες επεξεργασίας πρώτων υλών σημαντικό ρόλο παίζει ο λεπτομερειακός προγραμματισμός παραγωγής, ο οποίος εκδίδει εντολές παραγωγής και καθορίζει την σειρά εκτέλεσης τους. Ο υπεύθυνος για τον σχεδιασμό του πρόγραμματος παραγωγής πρέπει να έχει σωστή πληροφόρηση και πρακτική δυνατότητα δράσεως τόσο στον αρχικό σχεδιασμό του προγράμματος παραγωγής, όσο και στις αναθεωρήσεις του προγράμματος που υπαγορεύονται από απρόβλεπτα γεγονότα.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει ένα σύστημα που έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί για λεπτομερειακό προγραμματισμό παραγωγής σε βιομηχανίες επεξεργασίας πρώτων υλών, ως μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής για τέτοιες βιομηχανίες. Η φιλοσοφία του συστήματος αυτού είναι, ότι οι λειτουργίες του προγράμματος παραγωγής μπορεί να εκτελεσθούν αποτελεσματικώτερα από ένα υπεύθυνο παραγωγής ο οποίος διαθέτει αφ' ενός ένα ενήμερο πληροφοριακό σύστημα και αφ ετέρου μεθόδους επιχειρησιακής έρευνας και συλλογές κανόνων που να τον διευκολύνουν υποδεικνύοντας αρχικές λύσεις ή ολοκληρώνοντας ημιεπεξεργασμένες λύσεις.

Τό σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου παραγωγής έχει συγκροτηθεί γύρω απο μία σχεσιακή βάση δεδομένων, που περιέχει τα δεδομένα της παραγωγής ενώ η συλλογή δεδομένων από τις σειρές παραγωγής γίνεται με ανάγνωση γραμμωτού κώδικα. Ο λεπτομερειακός προγραμματισμός εκτελείται από το υποσύστημα "Διαλογική Διάταξη Εργασιών" που λειτουργεί ως διαλογικό σύστημα στήριξης αποφάσεων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο προγραμματισμός διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη βιομηχανική επιχείρηση. Είναι η διατύπωση του ΤΙ αποφασίστηκε να γίνει και ΠΩΣ. Σκοπός του προγραμματισμού είναι η σύνταξη ενός διεξοδικού και λεπτομερούς (όσο απαιτείται) σχεδίου δράσης για την υλοποίηση αυτού που αποφασίστηκε [1].

Ειδικότερα ο προγραμματισμός παραγωγής επιδιώκει τον αποτελεσματικό συντονισμό των διαθεσίμων πόρων (εργασία, υλικά, μηχανές) με σκοπό την καλύτερη εκμετάλλευση του παραγωγικού συστήματος, την ικανοποίηση της ζήτησης με το μικρότερο κόστος και τη συνεπέστερη εξυπηρέτηση των πελατών.

Ο προγραμματισμός παραγωγής είναι μια σύνθετη διαδικασία που αντιμετωπίζεται με τον διαχωρισμό του προβλήματος σε διαφορετικούς χρονικούς ορίζοντες. Σχηματικά διακρίνουμε 3 επίπεδα προγραμματισμού [2]:

(1) ΒΑΣΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
(MASTER PRODUCTION SCHEDULING)

(2) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΣΕ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ
(MATERIALS REQUIREMENTS PLANNING)

(3) ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ
(DETAILED SCHEDULING-SHOP FLOOR CONTROL)

Με το βασικό προγραμματισμό αποφασίζεται και προγραμματίζεται τι προϊόντα θα παραχθούν και σε τι ποσότητες, μέσα σε χρονικό ορίζοντα 3 μέχρι και 12 μηνών.

Με το προγραμματισμό αναγκών σε πρώτες ύλες και εξαρτήματα, αποφασίζεται πότε θα πρέπει να γίνει η προμήθεια τους ή παραγωγή τους, ώστε να είναι έτοιμα τις απαιτούμενες χρονικές στιγμές, και η παραγωγική διαδικασία να μην παρουσιάζει καθυστερήσεις.

Με το λεπτομερειακό προγραμματισμό καθορίζεται η σειρά με την οποία πρέπει να εκτελεστούν οι διάφορες παραγγελίες, ώστε να έχουμε καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών, μεγαλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων και ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής.

Μπορούμε να κατατάξουμε τις υπάρχουσες βιομηχανίες στους ακόλουθους τύπους, ανάλογα με την παραγωγική τους διαδικασία:[3]

- Βιομηχανίες επεξεργασίας πρώτων υλών
- Βιομηχανίες συναρμολόγησης τυποποιημένων προϊόντων
- Βιομηχανίες συναρμολόγησης προϊόντων με παραλλαγές κατά παραγγελία
- Βιομηχανίες κατασκευών κατά παραγγελία

Διαφορετικά είδη παραγωγικής διαδικασίας απαιτούν διαφορετικές μεθόδους προγραμματισμού.

Στις βιομηχανίες επεξεργασίας πρώτων υλών μια μεγάλη ποικιλία τελικών προϊόντων παράγεται χρησιμοποιώντας μια μικρή δέσμη πρώτων υλών. Στην κατηγορία των βιομηχανιών αυτών ανήκουν οι βιομηχανίες φαρμάκων, ξύλου και φελλού, πλαστικών, τροφίμων, ποτών κά.[4][3]

Σε ορισμένες περιπτώσεις έχουμε παραγωγή προϊόντων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή άλλων τελικών προϊόντων. Στη βιομηχανία φαρμάκων, για παράδειγμα, ένα

παρασκεύασμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή διαφόρων τελικών φαρμάκων.

Η χωροταξία των βιομηχανιών αυτών βασίζεται στις γραμμές παραγωγής ανά προϊόν ή ομάδες προϊόντων.
Τα τελικά προϊόντα συχνά διακρίνονται από τη συσκευασία και τα μεγέθη.[3]

Βασικό χαρακτηριστικό των βιομηχανιών επεξεργασίας πρώτων υλών είναι ότι τα παραγόμενα προϊόντα είναι απλής ή λίγων επιπέδων σύνθεσης. Αυτό μειώνει την κρισιμότητα του προγραμματισμού αναγκών σε πρώτες ύλες και εξαρτήματα (MRP), ενώ αυξάνει αντιθέτως τη σημασία των δύο άλλων επιπέδων προγραμματισμού, του βασικού προγραμματισμού και του λεπτομερειακού προγραμματισμού. Εδώ θα ασχοληθούμε με το επίπεδο του λεπτομερειακού προγραμματισμού της παραγωγής σε βιομηχανίες επεξεργασίας πρώτων υλών.

Ο λεπτομερειακός προγραμματισμός παραγωγής είναι μια διαδικασία συχνά πολύπλοκη γιατί αφ’ ενός μεν ο αριθμός των μεταβλητών που περιγράφουν ένα παραγωγικό σύστημα είναι πολύ μεγάλος αφ’ ετέρου δε οι τιμές τους αλλάζουν συνεχώς καθώς απρόβλεπτα γεγονότα (βλάβες μηχανών, έκτακτες παραγγελίες) διαταράσσουν το περιβάλλον της παραγωγής. Χωρίς την βοήθεια συστημάτων πληροφορικής η διαδικασία αυτή υλοποιείται χάρη στην εμπειρία των στελεχών της παραγωγής. Συχνά όμως δυνατότητες ελάττωσης του κόστους (αύξηση κέρδους) διαφεύγουν και σε περίπτωση αλλαγών του περιβάλλοντος της επιχείρησης υπάρχει κίνδυνος να επιλεγούν λύσεις που απέχουν πολύ από τις βέλτιστες.

Ενα σύστημα πληροφορικής για λεπτομερειακό προγραμματισμό παραγωγής είναι οργανικό τμήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος προγραμματισμού και ελέγχου παραγωγής (ΠΕΠ). Το σύστημα ΠΕΠ συγκροτείται γύρω από μία βάση δεδομένων παραγωγής, η ακρίβεια και ενημερότητα της οποίας είναι κρίσιμες για την αποτελεσματικότητα του συστήματος.
Το σύστημα ΠΕΠ έρχεται αντιμέτωπο με μιά σειρά από απαιτήσεις, οι οποίες αναφέρονται παρακάτω και οι οποίες ελήφθησαν υπόψη στο σχεδιασμό και υλοποίηση του.

1. Εύκολη περιγραφή του συστήματος παραγωγής.
2. Χρήση αποτελεσματικών αλγορίθμων
3. Ανάγκη για συχνές αλλαγές των λύσεων που να μην διαφέρουν πολύ μεταξύ τους ώστε η παραγωγική διαδικασία να διαταράσσεται κατά το δυνατόν λιγώτερο.
4. Η διαδικασία εύρεσης λύσης να μην διαφέρει πολύ από την εμπειρική που ήδη εφαρμόζεται ώστε να γίνεται εύκολα αποδεκτή.
5. Εύχρηστη παρουσίαση των αποτελέσματων.

2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Εκτός από τις προαναφερθείσες γενικές απαιτήσεις για την σχεδίαση και υλοποίηση ενός συστήματος προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής για βιομηχανίες επεξεργασίας

πρώτων υλών, ελήφθησαν υπ' όψη τα παρακάτω χαρακτηριστικά της παραγωγικής διαδικασίας:

- Μία τυπική αλληλουχία εργασιών σε μία επιχείρηση επεξεργασίας πρώτων υλών είναι η εξής:

  Οι παραγγελίες που φθάνουν στο εργοστάσιο λαμβάνονται από το τμήμα των παραγγελιών και στη συνέχεια αποστέλλονται στον υπεύθυνο του τμήματος της παραγωγής.

  Τις παραγγελίες αυτές καθώς και κάποιες παραγγελίες που πιθανώς να μην έχουν ικανοποιηθεί στο παρελθόν, πρέπει να προγραμματίσει ο μηχανικός παραγωγής.

  Πριν από τον προγραμματισμό των παραγγελιών, ελέγχεται το ύψος των αποθεμάτων ετοίμων προϊόντων και πρώτων υλών. Στην περίπτωση που το απόθεμα κάποιου έτοιμου προϊόντος έχει πέσει κάτω από το κατώτατο όριο ο μηχανικός δημιουργεί "παραγγελία", για ν' ανέβει η στάθμη του αποθέματος στα επιτρεπτά επίπεδα. Στην περίπτωση των πρώτων υλών ο υπεύθυνος προμηθειών εκτελεί την παραγγελία. Επίσης ο μηχανικός παρακολουθεί πως εξελίσεται η παραγωγική διαδικασία, τι προϊόντα παράγονται, αν υπάρχουν μηχανές εκτός λειτουργίας λόγω βλάβης ή λόγω απουσίας προσωπικού.

  Αφού λάβει υπόψη του τα παραπάνω ο μηχανικός, καταστρώνει το πρόγραμμα παραγωγής κάθε μηχανής και προχωρεί στην έκδοση των εντολών παραγωγής.

- Υπάρχουν περίοδοι που η ζήτηση υπερβαίνει τη δυναμικότητα της παραγωγής. Τότε αυτή ικανοποιείται από αποθέματα δημιουργούμενα κατά τις περιόδους που η ζήτηση είναι μικρή.

- Οι παραγγελίες για παραγωγή διακρίνονται σε:

  α) παραγγελίες πελατών (εξωτερικές παραγγελίες)

  β) παραγγελίες για δημιουργία αποθέματος (εσωτερικές παραγγελίες).

  Το μεγαλύτερο ποσοστό των εξωτερικών παραγγελιών έχει προθεσμία παράδοσης. Η προθεσμία αυτή μπορεί να είναι αυστηρή, πράγμα που σημαίνει ότι αν ξεπεραστεί, η παραγγελία μπορεί και να ακυρωθεί, ή να είναι ελαστική.

  Για κάθε τύπο αποθέματος έχει ορισθεί ελάχιστο και μέγιστο δυνατό απόθεμα.

- Η επιχείρηση παράγει διάφορες κατηγορίες προϊόντων, που προσδιορίζονται από σταθερά και μεταβλητά χαρατηριστικά.

  Υπάρχουν γραμμές παραγωγής ανά ομάδα προϊόντων.

- Ολες οι πρώτες ύλες τηρούνται σε απόθεμα.

- Η απώλεια χρόνου λόγω συντήρησης των μηχανών είναι αμελητέα γιατί οι μηχανές τίθενται εκτός λειτουργίας για συντήρηση τη νεκρή περίοδο ή συντηρούνται κατά τις διακοπές της παραγωγής για αλλαγή παραγόμενου προϊόντος.

- Σε κάθε γραμμή παραγωγής παράγεται μια ομάδα προϊόντων. Η μετάβαση από την παραγωγή ενός προϊόντος σ' ένα άλλο προκαλεί καθυστέρηση στην παραγωγική διαδικασία. Η καθυστέρηση αυτή εξαρτάται από το προϊόν που παράγεται και από το προϊόν που έχει προγραμματιστεί για να παραχθεί στη συνέχεια.

- Κατά την διάρκεια της παραγωγής μπορούν να συμβούν τυχαία γεγονότα που επηρεάζουν την παραγωγική διαδικασία, όπως:

1) βλάβη μηχανής.
2) παραγωγή σκάρτου προϊόντος.
3) ξαφνική και επείγουσα παραγγελία.
4) ακύρωση παραγγελίας.

Το σχήμα 1 αποτελεί μια περιγραφή του συστήματος προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας σε βιομηχανίες επεξεργασίας πρώτων υλών.

Το σύστημα Προγραμματισμού και Ελέγχου της Παραγωγής καλείται να υποστηρίξει διακεκριμένες λειτουργίες οι οποίες δεν εκτελούνται κατ' ανάγκη από διαφορετικά πρόσωπα. Για το λόγο αυτό το σύστημα έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιείται από ένα και μόνο πρόσωπο [5].

Το επίκεντρο του συστήματος μας είναι τα βήματα που πραγματοποιούνται στο τμήμα της παραγωγής για την σύνταξη του πρόγραμμα παραγωγής και ο έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας.

Από την αποθήκη και το τμήμα των πωλήσεων αναλύθηκαν και υλοποιήθηκαν τα υποσυστήματα εκείνα τα οποία εφοδιάζουν με πληροφορίες το μηχανικό παραγωγής. Αυτό έγινε για την επίτευξη επικοινωνίας του μηχανικού παραγωγής με το υπόλοιπο εργοστάσιο ώστε το σύστημα αυτό να είναι όσο το δυνατόν ανεξάρτητο από την υπόλοιπη μηχανογράφηση του εργοστασίου.

Το υποσύστημα του Μηχανικού Παραγωγής υποστηρίζει την κατάστρωση και έκδοση του πρόγραμμα παραγωγής και την παρακολούθηση της εφαρμογής του.

Το υποσύστημα Σειρά Παραγωγής υποστηρίζει τον έλεγχο της παραγωγής μιάς σειράς (ή μηχανής): καταγραφή της προόδου των εντολών παραγωγής, εκτύπωση ετικετών γραμμωτού κώδικα, δημιουργία και εκτύπωση αρχείου παραγομένων προϊόντων.

3. Διαλογικό υποσύστημα λεπτομερειακού προγραμματισμού εργασιών

Το διαλογικό υποσύστημα λεπτομερειακού προγραμματισμού εργασιών είναι στην ουσία ένα σύστημα στήριξης αποφάσεων για τον μηχανικό παραγωγής.[6]

Τα συστήματα στήριξης αποφάσεων αποβλέπουν στην αξιοποίηση της διαίσθησης, της κρίσης και της εμπειρίας του ατόμου το οποίο μπορεί να οδηγηθεί στη λήψη της απόφασης σ' ένα πρόβλημα μέσα απο μια διαλογική χρήση ενός Η/Υ.[7][8][9]
Ενα τέτοιο σύστημα δεν εξομοιώνεται μ' ένα κλασσικό μοντέλο επιχειρησιακής έρευνας, έστω και αν περιέχει ένα ή περισσότερα τέτοια.[8]

Σκοπός του υποσυστήματος του λεπτομερειακού προγραμματισμού είναι: να επιτρέπει στον χρήστη να συγκεντρώνει και να χειρίζεται τις πληροφορίες με τρόπους που θα τον βοηθήσουν να πάρει όσο το δυνατόν καλλίτερες αποφάσεις.[10]

Το βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η διαλογική αναλυτική ικανότητα που διαθέτει, η οποία βοηθά τον χρήστη να τυποποιεί με ακριβή στοιχεία το πρόβλημα του, να διαμορφώνει λύσεις και να ελέγχει την αποτελεσματικότητα τους.[11]

Παράλληλα μπορεί να του υποδεικνύει λύσεις. Αυτές παράγονται από ένα ενσωματωμένο αλγόριθμο χρονικού προγραμματισμού. Ο χρήστης μπορεί να τις αποδεχθεί ολικώς ή μερικώς. Σε περίπτωση μερικής αποδοχής, οι εργασίες των οποίων η προταθείσα διάταξη δεν έγινε δεκτή, προγραμματίζονται διαλογικά. Ο διαλογικός και αυτόματος προγραμματισμός επαναλαμβάνονται εναλλασσόμενοι όσες φορές και με όποια σειρά χρειαστεί, ώστε να διαμορφωθεί ένα ικανοποιητικό λεπτομερειακό προγραμματισμό παραγωγής.

Οσον αφορά στην συγκέντρωση των πληροφοριών, το διαλογικό υποσύστημα διάταξης εργασιών δίνει την δυνατότητα στον χρήστη, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη λειτουργία να επιλέγει και να συγκεντρώνει όσες πληροφορίες θεωρεί απαραίτητες.

Για την υλοποίηση του διαλογικού υποσυστήματος για την διάταξη των εργασιών έχει χρησιμοποιηθεί μία σχεσιακή βάση δεδομένων, ένα πακέτο λογιστικών φύλλων (spreadsheet)[12][13] και μία γλώσσα προγραμματισμού.

Η βάση χρησιμοποιήθηκε για να αποθηκεύει βασικές πληροφορίες του όλου συστήματος, η γλώσσα προγραμματισμού στην υλοποίηση του αλγόριθμου και τα λογιστικά φύλλα χρησιμοποιήθηκαν στην υλοποίηση του διαλογικού μέρους, τα οποία επιλέχθηκαν δε για τους εξής λόγους:

- Ανθρωποι που δεν ξέρουν από προγραμματισμό προγραμματίζουν χωρίς να αισθάνονται προγραμματιστές.
- Προσφέρουν δυνατότητα διερεύνησης του προβλήματος ("what if analysis")
- Δίνουν την αίσθηση άνεσης χώρου και μπορεί ο ίδιος ο μηχανικός αν θέλει να χρησιμοποιήσει μια περιοχή σαν πρόχειρο για δικούς του υπολογισμούς.

Τις πληροφορίες που χρησιμοποιεί το διαλογικό υποσύστημα τις κατατάσσουμε σε τρείς κατηγορίες ανάλογα με τις τιμές που παίρνουν: τις σταθερές, τις μεταβλητές και τις αυτόματες.
Σταθερές ονομάζουμε τις πληροφορίες που παίρνουν τιμές από την βάση δεδομένων οι οποίες οι τιμές χρησιμοποιούνται αφ' ενός μεν για την περιγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών των προϊόντων και μηχανών, αφ' ετέρου δε για να δηλώσουν απαιτήσεις πελατών.
Μεταβλητές ονομάζουμε τις πληροφορίες που παίρνουν μία αρχική τιμή από την βάση δεδομένων αλλά την οποία μπορεί ο μηχανικός διαλογικά να αλλάξει.
Αυτόματες ονομάζονται οι πληροφορίες των οποίων οι τιμές υπολογίζονται μέσω τύπων που χρησιμοποιούν τιμές σταθερών και μεταβλητών πληροφοριών.

Οι πληροφορίες που χρησιμοποιεί το διαλογικό υποσύστημα και η αντίστοιχη κατηγορία τους φαίνονται στον πίνακα 1.

Εκτός από τις πληροφορίες του πίνακα 1. υπάρχουν και συγκεντρωτικές αυτόματες πληροφορίες που αφορούν το τρέχον υπό θεώρηση πρόγραμμα παραγωγής και αναφέρονται στον πίνακα 2. Αυτές αναθεωρούνται αυτομάτως κάθε φορά που γίνεται μια τροποποίηση στις πληροφορίες του πίνακα 1.

Πίνακας 1. Πληροφορίες που χρησιμοποιεί το διαλογικό υποσύστημα,περίπτωση μιας μηχανής.

ΑΑ	Πληροφορία	Κατηγορία
1	Αύξων αριθμός παραγγελίας στο πρόγραμμα παραγωγής	Σταθερή
2	Ημερομηνία και ώρα αρχής κατεργασίας	Αυτόματη
3	Ταυτότητα παραγγελίας (Κωδικός παραγωγής, Αριθμός δελτίου παραγγελίας	Σταθερή
4	Σταθερά τεχνικά χαρακτηριστικά είδους.(Διάμετρος, Πίεση,Βάρος μονάδος)	Σταθερά
5	Μεταβλητά τεχνικά χαρακτηριστικά είδους.(Μήκος κουλούρας)	Μεταβλητή

Πίνακας 1. Πληροφορίες που χρησιμοποιεί το διαλογικό υποσύστημα,περίπτωση μιας μηχανής.		
ΑΑ	Πληροφορία	Κατηγορία
6	Σταθερά στοιχεία επεξεργασίας. (Π.χ. Ταχύτητα της μηχανής)	Σταθερή
7	Ογκος παραγγελίας (Αριθμός παραγγελόμενων τεμαχίων, Βάρος παραγγελίας)	Μεταβλητή Αυτόματη (απο 4,5)
8	Διάρκεια κατεργασίας	Αυτόματη (απο 6,7)
9	Υπόλοιπος χρόνος κατεργασίας	Αυτόματη
10	Διακριτικός χαρακτήρας που καθορίζει τον προορισμό της παραγγελίας (π.χ. πελάτη ή απόθεμα).	Σταθερή
11	Ημερομηνία παράδοσης	Σταθερή
10	Σειρά προτεραιότητας	Μεταβλητή
11	Χαλαρότητα	Αυτόματη
12	Χρόνος προσαρμογής λόγω αλλαγής κατεργασίας.	Αυτόματη (εξαρτάται απο την διαδοχή)
13	Ημερομηνία και ώρα τέλους κατεργασίας.	Αυτόματη
14	Καθυστέρηση	Αυτόματη

Πίνακας 2.Συνοπτικές πληροφορίες προγράμματος παραγωγής
Ημερομηνία σύνταξης προγράμματος.
Ημερομηνία αρχής και τέλους εφαρμογής του προγράμματος.
Αριθμός προγράμματος.
Συνολικός όγκος παραγωγής.
Συνολικός αριθμός παραγγελιών
Αριθμός παραγγελιών με προθεσμία παράδοσης.
Αριθμός ειδών
Διάρκεια προγράμματος (ημέρες και ώρες)
Μέσος χρόνος διέλευσης παραγγελίας
Συνολικός χρόνος αλλαγών κατεργασίας
Βαθμός χρησιμοποίησης
Αριθμός καθυστερημένων εργασιών
Μέγιστη καθυστέρηση
Μέσος όρος καθυστέρησης

Ο μηχανικός παραγωγής πρέπει να διατάξει τις παραγγελίες έτσι ώστε η υλοποίηση τους να γίνει με το μικρότερο κόστος και να επιτυγχάνεται συνεπέστερη δυνατή εξυπηρέτηση των πελατών, χρησιμοποιώντας εντολές που του παρέχονται μέσα από το λογιστικό φύλλο.

Αν και οι εντολές που υποστηρίζουν τα λογιστικά φύλλα είναι εύκολες ακόμη και για κάποιον χωρίς γνώσεις προγραμματισμού, για μεγαλύτερη ευκολία του χρήστη δημιουργήθηκε ένα σύνολο macro εντολών.

Τις εντολές αυτές μπορούμε να τις κατατάξουμε στίς εξής κατηγορίες.

Α. Εντολές μετακίνησης παραγγελιών.
Με τις εντολές αυτές ο μηχανικός μπορεί να μεταβάλει την σειρά μιας παραγγελίας. Ομως κατά την μεταβολή αμέσως υπολογίζονται οι τιμές των αυτομάτων πληροφοριών του πρόγραμμα.

Β. Εντολές διάταξης παραγγελιών
Με τις εντολές αυτές ο μηχανικός μπορεί να διατάσσει τις παραγγελίες χρησιμοποιώντας προκαθορισμένα κλειδιά.

Γ. Εντολές για εμφάνιση συνοπτικών αποτελεσμάτων.
Με τις εντολές αυτές μπορεί να βλέπει συνοπτικές πληροφορίες για το πρόγραμμα παραγωγής καθώς επίσης και συγκριτικές πληροφορίες για τα εναλλακτικά προγράμματα που μέχρι τώρα έχει δημιουργήσει.

Δ. Εντολές διαχείρισης εναλλακτικών προγραμμάτων
Οι εντολές αυτές τον βοηθούν να διαχειρίζεται αρχεία που περιέχουν τα εναλλακτικά προγράμματα που δημιουργεί.

Ο πίνακας 3 παρουσιάζει συνοπτικά τις εντολές.

Επίσης υπάρχει και ένας αριθμός εντολών που δεν ανήκουν στον βασικό κατάλογο εντολών αλλά δίνονται από το πληκτρολόγιο. Αυτές οι εντολές χρησιμοποιούνται για

- να εντοπίζουν τη παραγγελία με τη μεγαλύτερη διάρκεια
- να εντοπίζουν τη(ις) παραγγελία(ες) με τη μεγαλύτερη(ες) προτεραιότητα(ες)
- να εντοπίζουν τη παραγγελία με τη μεγαλύτερη καθυστέρηση
- την φόρτωση των παραγγελιών παραγωγής στα λογιστικά φύλλα.

Πίνακας 3. Κατάλογος μάκρο-εντολών	
Κατηγορία εντολής	Περιγραφή εντολής
Μετακίνηση παραγγελιών	Ανταλλαγή γραμμών-παραγγελιών Προσθήκη νέας γραμμής-παραγγελίας Διαγραφή γραμμής-παραγγελίας Σύνταξη γραμμής-παραγγελίας Μετάθεση γραμμής-παραγγελίας
Διατάξεις παραγγελιών	Προκαθορισμένα πεδία-κλειδιά Ταξινόμηση με την χρήση εξωτερικού αλγορίθμου
Εντολές για εμφάνιση συνοπτικών πληροφοριών	Συνοπτικός πίνακας πληροφοριών των εναλλακτικών προγραμμάτων Συνοπτικό πρόγραμμα παραγωγής για την λήψη αποφάσεων.
Εντολές διαχείρισης προγραμμάτων προγραμμάτων	Δημιουργία προγράμματος παραγωγής προγράμματος παραγωγής Διαγραφή παλαιού προγράμματος Ανάκληση παλαιού προγράμματος Αποθήκευση προγράμματος Αρχειοθέτηση προγράμματος

4. Εφαρμογή σε μια σειρά παραγωγής πλαστικών σωλήνων

Εφαρμογή του συστήματος λεπτομερειακού προγραμματισμού και ελέγχου παραγωγής έγινε σε μια επιχείρηση πλαστικών η οποία παράγει σωλήνες για ύδρευση και άρδευση. Κάθε τύπος σωλήνα προσδιορίζεται από την διάμετρο και την πίεση.

Οι σωλήνες παράγονται σε δύο μηχανές. Κάθε μηχανή παράγει διαφορετικούς τύπους σωλήνων. Σωλήνες οι οποίοι παράγονται σε μια μηχανή δεν μπορούν να παραχθούν και στην άλλη. Η ταχύτητα της μηχανής εξαρτάται από τον τύπο του σωλήνα.

Οι παραγγελίες για παραγωγή καθορίζονται από τις παραγγελίες των πελατών και από τις παραγγελίες για απόθεμα. Ο χρόνος που απαιτείται για να περάσουμε από την παραγωγή ενός τύπου σωλήνας στην παραγωγή ενός άλλου είναι σταθερός. Εκτός από το χρονικό διάστημα που απαιτείται χάνεται και υλικό λόγω παραγωγής σκάρτου προϊόντος.

Το πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο μηχανικός παραγωγής είναι:
Με ποιά σειρά θα πρέπει να εκτελεστούν οι παραγγελίες παραγωγής ώστε :

- να τηρηθούν οπωσδήποτε οι αυστηρές προθεσμίες παράδοσης και να είναι έτοιμες μέσα σε κάποια ανεκτά όρια οι παραγγελίες με ελαστική προθεσμία παράδοσης
- ο νεκρός χρόνος και η παραγωγή σκάρτου προϊόντος να είναι η μικρότερη δυνατή.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται παράδειγμα επίλυσης του ανωτέρου προβλήματος χρησιμοποιώντας το διαλογικό υποσύστημα προγραμματισμού εργασιών.

Για την υλοποίηση του συστήματος λεπτομερειακού προγραμματισμού και παραγωγής χρησιμοποιήθηκαν δύο AT/80386, ένα PC/AT, ένας Laser Scaner ένας Laser printer,η σχεσιάκη βάση δεδομένων Oracle(dos-unix), τα πακέτα των λογιστικών φύλλων(spreadsheet): Lotus(123),SCO Professional και τά λειτουργικά συστήματα SCO-UNIX,DOS

Η πρώτη υλοποίηση του διαλογικού συστήματος έγινε σ' ένα 80386 και στο λειτουργικό σύστημα DOS. Το πακέτο των λογιστικών φύλλων(spreadsheet) που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Lotus 123. Η δεύτερη έκδοση έγινε πάλι πάνω σ' ένα 80386 και στο λειτουργικό SCO-UNIX. Το πακέτο των λογιστικών φύλλων που χρησιμοποιήθηκε ήταν το SCO-professional.

Στό σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου παραγωγής που υλοποιήθηκε, η ενημέρωση στη βάση γίνεται αυτόματα απο την λειτουργία της παραγγελιοληψίας. Ο μηχανικός επιλέγει την σειρά παραγωγής που θέλει να προγραμματίσει και αυτόματα βλέπει τις

παραγγελίες που προορίζονται γι αυτήν.

Ο μηχανικός τώρα χρησιμοποιώντας το διαλογικό υποσύστημα και εκτελώντας μία σειρά από βήματα, με τις εντολές του βασικού καταλόγου, φτάνει σε μία ικανοποιητική λύση.

Στή συνέχεια παρουσιάζουμε ένα παράδειγμα χρήσης του συστήματος με υποθετικά δεδομένα. Το σχήμα 2 παρουσιάζει ένα κατάλογο παραγγελιών πελατών για παραγωγή. Για χάρη συντομίας θεωρούμε μόνο 21 παραγγελίες πελατών.

Το σχήμα 3 παρουσιάζει τον κατάλογο με τις ίδιες παραγγελίες έτσι όπως τον δίνει η βάση. Οι παραγγελίες είναι διατεταγμένες ως προς τον αριθμό παραγγελίας του πελάτη ή του μηχανικού παραγωγής(για την περίπτωση παραγγελίας για απόθεμα).

Τα σχήματα 4,4α,5,5α,5β,6 παρουσιάζουν διαδοχικές φάσεις στήν κατάστρωση του πρόγραμμα παραγωγής με τις 21 παραγγελίες. Οι αλλαγές στην σειρά εκτέλεσης μιας παραγγελίας γίνονται χρησιμοποιώντας τις εντολές του βασικού καταλόγου.

5. Σχόλια - Συμπεράσματα

Το υποσύστημα της διαλογικής διάταξης εργασιών βρίσκεται στο στάδιο της μηχανογραφικής ολοκλήρωσης.

Οι προσπάθειες μας τώρα στρέφονται κυρίως στην παραμετρικοποίηση, οσο επιτρέπεται, και στην πλήρη αξιοποίηση των λογιστικών φύλλων σε περιβάλλον unix.

Η εμπειρία μας από την χρήση των πακέτων Lotus και SCO Professional συνοψίζεται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Συνοπτικός πίνακας απόδοσης διαλογικού υποσυστήματος διάταξης εργασιών

Εργαλεία-περιβάλλον	αρ. παραγγελιών	διαθέσιμη μνήμη	ταχύτητα	γραφική παράσταση
PC-AT80386,3KB	20	πολύ καλή	πολύ καλή	πολύ καλή
αρχική μνήμη+4MB expanded RAM	100	μέτρια	μέτρια	κακή
DOS,LOTUS 123	200	ελάχιστη	κακή	κακή
PC-AT80386,8MB	20	πολύ καλή	πολύ καλή	πολύ καλή
SCO UNIX,	120	καλή	καλή	μέτρια
SCO PROFESSIONAL	200	καλή	καλή	κακή
	300	καλή	μέτρια	κακή

Επιθυμητές δυνατότητες, που όμως δεν παρέχονται από τα λογιστικά φύλλα είναι:

. Δημιουργία γραφικών παραστάσεων με δυνατότητες scrolling και με προκαθορισμένες και μη παραμέτρους.

. Χρήση προκαθορισμένων εναλλακτικών οθονών εργασίας.

. Δυνατότητα διατάξεων με προκαθορισμένα και μη πεδία και δυνατότητα πρόσθηκης σχέσεων που θα καθορίζουν την σειρά διάταξης και τις οποίες θα μπορεί να προσθέτει διαλογικά ο μηχανικός παραγωγής.

. On-line βοήθεια.

Σαν τελικό συμπέρασμα μπορούμε να πούμε οτι χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα πακέτα λογιστικών φύλλων μπορούμε να κατασκευάσουμε ενα διαλογικό υποσύστημα διάταξης εργασιών το οποίο ομως θα εχει αρκετούς περιορισμούς. Για μία εφαρμογή σε μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις θα πρέπει να ξαναυλοποιηθεί το υποσύστημα διαλογικής διάταξης εργασιών διατηρώντας το σχεδιασμό του και το interface των πακέτων των λογιστικών φύλλων και ικανοποιώντας τις προαναφερθείσες επιθυμητές δυνατότητες.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε θερμά τον επίκουρο καθηγητή Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης κ. Πάνο Κωνσταντόπουλο, επιστημονικό υπεύθυνο του έργου ΜΟΠ Πληροφορικής "Συστήματα Στήριξης Αποφάσεων" στα πλαίσια του οποίου αναπτύσσεται το παρόν σύστημα, γιά την καθοδήγηση και τα χρήσιμα σχόλια του.

Επίσης ευχαριστούμε τον κ. Γιάννη Κοπιδάκη φοιτητή της Επιστήμης Υπολογιστών, ο οποίος βοήθησε στην υλοποίηση του συστήματος Προγραμματισμού και Ελέγχου της Παραγωγής για Βιομηχανίες Επεξεργασίας Πρώτων Υλών.

Βιβλιογραφία.

[1] Βασίλης Μουστάκης, Σημειώσεις για τό μάθημα "Συστήματα Διοίκησης για Μηχανικούς"(Κεφ. 2.1 σελ. 27), Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 1986-1987

[2] Richard Tersine, "Production/Operations Management: concepts, structure & analysis"(chap. 16, pp 458), Second Edition. North-Holland, 1985.

[3] Τατσιόπουλος Η.Π., Μέκρας Ν.Δ. "Ανασκόπηση, προβλήματα και προοπτικές υπαρχόντων συστημάτων λογισμικού για τον προγραμματισμό και έλεγχο παραγωγής. Εργο ΜΟΠ Πληροφορικής "Συστήματα Στήριξης Αποφάσεων"(σελ. 12), Οκτώβριος 1989.

[4] Μέκρας Ν.Δ., Τατσιόπουλος Η.Π., Παππάς Ι.Α. "Μελέτη των παραγωγικών διαδικασιών και των χρησιμοποιούμενων για την υποστήριξη τους συστημάτων προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής στην ελληνική βιομηχανία. Εργο ΜΟΠ Πληροφορικής "Συστήματα Στήριξης Αποφάσεων"(σελ. 8-24), Οκτώβριος 1989.

[5] P. Constantopoulos, V. Leopoulos, I.P. Tatsiopoulos "Production planning and control as the key to integration in small industrial firms: An implementation approach and a case study", Proc. 5th CIM Europe Conference (pp 347-355), Athens, May 17-19, 1989

[6] Richard H.F. Jackson, Alfer W.T. Jones, "An Architecture for Decision Making in the Factory of the Future", Interfaces 17:6 November-December 1987 (pp 15-28)

[7] Δ. Γιαννακόπουλος, Ι. Σίσκος, "Συστήματα Υποστήριξης Πολυκριτηρίων Αποφάσεων: Το σύστημα MINORA. Ανακοίνωση στο 7ο Εθνικό Συνέδριο Επιχειρησιακής Ερευνας", Αθήνα,22-23 Νοεμβρίου 1985. Επιχειρησιακή Ερευνα και Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές(σελ. 479-500), Ελληνική Εταιρία Επιχειρησιακής Ερευνας, Αθήνα 1986,

[8] J.C Courbon,Processus de decision et aide a la decision, Economies et Societes, Sciences de Gestion, 1982

[9] Mattias Jarke, Mohammed T. Jelassi, Edward A. Stohr, " A data driven user interface generator for a generalized multiple criteria decision support system", 1984 IEEE. (σελ. 127-133)

[10] Bernard C. Reimann, Allan D. Waren, "User-Oriented Criteria for the Selection of DSS Software", Communications of the ACM, volume 28 number 2(pp 166-179), February 1985

[11] Herbett A. Simon, Carnegie-Mellon University, George B. Dantzig, Stanford University, Robin Hogarth, University of Chicago, Howard Raiffa, Harvand Business School, Thomas C. Schelling, Kenneth A. Shepsle Washington University, Richjard Thaler, Cornell University Amos Tversky, Stanford University, Sidney Winter. Yale University, "Decision Making and Problem Solving", Interfaces 17:5 September-October 1987(pp 11-31)

[12] Andrew F. Seila, Jerry Banks, "use an electronic spreadsheet as a Decision Support System" Industrial Engineering, vol. 40, May 1990.

[13] Samuel E. Bodily. "Spreadsheet Modeling as a Stepping Stone", Interfaces 16:5, September-October 1986 (pp34-52).