

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

7.1 Το αντικείμενο της Μελέτης Μεθόδου

Η Μελέτη Μεθόδου (Method Study) αφορά το σχεδιασμό ή τη βελτίωση του τρόπου παραγωγής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Ειδικότερα περιλαμβάνει την επιλογή και οργάνωση των στοιχείων που παίρνουν μέρος στη διαδικασία μετασχηματισμού των παραγωγικών εισροών σε προϊόντα και υπηρεσίες και αποτελεί μέρος της Μελέτης Εργασίας (Work Study ή Motion and Time Study). Η Μελέτη Εργασίας αφορά τα συστήματα εργασίας και έχει ως αντικείμενο την ανάπτυξη και τυποποίηση της μεθόδου και, γενικά, του συστήματος παραγωγής και τον προσδιορισμό του χρόνου που απαιτείται από ένα ειδικευμένο και κατάλληλα εκπαιδευμένο άτομο, εργαζόμενο με κανονικό ρυθμό, για να εκτελέσει την εργασία που μελετάται. Έτσι, η Μελέτη Εργασίας περιλαμβάνει, εκτός από τη Μελέτη Μεθόδου, τη Μέτρηση Εργασίας (Work Measurement), η οποία πραγματοποιείται αφού ολοκληρωθεί η Μελέτη Μεθόδου, δεδομένου ότι πριν μετρηθεί η απαιτούμενη από τη μέθοδο ανθρώπινη εργασία πρέπει να οριστικοποιηθεί η μέθοδος.

Η Μελέτη Μεθόδου, μαζί με τη Μέτρηση Εργασίας, δίνει απάντηση στο ερώτημα «πώς θα παραχθούν τα προϊόντα του συστήματος». Κατά συνέπεια, της Μελέτης Μεθόδου προηγείται ο σχεδιασμός του προϊόντος, δηλαδή η διαδικασία κατά την οποία αποφασίζονται, ύστερα από εξέταση εναλλακτικών ιδεών και αξιολόγησή τους, τα προϊόντα που τελικά θα παράγει το σύστημα.

Γενικότερα, η ανάπτυξη ενός νέου προϊόντος, όπως σχηματοποιείται από τη General Motors, περιλαμβάνει τις φάσεις α) του σχεδιασμού, β) της προετοιμασίας της παραγωγής και γ) της παραγωγής του προϊόντος.

Στην πρώτη φάση σχεδιάζεται:

- Το προϊόν (δηλαδή παράγονται σχέδια και πίνακες που δείχνουν το μέγεθος, το σχήμα, το βάρος, το υλικό και την τελική χρήση).
- Η παραγωγική διαδικασία (δηλαδή οι απαιτούμενες επεξεργασίες και η σειρά τους, οι διαστάσεις του προϊόντος και οι ανοχές του και τα απαιτούμενα μηχανήματα, εργαλεία και λοιπός εξοπλισμός).
- Η μέθοδος παραγωγής (ο τρόπος με τον οποίο θα εκτελέσει ο χειριστής τις απαιτούμενες επεξεργασίες, θα οργανωθεί ο χώρος εργασίας και θα πραγματοποιείται η ροή της παραγωγής).
- Τα εργαλεία και ο εξοπλισμός (σχέδια μηχανών, ιδιοσυσκευών, μηχανισμών και οργάνων μέτρησης και στήριξης του προϊόντος κατά την παραγωγική διαδικασία κλπ.).
- Η χωροταξία (ο απαιτούμενος χώρος για την τοποθέτηση του εξοπλισμού, την τροφοδοσία με υλικά, ενέργεια, καύσιμα κλπ., την εγκατάσταση του χειριστή και την εξυπηρέτηση της σχέσης χειριστή-μηχανής κλπ.) και
- Ο πρότυπος χρόνος (ο χρόνος που απαιτείται για τις δραστηριότητες της μηχανής και του χειριστή).

Στη δεύτερη φάση, το προϊόν του σχεδιασμού γνωστοποιείται στα αντίστοιχα παραγωγικά τμήματα και εγκαθίσταται η μέθοδος. Ειδικότερα:

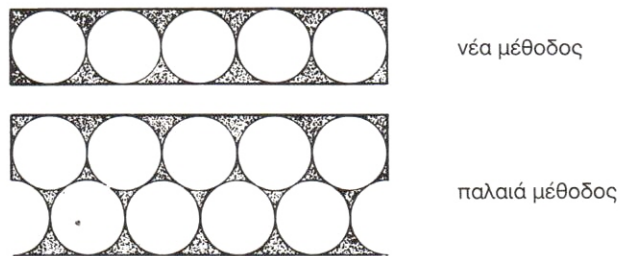
- Επαληθεύεται η σχέση μεθόδου-χρόνου.
- Εκπαιδεύονται οι χειριστές στη μέθοδο που σχεδιάστηκε.
- Ανατίθενται οι επιμέρους παραγωγικές δραστηριότητες στους χειριστές.
- Δοκιμάζεται και ελέγχεται η δρομολόγηση των εργασιών.
- Δοκιμάζονται οι εγκαταστάσεις και τα υλικά.
- Γίνεται η εγκατάσταση των διαφόρων παροχών (ηλεκτρική ενέργεια, αέριο, νερό κλπ.).

Τέλος, η τρίτη φάση αφορά την παραγωγή με τη μέθοδο που επιλέχθηκε. Στη φάση αυτή γίνεται συστηματική παρακολούθηση της εφαρμογής της μεθόδου ώστε να διαπιστώνονται οι τυχόν αποκλίσεις και οι δυνατότητες βελτίωσης της μεθόδου και να γίνονται οι αναγκαίες διορθώσεις.

Η Μελέτη Μεθόδου είναι μια διαδικασία που μπορεί και πρέπει να επαναλαμβάνεται με σκοπό τη συνεχή βελτίωση της μεθόδου παραγωγής των προϊόντων του συστήματος. Επομένως, η Μελέτη Μεθόδου δεν αφορά αποκλειστικά την ανάπτυξη νέων προϊόντων αλλά έχει εφαρμογή και σε προϊόντα που ήδη παράγει το σύστημα.

Η Μελέτη Μεθόδου αντιμετωπίζεται ως επένδυση από την οποία

θα προκύψουν συγκεκριμένα οφέλη για την επιχείρηση. Πράγματι, σκοπός της Μελέτης Μεθόδου είναι ο καθορισμός του βέλτιστου τρόπου εργασίας, που συνήθως αντιστοιχεί στη μέθοδο εκείνη που συνεπάγεται το μικρότερο κόστος παραγωγής, ενώ ικανοποιεί ένα σύνολο τεχνικών, οικονομικών, θεσμικών, φυσιολογικών, ψυχολογικών και άλλων περιορισμών. Έτσι, το κόστος παραγωγής μπορεί να μειώνεται σημαντικά με μια μέθοδο που να εξασφαλίζει, για παράδειγμα, μικρότερη φύρα. Το Σχήμα 7.1 δείχνει την παλαιά μέθοδο κοπής κομματιών σε σχήμα κύκλου από λαμαρίνα που χρησιμοποιούσε η General Motors, καθώς και τη βελτιωμένη μέθοδο που την αντικατέστησε. Η βελτίωση της μεθόδου είχε ως συνέπεια για την εταιρία εξοικονόμηση 576 τόνων λαμαρίνας και ποσού \$ 25.000, που αντιστοιχούσε σε δαπάνες μεταφοράς και διαχείρισης αυτής της ποσότητας. Ετησίως.



Σχήμα 7.1. Νέα (βελτιωμένη) και παλιά μέθοδος κοπής λαμαρίνας

Ο χρόνος και οι πόροι που θα διατεθούν για την πραγματοποίηση μιας Μελέτης Μεθόδου είναι ανάλογοι των οφελών που αναμένονται να προκύψουν από αυτήν. Η Μελέτη μπορεί να προχωρήσει σε μικρότερες ή μεγαλύτερες λεπτομέρειες και να γίνει με αντίστοιχο βαθμό ακρίβειας. Τα οφέλη, άλλωστε, θα είναι ανάλογα του πλήθους των κομματιών που παράγονται (όσο περισσότερα κομμάτια τόσο μεγαλύτερα οφέλη θα προκύψουν από τις βελτιώσεις της μεθόδου).

7.2 Η διαδικασία του σχεδιασμού της μεθόδου παραγωγής

Όπως αναφέρθηκε, η Μελέτη Μεθόδων αφορά το σχεδιασμό ή τη βελτίωση του τρόπου εκτέλεσης μιας παραγωγικής διαδικασίας. Η πραγματοποίηση μιας τέτοιας μελέτης περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

α) Προσδιορισμός του προβλήματος

Το πρόβλημα της μεθόδου παραγωγής προκύπτει είτε κατά το σχεδιασμό ενός παραγωγικού συστήματος είτε κατά τη λειτουργία του, όταν αρχίζουν να παρουσιάζονται φαινόμενα δυσλειτουργίας, υψηλού κόστους παραγωγής, μπουτυλιάρισματος (bottleneck) της παραγωγικής διαδικασίας, ελαττωματικής παραγωγής κλπ. Κατά το στάδιο αυτό προσδιορίζονται οι **στόχοι** της μελέτης μεθόδου και τα **κριτήρια**, δηλαδή τα μέτρα, με βάση τα οποία θα εκτιμηθεί η επιτυχία της μεθόδου που θα σχεδιαστεί. Τέτοιοι στόχοι είναι τα λεγόμενα «τρία S» (από τα αρχικά των λέξεων specification, simplification, standardization), που αντιστοιχούν στην ανάγκη για ακριβή καθορισμό, απλοποίηση και τυποποίηση της μεθόδου. Επίσης, κατά το στάδιο αυτό προσδιορίζονται οι απαιτήσεις για το **μέγεθος της παραγωγής** που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό. Ειδικότερα, οι απαιτήσεις αυτές αφορούν τη μέγιστη ημερήσια παραγωγή, τη δυνατότητα εποχιακής προσαρμογής της παραγωγής, τη διάρκεια ζωής του προϊόντος, τον ετήσιο όγκο παραγωγής κλπ. Τέλος, κατά το στάδιο αυτό προσδιορίζεται ο **χρόνος περάτωσης** της μελέτης μεθόδου και ειδικότερα ο χρόνος που είναι διαθέσιμος για σχεδιασμό, εγκατάσταση και εφαρμογή της μεθόδου σε πλήρη κλίμακα παραγωγής.

β) Ανάλυση της μεθόδου

Ύστερα από τον προσδιορισμό του προβλήματος, όπως εκτέθηκε παραπάνω, ακολουθεί το στάδιο της ανάλυσης, δηλαδή της συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων που αφορούν τη μέθοδο παραγωγής που μελετάται. Κατά το στάδιο αυτό παίρνονται υπόψη οι **προδιαγραφές** του προϊόντος και οι **ποσοτικοί και ποιοτικοί περιορισμοί**. Περιγράφεται η μέθοδος που τυχόν χρησιμοποιείται σήμερα με τη βοήθεια κατάλληλων διαγραμμάτων και πινάκων που αναφέρονται στη συνέχεια. Καθορίζονται οι παραγωγικές δραστηριότητες που προσιδιάζουν σε ανθρώπινο χειριστή και εκείνες που εκτελούνται καλύτερα από μηχανή, καθώς και οι σχέσεις χειριστή-μηχανής. Επανεξετάζονται τα προβλήματα που δημιουργεί τυχόν υπάρχουσα μέθοδος, καθορίζονται υποπροβλήματα και αναθεωρούνται τα κριτήρια σχεδιασμού της μεθόδου, αν χρειαστεί. Στο στάδιο αυτό, γενικότερα, διαμορφώνονται και οριστικοποιούνται τα κριτήρια με τα οποία θα εκτιμηθούν οι εναλλακτικές λύσεις στο πρόβλημα επιλογής της μεθόδου. Τέτοια κριτήρια μπορεί να είναι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον.

λον, το εργατικό κόστος, η απαιτούμενη επένδυση, η αξιοποίηση των υλικών (φύρα) ή του χώρου, η παραγωγή σκάρτων, η ευελιξία κλπ.

γ) Αναζήτηση εναλλακτικών μεθόδων

Το επόμενο στάδιο της μελέτης μεθόδου είναι η αναζήτηση λύσεων που είναι δυνατό να υπάρχουν για το πρόβλημα της μεθόδου παραγωγής. Στο στάδιο αυτό, εφόσον η μελέτη αφορά αναθεώρηση μεθόδου που ήδη χρησιμοποιείται, τίθενται ερωτήματα για κάθε φάση της παραγωγικής διαδικασίας όπως «μπορεί να καταργηθεί;», «μπορεί να συνδυαστεί με άλλη φάση;» ή «μπορεί να εκτελεστεί με απλούστερο τρόπο;». Έτσι, αν μια φάση της παραγωγικής διαδικασίας ήταν η αιτία του προβλήματος και ο λόγος για να ξεκινήσει η μελέτη της μεθόδου, τότε το πρόβλημα δεν υπάρχει πλέον, εφόσον προκύψει ότι η φάση αυτή θα μπορούσε να καταργηθεί χωρίς επιπτώσεις όσον αφορά τις απαιτήσεις της παραγωγής. Στην πράξη, πάντως, οι λύσεις που απαιτούνται είναι συνήθως πιο σύνθετες από την απλή κατάργηση μιας προβληματικής φάσης. Οι λύσεις αυτές είναι προϊόν γνώσης, εμπειρίας και, προ πάντων, φαντασίας και δημιουργικής ικανότητας. Μπορούν να προκύψουν με την αναλυτική μέθοδο, δηλαδή με τη συστηματική εξέταση των στοιχείων του προβλήματος, αλλά και με τη σύνθετική. Η τελευταία μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, με τη συλλογική αναζήτηση λύσεων (brainstorming), δηλαδή με τη διαδικασία όπου αβίαστα, μέσα από ελεύθερη συζήτηση μεταξύ των μελών μιας ομάδας ανθρώπων ειδικών και, γενικά, σχετικών με το πρόβλημα, προκύπτουν ιδέες για τη λύση του προβλήματος. Οι εναλλακτικές λύσεις που θα προκύψουν στη φάση αυτή συνήθως αντιστοιχούν σε τρόπους παραγωγής με διαφορετική σύνθεση όσον αφορά τη σχέση κεφαλαίου-εργασίας, ή με διαφορετικό επίπεδο τεχνολογίας. Μέθοδοι έντασης κεφαλαίου περιλαμβάνουν εκτεταμένη χρήση μηχανικού εξοπλισμού, σε αντίθεση με τις μεθόδους έντασης εργασίας, όπου κυρίαρχο στοιχείο της παραγωγικής διαδικασίας είναι το ανθρώπινο, πράγμα που, άλλωστε, εκφράζεται και στη σύνθεση του κόστους παραγωγής.

δ) Εκτίμηση εναλλακτικών μεθόδων

Στο στάδιο αυτό γίνεται η αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων που έχουν προκύψει κατά το προηγούμενο στάδιο, με κριτήρια εκείνα που τέθηκαν κατά το στάδιο της ανάλυσης (π.χ. ελαχιστοποίηση απαιτούμενης επένδυσης ή φύρας ή σκάρτων κλπ.). Στα κριτήρια

αυτά περιλαμβάνεται η ικανοποίηση των απαιτήσεων όσον αφορά τον όγκο και την ποιότητα της παραγωγής και οι επιπτώσεις της μεθόδου στο κόστος παραγωγής, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Έτσι, στο στάδιο αυτό, οι εναλλακτικές λύσεις αξιολογούνται παίρνοντας υπόψη, μεταξύ άλλων, το κόστος των απαιτούμενων επενδύσεων, το χρόνο και το κόστος συντήρησης του αντίστοιχου εξοπλισμού, την ευελιξία του, δηλαδή τη δυνατότητα εναλλακτικών χρήσεων και προσαρμογής του εξοπλισμού σε μεταβλητές απαιτήσεις όγκου παραγωγής ή ποικιλίας προϊόντων, τις επιπτώσεις που έχει η φθορά του εξοπλισμού λόγω χρήσης στην ποιότητα του προϊόντος και στην ομαλή ροή της παραγωγικής διαδικασίας, τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και τις τυχόν απαιτήσεις για εκτέλεση έργων με σκοπό την προστασία του κλπ. Γενικότερα, για την αξιολόγηση των υποψήφιων μεθόδων χρησιμοποιούνται οι τεχνικές αξιολόγησης επενδύσεων, όπως η καθαρή παρούσα αξία (net present value), η περίοδος ανάκτησης του αρχικού κεφαλαίου (payback period) κλπ. Βασικό, άλλωστε, στοιχείο στο οποίο θα στηριχθεί η αξιολόγηση είναι ο **πρότυπος χρόνος** που αντιστοιχεί σε κάθε λύση, δηλαδή σε κάθε εξεταζόμενη μέθοδο παραγωγής, όπως προκύπτει από τη Μέτρηση Εργασίας (βλ. παρακάτω). Η ανθρώπινη, τέλος, πλευρά θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη ως κυρίαρχο κριτήριο, αφού από την ικανοποίηση του κριτηρίου αυτού θα κριθεί η επιτυχία της εγκατάστασης και αξιοποίησης της μεθόδου. Μια μέθοδος που θα αποκρουόταν από τους εργαζόμενους που πρόκειται να την υλοποιήσουν ή από τα στελέχη που θα επιβλέψουν την εγκατάσταση και εφαρμογή της θα πρέπει να απορριφθεί *a priori*.

ε) Επιλογή και εγκατάσταση της μεθόδου

Στο τελευταίο αυτό στάδιο γίνεται η επιλογή της μεθόδου παραγωγής, με βάση τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, και η εγκατάστασή της, που περιλαμβάνει την αγορά του αναγκαίου εξοπλισμού, την κατασκευή μητρώων, καλιμπρών, ιδιοσυσκευών και εργαλείων, την εκπαίδευση του προσωπικού κλπ. Η επιλογή θα γίνει αφού ληφθούν υπόψη όλα τα κριτήρια, ποσοτικά και ποιοτικά, ώστε να βελτιστοποιείται το συνολικό αποτέλεσμα στα πλαίσια των γενικών επιδιώξεων της επιχείρησης (στρατηγικοί στόχοι). Η εγκατάσταση της μεθόδου, άλλωστε, είναι μια αρκετά σύνθετη διαδικασία από την οποία μπορεί να προκύψουν στοιχεία που θα ανατροφοδοτήσουν τον αρχικό σχεδιασμό της μεθόδου με πιθανό αποτέλεσμα τη μετατροπή της ώστε

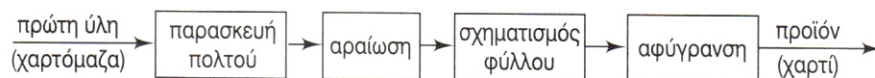
να προσαρμοστεί σε απαιτήσεις που δεν είχαν παρθεί επαρκώς υπόψη. Για την εγκατάσταση της μεθόδου μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα τεχνικά υπομνήματα, διαγράμματα, τεχνικά σχέδια, τρισδιάστατα πρότυπα κτλ., ενώ θα χρειαστεί να γίνουν και προφορικές παρουσιάσεις. Μετά την εγκατάσταση της μεθόδου, εξάλλου, θα πρέπει να γίνεται περιοδικά επιθεώρηση ώστε να διαπιστωθεί η τήρηση και να μελετηθούν οι τυχόν αποκλίσεις από τον αρχικό σχεδιασμό, καθώς και η ανταπόκριση της μεθόδου στους στόχους που αρχικά είχαν τεθεί. Γενικότερα, η μέθοδος πρέπει να παρακολουθείται και σε σχέση με τις τρέχουσες εξελίξεις στην τεχνολογία και να αναθεωρείται εφόσον το υπαγορεύουν οι εξελίξεις αυτές. Η μελέτη της μεθόδου παραγωγής, κατά συνέπεια, είναι μια διαδικασία που επαναλαμβάνεται με σκοπό τη συνεχή βελτίωση της μεθόδου.

7.3 Ανάλυση της ροής της εργασίας

Η μελέτη της μεθόδου παραγωγής διευκολύνεται σημαντικά αν η ροή της εργασίας στο παραγωγικό σύστημα αναλυθεί με τη βοήθεια σχετικών διαγραμμάτων ή άλλων γραφικών βοηθημάτων, που αναφέρονται γενικά ως **διαγράμματα διαδικασίας** (process charts).

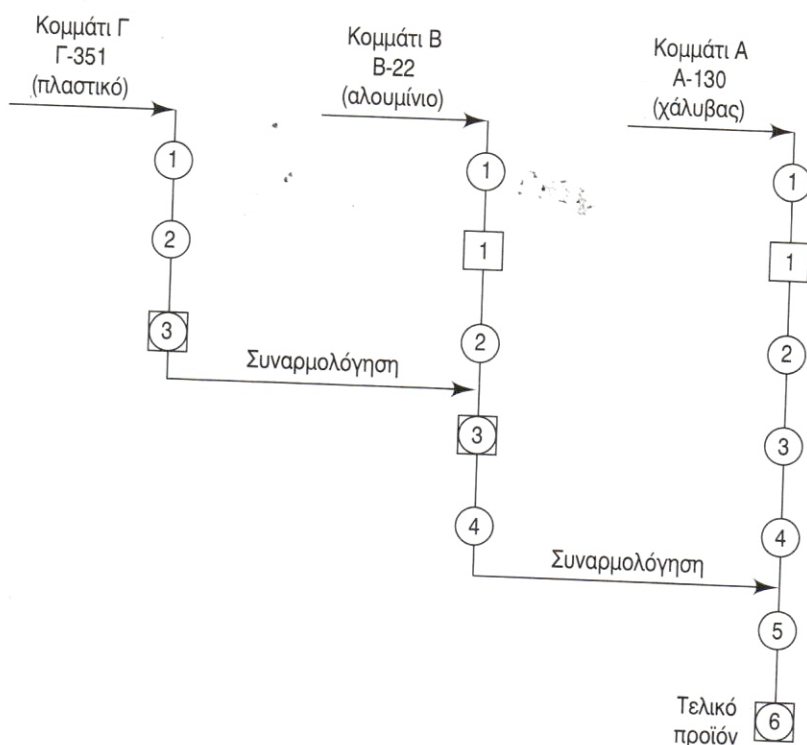
Με αυτά παρακολουθούνται είτε οι δραστηριότητες ενός ανθρώπου είτε, συνηθέστερα, η διακίνηση ενός υλικού διαμέσου των παραγωγικών φάσεων μέχρι την τελική διαμόρφωση του προϊόντος. Τα απλούστερα από αυτά τα βοηθήματα χρησιμοποιούνται για απλή ανάλυση της ροής της εργασίας, ενώ τα πιο σύνθετα καλύπτουν απαιτήσεις για λεπτομερέστερη ανάλυση. Ορισμένα από τα γραφικά βοηθήματα που χρησιμοποιούνται στην πράξη αναφέρονται στη συνέχεια.

Το απλούστερο διάγραμμα είναι το **διάγραμμα σταδίων** (block diagram). Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται σε ένα διάγραμμα σταδίων είναι το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο (block), για την απεικόνιση ενός σταδίου, δηλαδή μιας κύριας φάσης της παραγωγικής διαδικασίας, και το βέλος για την επισήμανση της σειράς εκτέλεσης των εργασιών. Στο Σχήμα 7.2 δίνεται ένα σχετικό παράδειγμα.



Σχήμα 7.2 Διάγραμμα σταδίων παραγωγής χαρτιού

Λεπτομερέστερο από το διάγραμμα σταδίων είναι το **διάγραμμα συναρμολόγησης** (assembly chart). Στο διάγραμμα αυτό τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα είναι το οριζόντιο βέλος (όπου σημειώνονται οι πρώτες ύλες, εξαρτήματα και υποσυστήματα, από τη συναρμολόγηση των οποίων παράγεται το προϊόν), ο κύκλος (για μια παραγωγική δραστηριότητα) και το τετράγωνο (για δραστηριότητα ελέγχου). Το διάγραμμα διαδικασιών παρέχει πληροφορίες για τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή, για τις παραγωγικές δραστηριότητες και τη σειρά με την οποία εκτελούνται και για τους ελέγχους που πραγματοποιούνται σε διάφορα σημεία της γραμμής παραγωγής. Το διάγραμμα αναφέρεται και ως **Gozinto** (από τις λέξεις goes into) **chart** επειδή δείχνει τη σειρά με την οποία κάθε υλικό, εξάρτημα ή υποσύστημα συναρμολογείται ώστε να παραχθεί το τελικό προϊόν («τί πηγαίνει σε τί»). Στο Σχήμα 7.3 δίνεται ένα παράδειγμα τέτοιου διαγράμματος.



Σχήμα 7.3 Διάγραμμα Gozinto

Ιδιαίτερα χρήσιμα διαγράμματα είναι εκείνα που βασίζονται στα σχετικά πρότυπα της Αμερικανικής Εταιρίας Μηχανολόγων Μηχανικών (ASME). Η ASME έχει καθιερώσει ως πρότυπα τα εξής πέντε σύμβολα, που αντιστοιχούν στα βασικά γεγονότα από τα οποία συντίθεται μια παραγωγική διαδικασία:


○ Λειτουργία (operation). Μια λειτουργία συμβαίνει όταν ένα αντικείμενο σκόπεμα μεταβάλλεται ως προς ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά του, και αντιπροσωπεύει μια κύρια φάση της παραγωγικής διαδικασίας που συνήθως πραγματοποιείται σε μια μηχανή ή σε μια θέση εργασίας.

▷ Μεταφορά (transportation). Μια μεταφορά συμβαίνει όταν ένα αντικείμενο μετακινείται από μια θέση σε μια άλλη. Δεν λογαριάζεται ως μεταφορά η μετακίνηση που αποτελεί μέρος μιας λειτουργίας ή ενός ελέγχου.

□ Έλεγχος (inspection). Ένας έλεγχος συμβαίνει όταν ένα αντικείμενο εξετάζεται με σκοπό να διαπιστωθεί η ταυτότητά του ή για να συγκριθεί με κάποιο ποσοτικό ή ποιοτικό πρότυπο.

D Καθυστέρηση (delay). Μια καθυστέρηση συμβαίνει όταν δεν εκτελείται αμέσως η επόμενη δραστηριότητα. Αποτελεί, επομένως, μέρος της παραγωγικής δραστηριότητάς και εξυπηρετεί κάποιο συγκεκριμένο σκοπό.

▽ Αποθήκευση (storage). Μια αποθήκευση συμβαίνει όταν ένα αντικείμενο διατηρείται σε κάποιο χώρο ελεγχόμενο με τρόπο που η μετακίνησή του από το χώρο αυτό να γίνεται μόνο από αρμόδια άτομα.

Δύο σύμβολα μπορούν να συνδυαστούν όταν οι αντίστοιχες δραστηριότητες εκτελούνται στην ίδια θέση εργασίας ή όταν εκτελούνται ταυτόχρονα σαν μια δραστηριότητα. Έτσι, το σύμβολο  παριστάνει μια λειτουργία συνδυασμένη με κάποιο έλεγχο.

Τα παραπάνω σύμβολα, που είναι απλά και εύκολο να κατανοηθούν και έχουν ευρεία εφαρμογή, δεν είναι υποχρεωτικό να χρησιμοποιηθούν όλα ή μόνον αυτά κατά την εκπόνηση ενός διαγράμματος διαδικασίας. Κριτήριο για την επιλογή εκείνων των συμβόλων που τελικά θα χρησιμοποιηθούν είναι το πόσο πρακτικά είναι και πόσο εξυπηρετούν την ανάλυση μιας παραγωγικής διαδικασίας ώστε να επιτευχθούν βελτιώσεις.

Ειδική περίπτωση διαγράμματος διαδικασίας αποτελεί το **διάγραμμα συλλογικής δραστηριότητας** (gang process chart), που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση και μελέτη των δραστηριοτήτων μιας ομάδας ανθρώπων που εργάζονται μαζί. Το διάγραμμα αυτό αποτελεί μια σύνθεση των διαγραμμάτων διαδικασίας που αντιστοιχούν σε κάθε μέλος της ομάδας και δείχνει δίπλα-δίπλα τις δραστηριότητες των μελών που εκτελούνται ταυτόχρονα. Βασικός σκοπός του διαγράμματος είναι να αναλυθούν οι δραστηριότητες της ομάδας και στη συνέχεια να ανασυντεθεί η ομάδα με τρόπο που να ελαχιστοποιείται ο συνολικός χρόνος αναμονής και οι καθυστερήσεις. Στο Σχήμα 7.4 δίνεται ένα παράδειγμα διαγράμματος συλλογικής δραστηριότητας που αναφέρεται στην εκφόρτωση κιβωτίων από ένα φορτηγό.

Τα σύμβολα της ASME μπορούν να χρησιμοποιηθούν, χωρίς αυτό να είναι απαραίτητο για όλα, και για την εκπόνηση ενός **διαγράμματος ροής** (flow diagram). Τα διαγράμματα αυτά σχεδιάζονται στο σχέδιο της κάτοψης του χώρου όπου εκτελείται η παραγωγική διαδικασία και συσχετίζουν με τρόπο παραστατικό τα γεγονότα (λειτουργίες, έλεγχοι, μεταφορές κλπ.) με το χώρο και τις συγκεκριμένες θέσεις όπου συμβαίνουν αυτά.

7.4 Διαδικασία εκπόνησης διαγραμμάτων διαδικασίας και ροής

Για την εκπόνηση διαγραμμάτων διαδικασίας και ροής ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- α) Καθορίζεται η διαδικασία που θα μελετηθεί και το αντικείμενο (άνθρωπος, υλικό, προϊόν, έντυπο), την κίνηση του οποίου θα «παρακολουθήσει» το διάγραμμα. Δεν επιτρέπεται αλλαγή του αντικειμένου.
- β) Επιλέγεται το σημείο έναρξης και λήξης της διαδικασίας.
- γ) Σχεδιάζεται το διάγραμμα διαδικασίας σε ένα φύλλο χαρτιού επαρκούς μεγέθους. Κάθε βήμα στην παραγωγική διαδικασία πρέπει να περιληφθεί στο διάγραμμα, αφού για να βελτιωθεί μια μέθοδος πρέπει πρώτα να καταγραφεί συστηματικά ώστε να προκύψουν οι τυχόν περιττές εργασίες και, γενικά, οι ανεπάρκειες της μεθόδου.
- δ) Περιλαμβάνεται στο διάγραμμα ένα υπόμνημα, όπου αναφέρονται η διαδικασία που μελετάται, τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται και, ανάλογα με το είδος του διαγράμματος, μια σύνοψη των στοιχείων με τη μορφή πίνακα όπου φαίνεται ο αριθμός των

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΛΛΟΓΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ Εκφόρτωση κιβωτίων κονσερβών από φορτηγό με καρότσι
 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ Διαδικασία αποθήκης

ΑΡ. ΔΙΑΔ. Ε9
 ΑΡ. ΚΟΜ. 112

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 2.10.93

ΤΜΗΜΑ Αποστολών και παραλαβών ΘΕΣΗ 6

ΣΗΜΕΡΙΝΗ

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜ.

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ Κορινθίας ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ Κ.Π.Π.

ΦΥΛΟ 1 ΑΠΟ 1

Εκφορτωτής	Εκφορτωτής	Μεταφορέας	Μεταφορέας	Μεταφορέας	Μεταφορέας	Μεταφορέας	Μεταφορέας	Εργάτης στοιβαξής	Εργάτης στοιβαξής	Αρ.	Περιγραφή Βημάτων			
											Πληθυσμός ομάδας 10			
1	1a	3	9	9	9	6	4	8	8a	1	Φόρτωση δύο κιβωτίων στο καρότσι			
2	2	4	9	9	9	6	5	7	7a	1a	Φόρτωση δύο κιβωτίων στο καρότσι			
1	1a	4	3	9	9	9	6	8	8a	2	Μεταφορά δύο κιβωτίων εμπρός			
2	2	5	4	9	9	9	6	7	7a	3	Παραλαβή φορτίου (4 κιβ.)			
1	1a	6	4	3	9	9	9	8	8a	4	Μεταφορά φορτίου 20 ft			
2	2	6	5	4	9	9	9	7	7a	5	Εγκατάλειψη φορτίου			
1	1a	9	6	4	3	9	9	8	8a	6	Μεταφορά χωρίς φορτίο 20 ft			
2	2	9	6	5	4	9	9	7	7a	7	Εκφόρτωση κιβωτίων			
1	1a	9	9	6	4	3	9	8	8a	8a	Στοιβαξη σε παλέτες			
2	2	9	9	6	5	4	9	7	7a	8b				
1	1a	9	9	9	6	4	3	8	8a	9	Αναμονή			
2	2	9	9	9	6	5	4	7	7a					
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ										ΣΥΝΟΨΗ				
										Σύνολο κιβωτίων		24		
										Βήματα ανά κιβώτιο		5		

Σχήμα 7.4 Διάγραμμα συλλογικής δραστηριότητας

Πηγή: [1]

λειτουργιών, των ελέγχων, των καθυστερήσεων, των αποθηκεύσεων και των μεταφορών, μαζί με τη συνολική απόσταση που διανύει το αντικείμενο της μελέτης. Μετά τη διαμόρφωση της βελτιωμένης μεθόδου, είναι χρήσιμο να φτιάχεται ένας πίνακας όπου να αντιπαρατίθενται τα παραπάνω στοιχεία για την παλιά και τη νέα μέθοδο και οι μεταξύ τους διαφορές.

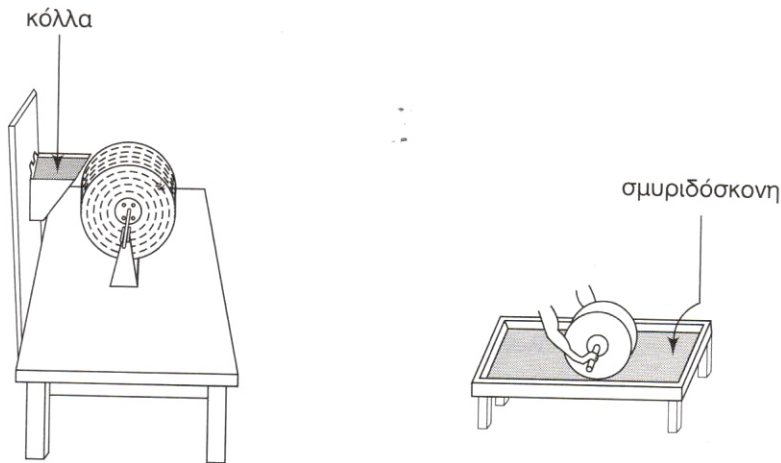
- ε) Σχεδιάζεται, αν δεν υπάρχει, κάτοψη του χώρου όπου εκτελείται η δραστηριότητα που μελετάται. Στην κάτοψη φαίνεται η θέση των μηχανημάτων και του εξοπλισμού. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν δισδιάστατα και τρισδιάστατα σχέδια των μηχανημάτων υπό κλίμακα για να δοκιμαστούν εναλλακτικές λύσεις για τη βελτίωση της μεθόδου. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τρισδιάστατα πρότυπα των μηχανημάτων υπό κλίμακα.
- στ) Σχεδιάζεται με μολύβι στην κάτοψη η διαδρομή που ακολουθεί το αντικείμενο και σημειώνεται με βέλη η κατεύθυνση. Το διάγραμμα ροής πρέπει να κατασκευαστεί επιτόπου και όχι από μνήμης, ενώ πρέπει να μετρηθούν και οι αποστάσεις που αντιστοιχούν στις μετακινήσεις του αντικειμένου.

7.5 Παραδείγματα χρήσης διαγραμμάτων ροής της εργασίας

α) Επικάλυψη τροχών με σμυριδόσκονη

Στη συνέχεια δίνεται ένα απλό παράδειγμα χρήσης διαγραμμάτων ροής της εργασίας που αναφέρεται στη διαδικασία επικάλυσης ενός τροχού με σμυριδόσκονη. Σε μεγάλα εργοστάσια που γίνεται συχνά στίλβωση επιφανειών συνηθίζεται οι τροχοί στίλβωσης να ξαναεπικαλύπτονται με σμυριδόσκονη και να διατηρείται πάντα ένα απόθεμα τροχών έτοιμων να χρησιμοποιηθούν σε πρώτη ζήτηση. Η περιφερειακή επιφάνεια («πρόσωπο») των τροχών καλύπτεται με κόλλα και σμυριδόσκονη σε δύο στρώσεις. Η πρώτη στρώση αφήνεται να στεγνώσει για μισή ώρα περίπου πριν περάσει η δεύτερη στρώση. Το στέγνωμα γίνεται σε ειδικό χώρο όπου ελέγχεται η υγρασία, ενώ η θερμοκρασία διατηρείται στους 80 με 90 °C.

Στο Σχήμα 7.5 δείχνεται η παλιά μέθοδος επικάλυσης. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το «πρόσωπο» του τροχού καλυπτόταν με κόλλα, μετά ένας εργάτης την κυλούσε σε μια ρηχή σκάφη γεμάτη με σμυριδόσκονη, και με αυτό τον τρόπο γινόταν η επικάλυση του τροχού. Αφού στέγνωσε ο τροχός, πέρναγε με τον ίδιο τρόπο η



Σχήμα 7.5 Παλιά μέθοδος επικάλυψης τροχού με σμουριδόσκονη

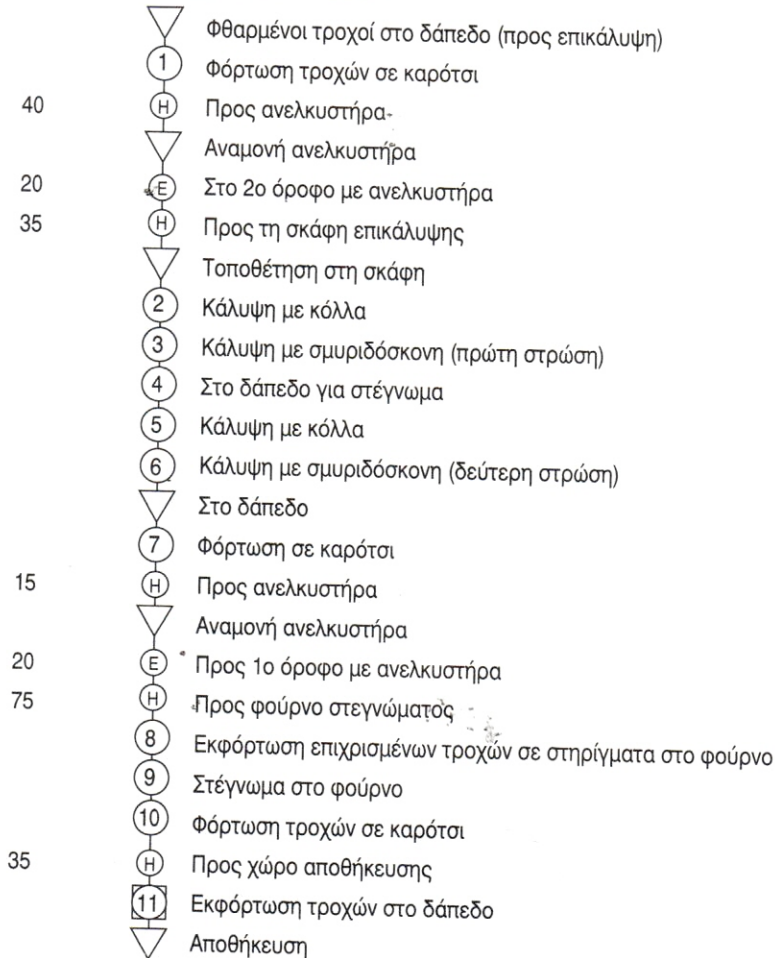
δεύτερη στρώση. Κρέμαγαν μετά τους τροχούς σε στηρίγματα και τους τοποθετούσαν σε ένα φούρνο μέχρι να στεγνώσουν καλά. Η ίδια διαδικασία δείχνεται και στο Σχήμα 7.6, όπου δίνεται το διάγραμμα διαδικασίας.

Ερωτήματα που θα μπορούσαν να τεθούν σχετικά με την παλιά μέθοδο επικάλυψης είναι, μεταξύ άλλων:

- Γιατί επικάλυψη με το χέρι (μήπως, δηλαδή, θα μπορούσε να αυτοματοποιηθεί η διαδικασία);
- Θα μπορούσαν να αποφευχθούν κάποιες από τις εργασίες (ώστε να απλοποιηθεί η διαδικασία);
- Θα μπορούσε η επικάλυψη να γίνεται στον πρώτο όροφο αντί στο δεύτερο (ώστε να αποφευχθούν κάποιες άσκοπες μετακινήσεις);

Για τη βελτίωση της μεθόδου επινοήθηκε μια ειδική μηχανή που καθιστά δυνατή την επικάλυψη τόσο της κόλλας όσο και της σμουριδόσκονης ταυτόχρονα. Η μηχανή δείχνεται στο Σχήμα 7.7 ενώ η μέθοδος απεικονίζεται στο διάγραμμα διαδικασίας του Σχήματος 7.8. Η νέα μέθοδος, λόγω της επινοήσης της μηχανής, απαιτεί λιγότερο χρόνο και προσπάθεια ενώ συνεπάγεται και λιγότερες μετακινήσεις, επειδή η μηχανή τοποθετήθηκε στον πρώτο όροφο, μεταξύ του χώρου αποθήκευσης και του φούρνου. Στο Σχήμα 7.9, άλλωστε, φαίνονται τα ειδικά στηρίγματα που χρησιμοποιούνται στη νέα μέθοδο και που συνεπάγονται λιγότερους αναγκαίους χειρισμούς.

Διαδρομή ft	Σύμβολο	Περιγραφή
----------------	---------	-----------



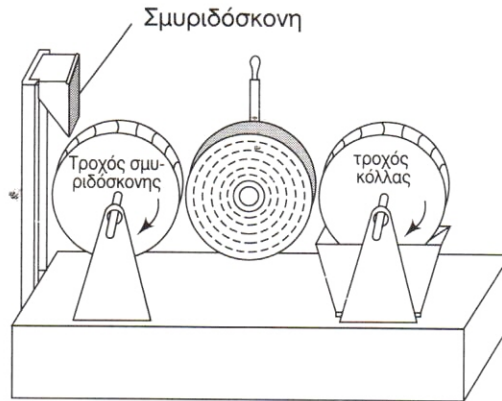
Σ ύ ο ψ η

Πλήθος λειτουργιών.....	○	11
Πλήθος αποθηκείσεων και καθυστερήσεων.....	▽	6
Πλήθος ελέγχων.....	□	1
Πλήθος μετακινήσεων.....	○	7
Συνολική διαδρομή (ft).....		240

Παρατήρηση: Στο διάγραμμα αυτό το σύμβολο των μετακινήσεων είναι μικρός κύκλος.

Σχήμα 7.6 Διάγραμμα διαδικασίας παλιάς μεθόδου επικάλυψης

Πηγή: [1]

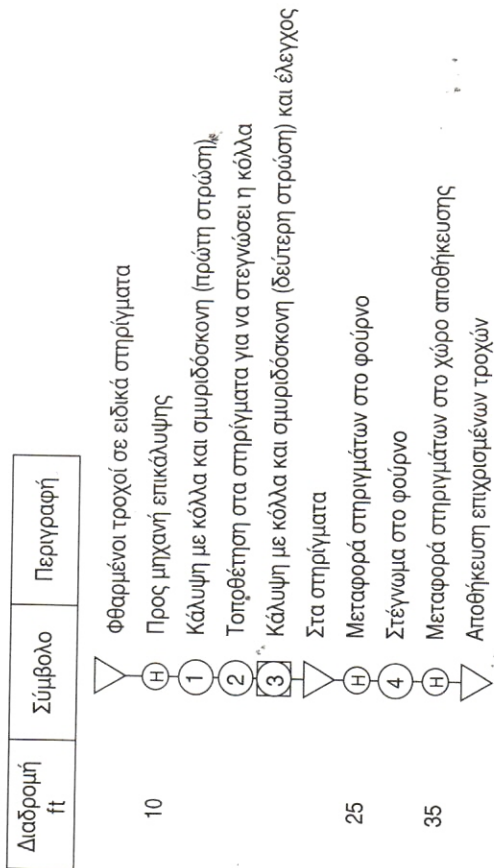


Σχήμα 7.7 Μηχανή επικάλυψης τροχού με σμυριδόσκονη

Το αποτέλεσμα από την εφαρμογή της νέας μεθόδου ήταν η εντυπωσιακή μείωση του αριθμού των εργασιών (λειτουργιών) που απαιτούνται για την επικάλυψη των τροχών (από 11 σε 4), του αριθμού των καθυστερήσεων (από 4 σε 1), και του μήκους των μετακινήσεων (από 240 σε 70 ft). Με την παλιά μέθοδο, τέσσερις άνθρωποι που απασχολούνταν με την επικάλυψη δύο στρώσεων σμυριδόσκονης μπορούσαν να παράγουν περίπου 20 τροχούς/ώρα. Με τη νέα μέθοδο, για παραγωγή 45 τροχών/ώρα απαιτούνται δύο άνθρωποι, επομένως η παραγωγικότητα της εργασίας αυξήθηκε κατά 350%! Τέλος, με τη χρησιμοποίηση της νέας μεθόδου αλλά και μιας νέας συνθετικής κόλλας βελτιώθηκε και η ποιότητα των τροχών, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η συνολική παραγωγή κατά 25%, αφού οι τροχοί κόβουν πιο γρήγορα και κάνουν πιο εύκολη τη δουλειά των χειριστών.

6) Διαδικασίες γραφείου

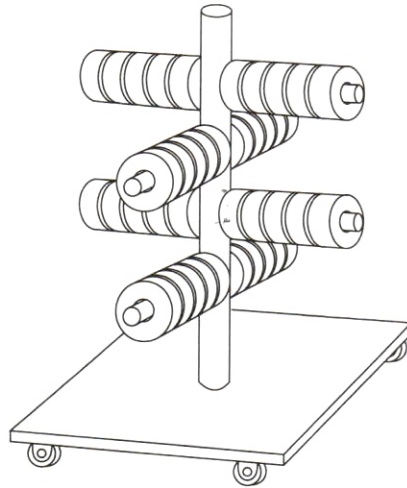
Το διάγραμμα διαδικασίας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση μιας διαδικασίας γραφείου, π.χ. της διαδικασίας προμήθειας ενός υλικού, υποβολής μιας έκθεσης, χειρισμού μιας υπόθεσης κ.λπ. Στην περίπτωση αυτή το διάγραμμα μπορεί να παρακολουθεί κάποιο αντίστοιχο έγγραφο και τη διαδικασία συμπλήρωσής του και, γενικά, διακίνησής του από θέση σε θέση εργασίας. Το Σχήμα 7.10 δείχνει το διάγραμμα ροής της διαδικασίας που ακολουθείται σήμερα για την έγκριση της προμήθειας ενός υλικού. Η αίτηση για την προμήθεια του υλικού συμπληρώνεται από τον προϊστάμενο του



Σ ύ ν ό ψ η

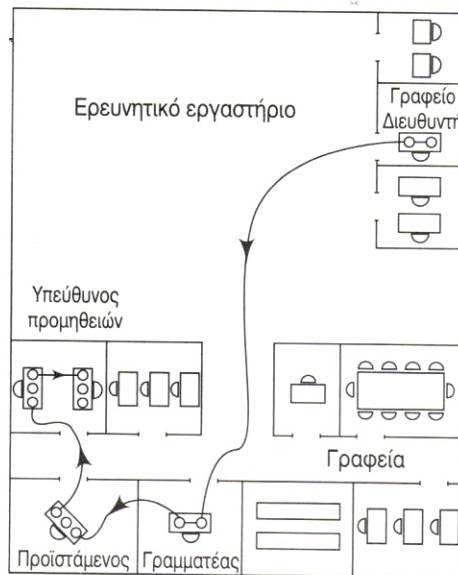
	Παλαιά μέθοδος		Βελτιωμένη μέθοδος		Διαφορά
	Αρ.	Απόσταση	Αρ.	Απόσταση	
Πλήθος λειτουργιών.....	11		4		7
Πλήθος αποθηκεύσεων και καθυστερήσεων...	6		3		3
Πλήθος ελέγχων.....	1		1		0
Μετακινήσεις					
Με καρτόσι	5	200	3	70	2
Με ανελκυστήρα	2	40	0	0	2
Σύνολο	7	240	3	70	4
					170

Σχήμα 7.8 Διάγραμμα διαδικασίας νέας μεθόδου επικάλυψης
Πηγή: [1]



Σχήμα 7.9 Στηρίγματα τροχών νέας μεθόδου

ενδιαφερόμενου γραφείου, δακτυλογραφείται από τη γραμματέα, εγκρίνεται από το Διευθυντή του τμήματος (πρόκειται για ερευνητικό εργαστήριο) και στη συνέχεια δακτυλογραφείται η εντολή αγοράς. Η διαδικασία αυτή φαίνεται και στο διάγραμμα διαδικασίας του Σχήματος 7.11. Στα Σχήματα 7.12 και 7.13 δίνονται αντίστοιχα τα διαγράμματα ροής και διαδικασίας μιας νέας μεθόδου, που δείχνει να επιτυγχάνονται σημαντικές βελτιώσεις.



Σχήμα 7.10 Διάγραμμα ροής της διαδικασίας για την έγκριση προμήθειας υλικού: παλιά μέθοδος

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Σημερινή μέθοδος

Προτεινόμενη μέθοδος

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ Αίτηση για μικρά εργαλεία
 Το διάγραμμα αρχίζει από το γραφείο του Προϊσταμένου και
 τελειώνει στο γραφείο δακτυλογράφησης του Τμήματος Προμηθειών
 ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Ερευνητικό εργαστήριο

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 19.9.90
 ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ Κ.Π.Π.
 ΑΡ. ΔΙΑΓΡ. Δ. 136
 ΦΥΛΛΟ 1 ΑΠΟ 1

Απόσταση ft	Χρόνος min	Σύμβολα διαγράμματος	Περιγραφή διαδικασίας
		● ◊ □ D ▽	Η αίτηση γράφεται από τον Προϊστάμενο (ένα αντίγραφο)
		○ ◊ □ D ▽	Στο γραφείο του Προϊσταμένου (αναμένοντας τον κλητήρα)
65		○ ◊ □ D ▽	Μεταφορά από κλητήρα στη γραμματέα του Διευθυντή
		○ ◊ □ D ▽	Στο γραφείο γραμματέα (αναμένοντας δακτυλογράφηση)
		● ◊ □ D ▽	Δακτυλογράφηση αίτησης (έκδοση αντιγράφου)
15		○ ◊ □ D ▽	Μεταφορά από τη γραμματέα στο Διευθυντή
		○ ◊ □ D ▽	Στο γραφείο του Διευθυντή (αναμένοντας έγκριση)
		○ ◊ ■ D ▽	Εξέταση και έγκριση από Διευθυντή
		○ ◊ □ D ▽	Στο γραφείο Διευθυντή (αναμένοντας κλητήρα)
20		○ ◊ □ D ▽	Μεταφορά στο Τμήμα Προμηθειών
		○ ◊ □ D ▽	Στο γραφείο του Πρ. Τμ. Προμ. (αναμένοντας έγκριση)
		○ ◊ ■ D ▽	Εξέταση και έγκριση αίτησης
		○ ◊ □ D ▽	Στο γραφείο του Πρωτ. Τμ. Προμ. (αναμένοντας κλητήρα)
5		○ ◊ □ D ▽	Μεταφορά στο γραφείο δακτυλογράφησης
		○ ◊ □ D ▽	Στο γρ. δακτ/σης (αναμ. δακτ/ση εντολής αγοράς)
		● ◊ □ D ▽	Δακτυλογράφηση εντολής αγοράς
		○ ◊ □ D ▽	Στο γρ. δακτ/φου (αναμ. μεταφορά στα κεντρικά γραφεία)
		○ ◊ □ D ▽	
		○ ◊ □ D ▽	
		○ ◊ □ D ▽	
		○ ◊ □ D ▽	
		○ ◊ □ D ▽	
		○ ◊ □ D ▽	
		○ ◊ □ D ▽	
		○ ◊ □ D ▽	
		○ ◊ □ D ▽	
105		3 4 2 8	Σύνολο

Σχήμα 7.11 Διάγραμμα διαδικασίας για την έγκριση προμήθειας υλικού: παλιά μέθοδος
 Πηγή: [1]



Σχήμα 7.13 Διάγραμμα διαδικασίας για την έγκριση προμήθειας υλικού: νέα μέθοδος

7.6 Διαγράμματα δραστηριότητας

Τα διαγράμματα ροής της εργασίας, όπως αυτά που παρουσιάστηκαν παραπάνω, αποτελούν την αφετηρία για την εκπόνηση μιας μελέτης μεθόδου, διευκολύνοντας μια πρώτη ανάλυση μιας παραγωγικής διαδικασίας στις επιμέρους φάσεις της. Η ανάλυση, πάντως, μπορεί να προχωρήσει σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια, και αυτό μπορεί να γίνει με τη βοήθεια των **διαγραμμάτων δραστηριότητας** (activity charts). Τα διαγράμματα αυτά βασίζονται στην ανάλυση μιας διαδικασίας στις επιμέρους φάσεις της και στη συσχέτιση κάθε φάσης με μία κλίμακα χρόνων. Μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή των διαγραμμάτων δραστηριότητας αποτελούν τα **διαγράμματα παράλληλων δραστηριοτήτων ή διαγράμματα ανθρώπου-μηχανής** (man and machine charts). Τα διαγράμματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις που το παραγωγικό έργο εκτελείται διακεκομμένα με τη συνεργασία ενός ανθρώπου και μιας ή περισσότερων μηχανών σε ένα κύκλο