

# ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



## ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η μελέτη εργασίας είναι ιστορικά ο πρώτος τομέας του κλάδου της Διοίκησης Παραγωγής που αναλύθηκε επιστημονικά (ορόσημο οι εργασίες F.Taylor).

Στόχος της μελέτης εργασίας είναι ο καθορισμός του τρόπου εκτέλεσης παραγωγικών δραστηριοτήτων (σε οποιοδήποτε επίπεδο λεπτομέρειας) με σκοπό την αύξηση της **παραγωγικότητας** και την **ικανοποίηση** των εργαζομένων στην παραγωγή.

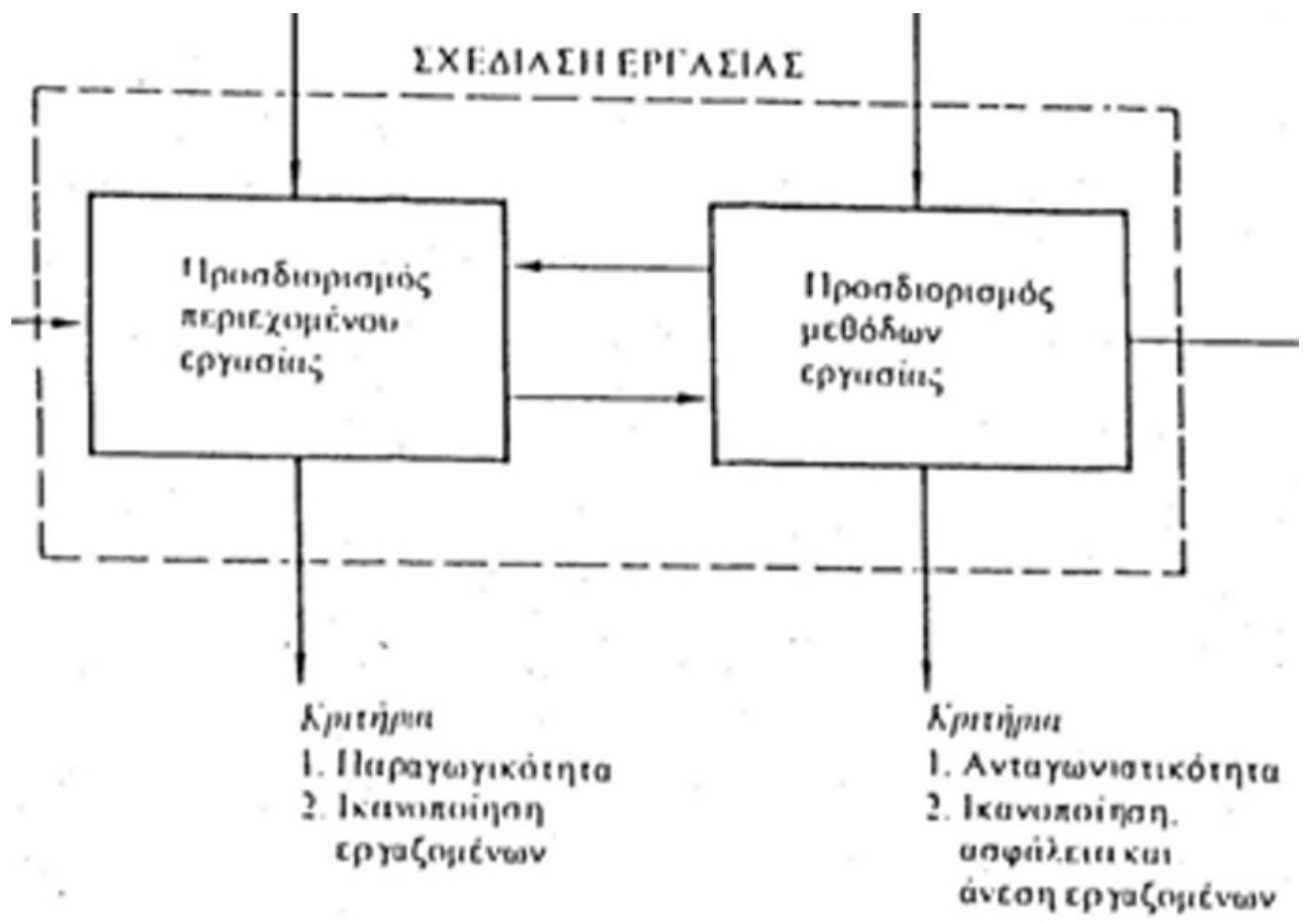
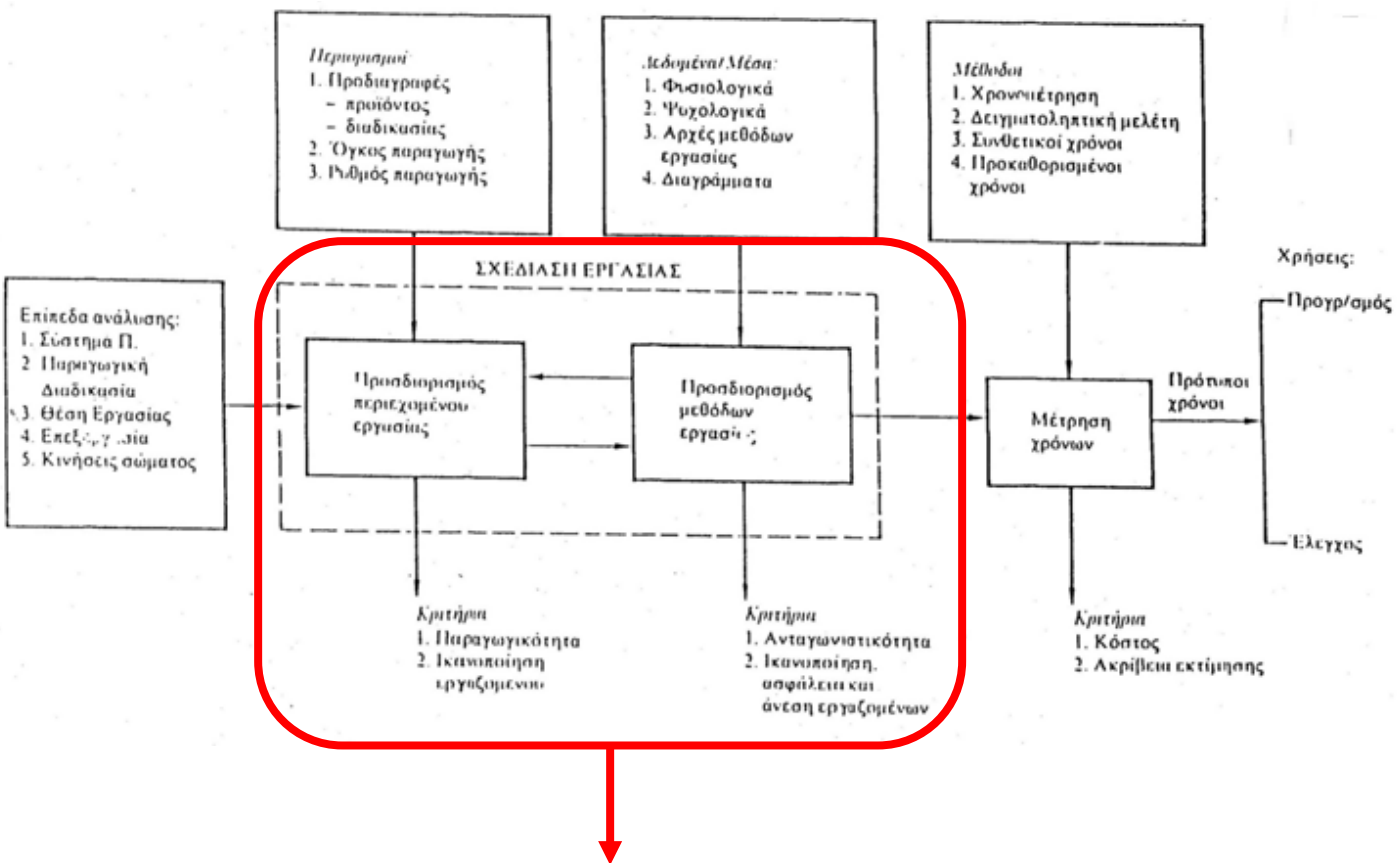
Αντικείμενο της μελέτης εργασίας είναι το **μικροσύστημα άνθρωπος-μηχανή** και η καλύτερη κατανομή των επιμέρους δραστηριοτήτων μεταξύ των δύο πόλων του συστήματος.

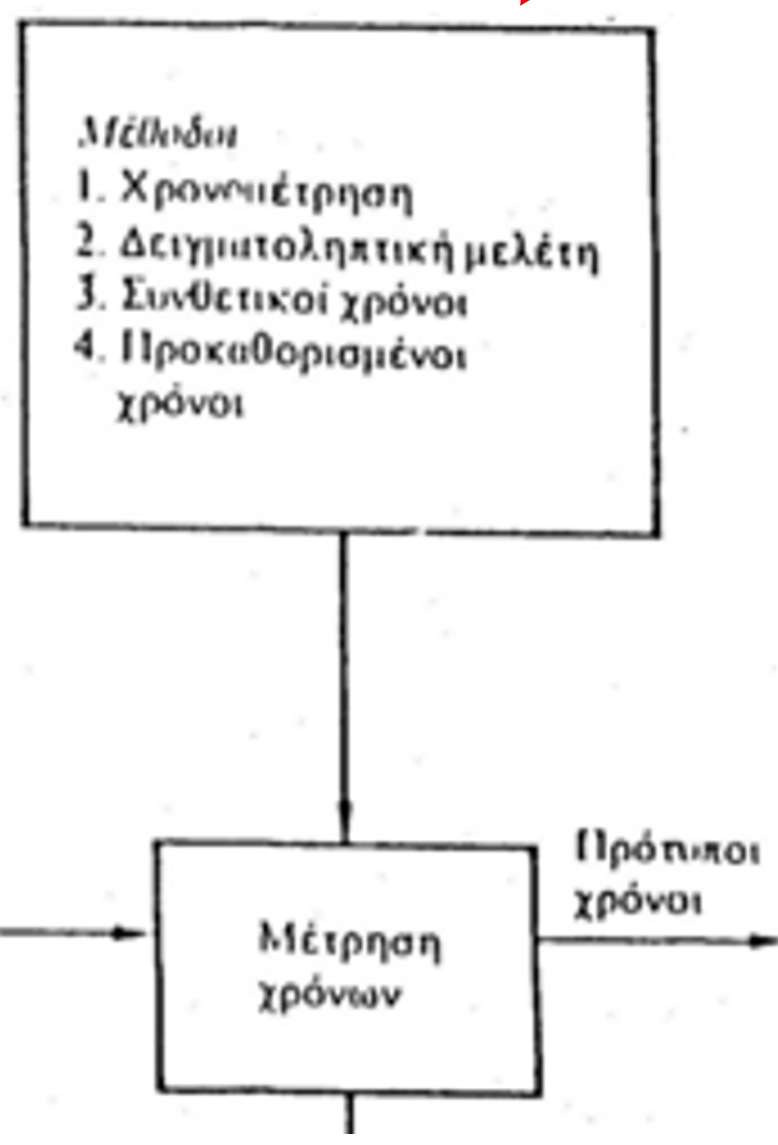
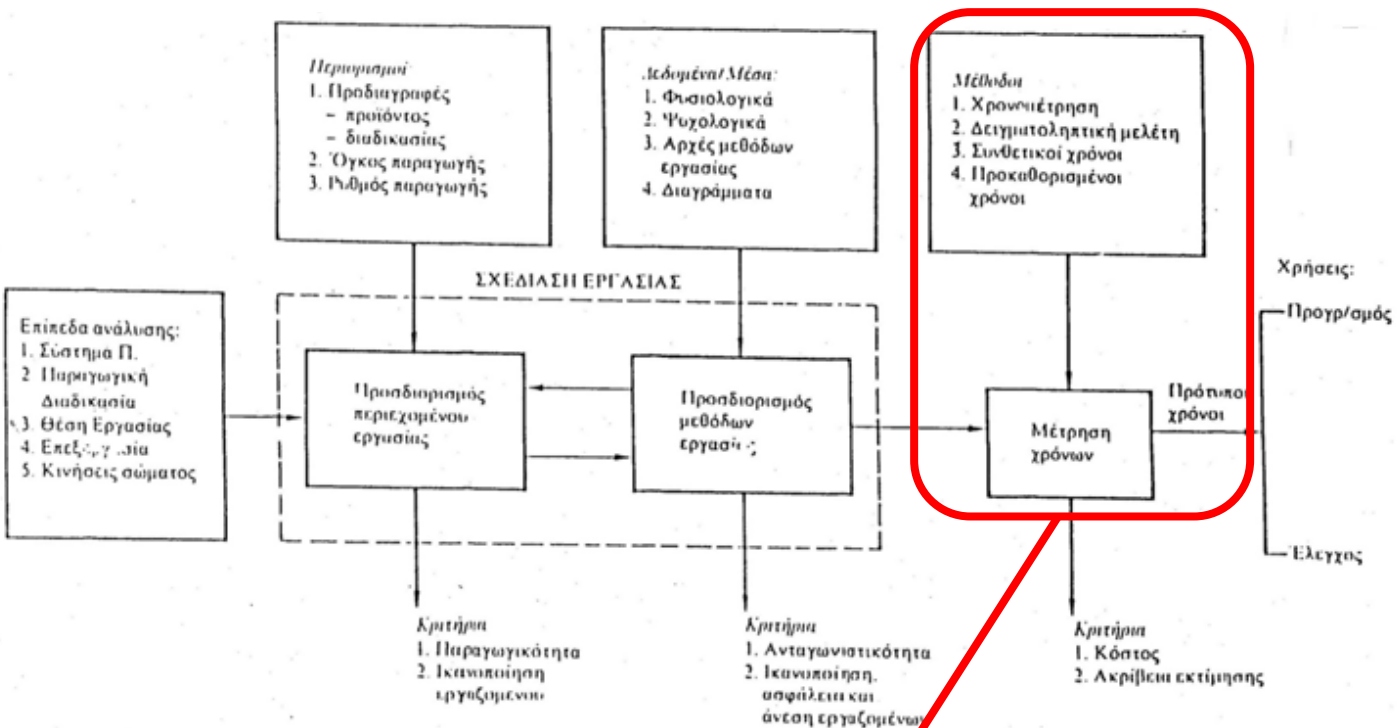
Μια ολοκληρωμένη μελέτη εργασίας συνήθως απαρτίζεται από δύο στάδια:

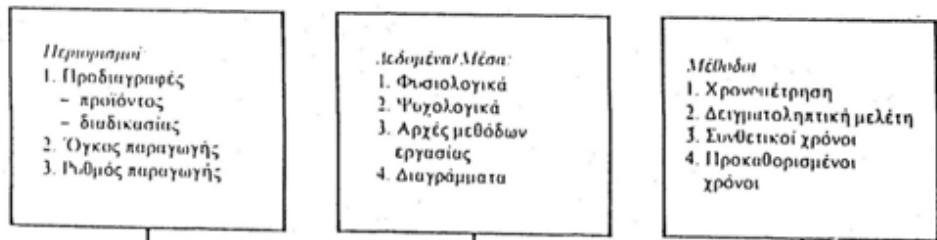
- **σχεδιασμός** επιμέρους μικροσυστημάτων,
- **καθορισμός χρόνων** εκτέλεσης εργασιών.

Η φάση του σχεδιασμού περιλαμβάνει τον καθορισμό του περιεχομένου και της αλληλουχίας των επιμέρους ενεργειών καθώς και της κατανομής τους (άνθρωποι/μηχανές).

Η φάση καθορισμού των χρόνων εκτέλεσης αφορά στον υπολογισμό του χρόνου των επιμέρους εργασιών με στόχο την αποτελεσματική διοίκηση του συστήματος παραγωγής.







ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



Χρήσεις:  
 Προγράμμος  
 Ελεγχος

**Κριτήρια**

1. Παραγωγικότητα
2. Ικανοποίηση εργαζομένου

**Κριτήρια**

1. Ανταγωνιστικότητα
2. Ικανοποίηση, ασφάλεια και άνεση εργαζομένων

**Κριτήρια**

1. Κόστος
2. Ακρίβεια εκτίμησης

**Επίπεδα ανάλυσης:**

1. Σύστημα Π.
2. Παραγωγική Διαδικασία
3. Θέση Εργασίας
4. Επεξεργασία
5. Κινήσεις σώματος

**Επίπεδα ανάλυσης:**

1. Σύστημα Π.
2. Παραγωγική Διαδικασία
3. Θέση Εργασίας
4. Επεξεργασία
5. Κινήσεις σώματος

## ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η προσεκτική σχεδίαση των επιμέρους εργασιών μιας παραγωγικής διεργασίας αποτελεί προϋπόθεση για την αποτελεσματική εκτέλεσή της. Η σχεδίαση εργασίας γενικά περιλαμβάνει:

- προσδιορισμό του **περιεχομένου** εργασίας,
- σχεδιασμό **μεθόδων** εργασίας.

Ο προσδιορισμός του περιεχομένου εργασίας πραγματεύεται την κατάτμηση της εργασίας μεταξύ ανθρώπων/μηχανών και έχει σαφείς **φιλοσοφικές προεκτάσεις** που σχετίζονται με την αποτελεσματική χρήση του ανθρώπου ως μέσου παραγωγής.

Ιστορικά, τρεις είναι οι βασικές προσεγγίσεις που αναπτύχθηκαν για τον καθορισμό του περιεχομένου εργασίας ανθρώπων/μηχανών σε συστήματα παραγωγής:

- Επιστημονική οργάνωση εργασίας (F. Taylor).
- Διεύρυνση και Εμπλουτισμός εργασίας (F. Herzberg).
- Κοινωνικο-Τεχνική Θεώρηση εργασίας (E. Trist).

Ο σχεδιασμός μεθόδων εργασίας αφορά στον λεπτομερή καθορισμό του τρόπου εκτέλεσης των επιμέρους φάσεων μιας εργασίας καθώς και την διαμόρφωση κατάλληλου:

- φυσικού περιβάλλοντος εργασίας,
- ψυχολογικού - κοινωνικού περιβάλλοντος εργασίας.

## Επιστημονική Οργάνωση Εργασίας

Θεμελιώθηκε από τον F. Taylor στα τέλη του 19ου αιώνα, με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας εργασίας και ελαχιστοποίηση της σπατάλης οικονομικών πόρων.

Η προσέγγιση στηρίζεται σε τέσσερις θεμελιώδεις αρχές:

- Επιστημονική Ανάλυση: Η εργασία κατατμείται σε επιμέρους τμήματα με στόχο εξεύρεση της άριστης μεθόδου εργασίας (ανά τμήμα).
- Επιλογή κατάλληλου προσωπικού: Το προσωπικό (ανά τμήμα εργασίας) επιλέγεται έτσι ώστε τα προσόντα του να ανταποκρίνονται στις ανάγκες της θέσης. Παράλληλα, απαιτείται η κατάλληλη εκπαίδευση.
- Εφαρμογή στην πράξη: Προετοιμασία εφαρμογής που περιλαμβάνει πλήρη περιγραφή του περιεχομένου και επιλεχθέντων μεθόδων εργασίας, καθώς και ψυχολογική προετοιμασία όλων των εργαζομένων.
- Δημιουργία κλίματος συνεργασίας: Προϋπόθεση για την εφαρμογή της προσέγγισης είναι η ανάπτυξη αρμονικής συνεργασίας μεταξύ διοίκησης/εργαζομένων.

Παρότι έτυχε ευρείας αποδοχής αρχικά, η προσέγγιση έτυχε αργότερα σφοδρής κριτικής για την ουσιαστική αντιμετώπιση του ανθρώπου ως απλού εξαρτήματος μηχανής.

Παρότι, κρίνοντας από τις πρώτες εφαρμογές, η κριτική είναι δικαιολογημένη, αυτή δεν αφορά τον πυρήνα της προσέγγισης, που σχετίζεται με την επιστημονική κατάτμηση και μελέτη του περιεχομένου της εργασίας, αρχές που είναι γενικά αποδεκτές.

## Διεύρυνση/Εμπλουτισμός Εργασίας

Αναπτύχθηκε σε αντιπαράθεση με την τάση αντιμετώπισης του ανθρώπου ως μηχανή, δίνοντας έμφαση στην ανάγκη ικανοποίησης των ψυχολογικών και κοινωνικών αναγκών του ανθρώπου μέσω της εργασίας.

Κατά την προσέγγιση αυτή η απόδοση ενός εργαζομένου επηρεάζεται από παράγοντες που (σε σχέση με την εργασία) είναι:

- εσωτερικοί και αφορούν τη φύση της εργασίας,
- εξωτερικοί και αφορούν το ευρύτερο εργασιακό περιβάλλον και τις εργασιακές σχέσεις.

Κύριο εργαλείο για την αύξηση της απόδοσης είναι η διεύρυνση του περιεχόμενου εργασίας που επιτρέπει στον εργαζόμενο να βρίσκει νόημα και να νιώθει υπεύθυνος για το αποτέλεσμα της εργασίας του.

Αυτό επιτυγχάνεται με τον σχεδιασμό εργασίας που:

- επιτυγχάνει συνδυασμό δραστηριοτήτων αποφεύγοντας την υπερβολική επαναληπτικότητα,
- δίνει έμφαση στην λειτουργία ομάδων εργασίας,
- οι εργαζόμενοι σε μία φάση παραγωγής κατανοούν τον εαυτό τους ως προμηθευτή της επόμενης φάσης,
- παρέχει ευθύνες για τον προγραμματισμό και την ποιότητα σε όλα τα επίπεδα,
- δημιουργεί δυνατότητες επικοινωνίας των εργαζομένων σε θέματα συνολικής απόδοσης και ποιότητας προϊόντων.

## Κοινωνικό-Τεχνική Προσέγγιση

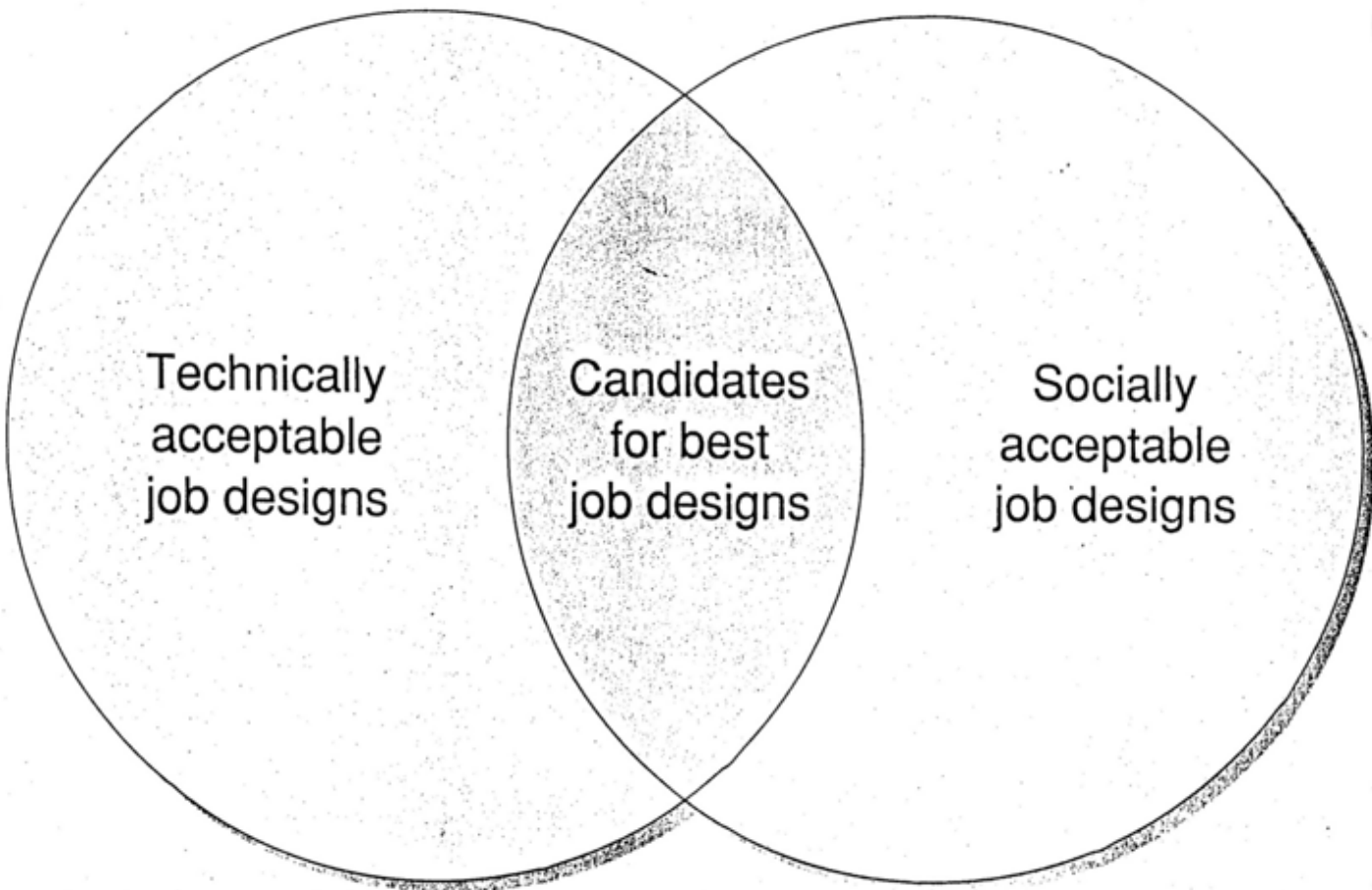
Σημείο Εκκίνησης: Υπάρχουν πολλές τεχνολογικές λύσεις για την επίτευξη ενός στόχου παραγωγής. Επίσης, για κάθε τεχνολογική λύση, ο βαθμός ικανοποίησης των ανθρώπινων αναγκών από την εργασία εξαρτάται από τον τρόπο εφαρμογής του.

Σύμφωνα με την συγκεκριμένη προσέγγιση στόχος του σχεδιασμού εργασίας πρέπει να είναι η επιλογή των λύσεων που ικανοποιούν αφενός τις ανάγκες του εργαζόμενου και αφετέρου επιτρέπουν την επίτευξη συγκεκριμένων τεχνοοικονομικών στόχων.

Η τελική επιλογή των λύσεων πρέπει είναι αποτέλεσμα διαπραγμάτευσης μεταξύ διοίκησης/εργαζόμενων με στόχο την διατήρηση της ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης.

Η Κοινωνικο-Τεχνική προσέγγιση προσπαθεί σε τελευταία ανάλυση να συγκεράσει τις δύο προηγούμενες (ακραίες) προσεγγίσεις αναγνωρίζοντας την σπουδαιότητα τόσο των ανθρώπινων αναγκών όσο και των τεχνοοικονομικών στόχων της επιχείρησης.

## Sociotechnical Approach to Job Design



Transparency 57 (Figure 11.1)  
© 1993 West Publishing Company

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αφού προσδιοριστεί το περιεχόμενο μιας εργασίας σχεδιάζονται και οι κατάλληλες μέθοδοι για την εκτέλεση των επιμέρους τμημάτων της.

Για τον σχεδιασμό των μεθόδων εργασίας θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- Χαρακτηριστικά ανθρώπινου οργανισμού:
  - Ανθρωπομετρικά στοιχεία/μυϊκές ικανότητες.
  - Ικανότητες/περιορισμοί αισθητήριων οργάνων.
  - Ικανότητες μνήμης και επεξεργασίας πληροφοριών.
- Ψυχολογικές επιπτώσεις συγκεκριμένης εργασίας.
- Γενικές αρχές των μεθόδων εργασίας.

Επίσης να λαμβάνονται υπόψη τυχόν περιορισμοί:

- Φυσικοί περιορισμοί σχετικά με χαρακτηριστικά προϊόντων, υπάρχοντα εξοπλισμό και χωροταξική διάταξη του συστήματος παραγωγής.
- Οικονομικοί περιορισμοί σχετικά με τον υπάρχοντα εξοπλισμό, τις απαιτούμενες νέες επενδύσεις και το λειτουργικό κόστος.

Στη διαμόρφωση του κατάλληλου ψυχολογικού περιβάλλοντος εργασίας παίζουν ρόλο στοιχεία σχετιζόμενα με:

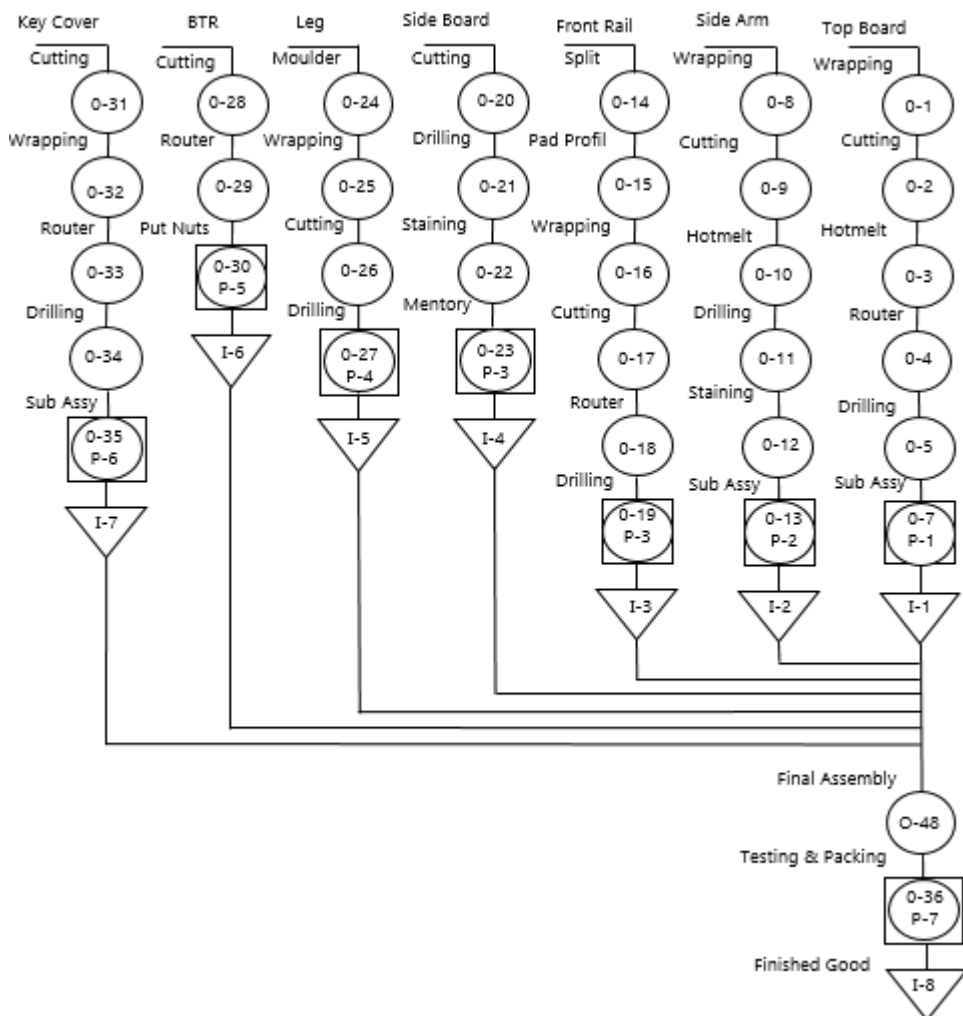
- χώρο εργασίας (όπως φωτισμός και επίπεδο θορύβου),
- συνολική οργάνωση της εργασίας.

Μεταξύ των εργαλείων που χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό των κατάλληλων μεθόδων εργασίας (κυρίως για περιβάλλοντα μαζικής παραγωγής) είναι:

- Διαγράμματα ροής (operation charts).
- Διαγράμματα ενεργειών (multiple-activity charts).

# ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## Operation chart



## Multiple-activity chart

Machine		Process		Process						
Operator A	Load		Un-load	Load	Un-load					
Operator B		Pack		Pack						
Operator C			Store		Store					
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18

Time (minutes)

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η μέτρηση εργασίας ασχολείται με την ποσοτικοποίηση του περιεχομένου μίας εργασίας. Τα αποτελέσματα της μέτρησης εργασίας (οι χρόνοι εκτέλεσης εργασίας) αποτελούν προϋπόθεση για:

- δραστηριότητες προγραμματισμού,
- βελτίωση συστήματος παραγωγής,
- κοστολόγηση,
- αξιολόγηση/έλεγχος συστήματος παραγωγής.

Οι χρόνοι εκτέλεσης εργασιών που απαιτούνται για διάφορες δραστηριότητες διοίκησης δεν είναι πάντοτε οι ίδιοι. Συγκεκριμένα για δραστηριότητες:

- προγραμματισμού, απαιτούνται χρόνοι που αποτυπώνουν πραγματικό ρυθμό εργασίας/παραγωγής,
- αξιολόγησης, απαιτούνται χρόνοι που εκφράζουν τον δυνατό/εφικτό ρυθμό εργασίας/παραγωγής (πρότυποι χρόνοι).

Υπάρχουν διάφορες πρακτικές και συστηματικές μεθοδολογίες για τη μέτρηση των χρόνων εργασίας. Η επιλογή της κατάλληλης γίνεται με βάση την απαιτούμενη ακρίβεια μέτρησης. Οι κύριες συστηματικές μεθοδολογίες είναι:

- χρονομέτρηση εργασίας,
- δειγματοληπτική μελέτη εργασίας,
- συνθετική εκτίμηση χρόνων,
- εκτίμηση μέσω προκαθορισμένων χρόνων.

## ΕΙΔΗ ΧΡΟΝΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αναμενόμενος χρόνος ( $T_a$ ): Μέσος όρος των παρατηρηθέντων χρόνων εκτέλεσης μιας εργασίας για  $n$  παρατηρήσεις (κύκλους εργασίας):

$$T_a = \sum_{j=1}^n t_j / n$$

Κανονικός χρόνος ( $T_\kappa$ ): Χρόνος ο οποίος λαμβάνει υπόψη και εκτίμηση του ρυθμού εκτέλεσης ( $P_\varepsilon$ ) της εργασίας:

$$T_\kappa = P_\varepsilon \cdot T_a$$

Η έννοια του κανονικού χρόνου έχει νόημα όταν υπάρχουν:

- προδιαγραφές μεθόδων εργασίας,
- κατάλληλη οργάνωση του χώρου εργασίας,
- δυνατότητα εκτίμησης του ρυθμού εργασίας.

Πρότυπος χρόνος ( $T_\pi$ ): Χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση της εργασίας αφού συνεκτιμηθούν όλες οι επιβαρύνσεις για ανάπαυση του εργαζομένου και προβλεπόμενες καθυστερήσεις:

$$T_\pi = (1 + x) T_\kappa$$

Οι πρότυποι χρόνοι χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της εργασίας και τον προγραμματισμό διεργασιών με μεγάλους νεκρούς χρόνους.

## Παράδειγμα:

Με βάση τα στοιχεία κύκλων παρατηρήσεων από μια μελέτη χρόνου, που πραγματοποιήθηκε με συνεχή μέτρηση, έχει υπολογιστεί ο αναμενόμενος χρόνος για τις συγκεκριμένες δραστηριότητες που καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Δραστηριότητα	Αναμενόμενος Χρόνος	Ρυθμός Εκτέλεσης Εργασίας
Χύτευση	0,21	0,95
Κατεργασία	0,26	0,90
Διάτρηση	1,04	1,00
Εκφόρτωση	0,22	0,95
Έλεγχος	0,24	0,80
Αντικατάσταση	0,12	1,10

Να υπολογιστεί ο πρότυπος χρόνος ολόκληρης της διεργασίας χρησιμοποιώντας 20% επιβαρύνσεις.

### Λύση

Δραστηριότητα	Αναμενόμενος Χρόνος	Ρυθμός Εκτέλεσης Εργασίας	Κανονικός Χρόνος
Χύτευση	0,21	0,95	0,1995
Κατεργασία	0,26	0,90	0,2340
Διάτρηση	1,04	1,00	1,0400
Εκφόρτωση	0,22	0,95	0,2090
Έλεγχος	0,24	0,80	0,1920
Αντικατάσταση	0,12	1,10	0,1320
<b>Συνολικός Κανονικός Χρόνος:</b>			<b>2,0065</b>
<b>+ Επιβαρύνσεις (20%)</b>			<b>0,4013</b>
<b>Πρότυπος Χρόνος:</b>			<b>2,4078</b>

## ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η χρονομέτρηση εργασίας είναι η μέθοδος απευθείας μέτρησης των χρόνων εργασίας μέσω χρονόμετρου ή video. Προϋπόθεση για την χρήση της μεθόδου είναι η συνεργασία των εργαζομένων.

Για την εφαρμογή της χρονομέτρησης απαιτούνται:

- ανάλυση εργασίας σε επιμέρους στοιχεία,
- καθορισμός αριθμού κύκλων για χρονομέτρηση.

Στόχος της ανάλυσης εργασίας είναι ο διαχωρισμός της εργασίας σε επιμέρους στοιχεία με σαφώς προσδιορισμένα όρια αρχής και τέλους. Τα σχετικά στοιχεία της εργασίας περιλαμβάνουν:

- στοιχεία ελεγχόμενα από χειριστή ή μηχανή,
- στοιχεία σταθερής ή μεταβλητής διάρκειας,
- στοιχεία κανονικά ή περιοδικά,
- στοιχεία ξένα προς τον κύκλο εργασίας.

Τα αποτελέσματα της χρονομέτρησης συνήθως καταγράφονται σε ειδικό έντυπο χρονομέτρησης όπου εμφανίζονται όλα τα εμπλεκόμενα στοιχεία μιας εργασίας.

Σημειώνεται ότι, ανάλογα με το προσμετρούμενο στοιχείο εργασίας, απαιτούνται και συμπληρωματικές εκτιμήσεις από τον παρατηρητή, όπως:

- στοιχεία ελεγχόμενα από τον χειριστή (ρυθμός  $P_{\varepsilon}$  ),
- ξένα στοιχεία (συχνότητα εμφάνισης).

## Απαιτούμενοι Κύκλοι Εργασίας

Οι χρόνοι εργασίας ουσιαστικά αποτελούν τυχαίες μεταβλητές. Για να έχουμε αξιόπιστες εκτιμήσεις χρόνων απαιτούνται επαναληπτικές χρονομετρήσεις.

Υποθέτοντας ότι οι χρόνοι εργασίας ακολουθούν την κανονική κατανομή και χρησιμοποιώντας απλές αρχές στατιστικής, ο απαιτούμενος αριθμός κύκλων εργασίας ( $N$ ) μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση:

$$N = \left( \frac{k}{E} \sigma \right)^2$$

όπου:

- $k$  : αριθμός σταθερών αποκλίσεων για τον επιθυμητό βαθμό εμπιστοσύνης της εκτίμησης,
- $E$ : ο επιθυμητός βαθμός ακρίβειας,
- $\sigma$ : η τυπική απόκλιση των χρόνων εργασίας.

Μπορούμε να εκφράσουμε τον επιθυμητό βαθμό ακρίβειας  $E$  σαν συνάρτηση της μέγιστης επιτρεπτής απόκλισης από την μέση τιμή:

$$E = s \cdot \mu$$

όπου:

- $\mu$  : η μέση τιμή χρόνων εργασίας,
- $s$ : ποσοστό απόκλισης από μέση τιμή εκτιμώμενων χρόνων.

Για την χρήση του τύπου απαιτούνται εκτιμήσεις των παραμέτρων της κατανομής. Συνήθως αυτές λαμβάνονται μέσω προκαταρκτικής χρονομέτρησης και η σχέση υπολογισμού έχει την μορφή:

$$N = \left( \frac{k}{s} \right)^2 \frac{n(\sum t_j^2) - (\sum t_j)^2}{(\sum t_j)^2}$$

όπου:

- $t_j$  : ο χρονομετρούμενος χρόνος κατά την μέτρηση  $j$ ,
- $n$  : το μέγεθος δείγματος προκαταρκτικής χρονομέτρησης.

## Παράδειγμα:

Απαιτείται η εκτίμηση του χρόνου μιας εργασίας. Διεξήχθη προκαταρκτική χρονομέτρηση 10 κύκλων εργασίας με τα ακόλουθα αποτελέσματα (σε λεπτά):

Μέτρηση	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Χρόνος	0.1	0.09	0.11	0.1	0.08	0.11	0.10	0.11	0.13	0.08

Ζητείται ο καθορισμός του αριθμού των κύκλων εργασίας που πρέπει να μετρηθούν ώστε η εκτίμηση του χρόνου να έχει ακρίβεια 10% με βαθμό εμπιστοσύνης 0.95.

### Λύση

Θα χρησιμοποιήσουμε την σχέση υπολογισμού του απαιτούμενου αριθμού κύκλων εργασίας. Από τα δεδομένα έχουμε:

$$n = 10 , \quad s = 0.1$$

Υπολογίζουμε:  $\sum t_j = 1.01$  ,  $\sum t_j^2 = 0.1041$

Για βαθμό εμπιστοσύνης 0.95, από τους πίνακες της κανονικής κατανομής έχουμε:

$$k = 1.96$$

$$\text{Άρα: } N = \left( \frac{1.96}{0.1} \right)^2 \frac{10(0.1041) - 1.01^2}{1.01^2} = 7.87 \text{ κύκλοι}$$

Συνεπώς η προκαταρκτική χρονομέτρηση επαρκεί για την επίτευξη της απαιτούμενης ακρίβειας.

## ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Η δειγματοληπτική μέτρηση εργασίας αποτελείται από σειρά στιγμιαίων παρατηρήσεων σε τυχαία χρονικά διαστήματα. Χρησιμοποιείται κυρίως για:

- μέτρηση εργασιών μεγάλης διάρκειας,
- προσδιορισμό της κατανομής του χρόνου απασχόλησης προσωπικού/εξοπλισμού.

Παραδείγματα της εφαρμογής δειγματοληπτικής μέτρησης εργασίας:

- Προσδιορισμός χρόνου που ένα μηχάνημα είναι εκτός λειτουργίας κατά τη διάρκεια μιας βάρδιας.
- Προσδιορισμός χρόνου που απαιτείται για την ρύθμιση μηχανής.

Η δειγματοληπτική μέθοδος βασίζεται σε δύο παραδοχές της στατιστικής:

- το ποσοστό εμφάνισης μιας δραστηριότητας σε ένα τυχαίο δείγμα μπορεί να παράσχει μία εκτίμηση για τον πραγματικό χρόνο που δαπανάται για την δραστηριότητα,
- η ακρίβεια των αποτελεσμάτων της δειγματοληψίας αυξάνει με το μέγεθος του δείγματος (αριθμός παρατηρήσεων).

## Υπολογισμός Αριθμού Παρατηρήσεων

Έστω μηχανήμα το οποίο μπορεί να βρίσκεται σε διαφορετικές καταστάσεις. Θέλουμε να εκτιμήσουμε το ποσοστό του χρόνου που το μηχανήμα βρίσκεται σε μία συγκεκριμένη κατάσταση.

Χρησιμοποιούμε την δειγματοληπτική μέθοδο. Για τον σκοπό αυτό διενεργούμε  $N$  τυχαίες παρατηρήσεις και καταγράφουμε την κατάσταση του μηχανήματος.

Έστω ότι παρατηρήσαμε  $X$  φορές το μηχανήμα στην επιθυμητή κατάσταση και  $N-X$  φορές σε άλλη κατάσταση. Συνεπώς εκτιμούμε ότι το μηχανήμα βρίσκεται:

- στην επιθυμητή κατάσταση  $X/N$  ποσοστό του χρόνου του,
- σε άλλη κατάσταση  $1-(X/N)$  ποσοστό του χρόνου του.

Υπολογίζουμε τον απαιτούμενο αριθμό παρατηρήσεων  $N$  για μια επιθυμητή ακρίβεια εκτίμησης  $E$  από την σχέση:

$$N = \left( \frac{k}{E} \right)^2 p(1-p)$$

όπου:

- $k$  : ο αριθμός τυπικών αποκλίσεων για τον επιθυμητό βαθμό εμπιστοσύνης,
- $p$  : προκαταρκτική εκτίμηση ποσοστού χρόνου στην επιθυμητή κατάσταση.

Ισοδύναμα, εκφράζοντας τον βαθμό ακρίβειας  $E$ , ως συνάρτηση της μέγιστης επιτρεπτής απόκλισης από τη μέση τιμή ( $s$ ):

$$N = \left( \frac{k}{s} \right)^2 \frac{1-p}{p}$$

## Παράδειγμα:

Απαιτείται η δειγματοληπτική μέτρηση εργασίας μίας μηχανής. Εκτιμάται ότι η μηχανή βρίσκεται σε κατάσταση: (α) αδράνειας, (β) προετοιμασίας, και (γ) κανονικής λειτουργίας στο: (α) 10%, (β) 20% και (γ) 70% αντίστοιχα του συνολικού χρόνου λειτουργίας της μηχανής.

Ζητείται ο απαιτούμενος αριθμός παρατηρήσεων  $N$  που πρέπει να πραγματοποιηθούν, με ακρίβεια  $\pm 12\%$  (από τη μέση τιμή) και βαθμό εμπιστοσύνης 0.95.

### Λύση

Θα χρησιμοποιήσουμε την σχέση υπολογισμού του απαιτούμενου αριθμού παρατηρήσεων  $N$ . Από τα δεδομένα έχουμε:  $p_1 = 0.10$   $p_2 = 0.20$   $p_3 = 0.70$   $s = 0.12$

Για βαθμό εμπιστοσύνης 0.95, από τους πίνακες της κανονικής κατανομής έχουμε:  $k = 1.96$

$$\text{(α): } N_1 = \left( \frac{1.96}{0.12} \right)^2 \frac{1-0.10}{0.10} = 2401 \text{ παρατηρήσεις}$$

$$\text{(β): } N_2 = \left( \frac{1.96}{0.12} \right)^2 \frac{1-0.20}{0.20} = 1067 \text{ παρατηρήσεις}$$

$$\text{(γ): } N_3 = \left( \frac{1.96}{0.12} \right)^2 \frac{1-0.70}{0.70} = 114 \text{ παρατηρήσεις}$$

Άρα θα χρειαστούμε 2401 παρατηρήσεις για να έχουμε την απαιτούμενη ακρίβεια σε όλες τις περιπτώσεις.

### Παράδειγμα (συνέχεια):

Με δεδομένο ότι θα πραγματοποιηθούν 2401 παρατηρήσεις, ποια είναι η ακρίβεια που επιτυγχάνουμε σε κάθε περίπτωση ξεχωριστά;

(α) Στην κατάσταση αδράνειας επιτυγχάνουμε ακριβώς 12% ακρίβεια, όπως ήδη υπολογίστηκε.

(β) Στην κατάσταση προετοιμασίας η ακρίβεια υπολογίζεται ως εξής:

$$\left(\frac{1.96}{s}\right)^2 \frac{1-0.20}{0.20} = 2401, \left(\frac{1.96}{s}\right)^2 4 = 2401,$$

$$s = \sqrt{\frac{1.96^2 \cdot 4}{2401}}, s = 0.08$$

(γ) Στην κατάσταση κανονικής λειτουργίας η ακρίβεια υπολογίζεται ως εξής:

$$\left(\frac{1.96}{s}\right)^2 \frac{1-0.70}{0.70} = 2401, \left(\frac{1.96}{s}\right)^2 0.428 = 2401,$$

$$s = \sqrt{\frac{1.96^2 \cdot 0.428}{2401}}, s = 0.026$$

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕ ΠΡΟΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ

Η μέτρηση εργασίας με προκαθορισμένους χρόνους έχει εφαρμογή σε εργασίες με μικρή διάρκεια που επαναλαμβάνονται με μεγάλη συχνότητα.

Η μέθοδος των προκαθορισμένων χρόνων έχει ιδιαίτερη εφαρμογή σε βιομηχανίες μαζικής παραγωγής και αφορά σε εργασίες που μπορούν να αναλυθούν σε σαφώς προσδιορισμένα τυπικά επιμέρους στοιχεία.

Η μέθοδος βασίζεται στην ανάλυση της εργασίας σε επιμέρους στοιχεία και τον καθορισμό του χρόνου κάθε στοιχείου από τυπικές τιμές που δίδονται σε πίνακες.

Οι πίνακες προσδιορίζουν τον κανονικό χρόνο κάθε στοιχείου εργασίας ως συνάρτηση σχετικών παραμέτρων/χαρακτηριστικών του κάθε στοιχείου (όπως απόσταση μετακίνησης, βάρος αντικειμένων, απαιτούμενη δύναμη).

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- δεν απαιτείται απευθείας μέτρηση,
- αποφυγή σφαλμάτων μέτρησης,
- αυξημένη ακρίβεια των χρησιμοποιούμενων στοιχείων χρόνου.

Η κύρια δυσκολία για τη χρήση της μεθόδου αφορά στην ταυτοποίηση των στοιχείων μια πραγματικής εργασίας με τα τυπικά στοιχεία των πινάκων.

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ

Η μέθοδος των συνθετικών χρόνων εφαρμόζεται όταν απαιτείται η εκτίμηση χρόνων εργασίας, χωρίς να υπάρχει δυνατότητα άμεσης μέτρησης. Παράδειγμα:

- Χρόνος απασχόλησης τεχνικών σε νέους πελάτες για συγκεκριμένο έργο,
- Χρόνος κατασκευής εξαρτήματος συγκεκριμένων προδιαγραφών.

Η μέθοδος των συνθετικών χρόνων βασίζεται στον καθορισμό της συναρτησιακής σχέσης των παραμέτρων (ανεξάρτητων μεταβλητών) που επηρεάζουν τον χρόνο εργασίας. Η εκτίμηση της τιμής των παραμέτρων γίνεται με τη βοήθεια στατιστικών μεθόδων.

### Παράδειγμα:

Για την εκτίμηση του χρόνου βαφής τοίχου (εμβαδού A), η κύρια παράμετρος είναι το εμβαδόν. Έχοντας στοιχεία για τον χρόνο βαφής διαφορετικών εμβαδών, εκτιμούμε τον χρόνο που χρειάζεται για το εμβαδόν A με τη μέθοδο στατιστικής παλινδρόμησης.

Για εργασίες οι οποίες αποτελούνται από πολλά επιμέρους στοιχεία, ο χρόνος της συνολικής εργασίας υπολογίζεται ως άθροισμα των χρόνων όλων των επιμέρους στοιχείων της εργασίας.

## ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σε πολλές διεργασίες παραγωγής οι χρόνοι εργασίας αποτελούν μία παράμετρο ιδιαίτερα δεκτική σε βελτιώσεις. Αυτές μπορούν να προέλθουν από:

- βελτίωση σχεδίασης προϊόντων,
- βελτίωση συστημάτων διοίκησης,
- βελτίωση συνθηκών/μεθόδων εργασίας,
- ορθή απασχόληση των εργαζομένων.

