

ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ



ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ

Παραγωγική Δυναμικότητα: ορίζεται ως ο μέγιστος ρυθμός παραγωγής μιας παραγωγικής διεργασίας ανά χρονική περίοδο λειτουργίας.

Αποφάσεις που αφορούν την μεταβολή της παραγωγικής δυναμικότητας καθορίζουν την δυνατότητα μιας επιχείρησης να ανταποκριθεί με ανταγωνιστικό τρόπο στις απαιτήσεις της αγοράς και είναι στρατηγικής σημασίας.

Η διαδικασία σχεδιασμού παραγωγικής δυναμικότητας προσπαθεί να απαντήσει τα ακόλουθα ερωτήματα:

- Πόση παραγωγική δυναμικότητα απαιτείται?
- Πότε απαιτείται πρόσθετη παραγωγική δυναμικότητα?
- Τι είδους παραγωγική δυναμικότητα απαιτείται?
- Που απαιτείται παραγωγική δυναμικότητα?

Παρατηρήσεις:

1. Αποφάσεις σχετικά με την μεταβολή της παραγωγικής δυναμικότητας εξαρτώνται άμεσα από την προβλεπόμενη ζήτηση των προϊόντων/υπηρεσιών.
2. Οι μονάδες μέτρησης (μέτρο) της παραγωγικής δυναμικότητας διαφέρουν ανάλογα με την επιχείρηση (δεν είναι πάντα εύκολο να ορίσουμε τις μονάδες μέτρησης).

ΜΕΤΡΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Για επιχειρήσεις με περισσότερα από ένα προϊόντα (ή ακόμη και πολλούς τύπους του ίδιου προϊόντος) δεν είναι πάντοτε εύκολο να οριστεί ένα κατάλληλο μέγεθος για την ποσοτικοποίηση της απαιτούμενης δυναμικότητας (μέτρο δυναμικότητας).

Ορισμένες γενικές ιδιότητες που ένα κατάλληλο μέτρο δυναμικότητας πρέπει να ικανοποιεί είναι:

- να καλύπτει το σύνολο των προϊόντων,
- να αντιστοιχεί στον ρυθμό παραγωγής (φυσικές μονάδες εκροών ανά χρονική περίοδο) και όχι στο μέγεθος της εγκατάστασης σε στατικές μονάδες (προσωπικό, ισχύς κλπ),
- να αναφέρεται στο μέγιστο διατηρήσιμο ρυθμό παραγωγής και όχι σε ρυθμό παραγωγής εφικτό κάτω από ειδικές συνθήκες (όπως με υπερωρίες).

Παραδείγματα Μέτρων Δυναμικότητας:

1. Μοναδικό προϊόν
 - Διυλιστήριο (τόνοι πετρελαίου/ημέρα).
 - Οινοποιείο (λίτρα/βάρδια).
2. Ποικιλία προϊόντων
 - Ασφαλιστική εταιρεία (αριθμός εξυπηρετούμενων πελατών/ημέρα).
3. Παροχή υπηρεσιών
 - Ξενοδοχείο (συνήθως: δωμάτια ανά διανυκτέρευση - αυτό όμως αποτελεί κρίσιμο πόρο, όχι εκροή).

ΕΙΔΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Οι κύριες αποφάσεις σχεδιασμού παραγωγικής δυναμικότητας αφορούν:

- σχεδιασμό δυναμικότητας νέων εγκαταστάσεων,
- μεσοπρόθεσμο σχεδιασμό δυναμικότητας,
- βραχυπρόθεσμο σχεδιασμό δυναμικότητας.

Δυναμικότητα Νέων Εγκαταστάσεων: Ο σχεδιασμός αφορά τις ανάγκες δυναμικότητας για μεγάλο χρονικό ορίζοντα (5-10 χρόνια). Συνήθως αφορά σε εξοπλισμό (σε όλα τα ερωτήματα σχεδιασμού).

Μεσοπρόθεσμος Σχεδιασμός: Αφορά τις ανάγκες δυναμικότητας ενός μέσου χρονικού ορίζοντα (12-24 μήνες) για την κάλυψη μεσοπρόθεσμων διακυμάνσεων ζήτησης. Λαμβάνει χώρα στα πλαίσια του γενικού προγραμματισμού παραγωγής (production planning).

Σχετικές αποφάσεις είναι:

- μεταβολές προσωπικού/υπερωριακή απασχόληση,
- αποθεματοποίηση,
- υπεργολαβίες.

Βραχυπρόθεσμος Σχεδιασμός: Αφορά τις ανάγκες δυναμικότητας ενός μικρού χρονικού ορίζοντα (1-5 εβδομάδες) για την κάλυψη των τυχαίων διακυμάνσεων ζήτησης. Λαμβάνει χώρα στα πλαίσια του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής (detailed scheduling).

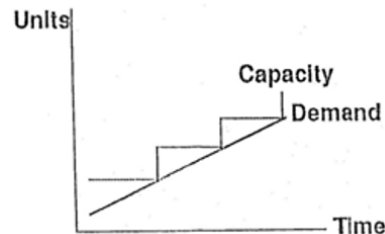
Σχετικές αποφάσεις αφορούν:

- σε ποια τμήματα θα απασχοληθεί το προσωπικό,
- τι θα παράγει κάθε τμήμα.

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το πόση δυναμικότητα απαιτείται σε μια επιχείρηση εξαρτάται από την προβλεπόμενη ζήτηση. Υπάρχουν, εντούτοις, τρεις διαφορετικές στρατηγικές εξασφάλισης της απαιτούμενης δυναμικότητας:

- Διατήρηση πλεονάσματος
- Διατήρηση ελλείμματος
- Εξισορρόπηση ζήτησης



Διατήρηση πλεονάσματος: Η διαθέσιμη δυναμικότητα ξεπερνάει την μέση ζήτηση. Ενδείκνυται όταν:

- κόστος έλλειψης δυναμικότητας μεγάλο σχετικά με το κόστος ανάπτυξης δυναμικότητας,
- αναφερόμαστε σε αναπτυσσόμενη αγορά (το οποίο πλεόνασμα θα καλυφθεί μελλοντικά).

Παράδειγμα:

Tesla: Στρατηγική πλεονάσματος

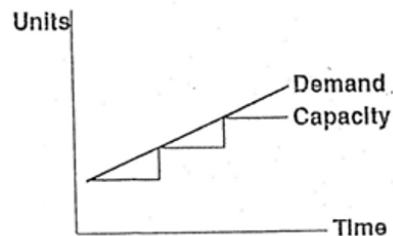
- Σχεδιασμός νέων εγκαταστάσεων.
- Η Tesla επενδύει συνεχώς σε Gigafactories πριν υπάρξει πλήρης ζήτηση.
- Στόχος: να προλάβει την αύξηση της ζήτησης στην αγορά EVs.
- Επιλογή πλεονάσματος όταν η αγορά είναι αναπτυσσόμενη.



ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το πόση δυναμικότητα απαιτείται σε μια επιχείρηση εξαρτάται από την προβλεπόμενη ζήτηση. Υπάρχουν, εντούτοις, τρεις διαφορετικές στρατηγικές εξασφάλισης της απαιτούμενης δυναμικότητας:

- Διατήρηση πλεονάσματος
- **Διατήρηση ελλείμματος**
- Εξισορρόπηση ζήτησης



Διατήρηση ελλείμματος: Η διαθέσιμη δυναμικότητα είναι μικρότερη από την μέση ζήτηση. Ενδείκνυται όταν:

- κόστος έλλειψης δυναμικότητας μικρό σχετικά με το κόστος ανάπτυξης δυναμικότητας,
- Η οικονομική απόδοση του εξοπλισμού απαιτεί μεγάλο βαθμό εκμετάλλευσης αυτού,
- αναφερόμαστε σε νέες αγορές με αβέβαια μελλοντική ανάπτυξη.

Παράδειγμα:

Ryanair: Στρατηγική ελλείμματος

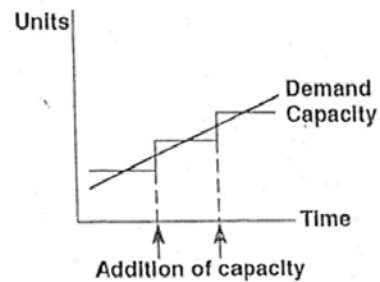
- Το κόστος δυναμικότητας είναι υψηλό
- Περιορισμένες διαθέσιμες θέσεις: αυξημένη εκμετάλλευση
- Πολύ υψηλή πληρότητα πτήσεων (load factor)



ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το πόση δυναμικότητα απαιτείται σε μια επιχείρηση εξαρτάται από την προβλεπόμενη ζήτηση. Υπάρχουν, εντούτοις, τρεις διαφορετικές στρατηγικές εξασφάλισης της απαιτούμενης δυναμικότητας:

- Διατήρηση πλεονάσματος
- Διατήρηση ελλείμματος
- **Εξισορρόπηση ζήτησης**



Εξισορρόπηση ζήτησης: Η διαθέσιμη δυναμικότητα ισούται με την μέση ζήτηση. Ενδείκνυται όταν κόστος έλλειψης δυναμικότητας ισούται με το κόστος ανάπτυξης δυναμικότητας.

Παράδειγμα:



Amazon: Στρατηγική εξισορρόπησης

- Μεσοπρόθεσμος και βραχυπρόθεσμος σχεδιασμός
- Διαχείριση peaks (πχ. Black Friday, Χριστούγεννα)
- προσωρινό προσωπικό - υπερωρίες - επιπλέον αποθήκες
- Εξισορρόπηση ζήτησης μέσω ευελιξίας: Δυναμική προσαρμογή δυναμικότητας

ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΝΕΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Με δεδομένη την παραγωγική δυναμικότητα που απαιτείται μακροπρόθεσμα για την κάλυψη των αναγκών μιας επιχείρησης πρέπει να καθορισθεί το μέγεθος της παραγωγικής εγκατάστασης. Εναλλακτικά σενάρια:

- πολλές εγκαταστάσεις μικρού μεγέθους,
- μια εγκατάσταση μεγάλου μεγέθους.

Υπάρχουν δύο ομάδες κριτηρίων που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους μιας παραγωγικής εγκατάστασης:

- οικονομίες κλίμακας,
- αντιοικονομίες κλίμακας.

Οικονομίες κλίμακας: όλες οι επιμέρους μειώσεις κόστους που συνήθως συνοδεύουν την επιλογή μίας μεγάλης παραγωγικής εγκατάστασης.

Αντιοικονομίες κλίμακας: όλες οι επιμέρους επιβαρύνσεις κόστους που συνήθως συνοδεύουν την επιλογή αυτή.

Γενικά, η επιλογή του μεγέθους μιας εγκατάστασης θα πρέπει να:

- λαμβάνει υπόψη τις οικονομίες/αντιοικονομίες κλίμακας με στόχο ένα ανταγωνιστικό λειτουργικό κόστος,
- επιτρέπει την επίτευξη των στρατηγικών στόχων της επιχείρησης.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Υπάρχουν τρεις γενικές κατηγορίες οικονομιών κλίμακας:

- **Βραχυπρόθεσμες.**
- Μεσοπρόθεσμες.
- Μακροπρόθεσμες.

Οι βραχυπρόθεσμες οικονομίες κλίμακας προκύπτουν από τον επιμερισμό του σταθερού κόστους παραγωγής (γενικά έξοδα λειτουργίας) σε μεγαλύτερο όγκο παραγωγής με αποτέλεσμα την συμπίεση του μοναδιαίου κόστους (ΜΚ) προϊόντος:

$$\begin{aligned} \text{ΜΚ} &= \frac{\text{Σταθερό κόστος} + \text{Μεταβλητό κόστος}}{\text{Όγκος παραγωγής}} \\ &= \frac{\text{Σταθερό κόστος}}{\text{Όγκος παραγωγής}} + \text{Μοναδιαίο Μεταβλητό κόστος} \end{aligned}$$

Παράδειγμα: Φούρνος που παράγει περισσότερα ψωμιά μέσα στην ίδια μέρα.

Ο φούρνος έχει ενοίκιο, βασικό προσωπικό, ρεύμα εκκίνησης και γενικά λειτουργικά έξοδα που έτσι κι αλλιώς θα τα πληρώσει.

Αν με τον ίδιο χώρο και τον ίδιο βασικό εξοπλισμό παράγει 1000 ψωμιά αντί για 500, τότε τα σταθερά έξοδα μοιράζονται σε περισσότερες μονάδες.

Γιατί είναι βραχυπρόθεσμη: Δεν άλλαξε η εγκατάσταση, ούτε αγοράστηκε νέος εξοπλισμός. Απλώς αυξήθηκε ο όγκος παραγωγής στο υπάρχον σύστημα.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Υπάρχουν τρεις γενικές κατηγορίες οικονομιών κλίμακας:

- Βραχυπρόθεσμες.
- **Μεσοπρόθεσμες.**
- Μακροπρόθεσμες.

Οι μεσοπρόθεσμες οικονομίες κλίμακας οφείλονται στη συμπίεση του μοναδιαίου κόστους μέσω της μείωσης του σταθερού κόστους παραγωγής. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω:

- παραγωγής μεγάλων παρτίδων,
- χρήσης ιδιοσυσκευών για την μείωση των νεκρών χρόνων,
- χρήσης εξοπλισμού αποκλειστικά για συγκεκριμένα προϊόντα.

Παράδειγμα: Εργοστάσιο εμφιάλωσης που τρέχει μεγάλες παρτίδες.

Όταν η γραμμή παραγωγής αλλάζει συνέχεια από προϊόν σε προϊόν, χάνει χρόνο σε ρυθμίσεις, καθαρισμούς και αλλαγές.

Αν παράγει μεγαλύτερες παρτίδες του ίδιου προϊόντος, οι αλλαγές μειώνονται και οι νεκροί χρόνοι πέφτουν.

Γιατί είναι μεσοπρόθεσμη: Η μείωση κόστους δεν έρχεται μόνο από το ότι παράγει περισσότερα, αλλά από το ότι οργανώνει τη ροή παραγωγής πιο αποδοτικά.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Υπάρχουν τρεις γενικές κατηγορίες οικονομιών κλίμακας:

- Βραχυπρόθεσμες.
- Μεσοπρόθεσμες.
- **Μακροπρόθεσμες.**

Οι μακροπρόθεσμες οικονομίες κλίμακας οφείλονται στο γεγονός ότι το κόστος κατασκευής εξοπλισμού και εγκαταστάσεων είναι χονδρικά ανάλογο της εξωτερικής επιφάνειας ενώ η δυναμικότητα είναι ανάλογη του όγκου.

Επειδή ο όγκος μεταβάλλεται πιο γρήγορα από την επιφάνεια, το κόστος αγοράς ανά μονάδα δυναμικότητας:

$$\frac{\text{Κόστος αγοράς}}{\text{Δυναμικότητα}} = \frac{\text{Επιφάνεια}}{\text{Όγκος}}$$

μειώνεται για μεγαλύτερες παραγωγικές εγκαταστάσεις.

Παράδειγμα: Μεγάλες δεξαμενές LNG / υγροποιημένων αερίων.

Όσο μεγαλώνει μια δεξαμενή, ο όγκος της μεγαλώνει γρηγορότερα από την εξωτερική της επιφάνεια. Άρα δεν χρειάζεται διπλάσιο υλικό κατασκευής για να πετύχει διπλάσια ή μεγαλύτερη δυναμικότητα.

Γιατί είναι μακροπρόθεσμη: Δεν είναι απλώς καλύτερος προγραμματισμός ή μεγαλύτερη εκροή (παραγωγή) στην ίδια μονάδα. Είναι διαφορετική λογική επένδυσης σε πολύ μεγάλη υποδομή.

ΑΝΤΙΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Αυτές σχετίζονται με τα ενδογενή προβλήματα λειτουργίας μεγάλων παραγωγικών εγκαταστάσεων που επιβαρύνουν το μοναδιαίο κόστος παραγωγής/ διάθεσης. Γενικά διακρίνουμε αντιοικονομίες:

- από αυξημένη γραφειοκρατία,
- στην διανομή,
- από κινδύνους.

Αντιοικονομίες από αυξημένη γραφειοκρατία οφείλονται στο γεγονός ότι μεγάλες μονάδες συνοδεύονται από αυξημένο προσωπικό λειτουργίας. Συνεπώς, απαιτούνται σύνθετα συστήματα διοίκησης με αυξημένο συνολικό κόστος λειτουργίας.

Αντιοικονομίες διανομής είναι αποτέλεσμα του συγκεντρωτικού χαρακτήρα του σημείου παραγωγής (εγκατάστασης) σε αντιδιαστολή με τον κατανεμημένο γεωγραφικό χαρακτήρα της αγοράς. Συνεπώς, υπάρχει αυξημένο κόστος μεταφοράς των προϊόντων στα σημεία πώλησης.

Αντιοικονομίες από κινδύνους οφείλονται στους αυξημένους κινδύνους που αντιμετωπίζουν επιχειρήσεις με μεγάλες συγκεντρωμένες εγκαταστάσεις, και στα αυξημένα μέτρα αντιμετώπισης που απαιτούνται (π.χ. βλάβη εξοπλισμού).

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΩΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Για κάποιο τμήμα παραγωγής ενδιαφερόμαστε να υπολογίσουμε τον αριθμό των μηχανών για την κάλυψη των προβλεπόμενων αναγκών παραγωγής.

Γενικά, ο αριθμός των μηχανών (N) που απαιτείται δίδεται από τη σχέση:

$$N = \frac{\text{Απαιτούμενη εκροή}}{\text{Δυναμικότητα μηχανής}} = \frac{T}{60} \frac{P}{(1 - \pi) \Delta \cdot B}$$

όπου:

- P: σύνολο των απαιτούμενων καλών τεμαχίων.
- T: χρόνος επεξεργασίας ανά τεμάχιο (σε πρώτα λεπτά).
- Δ: διάρκεια περιόδου λειτουργίας (σε ώρες).
- B: βαθμός εκμετάλλευσης εξοπλισμού.
- π: ποσοστό ελαττωματικών τεμαχίων.

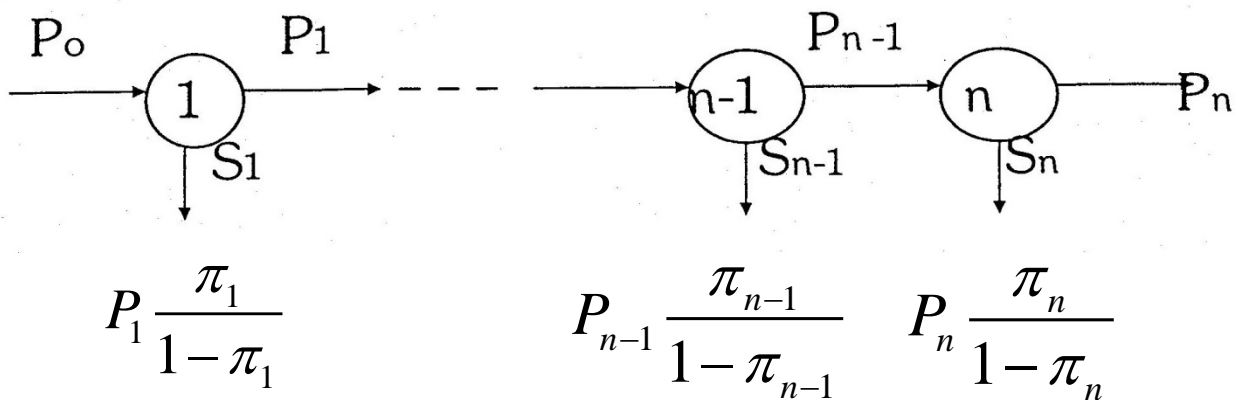
Σε διεργασίες με διαδοχικές φάσεις παραγωγής, οι ανάγκες εξοπλισμού ανά φάση υπολογίζονται με τον ίδιο γενικό τύπο αρχίζοντας από αυτήν που βρίσκεται εγγύτερα προς το τελικό προϊόν (τελική φάση) και προχωρώντας σταδιακά προς τα πίσω (αρχική φάση).

Βασική Αρχή Υπολογισμού: Τα καλά τεμάχια (εκροές μίας φάσης) αποτελούν τις εισροές προς επεξεργασία της επόμενης φάσης (Ισοζύγιο Υλικών).

ΓΕΝΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

Έστω μια διεργασία που αποτελείται από n φάσεις παραγωγής (τμήματα). Θέλουμε να βρούμε τις απαιτούμενες μηχανές ανά φάση ώστε να παράγουμε P_n καλά τεμάχια από την τελική φάση.

1. Ισοζύγιο Υλικών



Εισροές κάθε φάσης

$$P_{j-1} = \frac{P_j}{1 - \pi_j} \Rightarrow P_{j-1} = \frac{P_n}{(1 - \pi_j) \dots (1 - \pi_n)}$$

Σκάρτα κάθε φάσης

$$S_j = \pi_j P_{j-1} \Rightarrow S_j = \frac{\pi_j P_n}{(1 - \pi_j) \dots (1 - \pi_n)}$$

2. Ανάγκες μηχανών ανά φάση

$$N_j = \frac{T_j}{60} \frac{P_j}{(1 - \pi_j) \Delta_j B_j}$$

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Για τον υπολογισμό των απαιτούμενων μηχανών ανά τμήμα πρέπει να γνωρίζουμε:

- ποσοστό ελαττωματικών/σκάρτων τεμαχίων,
- βαθμό εκμετάλλευσης εξοπλισμού.

Το ποσοστό ελαττωματικών τεμαχίων μπορεί να εκτιμηθεί μέσω:

- απευθείας μετρήσεων ή υπολογισμών από υπάρχοντα στοιχεία όταν ο εξοπλισμός του τμήματος, και τα υλικά ήδη χρησιμοποιούνται,
- έμμεσων εκτιμήσεων μετά από ανάλυση όλων των παραγόντων και χρήση πληροφοριών από τους κατασκευαστές του εξοπλισμού.

Ο βαθμός εκμετάλλευσης του εξοπλισμού εξαρτάται από το διαθέσιμο χρόνο παραγωγής (Δ), τους νεκρούς χρόνους (NX) και τους χρόνους προετοιμασίας ($X\Pi$) της παραγωγής:

$$B = 1 - \frac{NX + X\Pi}{\Delta}$$

Ο βαθμός εκμετάλλευσης που επιτυγχάνεται σε μια παραγωγική διεργασία εξαρτάται από:

- είδος εξοπλισμού,
- τρόπο χρησιμοποίησης εξοπλισμού,
- ακολουθούμενη πολιτική συντήρησης.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΩΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Άσκηση:

Μια βιομηχανία ηλεκτρονικών εξαρτημάτων παράγει ένα τελικό προϊόν μέσω 2 διαδοχικών φάσεων παραγωγής:

- **Φάση 1:** κατεργασία πλακέτας
- **Φάση 2:** συναρμολόγηση και τελικός έλεγχος

Η διοίκηση θέλει να εξασφαλίσει παραγωγή 8.400 καλών τεμαχίων τον μήνα στην τελική φάση.

Λειτουργία:

- 2 βάρδιες/ημέρα
- Διάρκεια βάρδιας: 8 ώρες
- 22 εργάσιμες ημέρες/μήνα

Φάση 2 (τελική φάση):

- Χρόνος επεξεργασίας: 7 λεπτά/τεμάχιο
- Ποσοστό ελαττωματικών: 4%
- Βαθμός εκμετάλλευσης: 89%

Φάση 1:

- Χρόνος επεξεργασίας: 11 λεπτά/τεμάχιο
- Ποσοστό ελαττωματικών: 6%
- Βαθμός εκμετάλλευσης: 93%

Να υπολογίσετε:

Πόσες μηχανές απαιτούνται στη Φάση 1 και στη Φάση 2 για να εξασφαλιστεί παραγωγή 8.400 καλών τεμαχίων τον μήνα στην τελική φάση;

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΩΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Λύση:

Υπολογισμός μηχανών στη Φάση 2:

P2 = 8.400, T2 = 7 λεπτά, π2 = 0.04, B2 = 0.89

**Δ = 2 βάρδιες/ημέρα * 8 ώρες/βάρδια * 22 εργάσιμες
ημέρες/μήνα = 352 ώρες/μήνα.**

$$N_2 = \left(\frac{T_2}{60} \right) \left(\frac{P_2}{(1 - \pi_2) \Delta B_2} \right), N_2 = \left(\frac{7}{60} \right) \left(\frac{8400}{(1 - 0.04) \cdot 352 \cdot 0.89} \right), N_2 \approx 3.26$$

Άρα χρειάζονται 4 μηχανές.

$$P_1 = \frac{8400}{1 - 0.04} = \frac{8400}{0.96} = 8750$$

Άρα η Φάση 1 πρέπει να παραδώσει: 8750 καλά τεμάχια.

Υπολογισμός μηχανών στη Φάση 1:

P1 = 8.750, T1 = 11 λεπτά, π1 = 0.06, B1 = 0.93

**Δ = 2 βάρδιες/ημέρα * 8 ώρες/βάρδια * 22 εργάσιμες
ημέρες/μήνα = 352 ώρες/μήνα.**

$$N_1 = \left(\frac{T_1}{60} \right) \left(\frac{P_1}{(1 - \pi_1) \Delta B_1} \right), N_1 = \left(\frac{11}{60} \right) \left(\frac{8750}{(1 - 0.06) \cdot 352 \cdot 0.93} \right), N_1 \approx 5.21$$

Άρα χρειάζονται 6 μηχανές.