

# ***Διοίκηση Λειτουργιών***

## ***Χωροταξικός Σχεδιασμός***

***- 10<sup>ο</sup> μάθημα -***

# Θεματολογία

- *Στρατηγική σημασία του Χωροταξικού Σχεδιασμού*
- *Βασικοί τύποι χωροταξίας*
- *Χωροταξία τύπου job-shop*

# ***Καινοτομίες στα McDonald's***



# ***Καινοτομίες στα McDonald's***

- 1. Καθίσματα εσωτερικού χώρου (δεκαετία '50)***
- 2. Οδήγηση, εξυπηρέτηση μέσω παραθύρου (δεκαετία '70)***
- 3. Προσθήκη προγεύματος στο μενού (δεκαετία '80)***
- 4. Προσθήκη χώρων για παιχνίδια (τέλος δεκαετίας '80)***
- 5. Επανασχεδιασμός της κουζίνας (δεκαετία '90)***
- 6. Περίπτερο αυτό-εξυπηρέτησης (Self-service) (2004)***
- 7. Σήμερα 3 διαφορετικές αίθουσες γεύματος***

# ***Καινοτομίες στα McDonald's***

***Έξι από τις επτά  
είναι αποφάσεις  
χωροταξίας!***

- 1. Καθίσματα εσωτερικού χώρου (δεκαετία '50)***
- 2. Οδήγηση, εξυπηρέτηση μέσω παραθύρου (δεκαετία '70)***
- 3. Προσθήκη προγεύματος στο μενού (δεκαετία '80)***
- 4. Προσθήκη χώρων για παιχνίδια (τέλος δεκαετίας '80)***
- 5. Επανασχεδιασμός της κουζίνας (δεκαετία '90)***
- 6. Περίπτερο αυτό-εξυπηρέτησης (Self-service) (2004)***
- 7. Σήμερα 3 διαφορετικές αίθουσες γεύματος***

- **Χωροταξικός σχεδιασμός:** Ο τρόπος οργάνωσης των πόρων (μηχανών, υλικών, ανθρώπων) στο εσωτερικό της επιχείρησης.
- **Στόχος:** Ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής χωροταξικής διάταξης η οποία θα ικανοποιεί τις ανταγωνιστικές ανάγκες της επιχείρησης.



# **Στρατηγική σημασία του Χωροταξικού Σχεδιασμού**

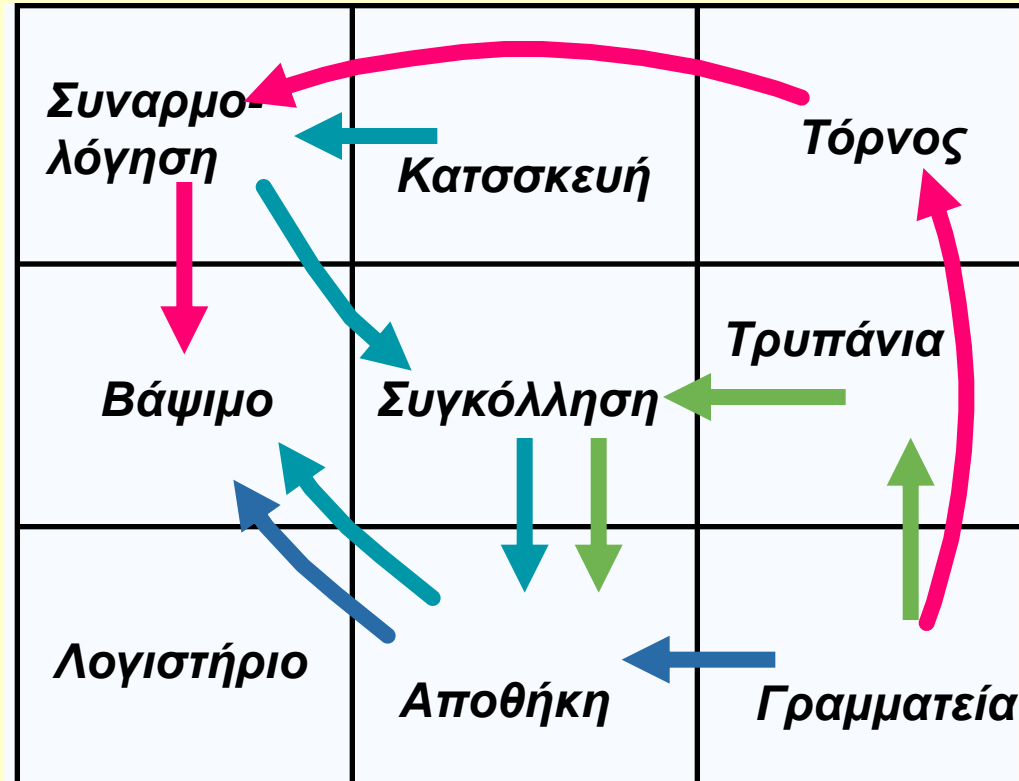
- ☒ ***Μεγαλύτερη χρησιμοποίηση των χώρων, του εξοπλισμού και των ανθρώπων***
- ☒ ***Βελτίωση της ροής της πληροφορίας, των υλικών, των ανθρώπων***
- ☒ ***Βελτίωση των συνθηκών εργασίας***
- ☒ ***Βελτίωση της αλληλεπίδρασης πελάτη/εργαζόμενου***

# Βασικοί Τύποι Χωροταξίας

1. Χωροταξία **εστιασμένη στη διαδικασία παραγωγής**  
(**job-shop συστήματα**)
2. Χωροταξία **κελιών παραγωγής**  
(**cell-production συστήματα**)
3. Χωροταξία **εστιασμένη στο προϊόν γνωστή και ως**  
**χωροταξία γραμμής παραγωγής**  
(**mass production – assembly lines**)

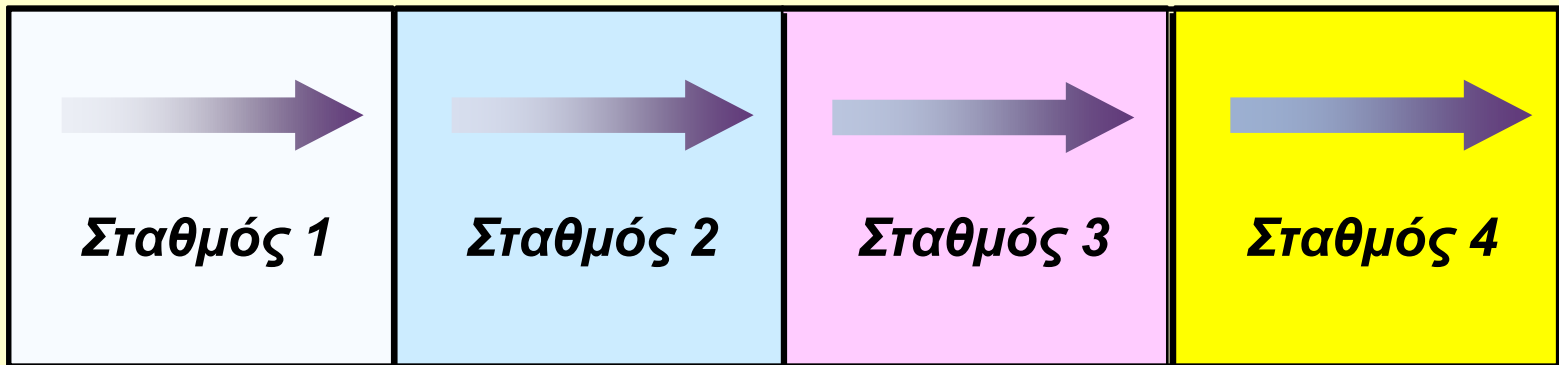
# Χωροταξία εστιασμένη στη διαδικασία

Περίπτωση συστημάτων *job-shop*



# Χωροταξία εστιασμένη στο προϊόν

*Περίπτωση γραμμών συναρμολόγησης*

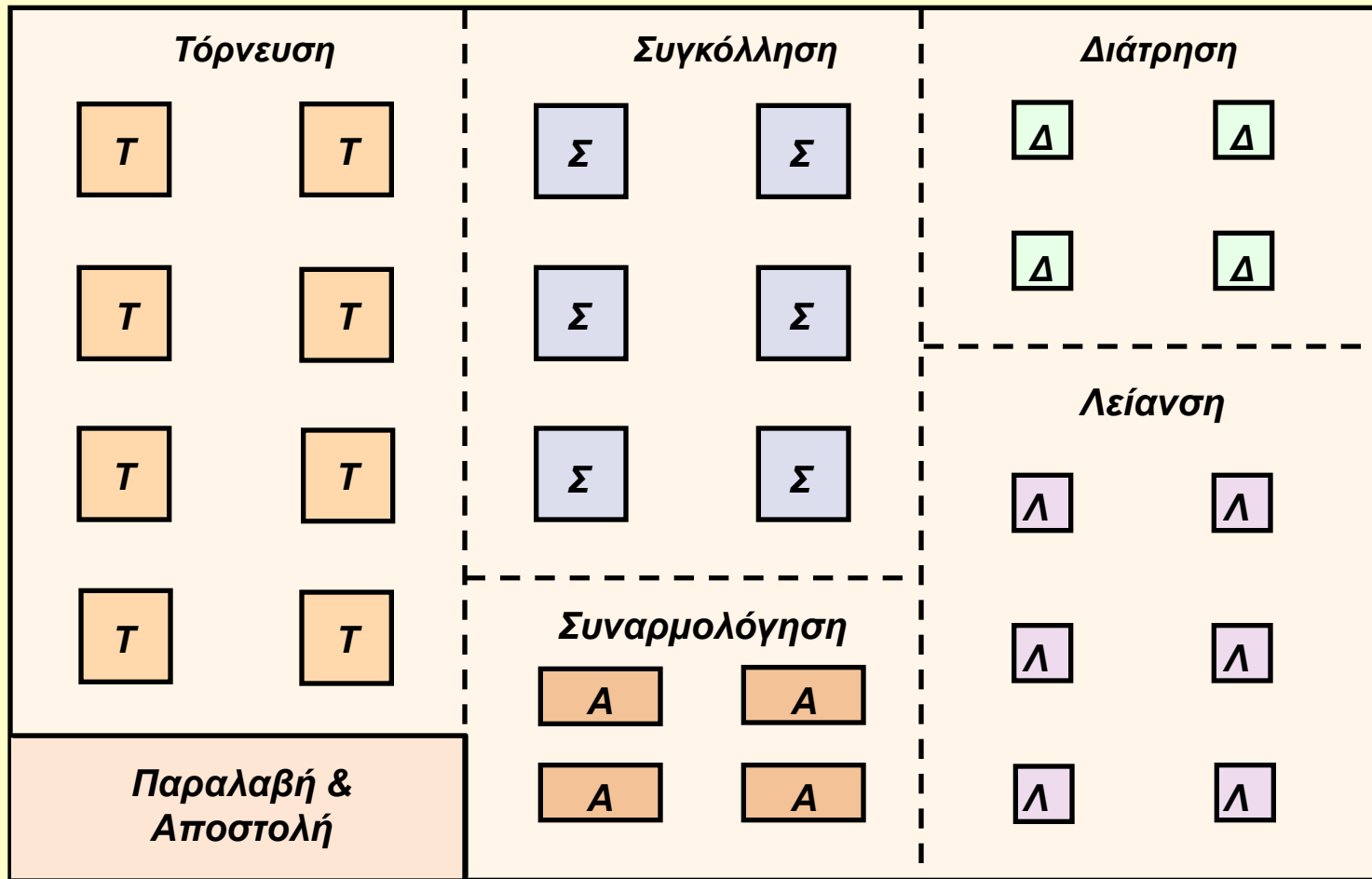


**Ροή παραγωγής:** *Εργασίες προοδευτικής συναρμολόγησης σε κάθε σταθμό μέχρι την κατασκευή του τελικού προϊόντος.*

# ***Τεχνολογία ομάδας (Group Technology)***

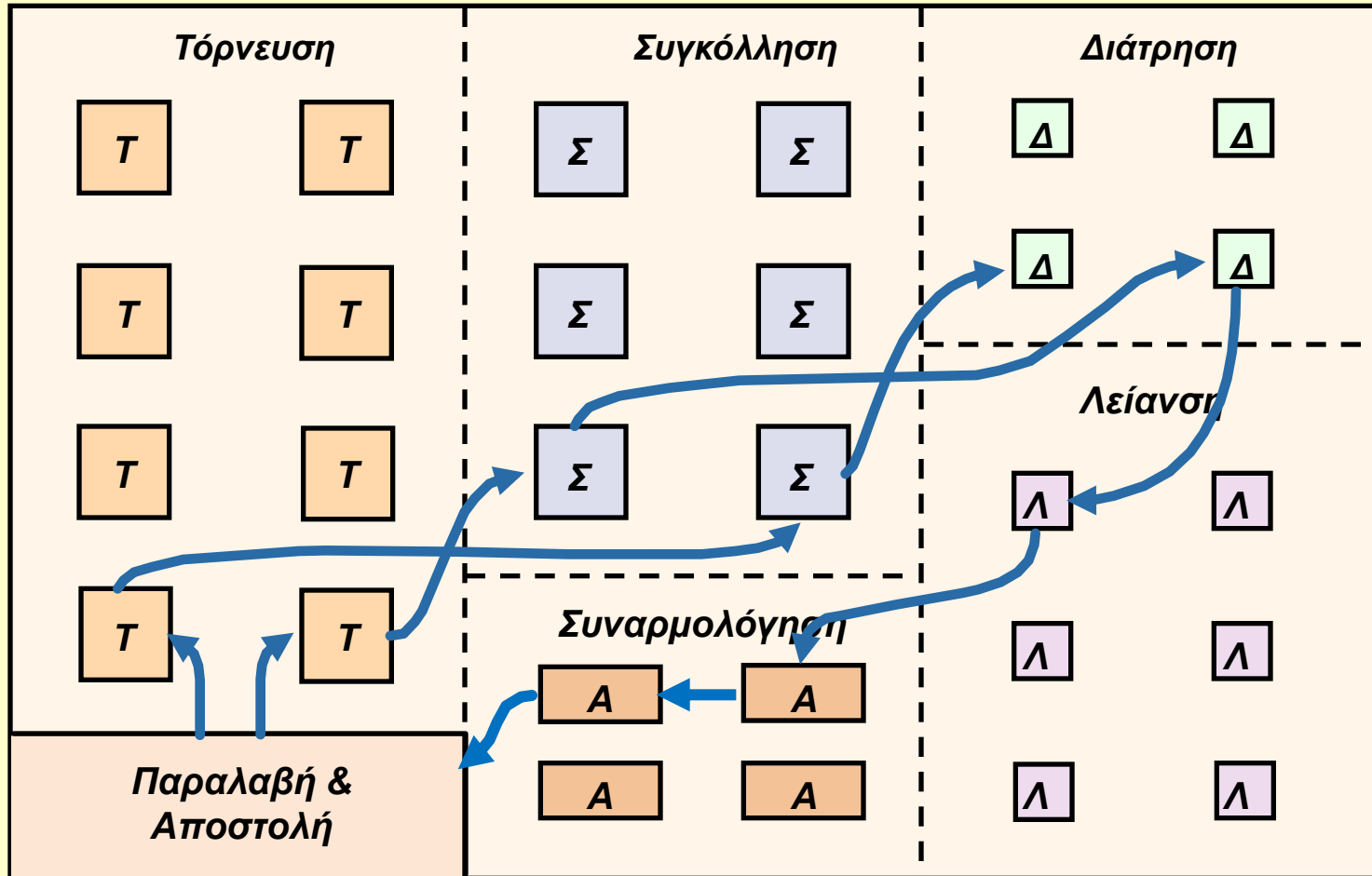
**Χωροταξία οργανωμένη σε  
κύτταρα παραγωγής**

# Group Technology



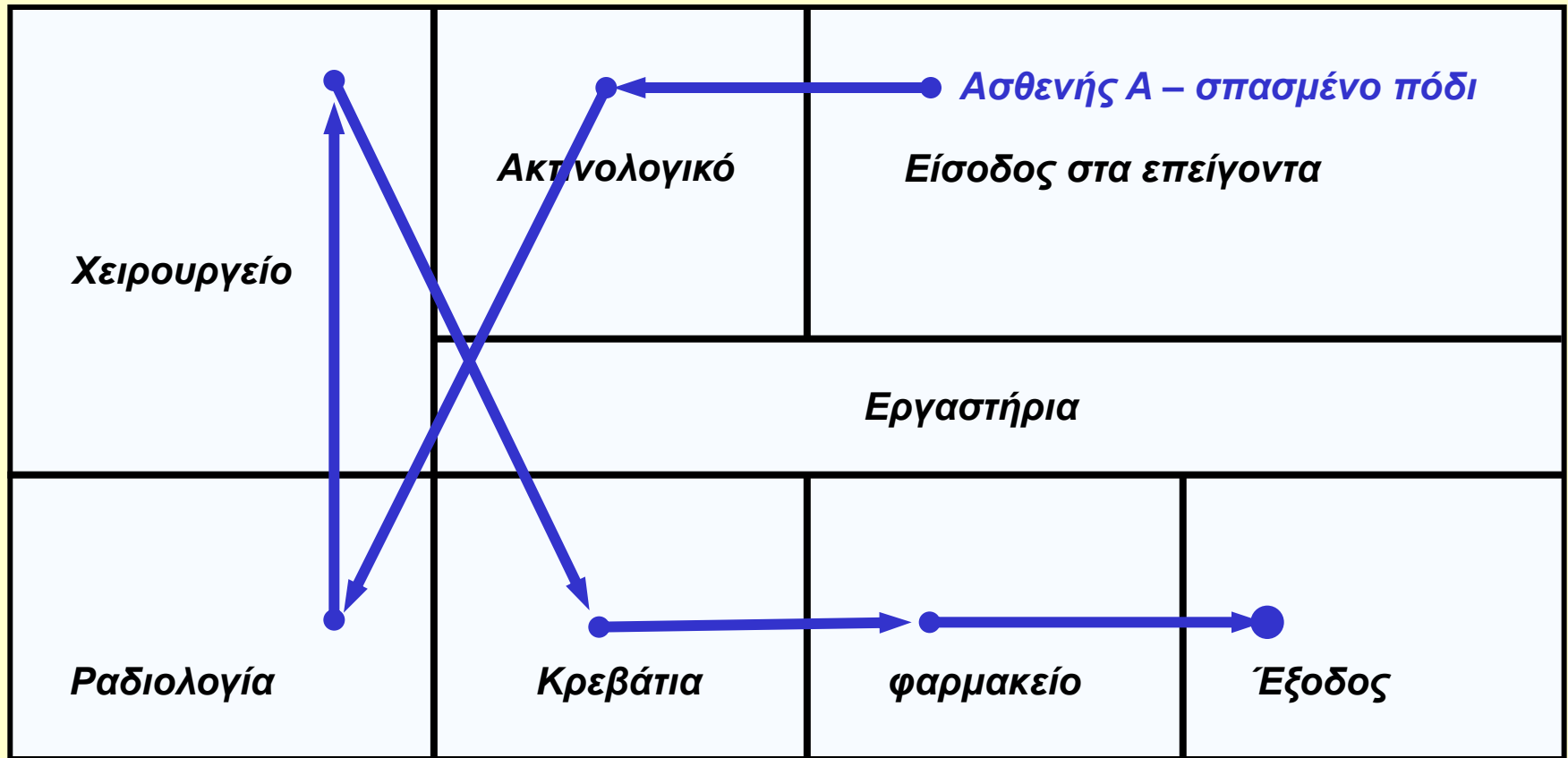
Source: M. Groover. Automation, Production Systems, and Computer-Aided Manufacturing. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1980, pp. 540–541.

# Group Technology

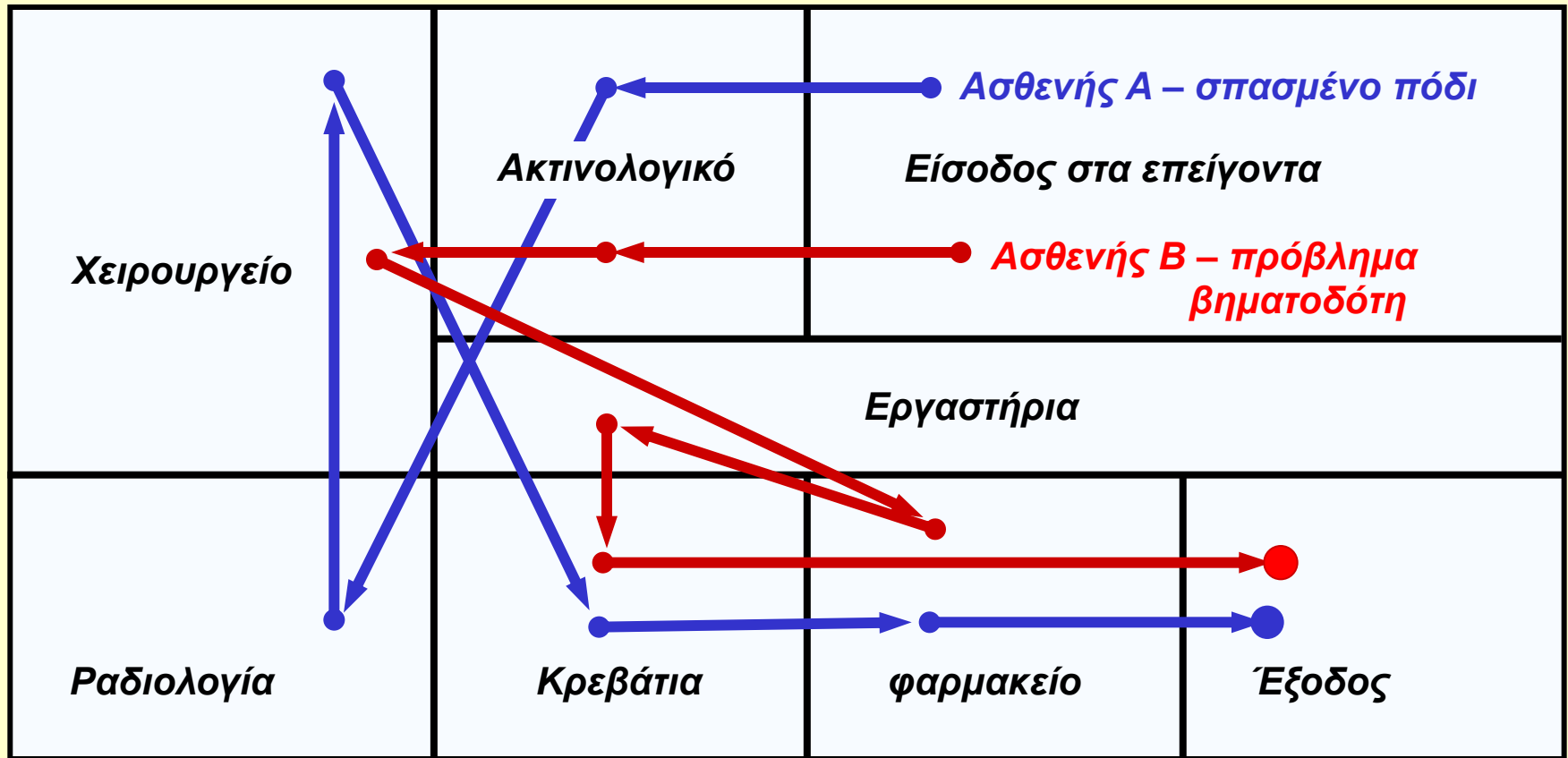


Source: M. Groover. Automation, Production Systems, and Computer-Aided Manufacturing. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1980, pp. 540–541.

# Χωροταξία job-shop



# Χωροταξία job-shop



# Χωροταξία *job-shop*

- ☑ **ΣΤΟΧΟΣ:** Διάταξη των **κέντρων εργασίας** (τμήματα της επιχείρησης) έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος διαχείρισης των υλικών
- ☑ Βασικά στοιχεία κόστους υλικών
  - ☑ **Αριθμός φορτίων** (ή ανθρώπων) που μετακινούνται μεταξύ των κέντρων
  - ☑ **Απόσταση** που διανύουν (φορτία ή άνθρωποι) μεταξύ των κέντρων
  - ☑ **Κόστος** μεταφοράς / μετακίνησης

# ***Χωροταξία job-shop***

$$\text{Minimize cost} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij}$$

**όπου**       $n$  = ο συνολικός αριθμός των τμημάτων  
(κέντρων εργασίας)

$i, j$  = τμήματα  $i$  και  $j$

$X_{ij}$  = ποσότητα φορτίου που μετακινείται  
από το τμήμα  $i$  στο τμήμα  $j$

$C_{ij}$  = κόστος για τη μετακίνηση ενός  
φορτίου μεταξύ των τμημάτων  $i$  και  $j$

# Πιθανές πληροφορίες διάταξης

(α) Φορτία ανά μέρα

| Προς<br>Από | A  | B  | C  | D  | E  |
|-------------|----|----|----|----|----|
| A           |    | 17 | -  | 30 | 10 |
| B           | 13 |    | 20 |    | 20 |
| C           |    | 10 |    | -  | 70 |
| D           | 30 | -  | -  |    | 30 |
| E           | 10 | 10 | 10 | 10 |    |

Όπου *A, B, C, D, E* είναι τα κέντρα εργασίας (τμήματα).

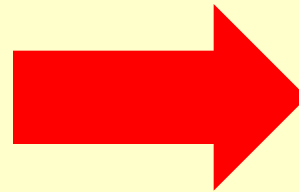
# Πιθανές πληροφορίες διάταξης

(α) Φορτία ανά μέρα

| Προς<br>Από | A  | B  | C  | D  | E  |
|-------------|----|----|----|----|----|
| A           |    | 17 | -  | 30 | 10 |
| B           | 13 |    | 20 |    | 20 |
| C           |    | 10 |    | -  | 70 |
| D           | 30 | -  | -  |    | 30 |
| E           | 10 | 10 | 10 | 10 |    |

(β) Φορτία ανά μέρα

| Προς<br>Από | A | B  | C  | D  | E  |
|-------------|---|----|----|----|----|
| A           |   | 30 | -  | 60 | 20 |
| B           |   |    | 30 | -  | 30 |
| C           |   |    |    | -  | 80 |
| D           |   |    |    |    | 40 |
| E           |   |    |    |    |    |



Αν η κατεύθυνση  
της ροής δεν  
διαφοροποιεί το  
κόστος τότε  
έχουμε

Όπου **A, B, C, D, E** είναι τα κέντρα εργασίας (τμήματα).

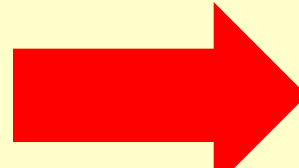
# Πιθανές πληροφορίες διάταξης

(α) Φορτία ανά μέρα

| Προς<br>Από | A  | B  | C  | D  | E  |
|-------------|----|----|----|----|----|
| A           |    | 17 | -  | 30 | 10 |
| B           | 13 |    | 20 |    | 20 |
| C           |    | 10 |    | -  | 70 |
| D           | 30 | -  | -  |    | 30 |
| E           | 10 | 10 | 10 | 10 |    |

(γ) Μοναδιαίο κόστος μεταφοράς

|   | A  | B  | C  | D | E  |
|---|----|----|----|---|----|
| A |    | 2  | 2  | 2 | 2  |
| B | 3  |    | 3  | 3 | 4  |
| C | 2  | 2  |    | 2 | 2  |
| D | 10 | 10 | 10 |   | 10 |
| E | 2  | 2  | 2  | 2 |    |



Αν το κόστος μεταφοράς διαφέρει με την κατεύθυνση της ροής τότε ο πίνακας (α) συνδυάζεται με πίνακα μορφής (γ)

Όπου **A, B, C, D, E** είναι τα κέντρα εργασίας (τμήματα).

# Παράδειγμα χωροταξίας *job-shop*

- Να διαταχθούν τα 6 τμήματα ενός εργοστασίου έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος διαχείρισης των υλικών.
- Κάθε τμήμα έχει διαστάσεις  $20 \times 20 \text{ m}^2$  ενώ όλο το κτίριο  $60 \times 40 \text{ m}^2$ .
- Έστω ότι το κόστος μεταφοράς από ένα τμήμα σε ένα άμεσα διπλανό είναι 1€, ενώ για μεταφορά σε μη διπλανά τμήματα είναι 2€.

## Βήματα:

1. Κατασκεύασε πίνακα “από/προς” με την πληροφορία διάταξης
2. Ανάπτυξε ένα αρχικό σχηματικό διάγραμμα διάταξης
3. Υπολόγισε το κόστος αυτής της διάταξης
4. Προσπάθησε να βελτιώσεις τη συγκεκριμένη διάταξη

# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

Πλήθος φορτίων ανά βδομάδα

| Τμήμα              | Συναρμολόγησης<br>(1) | Βαψίματος<br>(2) | Συσκευασίας<br>(3) | Παραλαβής<br>(4) | Αποστολής<br>(5) | Ελέγχου<br>(6) |
|--------------------|-----------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|----------------|
| Συναρμολόγησης (1) |                       | 50               | 100                | 0                | 0                | 20             |
| Βαψίματος (2)      |                       |                  | 30                 | 50               | 10               | 0              |
| Συσκευασίας (3)    |                       |                  |                    | 20               | 0                | 100            |
| Παραλαβής (4)      |                       |                  |                    |                  | 50               | 0              |
| Αποστολής (5)      |                       |                  |                    |                  |                  | 0              |
| Ελέγχου (6)        |                       |                  |                    |                  |                  |                |

# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop



# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

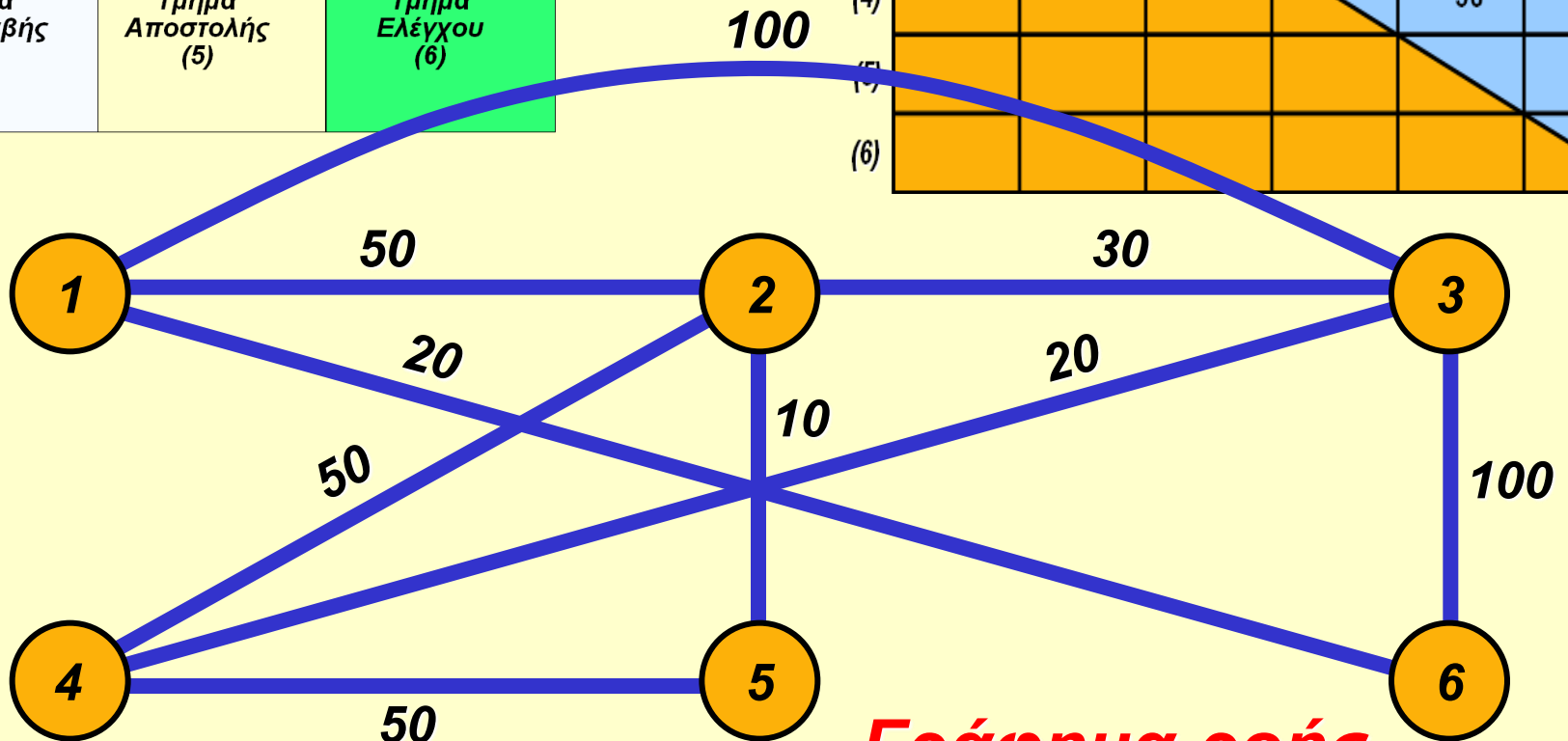
|                                |                           |                             |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Τμήμα<br>Συναρμολόγησης<br>(1) | Τμήμα<br>Βαψίματος<br>(2) | Τμήμα<br>Συσκευασίας<br>(3) |
| Τμήμα<br>Παραλαβής<br>(4)      | Τμήμα<br>Αποστολής<br>(5) | Τμήμα<br>Ελέγχου<br>(6)     |

|     | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) |     | 50  | 100 | 0   | 0   | 20  |
| (2) |     |     | 30  | 50  | 10  | 0   |
| (3) |     |     |     | 20  | 0   | 100 |
| (4) |     |     |     |     | 50  | 0   |
| (5) |     |     |     |     |     | 0   |
| (6) |     |     |     |     |     |     |

# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop



|     | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) |     | 50  | 100 | 0   | 0   | 20  |
| (2) |     |     | 30  | 50  | 10  | 0   |
| (3) |     |     |     | 20  | 0   | 100 |
| (4) |     |     |     |     | 50  | 0   |
| (5) |     |     |     |     |     | 0   |
| (6) |     |     |     |     |     |     |



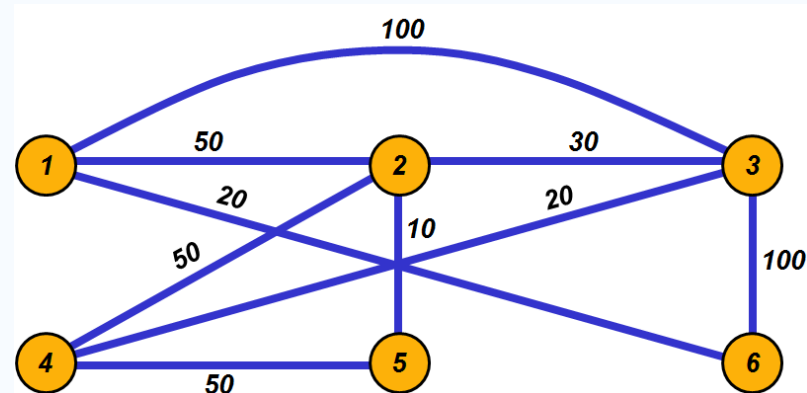
**Γράφημα ροής**

# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

$$Cost = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} C_{ij}$$

$$\begin{aligned}
 Cost = & \quad 50 \quad + \quad 200 \quad + \quad 40 \\
 & (1 \text{ και } 2) \quad (1 \text{ και } 3) \quad (1 \text{ και } 6) \\
 & + \quad 30 \quad + \quad 50 \quad + \quad 10 \\
 & (2 \text{ και } 3) \quad (2 \text{ και } 4) \quad (2 \text{ και } 5) \\
 & + \quad 40 \quad + \quad 100 \quad + \quad 50 \\
 & (3 \text{ και } 4) \quad (3 \text{ και } 6) \quad (4 \text{ και } 5)
 \end{aligned}$$

$$= 570 \text{ €}$$

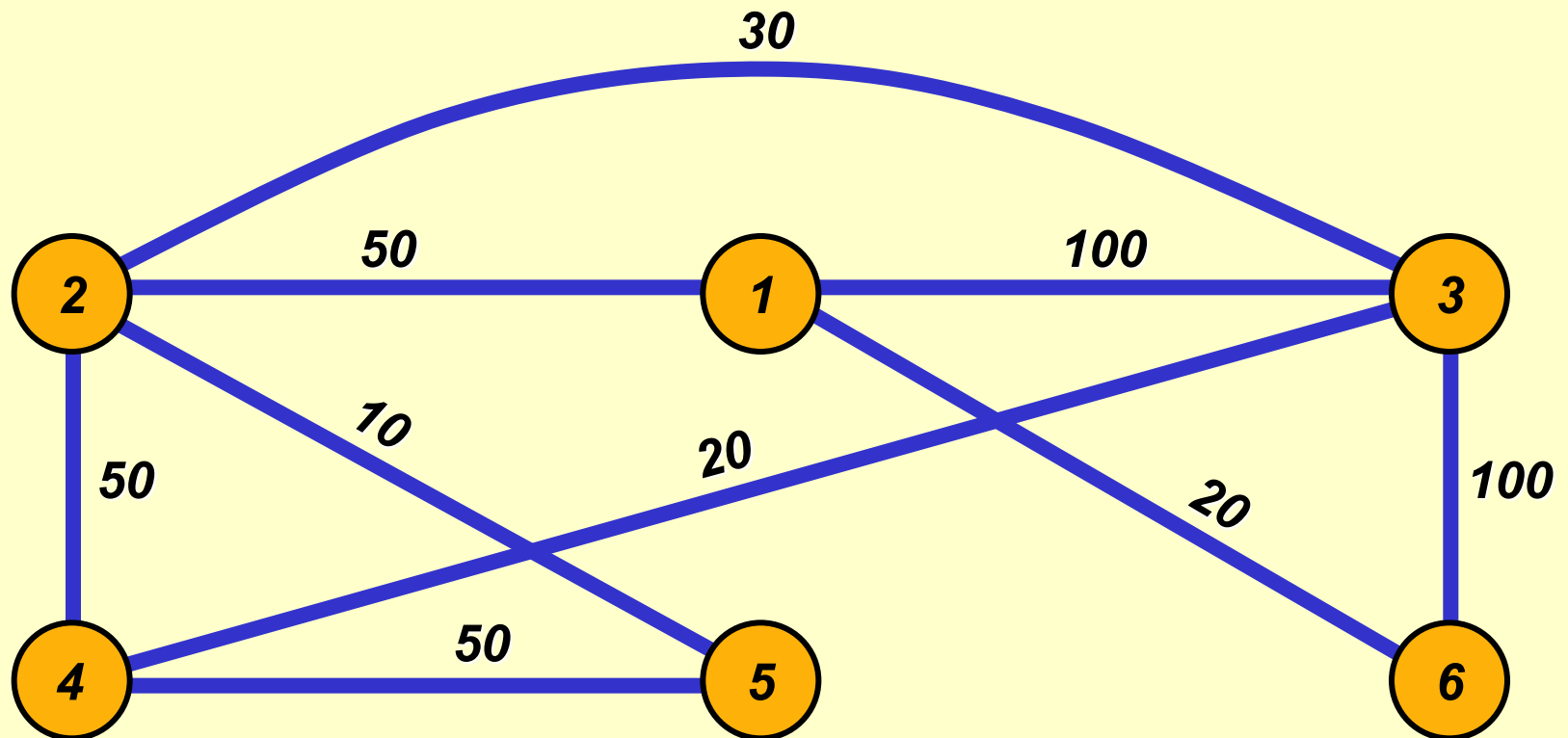


|                                |                           |                             |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Τμήμα<br>Συναρμολόγησης<br>(1) | Τμήμα<br>Βαψίματος<br>(2) | Τμήμα<br>Συσκευασίας<br>(3) |
| Τμήμα<br>Παραλαβής<br>(4)      | Τμήμα<br>Αποστολής<br>(5) | Τμήμα<br>Ελέγχου<br>(6)     |

$$C_{ij} = \begin{cases} 1\text{€}, & \text{για γειτονικά τμήματα} \\ 2\text{€}, & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

Αναθεώρηση γράφου. Νέα πιθανή λύση

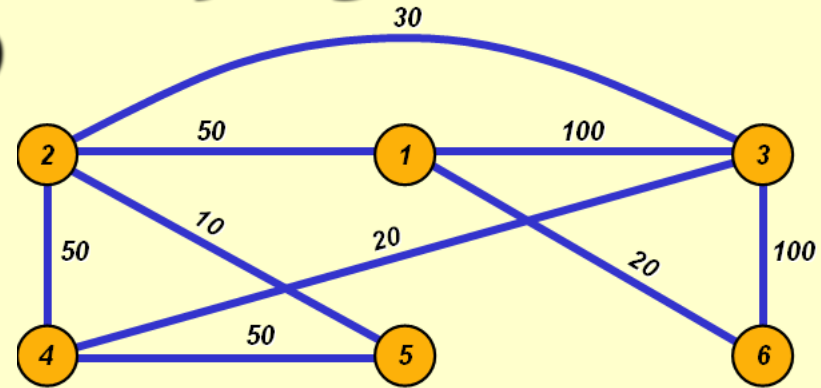


# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

$$Cost = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} C_{ij}$$

$$\begin{aligned}
 Cost = & \quad 50 \quad + \quad 100 \quad + \quad 20 \\
 & (1 \text{ και } 2) \quad (1 \text{ and } 3) \quad (1 \text{ και } 6) \\
 & + \quad 60 \quad + \quad 50 \quad + \quad 10 \\
 & (2 \text{ και } 3) \quad (2 \text{ και } 4) \quad (2 \text{ και } 5) \\
 & + \quad 40 \quad + \quad 100 \quad + \quad 50 \\
 & (3 \text{ και } 4) \quad (3 \text{ και } 6) \quad (4 \text{ και } 5)
 \end{aligned}$$

$$= 480 \text{ €}$$



|                           |                                |                             |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Τμήμα<br>Βαψίματος<br>(2) | Τμήμα<br>Συναρμολόγησης<br>(1) | Τμήμα<br>Συσκευασίας<br>(3) |
| Τμήμα<br>Παραλαβής<br>(4) | Τμήμα<br>Αποστολής<br>(5)      | Τμήμα<br>Ελέγχου<br>(6)     |

Η νέα διάταξη είναι οικονομικά πιο συμφέρουσα από την προηγούμενη.

# Άσκηση

Φορτία ανά μέρα

Μοναδιαίο κόστος μεταφοράς ανά μέτρο

|   | A | B  | C  | D  | E  |
|---|---|----|----|----|----|
| A |   | 30 | -  | 60 | 20 |
| B |   |    | 30 | -  | 30 |
| C |   |    |    | -  | 80 |
| D |   |    |    |    | 40 |
| E |   |    |    |    |    |

| A           | B | C | D | E |
|-------------|---|---|---|---|
| Χωροταξία 1 |   |   |   |   |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | C | D |  |
|--|---|---|--|

| A           |  | B |  | E |
|-------------|--|---|--|---|
| Χωροταξία 2 |  |   |  |   |

|   | A | B | C | D | E  |
|---|---|---|---|---|----|
| A |   | 2 | 2 | 2 | 2  |
| B |   |   | 3 | 3 | 4  |
| C |   |   |   | 2 | 2  |
| D |   |   |   |   | 10 |
| E |   |   |   |   |    |

**A, B, C, D, E** είναι τα κέντρα εργασίας μιας επιχείρησης. Υπάρχουν 2 υποψήφια σχέδια χωροταξίας (δείτε πιο πάνω): Στην χωροταξία 1 η απόσταση μεταξύ διαδοχικών τμημάτων είναι 10m. Ενώ για την χωροταξία 2 οι αποστάσεις (σε μέτρα) δίδονται στον πίνακα 2.

**Ποια χωροταξία κοστίζει λιγότερο;**

Πίνακας 2

|   | B | C  | D  | E |
|---|---|----|----|---|
| A | 7 | 10 | 2  | 4 |
| B |   | 3  | 10 | 9 |
| C |   |    | 5  | 4 |
| D |   |    |    | 2 |

# Λογισμικό Χωροταξίας

- ☑ Οι γραφικές μέθοδοι είναι καλές μόνο για μικρού μεγέθους προβλήματα χωροταξίας.
- ☑ Για μεγάλου μεγέθους προβλήματα χρησιμοποιούνται ειδικά εμπορικά προγράμματα (**εφαρμογές λογισμικού**) με γνωστότερα τα παρακάτω:
  - ☑ **CRAFT** (*Computerized Relative Allocation of Facilities Technique*)
  - ☑ **ALDEP** (*Automated Layout Design Program*)
  - ☑ **CORELAP** (*Computerized relationship layout planning*)
  - ☑ **Factory Flow**

# Το συνολικό κόστος με τον αλγόριθμο CRAFT

$$\text{Minimize cost} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij} d_{ij}$$

$n$  = ο συνολικός αριθμός των τμημάτων

$i, j$  = τμήματα  $i$  και  $j$

$X_{ij}$  = πλήθος φορτίου που μετακινείται από το τμήμα  $i$  στο  $j$

$C_{ij}$  = κόστος για τη μετακίνηση ενός φορτίου μεταξύ των τμημάτων  $i$  και  $j$

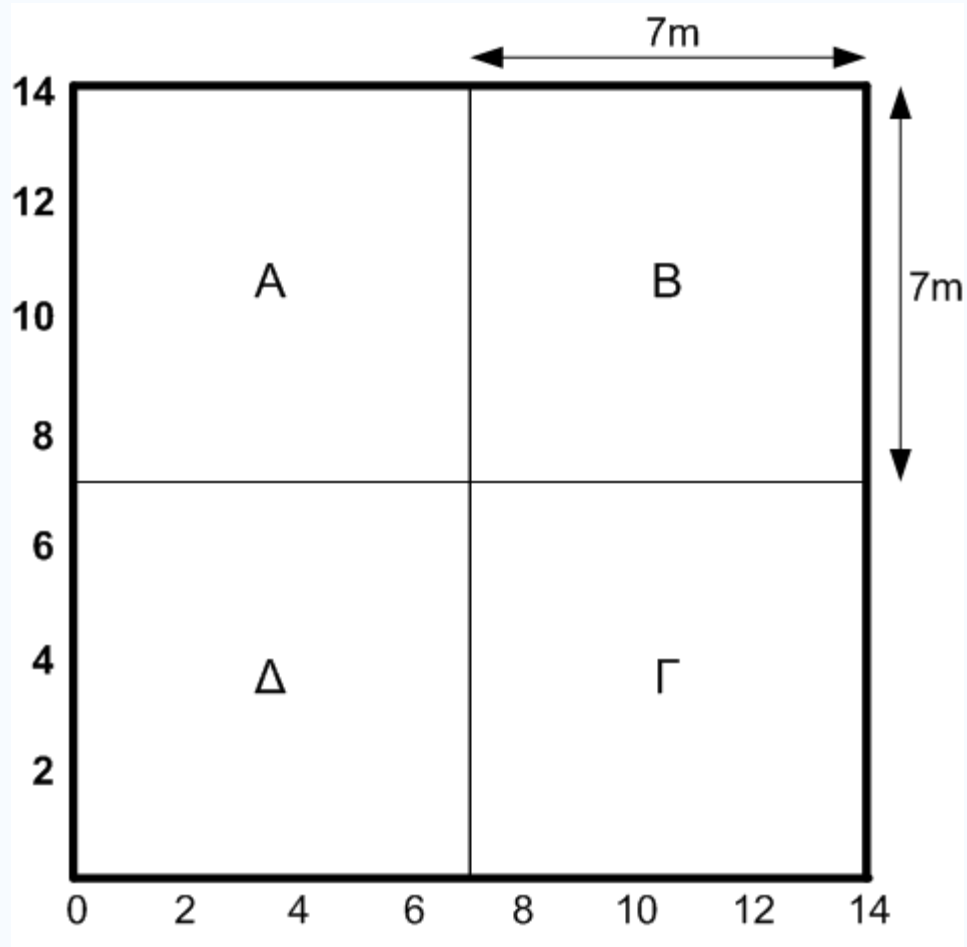
$d_{ij}$  = ευθύγραμμη απόσταση μεταξύ των κέντρων των τμημάτων  $i$  και  $j$

# Το λογισμικό CRAFT

- Το CRAFT χρησιμοποιεί τον εξής απλό ευρετικό (προσεγγιστικό) αλγόριθμο για τους υπολογισμούς του:
  1. Ξεκίνα από μια αρχική λύση διάταξης  $X$ .
  2. Υπολόγισε το κόστος της διάταξης  $X$ .
  3. Δημιούργησε μια νέα διάταξη  $Y$  αντιμεταθέτοντας 2 γειτονικά τμήματα της  $X$ .
  4. Υπολόγισε το κόστος της νέας διάταξης  $Y$ .
  5. Αν  $ΚΟΣΤΟΣ(Y) < ΚΟΣΤΟΣ(X)$  τότε θέσε  $X=Y$  και επανάλαβε από το βήμα 3.
  6. Σταμάτα αν η  $X$  δεν μπορεί να βελτιωθεί περισσότερο.

# CRAFT: Παράδειγμα

- Έστω η διπλανή αρχική χωροταξική διάταξη των 4 τμημάτων σε μια επιχείρηση με την ροή των υλικών να δίδεται στον Πίνακα 1 (επόμενη διαφάνεια).
- Το εμβαδόν κάθε τμήματος είναι ίσο με  $7 \times 7 = 49 \text{ m}^2$ .
- Αν το κόστος μεταφοράς για κάθε 1 μέτρο διανυθείσας απόστασης είναι 1 ευρώ **να υπολογιστεί το κόστος της διάταξης**



# CRAFT: Παράδειγμα – συνέχεια

| Τμήμα | A   | B  | Γ  | Δ  |
|-------|-----|----|----|----|
| A     | --  | 30 | 25 | 45 |
| B     | 20  | -- | 15 | 20 |
| Γ     | 10  | 20 | -- | 10 |
| Δ     | 100 | 10 | 5  | -- |

***Πίνακας ροής φορτίων μεταξύ των  
4 τμημάτων***

# Υπολογισμός κόστους διάταξης με CRAFT: Βήματα

1. *Υπολογισμός των συντεταγμένων των κέντρων  
κάθε τμήματος*
2. *Υπολογισμός της ευθύγραμμης απόστασης  
μεταξύ κάθε ζεύγους τμημάτων*
3. *Κατασκευή του πίνακα αποστάσεων μεταξύ των  
τμημάτων*
4. *Υπολογισμός του συνολικού κόστους της  
διάταξης*

# CRAFT: Παράδειγμα – υπολογισμός κέντρων

**1. Συντεταγμένες κέντρων για την αρχική διάταξη:**

$$(X_A, Y_A) = (3.5, 10.5)$$

$$(X_B, Y_B) = (10.5, 10.5)$$

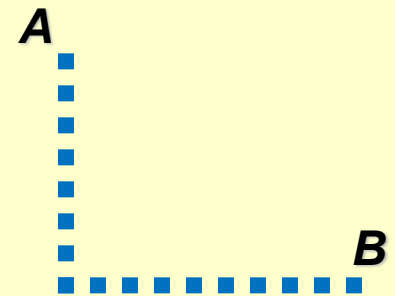
$$(X_\Gamma, Y_\Gamma) = (10.5, 3.5)$$

$$(X_\Delta, Y_\Delta) = (3.5, 3.5)$$

# CRAFT: Παράδειγμα – υπολογισμός αποστάσεων

2. Οι ευθύγραμμες αποστάσεις μεταξύ των τμημάτων (μετρούμενες από το κέντρο κάθε τμήματος) είναι:

| Τμήμα | A  | B  | Γ  | Δ  |
|-------|----|----|----|----|
| A     | 0  | 7  | 14 | 7  |
| B     | 7  | 0  | 7  | 14 |
| Γ     | 14 | 7  | 0  | 7  |
| Δ     | 7  | 14 | 7  | 0  |



$$d_{AB} = |x_A - x_B| + |y_A - y_B|$$

# CRAFT: Παράδειγμα – υπολογισμός συνολικού κόστους

3. Το τελικό συνολικό κόστος είναι:

$$Cost = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij} d_{ij}$$

$$\begin{aligned} Cost = & \quad (7 \times 30) \quad + \quad (14 \times 25) \quad + \quad (7 \times 45) \\ & \quad (A \text{ και } B) \quad \quad (A \text{ και } \Gamma) \quad \quad (A \text{ και } \Delta) \\ & + \quad (7 \times 20) \quad + \quad (7 \times 15) \quad + \quad (14 \times 20) \\ & \quad (B \text{ και } A) \quad \quad (B \text{ και } \Gamma) \quad \quad (B \text{ και } \Delta) \\ & + \quad (14 \times 10) \quad + \quad (7 \times 20) \quad + \quad (7 \times 10) \\ & \quad (\Gamma \text{ και } A) \quad \quad (\Gamma \text{ και } B) \quad \quad (\Gamma \text{ και } \Delta) \\ & + \quad (7 \times 100) \quad + \quad (14 \times 10) \quad + \quad (7 \times 5) \\ & \quad (\Delta \text{ και } A) \quad \quad (\Delta \text{ και } B) \quad \quad (\Delta \text{ και } \Gamma) \end{aligned}$$

$$= 2625 \text{ €}$$