

# ***Διοίκηση Λειτουργιών***

## ***Χωροταξικός Σχεδιασμός***

***- 11<sup>ο</sup> μάθημα -***

# **Θεματολογία**

- **Στρατηγική σημασία του Χωροταξικού Σχεδιασμού**
- **Βασικοί τύποι χωροταξίας**
- **Ανάλυση της Χωροταξίας job-shop**

# ***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**

- 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 (δεκαετία '90)**
- 5. Επανασχεδιασμός της κουζίνας (δεκαετία '90)**
- 6. Περίπτερο αυτό-εξυπηρέτησης (δεκαετία '90)**
- 7. Σήμερα 3 διαφορετικές αίθουσες (δεκαετία '90)**

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

- **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

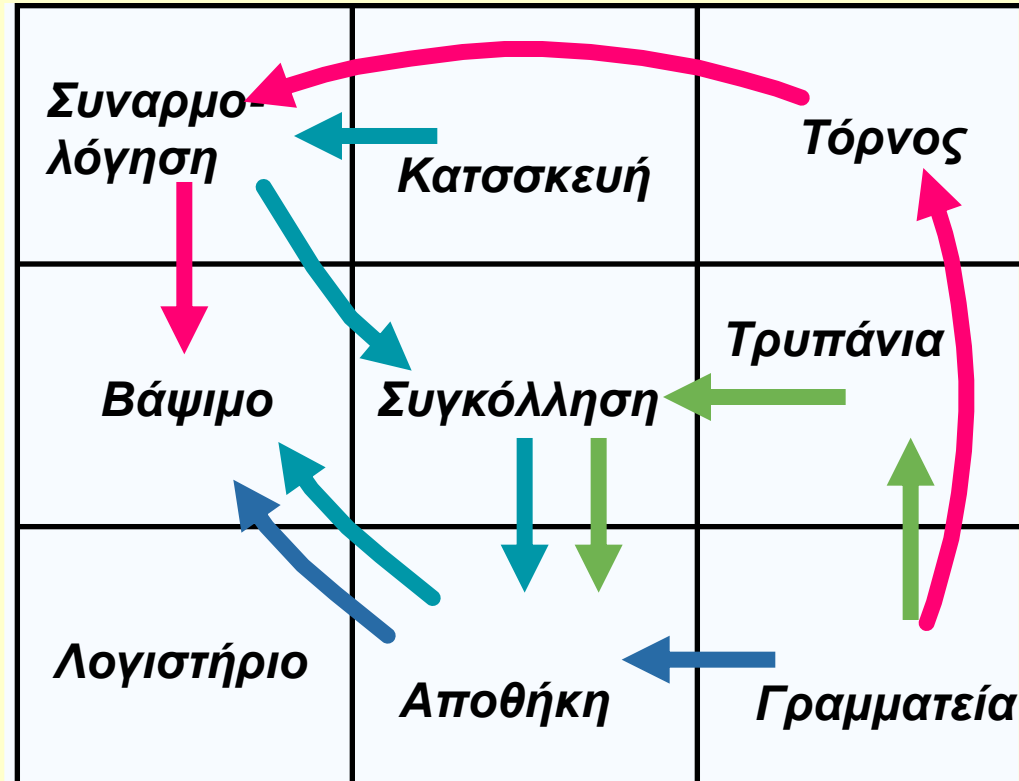
- ☑ *Μεγαλύτερη χρησιμοποίηση των χώρων, του εξοπλισμού και των ανθρώπων*
- ☑ *Βελτίωση της ροής της πληροφορίας, των υλικών, των ανθρώπων*
- ☑ *Βελτίωση των συνθηκών εργασίας*
- ☑ *Βελτίωση της αλληλεπίδρασης πελάτη/εργαζόμενου*

# 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

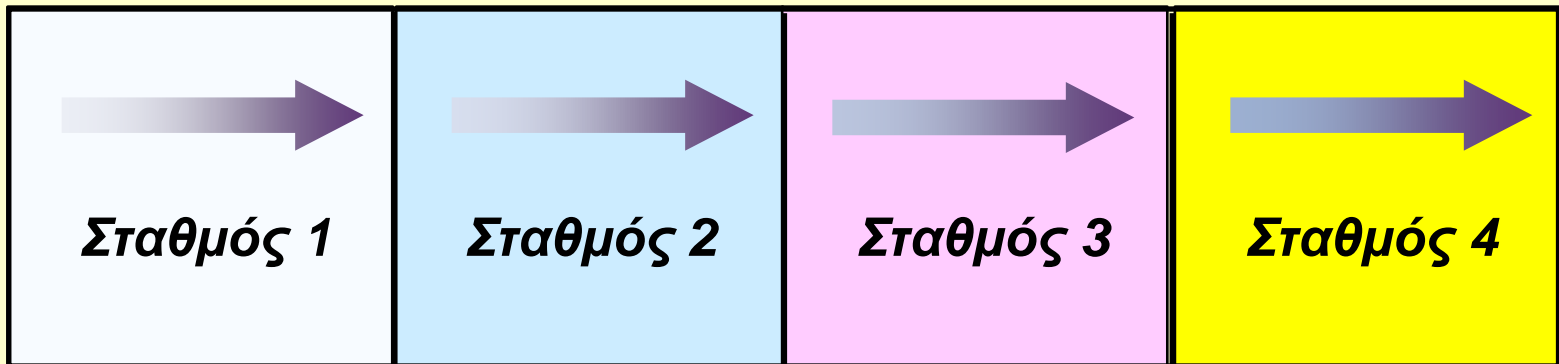
Περίπτωση συστημάτων *job-shop*





# Χωροταξία εστιασμένη στο προϊόν

Περίπτωση γραμμών συναρμολόγησης

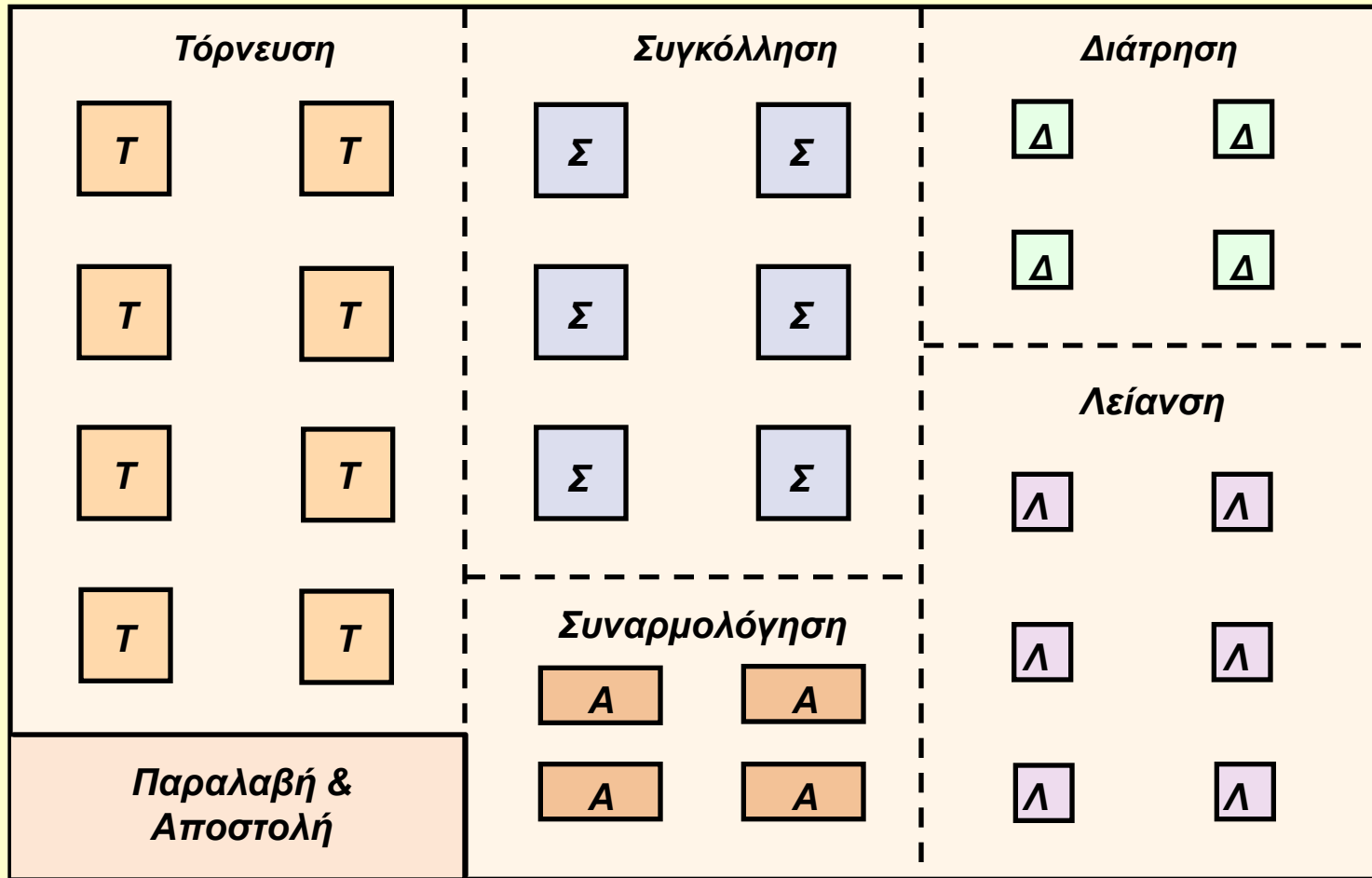


**Ροή παραγωγής:** *Εργασίες προοδευτικής συναρμολόγησης σε κάθε σταθμό μέχρι την κατασκευή του τελικού προϊόντος.*

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

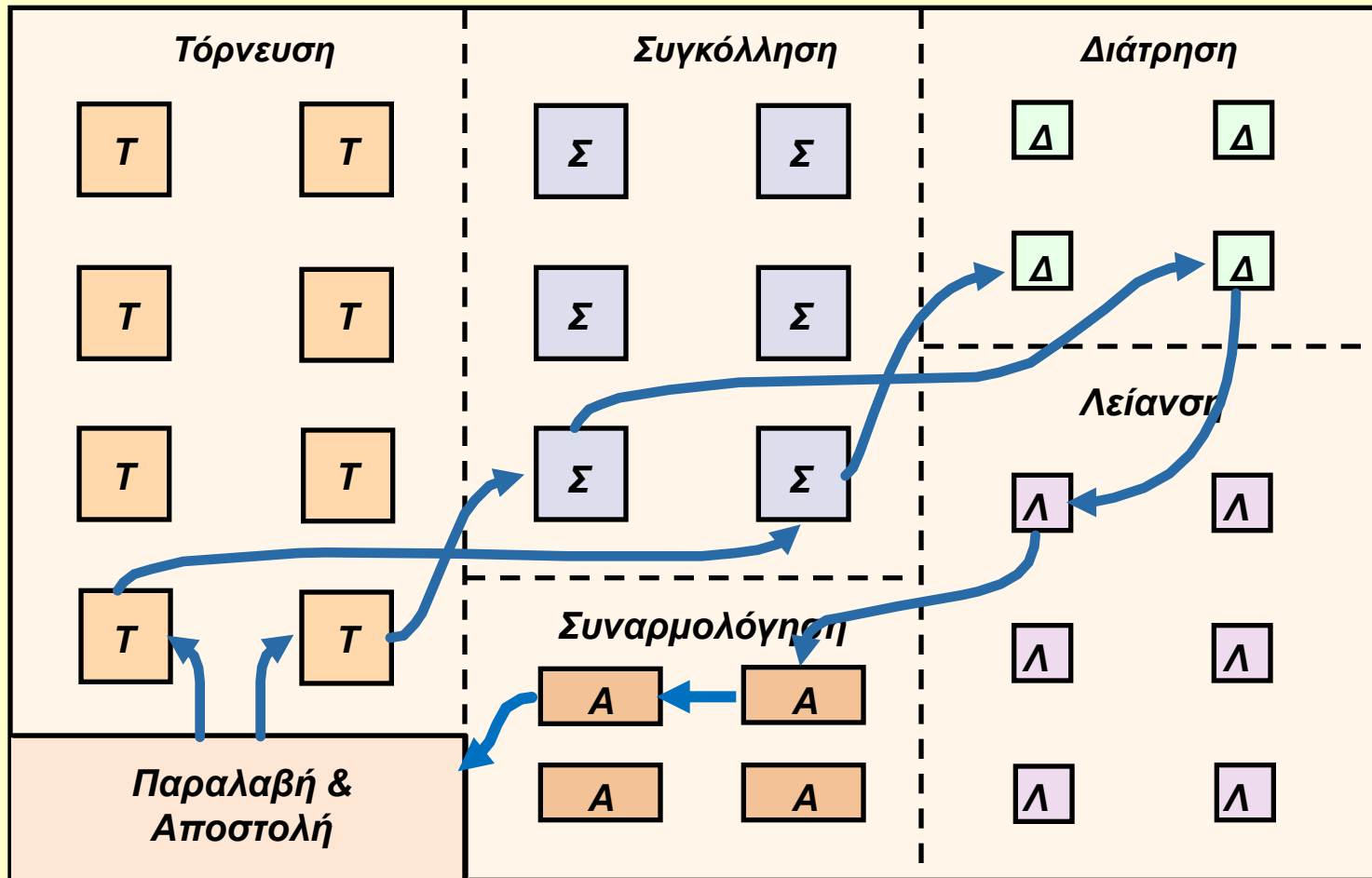
**Χωροταξία οργανωμένη σε  
κύτταρα παραγωγής**

# Group Technology



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

# Group Technology

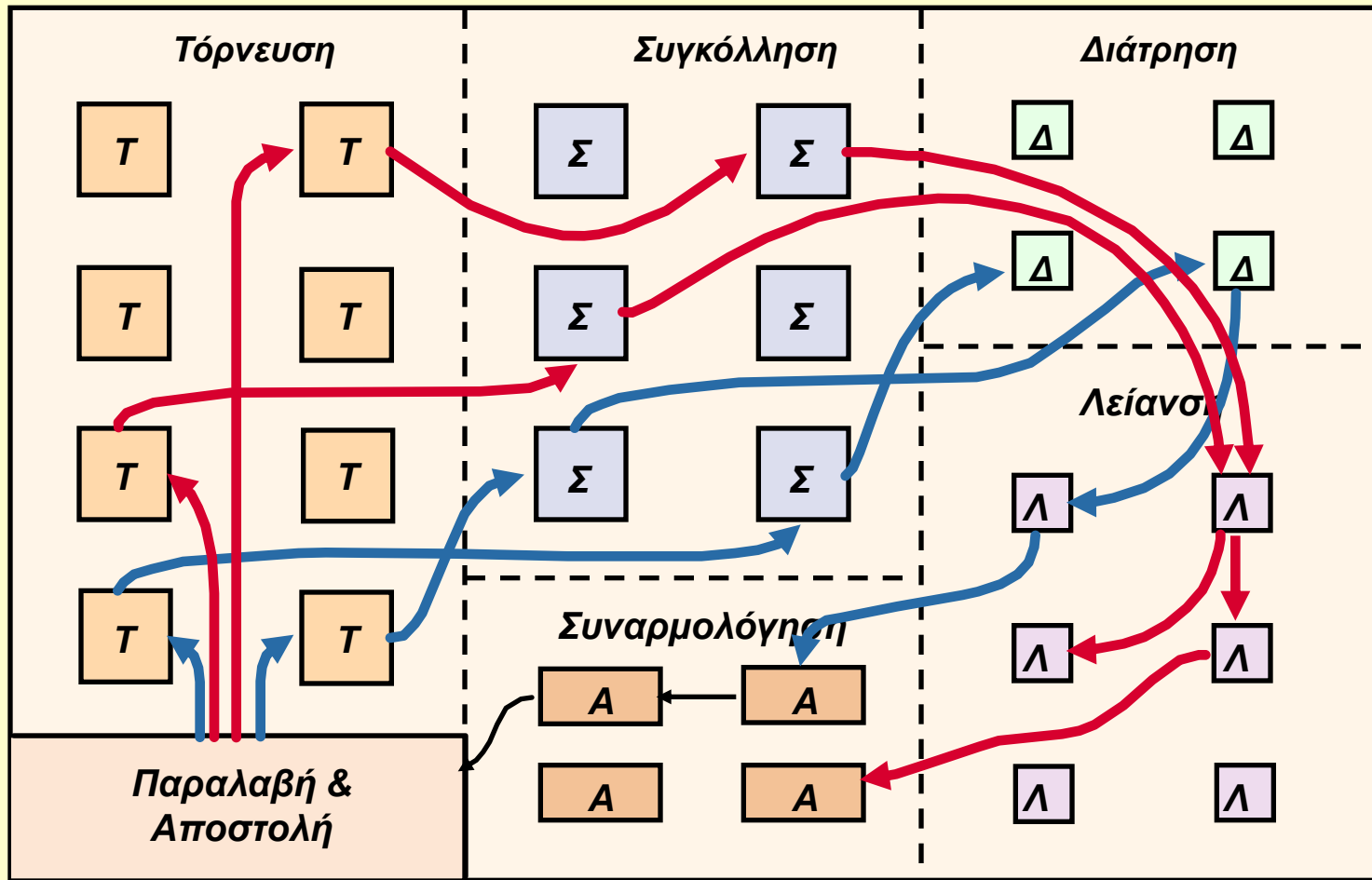


Source: M. Groover. Automation, Production Systems, and Computer-Aided Manufacturing. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1980, pp. 540–541.

# Τόρνος και Τορνευτά αντικείμενα

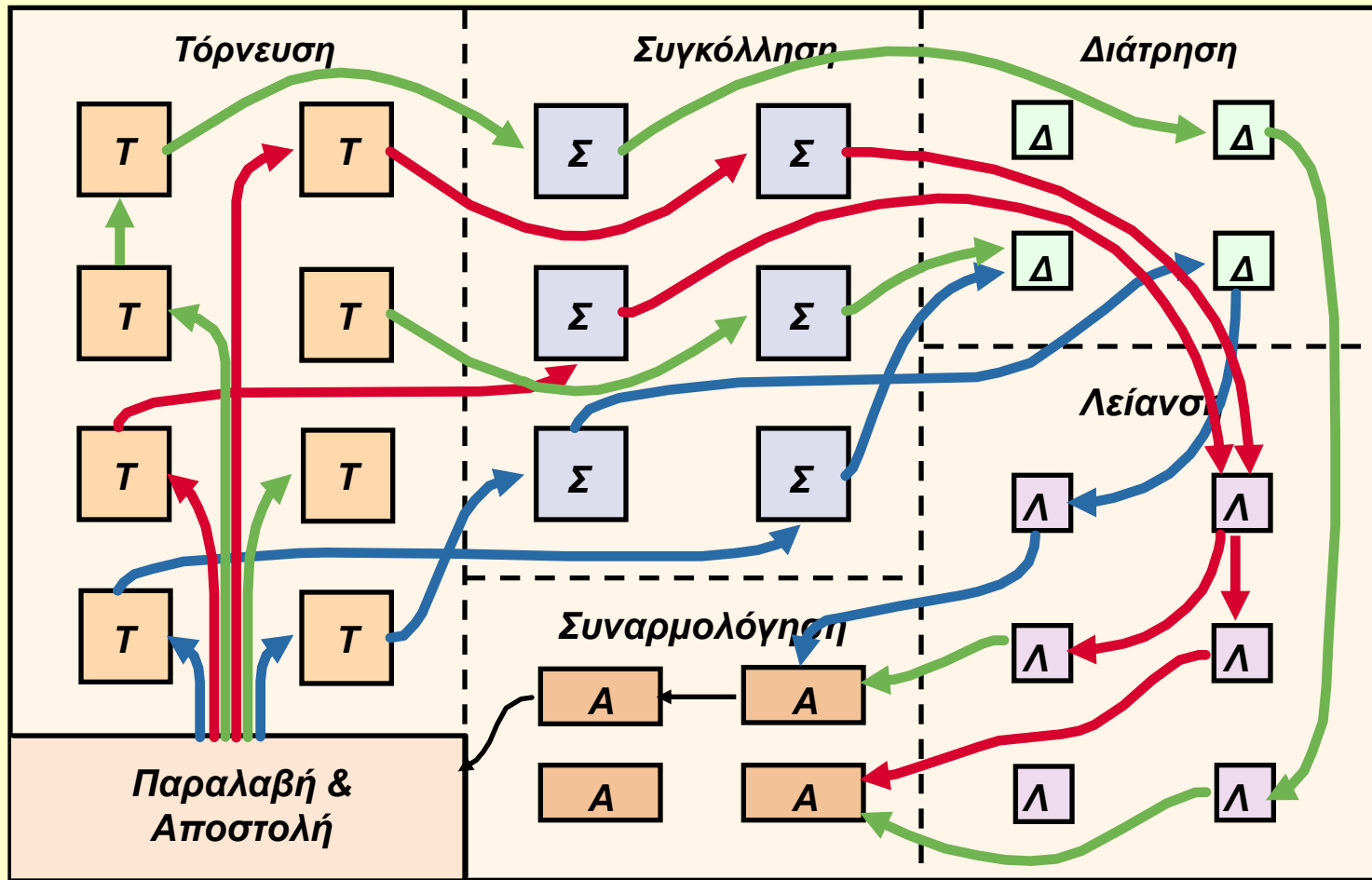


# Group Technology



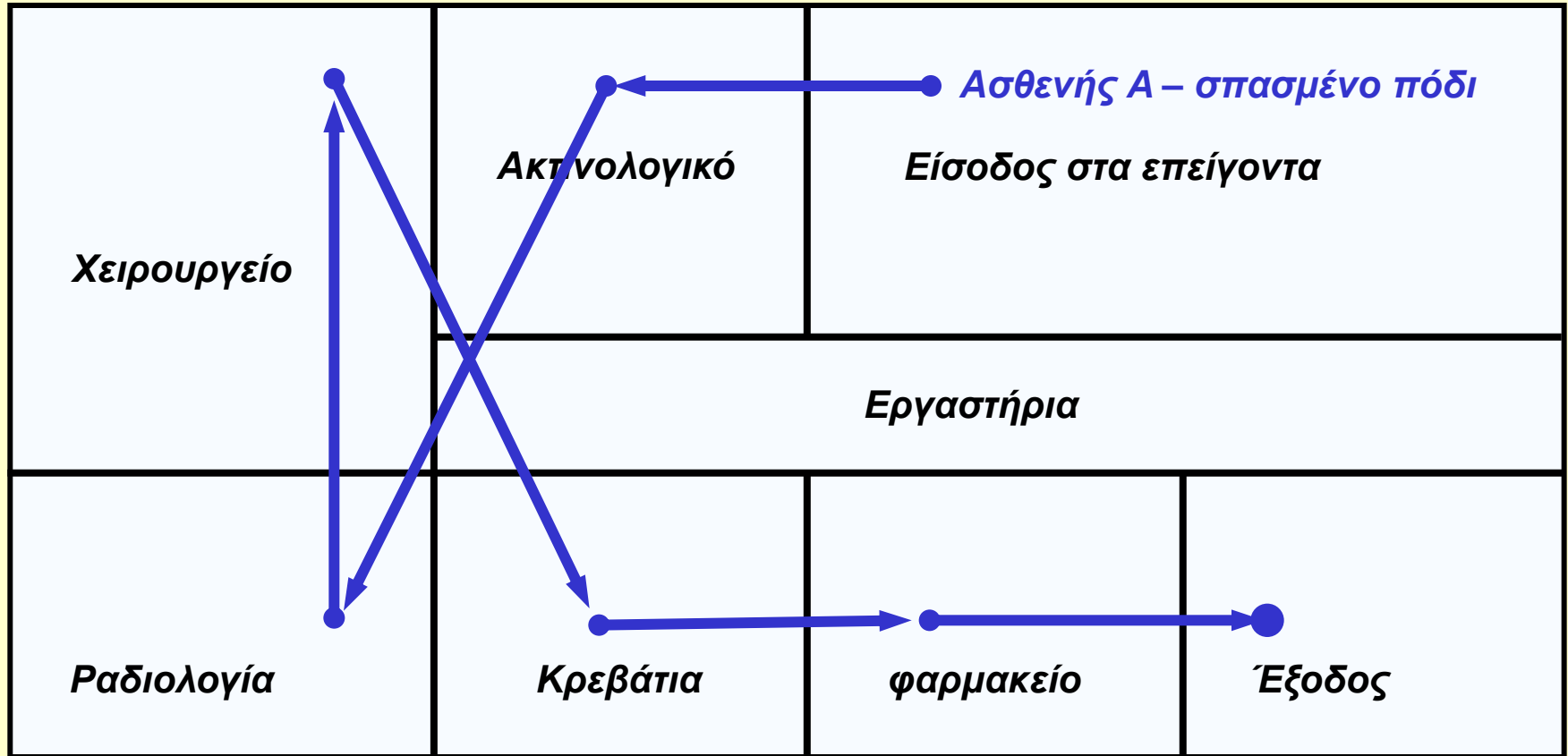
Source: M. Groover. Automation, Production Systems, and Computer-Aided Manufacturing. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1980, pp. 540–541.

# Group Technology



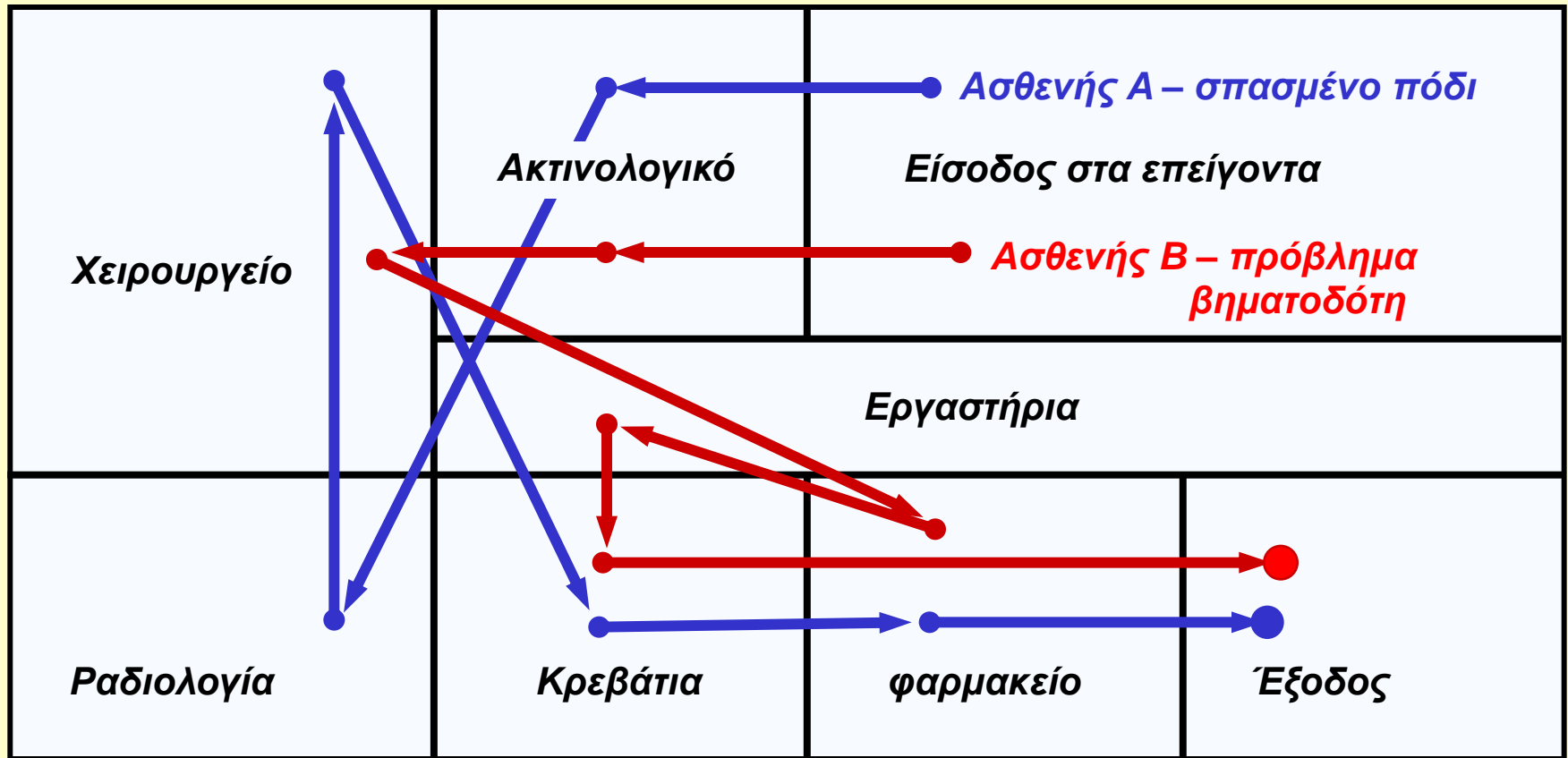
Source: M. Groover. Automation, Production Systems, and Computer-Aided Manufacturing. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1980, pp. 540–541.

# 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 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).

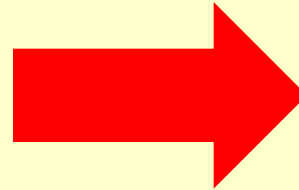
# Πιθανές πληροφορίες διάταξης

(α) Φορτία ανά μέρα

Προς 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 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).

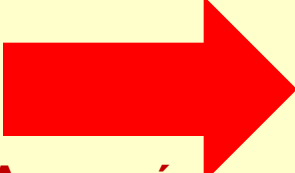
# Πιθανές πληροφορίες διάταξης

(α) Φορτία ανά μέρα

Προς 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 τον πίνακα (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

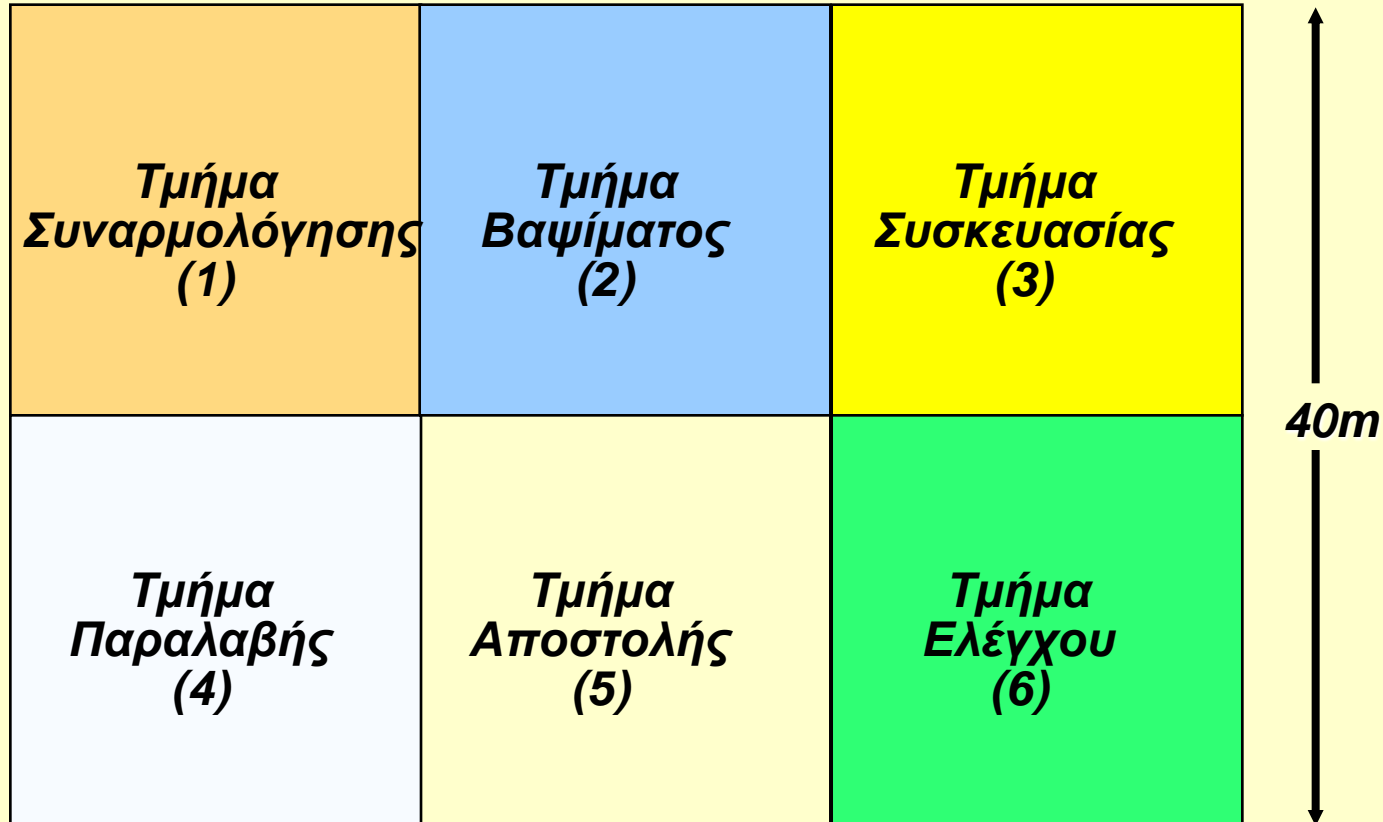
# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

Πλήθος φορτίων ανά βδομάδα

Τμήμα	Συναρμολόγησης (1)	Βαψίματος (2)	Συσκευασίας (3)	Παραλαβής (4)	Αποστολής (5)	Ελέγχου (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



Διπλανά του (1) είναι τα 2, 4, 5

60m

# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

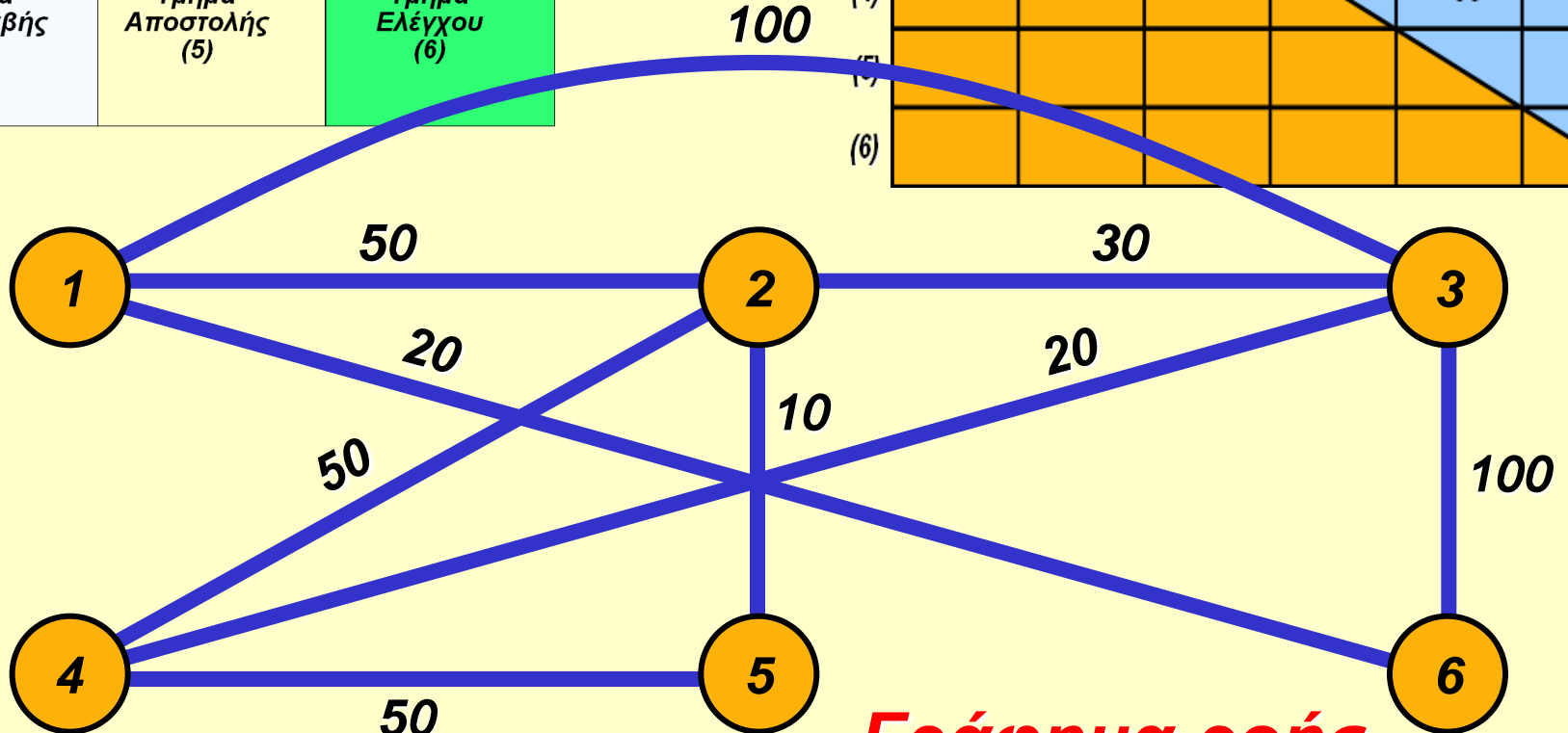
Τμήμα Συναρμολόγησης (1)	Τμήμα Βαψίματος (2)	Τμήμα Συσκευασίας (3)
Τμήμα Παραλαβής (4)	Τμήμα Αποστολής (5)	Τμήμα Ελέγχου (6)

	(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)						



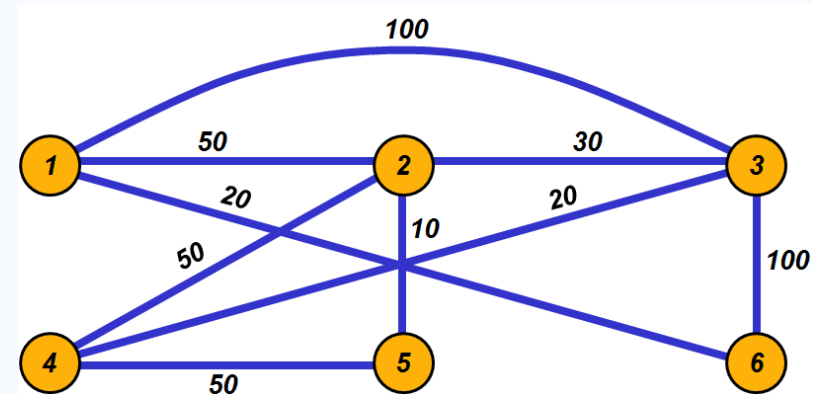
**Γράφημα ροής**

# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

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

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

$$= 570 \text{ €}$$

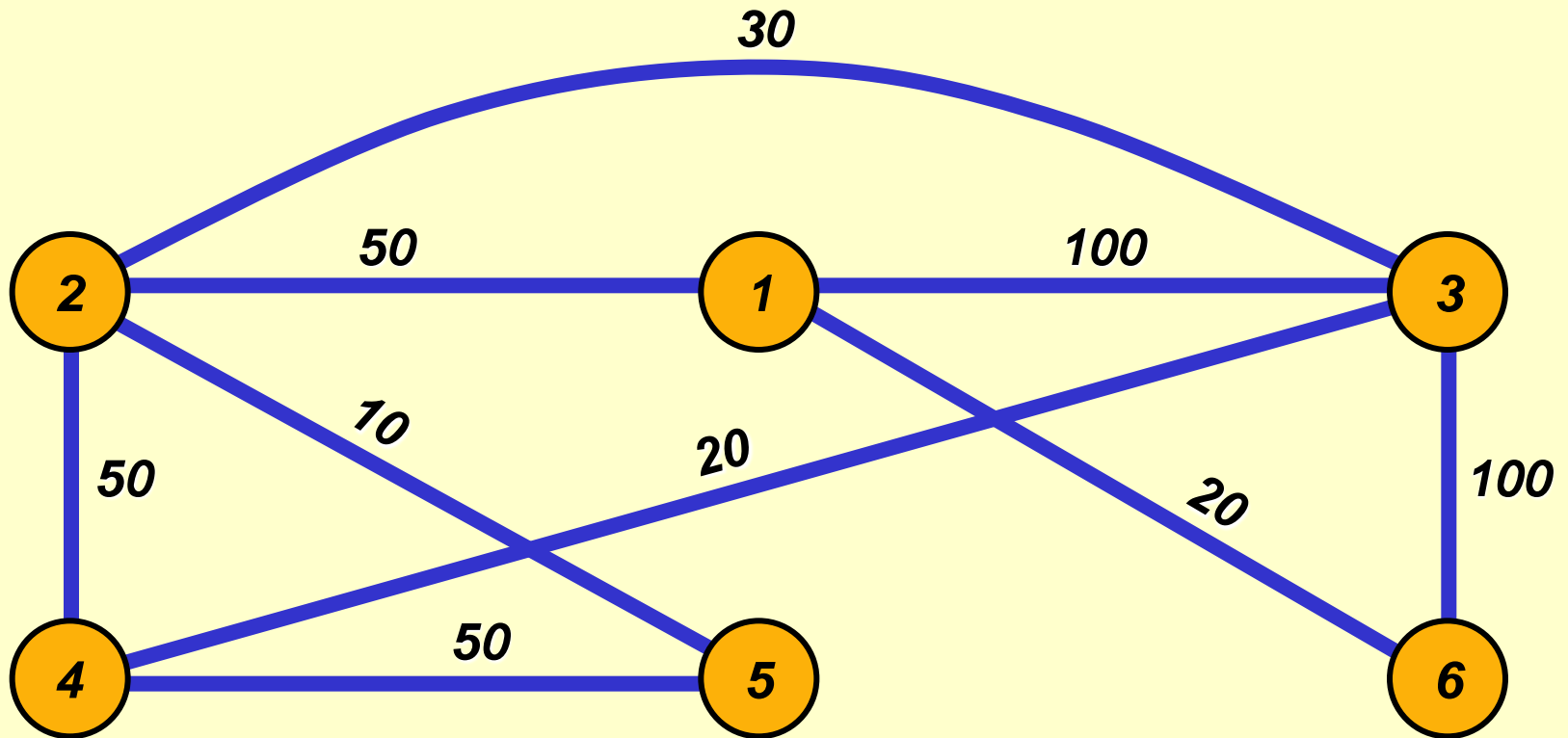


Τμήμα Συναρμολόγησης (1)	Τμήμα Βαψίματος (2)	Τμήμα Συσκευασίας (3)
Τμήμα Παραλαβής (4)	Τμήμα Αποστολής (5)	Τμήμα Ελέγχου (6)

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

# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

Αναθεώρηση γράφου. Νέα πιθανή λύση

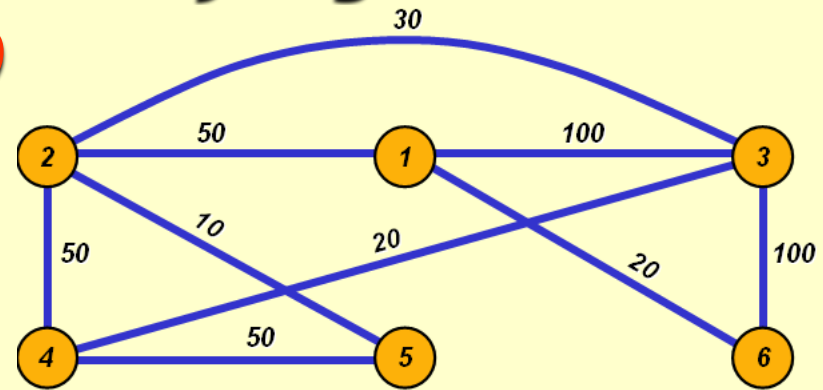


# Παράδειγμα χωροταξίας job-shop

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

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

$$= 480 \text{ €}$$



Η νέα διάταξη είναι οικονομικά πιο συμφέρουσα από την προηγούμενη.

# 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 λογισμικό CRAFT

- Το CRAFT χρησιμοποιεί τον εξής απλό ευρετικό 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  $\text{ΚΟΣΤΟΣ}(Y) < \text{ΚΟΣΤΟΣ}(X)$  τότε θέσε  $X=Y$  και επανάλαβε από το βήμα 3.
  6. Σταμάτα αν η  $X$  δεν μπορεί να βελτιωθεί περισσότερο.



# 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  $j$

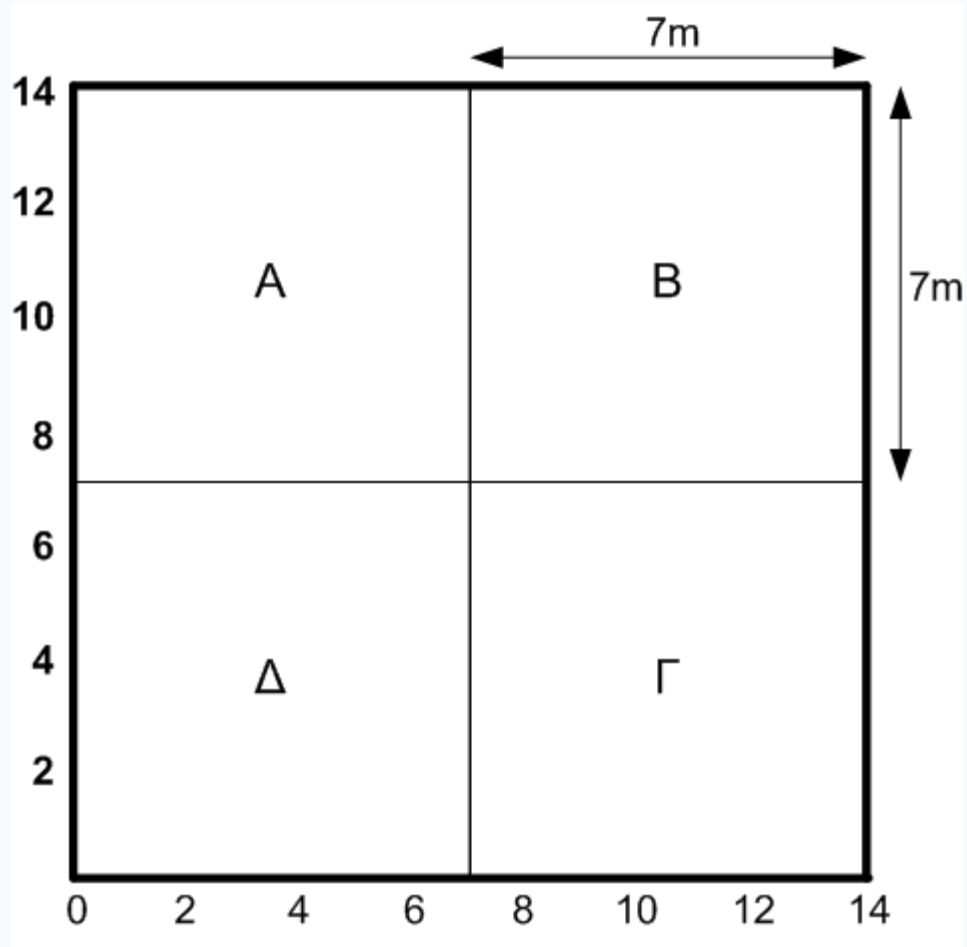
$X_{ij}$  = πλήθος φορτίου που μετακινείται από το τμήμα  $i$  στο  $j$

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

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

# 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:**

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

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

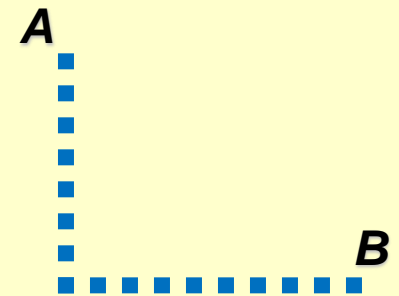
$$(X_\Gamma, Y_\Gamma) = (10.5, 3.5)$$

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

# 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:

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

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

$$= 2695 \text{ €}$$