

Διοίκηση Λειτουργιών

Χωροταξικός Σχεδιασμός - συνέχεια

- 11^ο μάθημα -

Θεματολογία

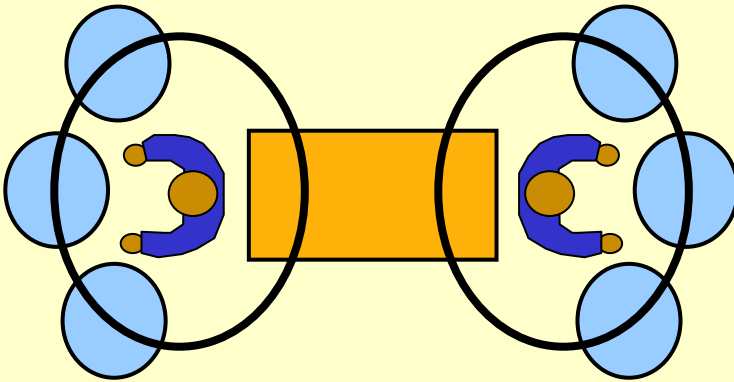
- Χωροταξία κελιών παραγωγής
- Χωροταξία εστιασμένη στο προϊόν
 - Εξισορρόπηση γραμμών συναρμολόγησης

Χωροταξίες κελιών παραγωγής

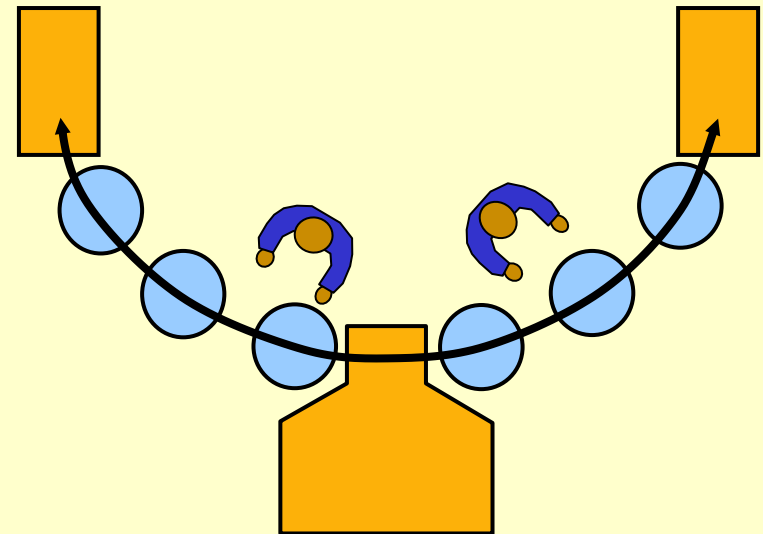
Κύτταρα Παραγωγής

- ☒ ***Οργανώνουν το προσωπικό και τις μηχανές σε ομάδες για την παραγωγή ενός προϊόντος ή οικογένειας παρόμοιων προϊόντων***
- ☒ ***Ο όγκος παραγωγής πρέπει να ικανοποιείται από τη δυναμικότητα (=παραγωγική ικανότητα) των κυττάρων***
- ☒ ***Τα κύτταρα μπορούν να επανασχεδιαστούν με την αλλαγή του όγκου παραγωγής***

Βελτίωση χωροταξίας με χρήση κελιών παραγωγής

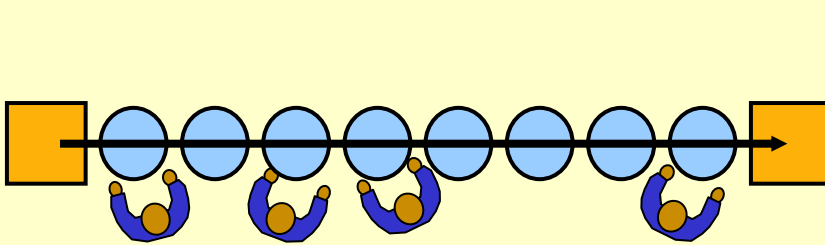


Τρέχουσα διάταξη – εργαζόμενοι σε μικρά κλειστά κελιά. Δεν μπορεί να αυξηθεί η απόδοση αν δεν προστεθεί τρίτος εργαζόμενος και τρίτο σύνολο εξοπλισμού.

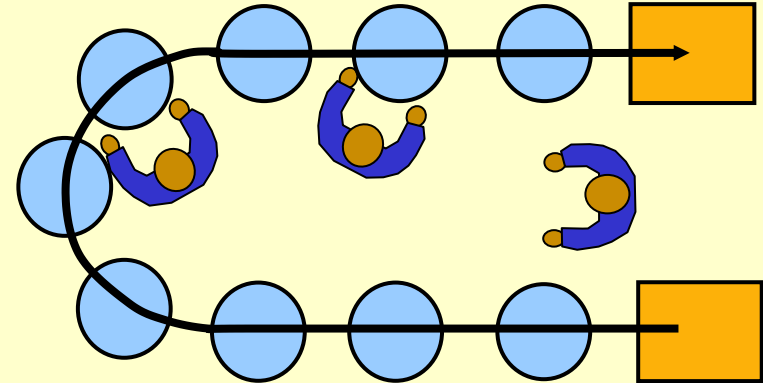


Βελτιωμένη διάταξη – οι εργαζόμενοι μπορούν να βοηθήσουν ο ένας τον άλλο. Αν χρειαστεί επιπλέον έξοδος μπορεί να προστεθεί επιπλέον προσωπικό.

Βελτίωση χωροταξίας με χρήση κελιών παραγωγής



Τρέχουσα διάταξη – οι ευθείες γραμμές δυσκολεύουν την εξισορρόπηση του φορτίου εργασιών. Οι εργασίες μπορεί να μη διανεμηθούν εξίσου σε όλους.



Βελτιωμένη διάταξη – γραμμές παραγωγής σχήματος U (**U shaped**), οι εργαζόμενοι έχουν καλύτερη πρόσβαση. Το αναγκαίο προσωπικό μειώθηκε.

Οι γραμμές-U μπορούν να μειώσουν τις κινήσεις των εργαζομένων και τον αναγκαίο χώρο, αυξάνοντας την επικοινωνία, και τη δυνατότητα εποπτείας όλου του εξοπλισμού.

Χωροταξίες κελιών παραγωγής σε εργοστάσια

Είσοδος: Δυαδικός πίνακας με τις ανάγκες των μηχανών σε υλικά.

		Υλικά						
		1	2	3	4	5	6	7
Μηχανές	1		1			1		
	2	1						1
	3			1	1		1	
	4			1	1		1	
	5	1						1
	6			1	1		1	
	7		1			1		

• Η τιμή '1' στο κελί (i,j)
δηλώνει ότι η μηχανή i
απαιτεί υλικό j.

Χωροταξίες κελιών παραγωγής σε εργοστάσια

Έξοδος: Πίνακας που ορίζει **ομαδοποίηση υλικών** που απαιτούν ίδιες μηχανές.

- Κάθε ομαδοποίηση αντιστοιχεί σε ένα κελί παραγωγής.

	Υλικά						
	1	7	3	4	6	2	5
Μηχανές	2	1	1				
	5	1	1				
	3			1	1	1	
	4			1	1	1	
	6			1	1	1	
	1						1 1
	7						1 1

Χωροταξίες κελιών παραγωγής σε εργοστάσια

- Άλλη μια εικόνα του τι επιδιώκουμε.

		Υλικά									Υλικά						
		1	2	3	4	5	6	7			1	7	3	4	6	2	5
Μηχανές	1		1			1			Μηχανές	2	1	1					
	2	1						1		5	1	1					
	3			1	1		1			3			1	1	1		
	4			1	1		1			4			1	1	1		
	5	1						1		6			1	1	1		
	6			1	1		1			1						1	1
	7		1			1				7						1	1



- Η τιμή '1' στο κελί (i,j) δηλώνει ότι η μηχανή i απαιτεί εξάρτημα j.

Αλγόριθμος ομαδοποίησης για οργάνωση σε κελιά παραγωγής

- **Βήμα 1:** Υπολόγισε τη δεκαδική τιμή που αντιστοιχεί στον δυαδικό αριθμό κάθε γραμμής του πίνακα. Θεώρησε ως περισσότερο σημαντικό ψηφίο (MSB) το ψηφίο της 1^{ης} στήλης.
- **Βήμα 2:** Διάταξε τις γραμμές του πίνακα κατά φθίνουσα σειρά της αξίας τους. Διαχειρίσου τις ισοπαλίες αυθαίρετα. Αν δεν απαιτείται καμιά αναδιάταξη των γραμμών τότε **ΣΤΑΜΑΤΑ**.
- **Βήμα 3:** Υπολόγισε τη δεκαδική τιμή που αντιστοιχεί στον δυαδικό αριθμό κάθε στήλης του πίνακα. Θεώρησε ως MSB το ψηφίο της 1^{ης} γραμμής.
- **Βήμα 4:** Διάταξε τις στήλες του πίνακα κατά φθίνουσα σειρά της αξίας τους. Διαχειρίσου τις ισοπαλίες αυθαίρετα. Αν δεν απαιτείται καμιά αναδιάταξη των στηλών τότε **ΣΤΑΜΑΤΑ**, διαφορετικά πήγαινε στο βήμα 1.

Παράδειγμα αλγορίθμου Clustering

- 7 μηχανές (M_1 - M_7) 6 τύποι εξαρτημάτων (P_1 - P_6)
- Δυαδικός πίνακας απαιτήσεων (π.χ. το εξάρτημα P_1 απαιτεί τις μηχανές M_1 , M_4 , M_6).

		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
$[a_{ij}] =$	P_1	1			1		1	
	P_2		1	1		1		
	P_3				1		1	
	P_4		1	1				
	P_5			1				1
	P_6		1			1		1

Παράδειγμα αλγορίθμου Clustering

- Βήμα 1. Υπολογισμός δυαδικών τιμών κάθε γραμμής.

		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7		
										Δυαδική τιμή
	P_1	1			1		1			74
	P_2		1	1		1				52
$[a_{ij}] =$	P_3				1		1			10
	P_4		1	1						48
	P_5			1				1		17
	P_6		1			1		1		37

Παράδειγμα αλγορίθμου Clustering

- **Βήμα 2 :** Διάταξη των γραμμών βάσει δυαδικής τιμής
- **Βήμα 3:** Υπολογισμός δυαδικών τιμών κάθε στήλης

		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
Δυαδική τιμή		32	28	26	33	20	33	6
	P_1	1			1		1	
	P_2		1	1		1		
$[a_{ij}] =$	P_4		1	1				
	P_6		1			1		1
	P_5			1				1
	P_3				1		1	

Παράδειγμα αλγορίθμου Clustering

- **Βήμα 4: Διάταξη στηλών.**
- **ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ - Βήμα 1. Υπολογισμός δυαδικών τιμών κάθε γραμμής.**

		M_4	M_6	M_1	M_2	M_3	M_5	M_7	
									Δυαδική τιμή
	P_1	1	1	1					112
	P_2				1	1	1		14
$[a_{ij}] =$	P_4				1	1			12
	P_6				1		1	1	11
	P_5					1		1	5
	P_3	1	1						96

Παράδειγμα αλγορίθμου Clustering

- **Βήμα 2 : Διάταξη των γραμμών**
- **Βήμα 3: Υπολογισμός δυαδικών τιμών κάθε στήλης**
- **Βήμα 4: Καμιά αναδιάταξη στηλών - Τέλος αλγορίθμου**

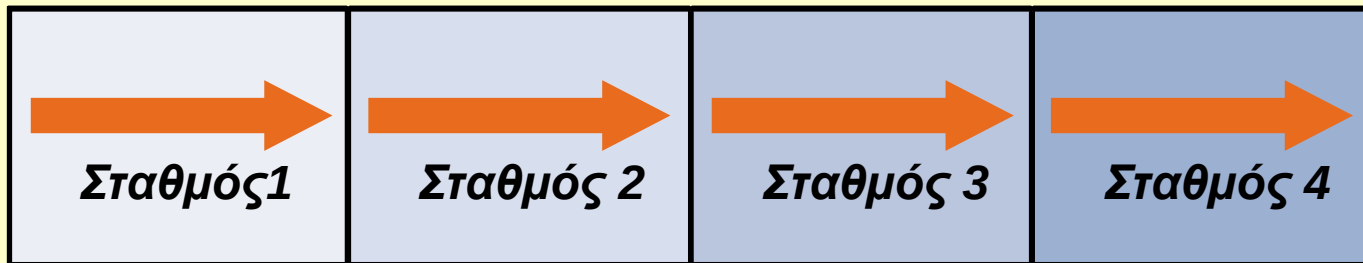
		M_4	M_6	M_1	M_2	M_3	M_5	M_7
Δυαδική τιμή		48	48	32	14	12	10	3
	P_1	1	1	1				
	P_3	1	1					
$[a_{ij}] =$	P_2				1	1	1	
	P_4				1	1		
	P_6				1		1	1
	P_5					1		1

Χωροταξία εστιασμένη στο προϊόν

**Σχεδιασμός βασισμένος στην
εξισορρόπηση των γραμμών
παραγωγής**

Χωροταξία εστιασμένη στο προϊόν

Περίπτωση γραμμών συναρμολόγησης



Βασικός στόχος: Εξισορρόπηση του φόρτου εργασιών μεταξύ των σταθμών.

Εξισορρόπηση γραμμών συναρμολόγησης

- ☑ **Στόχος:** Εξισορρόπηση του φόρτου εργασιών μεταξύ των σταθμών εργασίας ικανοποιώντας τον απαιτούμενο όγκο παραγωγής.
- 1. Υπολόγισε τον χρόνο κύκλου εργασιών (**cycle time**).
- 2. Υπολόγισε τον θεωρητικά ελάχιστο αριθμό των αναγκαίων σταθμών εργασίας.
- 3. Εξισορρόπησε την γραμμή αναθέτοντας συγκεκριμένες εργασίες σε κάθε σταθμό.

Εξισορρόπηση συναρμολόγησης

- ☑ **Στόχος:** Εξισορρόπηση φόρτου εργασιών μεταξύ σταθμών εργασίας ικανών να ανταποκριθούν στον απαιτούμενο όγκο παραγωγής.
- 1. Υπολόγισε τον χρόνο κύκλου εργασιών (**cycle time**).
- 2. Υπολόγισε τον θεωρητικό ελάχιστο αριθμό των αντισταθμιστικών σταθμών εργασίας.
- 3. Εξισορρόπησε την γραμμή παραγωγής αναθέτοντας συγκεκριμένες εργασίες σε κάθε σταθμό.



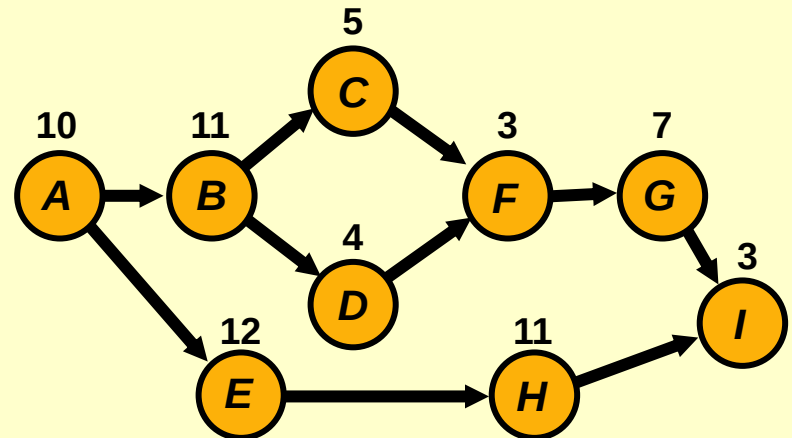
Παράδειγμα εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης

Εργασία	Χρόνος (λεπτά)	Εργασία που πρέπει να προηγηθεί
A	10	—
B	11	A
C	5	B
D	4	B
E	12	A
F	3	C, D
G	7	F
H	11	E
I	3	G, H
Συν. χρόνος	66	

Δηλ. οι B και E
δεν μπορούν να
εκτελεστούν αν
δεν
ολοκληρωθεί
προηγουμένως
η εργασία A

Παράδειγμα εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης

Εργασία	Χρόνος (λεπτά)	Εργασία που πρέπει να προηγηθεί
A	10	—
B	11	A
C	5	B
D	4	B
E	12	A
F	3	C, D
G	7	F
H	11	E
I	3	G, H
Συν. χρόνος	66	



Παράδειγμα εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης

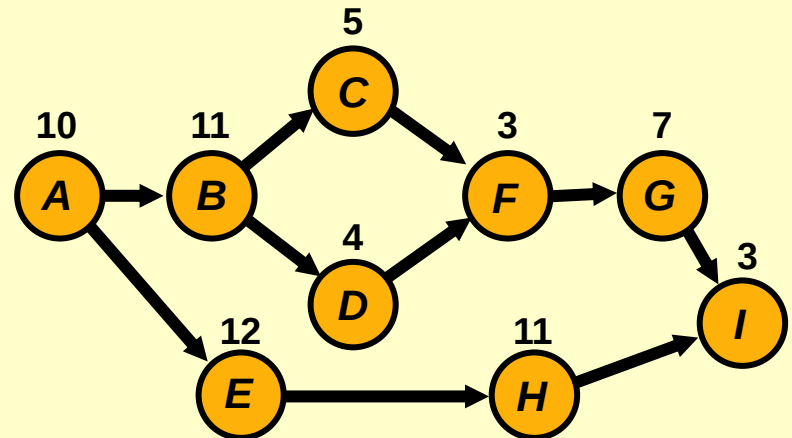
Πρόγραμμα Παραγωγής

Χρόνος παραγωγής = **480** λεπτά ανά μέρα

Όγκος παραγωγής = **40** μονάδες ανά μέρα

Εργασία	Χρόνος (λεπτά)
A	10
B	11
C	5
D	4
E	12
F	3
G	7
H	11
I	3
Συν. χρόνος	66

A
 B
 A
 C, D
 F
 E
 G, H



Παράδειγμα εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης

Εργασία	Χρόνος (λεπτά)
A	10
B	11

Πρόγραμμα Παραγωγής

Χρόνος παραγωγής = **480** λεπτά ανά μέρα

Όγκος παραγωγής = **40** μονάδες ανά μέρα

$$\text{Cycle time} = \frac{\text{Χρόνος Παραγωγής}}{\text{Όγκος Παραγωγής}} = 480 \text{ λεπτά} / 40 \text{ μονάδες} \\ = 12 \text{ λεπτά/μονάδα}$$

$$\text{Ελάχιστος αριθμός σταθμών} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{χρόνος εργασίας } i}{\text{Cycle time}} = 66 / 12 = 5,5 \approx 6$$

δηλαδή θα χρειαστούν τουλάχιστον 6 σταθμοί

Γενικός αλγόριθμος εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης όταν δίδεται ο *cycle time*

1. Ξεκίνα με τον πρώτο σταθμό
2. Επανάλαβε τα πιο κάτω 2 βήματα μέχρι να ανατεθούν σε σταθμούς όλες οι εργασίες:
 - I. Από τις υποψήφιες για ανάθεση εργασίες επίλεξε αυτήν που έχει τη μεγαλύτερη προτεραιότητα και **μπορεί να ανατεθεί** στον σταθμό.
 - II. Αν ο σταθμός "γέμισε" (φορτώθηκε στο μέγιστο) τότε "άνοιξε" νέο σταθμό.

Γενικός αλγόριθμος εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης όταν δίδεται ο *cycle time*

1. Ξεκίνα με τον πρώτο σταθμό
2. Επανάλαβε τα πιο κάτω 2 βήματα μέχρι να ανατεθούν σε σταθμούς όλες οι εργασίες:
 - I. Από τις υποψήφιες για ανάθεση εργασίες επίλεξε αυτήν που έχει τη μεγαλύτερη προτεραιότητα και **μπορεί να ανατεθεί** στον σταθμό.
 - II. Αν ο σταθμός "γέμισε" (φορτώθηκε στο μέγιστο) τότε "άνοιξε" νέο σταθμό.

- Κάθε σταθμός της γραμμής λειτουργεί για χρόνο ίσο με τον *cycle time*.
- Αυτό σημαίνει ότι το άθροισμα των χρόνων των εργασιών που θα ανατεθούν στον κάθε σταθμό δεν μπορεί να υπερβαίνει τον *cycle time*.

Ευρετικοί κανόνες καθορισμού προτεραιότητας στις εργασίες

1. Longest task time (**LTT**)

Επίλεξε την εργασία με τον μεγαλύτερο χρόνο επεξεργασίας

2. Shortest task time (**STT**)

Επίλεξε την εργασία με τον μικρότερο χρόνο επεξεργασίας

3. Most following tasks (**MFT**)

Επίλεξε την εργασία που προηγείται πιο πολλών εργασιών στο δίκτυο εργασιών

4. Least number of following tasks (**LFT**)

Επίλεξε την εργασία που προηγείται πιο λίγων εργασιών στο δίκτυο εργασιών

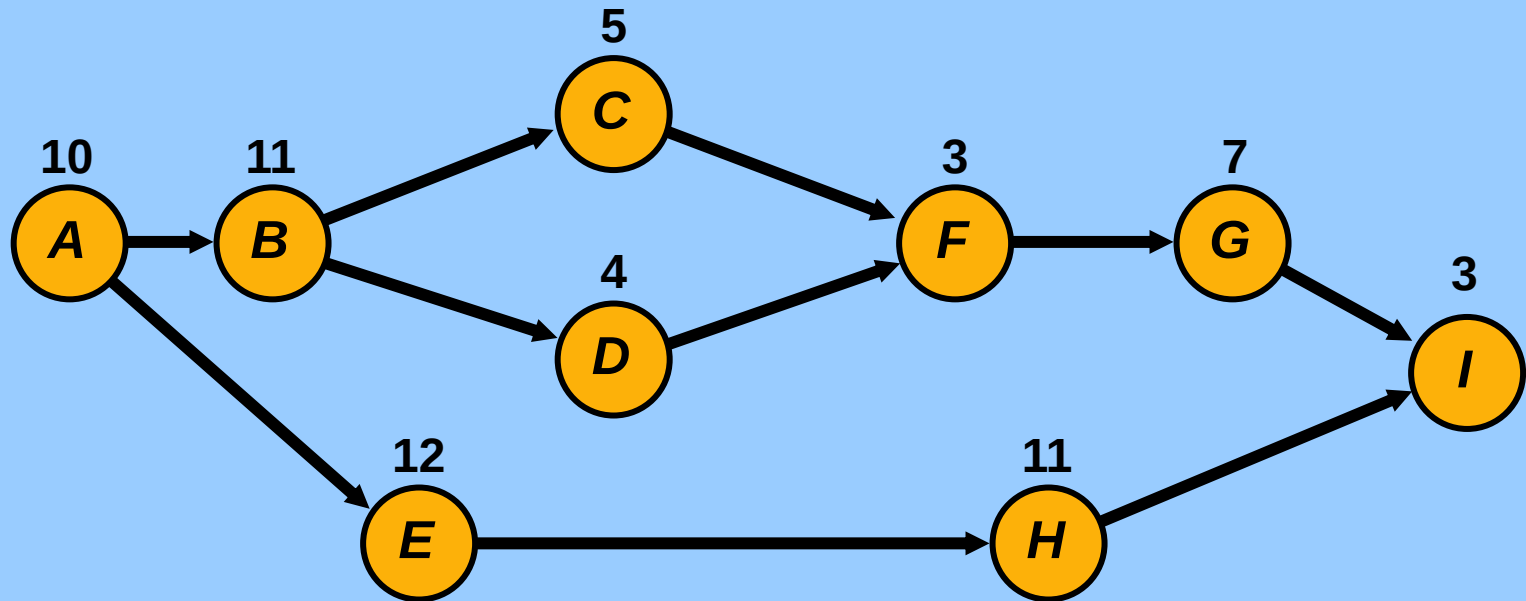
6. First-Come-First-Served (**FCFS**)

Επίλεξε την εργασία με τη μικρότερη ετικέτα (αριθμός εργασίας)

Παράδειγμα εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης

Να εξισορροπηθεί η γραμμή με βάση τον κανόνα **MFT**. Σε περίπτωση ισοπαλίας να εφαρμόζεται ο κανόνας **LTT**.

Περιορισμοί: (1) Σχέσεις προήγησης μεταξύ των εργασιών. (2) Ο χρόνος κάθε σταθμού δεν μπορεί να ξεπερνά τον *χρόνο κύκλου εργασιών*.



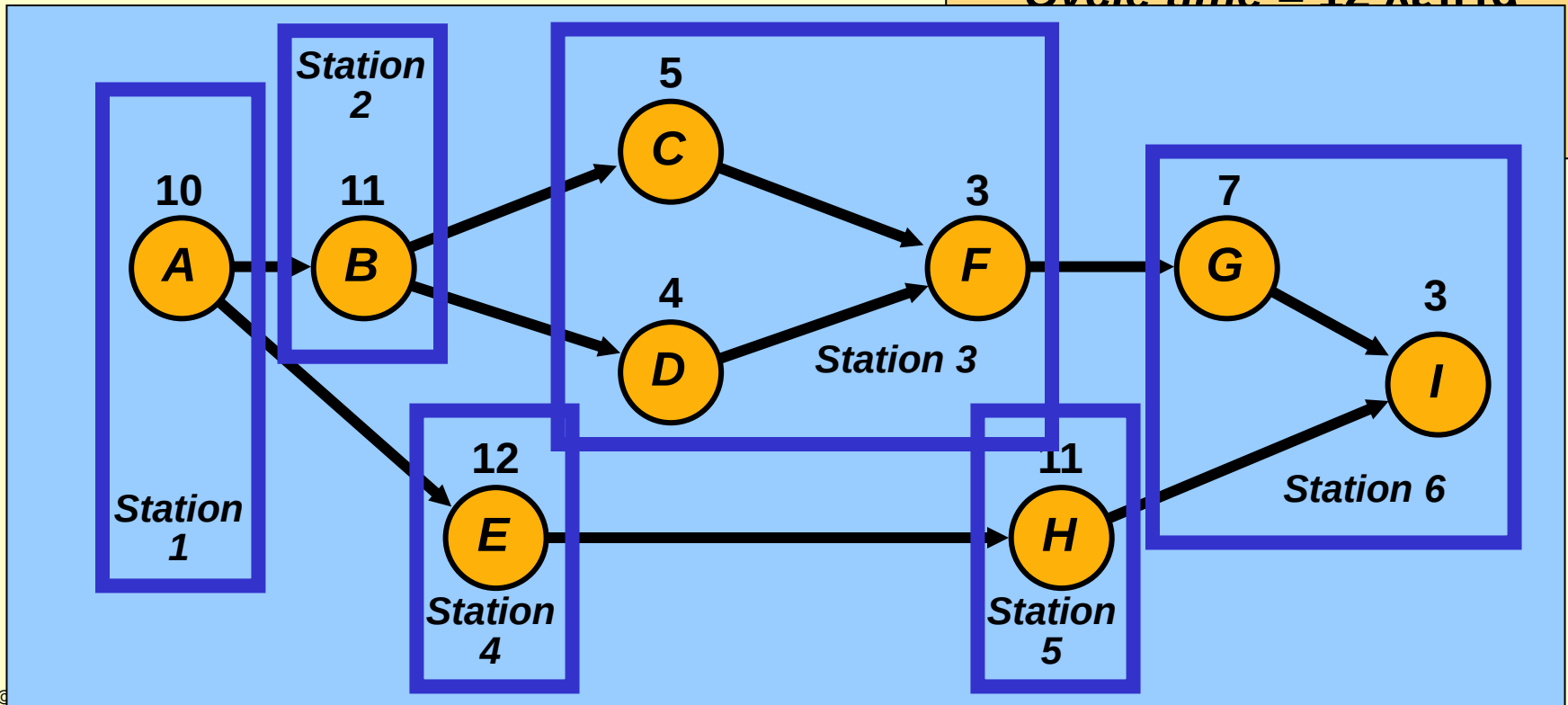
Παράδειγμα εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης

Εργασία	Χρόνος (λεπτά)	Εργασία που πρέπει να προηγηθεί
A	10	—

480 Διαθέσιμα λεπτά
ανά μέρα

40 Απαιτούμενες
μονάδες

Cycle time = 12 λεπτά



Παράδειγμα εξισορρόπησης γραμμών συναρμολόγησης

Εργασία	Χρόνος (λεπτά)	Εργασία που πρέπει να προηγηθεί
A	10	—
B	11	A
C	5	B
D	4	B
E	12	A

480 Διαθέσιμα λεπτά ανά μέρα

40 Απαιτούμενες μονάδες

Cycle time = 12 λεπτά

Ελάχιστος αριθμός σταθμών = 5,5 ή 6

$$\begin{aligned}
 \text{Αποδοτικότητα} &= \frac{\sum \text{χρόνων εργασιών}}{(\text{αριθμός σταθμών}) \times (\text{cycle time})} \\
 &= 66 \text{ λεπτά} / [(6 \text{ σταθμοί}) \times (12 \text{ λεπτά})] \\
 &= 91,7\%
 \end{aligned}$$