

## Παραδείγματα (V)

Τα χρονικά και οικονομικά δεδομένα ενός έργου φαίνονται στον πίνακα 1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά στοιχεία έργου

Δραστηριότητα	Αμέσως προηγούμενη	Διάρκεια (ημέρες)	Μέγεθος συνεργείου	Άμεσο κόστος (κανονική διάρκεια)	Ελάχιστη διάρκεια (ημέρες)	Πρόσθετο κόστος ανά ημέρα συντόμευσης
A	-	3	2	300	2	150
B	A	6	3	720	4	100
Γ	A	7	2	700	3	200
Δ	B	1	4	400	1	-
Ε	B	3	2	300	2	150

### Παράδειγμα 1

- Σχεδιάστε το κομβικό δικτυωτό γράφημα και υπολογίστε τα μεγέθη του χρονικού προγραμματισμού (ενωρίτερη-βραδύτερη έναρξη και ολικό περιθώριο των δραστηριοτήτων, κρίσιμη διαδρομή)
- Σχεδιάστε το ευθύγραμμο γράφημα Gantt που αντιστοιχεί στην ενωρίτερη έναρξη των δραστηριοτήτων και υπολογίστε την ημερήσια απαίτηση σε προσωπικό.
- Σχεδιάστε το διάγραμμα κατανομής προσωπικού για την περίπτωση της ενωρίτερης έναρξης των δραστηριοτήτων.

### Παράδειγμα 2

- Εξομαλύνετε το διάγραμμα κατανομής προσωπικού κατά το δυνατόν χωρίς να αυξηθεί η διάρκεια του έργου.
- Υποθέστε ότι διατίθενται συνολικά για το έργο 5 εργάτες ανά ημέρα και οι εργάτες μπορούν να εκτελέσουν οποιαδήποτε εργασία.
  - Αν οι εργασίες του έργου δεν μπορούν να εκτελεστούν τμηματικά ούτε μπορούν να εκτελεστούν με λιγότερους ή περισσότερους εργάτες από αυτούς που δίνει ο πίνακας 1, αναπρογραμματίσετε το έργο ώστε αυτό να υλοποιηθεί με την ελάχιστη δυνατή διάρκεια.
  - Αν οι εργασίες του έργου δεν μπορούν να εκτελεστούν τμηματικά, αλλά μπορούν να εκτελεστούν με μικρότερο/μεγαλύτερο αριθμό εργατών με την προϋπόθεση να αυξηθεί/μειωθεί ανάλογα η διάρκεια των (ώστε ο συνολικός αριθμός εργατο-ημερών να παραμείνει σταθερός για κάθε εργασία), αναπρογραμματίσετε το έργο ώστε αυτό να υλοποιηθεί με την ελάχιστη δυνατή διάρκεια.

### **Παράδειγμα 3**

(α) Υπολογίστε (σε ευθύγραμμο γράφημα) την ημερήσια και την αθροιστική κατανομή του άμεσου κόστους του έργου για τις περιπτώσεις της ενωρίτερης και της βραδύτερης έναρξης των δραστηριοτήτων.

(β) Σχεδιάστε την ημερήσια και την αθροιστική κατανομή (καμπύλη *S*) του άμεσου κόστους του έργου για τις περιπτώσεις της ενωρίτερης και της βραδύτερης έναρξης των δραστηριοτήτων.

*Υποθέστε κανονικές συνθήκες εργασίας και ομοιόμορφη κατανομή του κόστους κάθε εργασίας στη διάρκεια της.*

### **Παράδειγμα 4**

(α) Ακολουθώντας τη διαδικασία βέλτιστης επιτάχυνσης ενός έργου, σχεδιάστε το διάγραμμα άμεσου κόστους - διάρκειας του έργου.

(β) Ποια είναι η ελάχιστη διάρκεια εκτέλεσης του έργου;

(γ) Ποια ή ποιες δραστηριότητες δεν επιτρέπουν περαιτέρω μείωση της διάρκειας;

(δ) Υπολογίστε τη βέλτιστη διάρκεια του έργου στην περίπτωση που καταβάλλεται, επιπλέον του κόστους των εργασιών, ποσό 140 μονάδων ανά ημέρα (για όσο διάστημα εκτελείται το έργο) για τη διοίκηση του έργου από ειδικούς συμβούλους.

### **Παράδειγμα 5**

Το έργο έχει υλοποιηθεί εν μέρει και τα αποτελέσματα της παρακολούθησης της προόδου του έργου στο τέλος της 5<sup>ης</sup> ημέρας φαίνονται στον Πίνακα 2.

Να γίνει ο έλεγχος προόδου του έργου.

Πίνακας 2. Στοιχεία ελέγχου του έργου

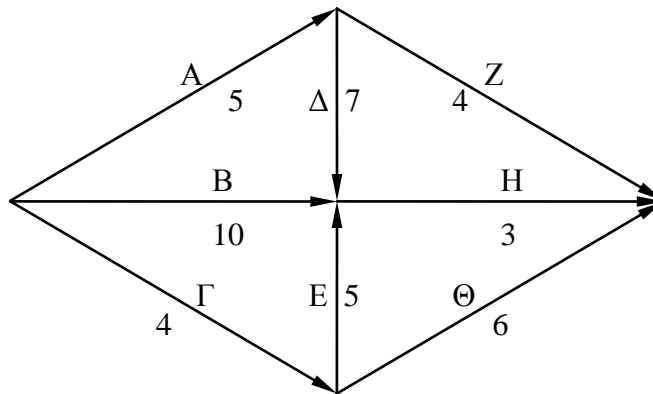
Δραστηριότητα	Έναρξη (ημέρα)	Πέρασ (ημέρα)	Ποσοστό ολοκλήρωσης	Πραγματικό κόστος ανά ημέρα
A	1	4	100%	80
B	4	-	30%	120
Γ	5	-	20%	140
Δ	-	-	0%	-
Ε	-	-	0%	-

## Ασκήσεις (V)

1. Σε ένα έργο, το τοξωτό δικτυωτό γράφημα του οποίου φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (με τους χαρακτήρες να δηλώνουν εργασίες και τους αριθμούς διάρκειες), η εκτέλεση κάθε εργασίας απαιτεί την απασχόληση δύο εργατών καθ' όλη τη διάρκεια της. Όλοι οι εργάτες μπορούν να εκτελέσουν οποιαδήποτε από τις εργασίες του έργου. Καμία εργασία δεν μπορεί να εκτελεστεί τμηματικά.

- i. Σχεδιάστε το κομβικό δικτυωτό γράφημα του έργου.
- ii. Σχεδιάστε το διάγραμμα Gantt του έργου που αντιστοιχεί στις ενωρίτερες ενάρξεις των εργασιών.
- iii. Σχεδιάστε το διάγραμμα κατανομής εργατών αν όλες οι εργασίες ξεκινούν στον ενωρίτερο χρόνο έναρξης τους.
- iv. Θεωρήστε ότι ο συνολικός αριθμός διαθέσιμων εργατών είναι 4. Εξομαλύνετε το διάγραμμα κατανομής εργατών ώστε να μην υπάρχει πουθενά υπέρβαση του διαθέσιμου αριθμού εργατών και η διάρκεια του έργου να είναι η ελάχιστη δυνατή. Να αναλυθούν δύο ανεξάρτητες περιπτώσεις:
  - (α) Δεν είναι δυνατή η αλλαγή διάρκειας και αριθμού πόρων σε καμία εργασία.
  - (β) Είναι δυνατή η αλλαγή της διάρκειας κάθε εργασίας σε ένα λογικό εύρος διακύμανσης περί την δοθείσα τιμή (π.χ., από -50% ως +100%) με αντιστρόφως ανάλογη προσαρμογή του αριθμού των πόρων ανά περίοδο ώστε ο συνολικός αριθμός εργατο-ημερών να παραμένει σταθερός για κάθε εργασία (επίσης να θεωρηθούν μόνο εναλλακτικές λύσεις με ακέραιες τιμές διάρκειας και αριθμού πόρων ανά ημέρα).

Σε καθεμία από τις ερωτήσεις δείξτε καθαρά τη χρονική θέση κάθε δραστηριότητας στα διαγράμματα σας.



2. Τα χρονικά και οικονομικά δεδομένα ενός έργου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Δραστηριότητα	Αμέσως προηγούμενες	Διάρκεια (εβδομάδες)	Άμεσο κόστος (κανονική διάρκεια)	Ελάχιστη διάρκεια (εβδομάδες)	Πρόσθετο κόστος ανά εβδομάδα συντόμευσης
A	-	4	1920	2	100
B	-	5	1700	3	150
Γ	-	3	900	1	200
Δ	A	2	800	2	-
E	A	7	1680	5	100
Z	B, Γ, Δ	7	2800	4	200
H	Γ	9	1440	6	150

- (α) Σχεδιάστε το κομβικό δικτυωτό γράφημα του έργου και το διάγραμμα Gantt του έργου που αντιστοιχεί στις ενωρίτερες ενάρξεις των εργασιών.
- (β) Υπολογίστε οι αθροιστικές κατανομές άμεσου κόστους του έργου που αντιστοιχούν στην ενωρίτερη και στη βραδύτερη έναρξη των εργασιών. Γίνεται η παραδοχή ότι το κόστος κάθε εργασίας κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη τη διάρκεια της.
- (γ) Ακολουθώντας τη διαδικασία βέλτιστης επιτάχυνσης ενός έργου, σχεδιάστε το διάγραμμα άμεσου κόστους ως συνάρτηση της διάρκειας του έργου. Ποια είναι η ελάχιστη διάρκεια εκτέλεσης του έργου;

3. Στο έργο της παραπάνω Άσκησης 2 έγινε παρακολούθηση της προόδου στο τέλος της 5ης εβδομάδας και προέκυψαν τα παρακάτω στοιχεία:

- Η εργασία A έχει ολοκληρωθεί με κόστος 2210 μονάδες.
- Η εργασία B έχει εκτελεστεί σε ποσοστό 80% κι έχει δαπανηθεί ποσό 1290 μονάδων.
- Η εργασία Γ έχει ολοκληρωθεί με κόστος 1260 μονάδες.
- Η εργασία Δ έχει εκτελεστεί σε ποσοστό 50% κι έχει δαπανηθεί ποσό 480 μονάδων.
- Η εργασία H έχει εκτελεστεί σε ποσοστό 25% κι έχει δαπανηθεί ποσό 390 μονάδων.
- Οι εργασίες E και Z δεν έχουν αρχίσει ακόμα.

Να γίνει ο έλεγχος της προόδου του έργου.

## Λύσεις παραδειγμάτων

Τα χρονικά και οικονομικά δεδομένα ενός έργου φαίνονται στον πίνακα 1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά στοιχεία έργου

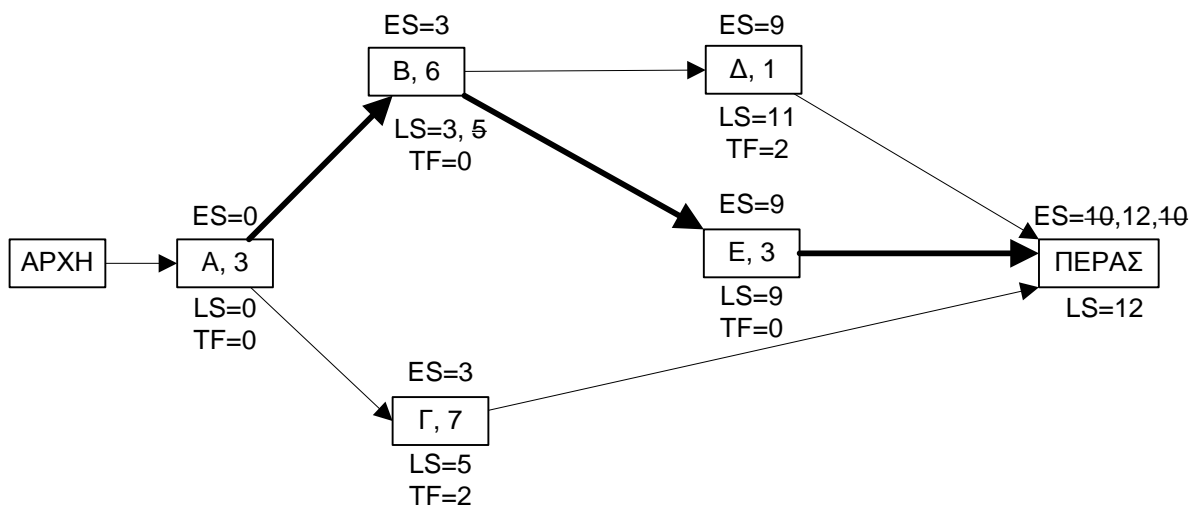
Δραστηριότητα	Αμέσως προηγούμενη	Διάρκεια (ημέρες)	Μέγεθος συνεργείου	Άμεσο κόστος (κανονική διάρκεια)	Ελάχιστη διάρκεια (ημέρες)	Πρόσθετο κόστος ανά ημέρα συντόμευσης
A	-	3	2	300	2	150
B	A	6	3	720	4	100
Γ	A	7	2	700	3	200
Δ	B	1	4	400	1	-
Ε	B	3	2	300	2	150

### Παράδειγμα 1

- (α) Σχεδιάστε το κομβικό δικτυωτό γράφημα και υπολογίστε τα μεγέθη του χρονικού προγραμματισμού (ενωρίτερη-βραδύτερη έναρξη και ολικό περιθώριο των δραστηριοτήτων, κρίσιμη διαδρομή)
- (β) Σχεδιάστε το ευθύγραμμο γράφημα Gantt που αντιστοιχεί στην ενωρίτερη έναρξη των δραστηριοτήτων και υπολογίστε την ημερήσια απαίτηση σε προσωπικό.
- (γ) Σχεδιάστε το διάγραμμα κατανομής προσωπικού για την περίπτωση της ενωρίτερης έναρξης των δραστηριοτήτων.

Απάντηση:

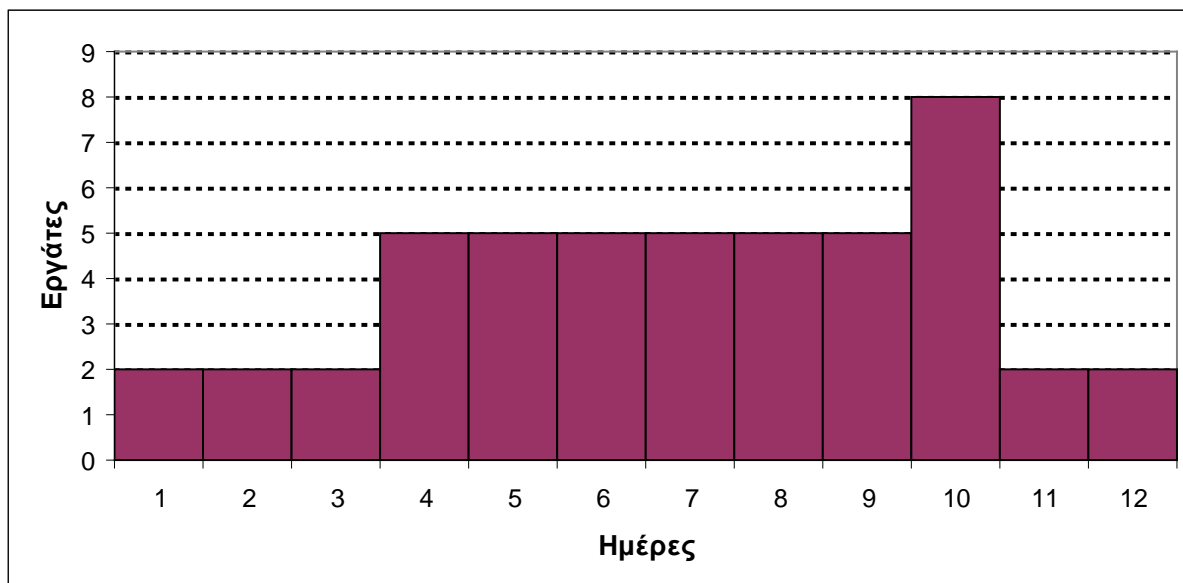
(α)



(β)

Εργασία	Χρόνος (ημέρες)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	2	2	2									
B				3	3	3	3	3	3			
Γ				2	2	2	2	2	2	2		
Δ										4		
E										2	2	2
Εργάτες	2	2	2	5	5	5	5	5	5	8	2	2

(γ)



Συνολικός αριθμός εργατοημερών: 48

Μέσος απαιτούμενος αριθμός εργατών ανά ημέρα:  $48/12=4$

Βαθμός χρησιμοποίησης πόρων:  $4/8=0.50$

## Παράδειγμα 2

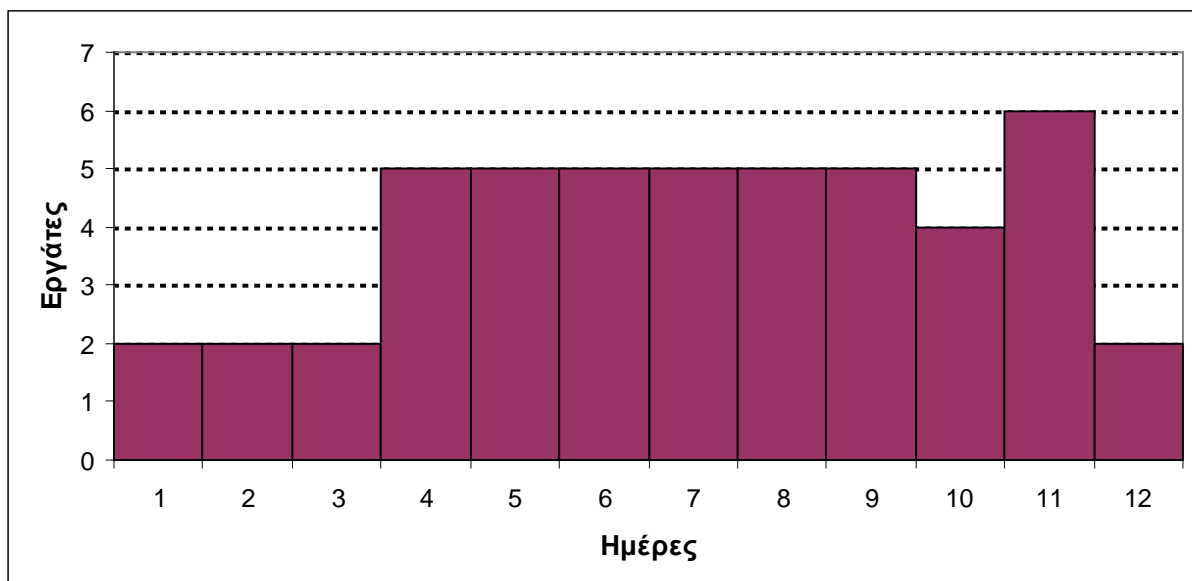
- (α) Εξομαλύνετε το διάγραμμα κατανομής προσωπικού κατά το δυνατόν χωρίς να αυξηθεί η διάρκεια του έργου.
- (β) Υποθέστε ότι διατίθενται συνολικά για το έργο 5 εργάτες ανά ημέρα και οι εργάτες μπορούν να εκτελέσουν οποιαδήποτε εργασία.
- (β1) Αν οι εργασίες του έργου δεν μπορούν να εκτελεστούν τμηματικά ούτε μπορούν να εκτελεστούν με λιγότερους ή περισσότερους εργάτες από αυτούς που δίνει ο πίνακας 1, αναπρογραμματίσετε το έργο ώστε αυτό να υλοποιηθεί με την ελάχιστη δυνατή διάρκεια.
- (β2) Αν οι εργασίες του έργου δεν μπορούν να εκτελεστούν τμηματικά, αλλά μπορούν να εκτελεστούν με μικρότερο/μεγαλύτερο αριθμό εργατών με την προϋπόθεση να αυξηθεί/μειωθεί ανάλογα η διάρκεια των (ώστε ο συνολικός αριθμός εργατο-ημερών να παραμείνει σταθερός για κάθε εργασία), αναπρογραμματίσετε το έργο ώστε αυτό να υλοποιηθεί με την ελάχιστη δυνατή διάρκεια.

Απάντηση:

(α) Μετακίνηση της Δ κατά 1 ημέρα (εκτέλεση την 11<sup>η</sup> ημέρα)

Βαθμός χρησιμοποίησης πόρων:  $4/6=0.67$

Εργασία	Χρόνος (ημέρες)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	2	2	2									
B				3	3	3	3	3	3			
Γ				2	2	2	2	2	2	2		
Δ											4	
Ε										2	2	2
<b>Εργάτες</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

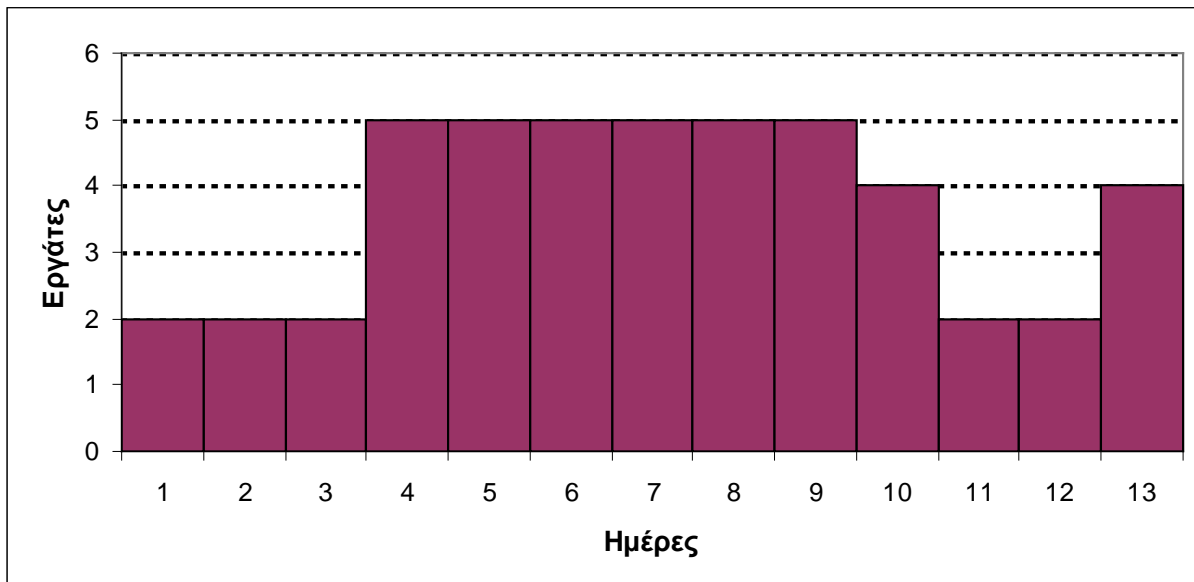


(β1) Μετακίνηση της Δ την 13<sup>η</sup> ημέρα. Συνολική διάρκεια 13 ημέρες.

Μέσος απαιτούμενος αριθμός εργατών ανά ημέρα:  $48/13=3.69$

Βαθμός χρησιμοποίησης πόρων:  $3.69/5=0.74$

Εργασία	Χρόνος (ημέρες)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	2	2	2										
B				3	3	3	3	3	3				
Γ				2	2	2	2	2	2	2			
Δ													4
Ε										2	2	2	
<b>Εργάτες</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>



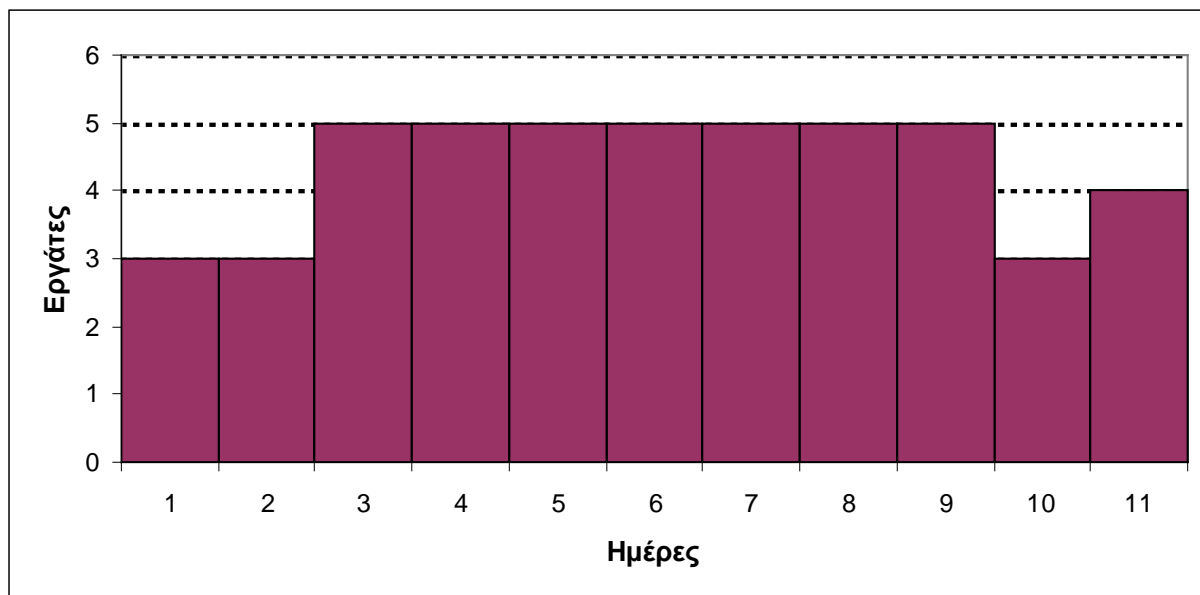


(β2) Η Α αντί σε 3 ημέρες με 2 εργάτες θα γίνει σε 2 ημέρες με 3 εργάτες. Έτσι οι εργασίες Β, Γ, Δ και Ε μπορούν να αρχίσουν 1 ημέρα νωρίτερα. Όμοια, η Ε αντί σε 3 ημέρες με 2 εργάτες θα γίνει σε 2 ημέρες με 3 εργάτες. Ακόμη η Δ θα μετακινηθεί στο τέλος μόνη της. Συνολική διάρκεια 11 ημέρες.

Μέσος απαιτούμενος αριθμός εργατών ανά ημέρα:  $48/11=4.36$

Βαθμός χρησιμοποίησης πόρων:  $4.36/5=0.87$

Εργασία	Χρόνος (ημέρες)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
A	3	3										
B			3	3	3	3	3	3				
Γ			2	2	2	2	2	2	2			
Δ												4
Ε									3	3		
<b>Εργάτες</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	



### Παράδειγμα 3

(α) Υπολογίστε (σε ευθύγραμμο γράφημα) την ημερήσια και την αθροιστική κατανομή του άμεσου κόστους του έργου για τις περιπτώσεις της ενωρίτερης και της βραδύτερης έναρξης των δραστηριοτήτων.

(β) Σχεδιάστε την ημερήσια και την αθροιστική κατανομή (καμπύλη S) του άμεσου κόστους του έργου για τις περιπτώσεις της ενωρίτερης και της βραδύτερης έναρξης των δραστηριοτήτων.

Υποθέστε κανονικές συνθήκες εργασίας και ομοιόμορφη κατανομή του κόστους κάθε εργασίας στη διάρκεια της.

Απάντηση:

(α)

Ενωρίτερη έναρξη

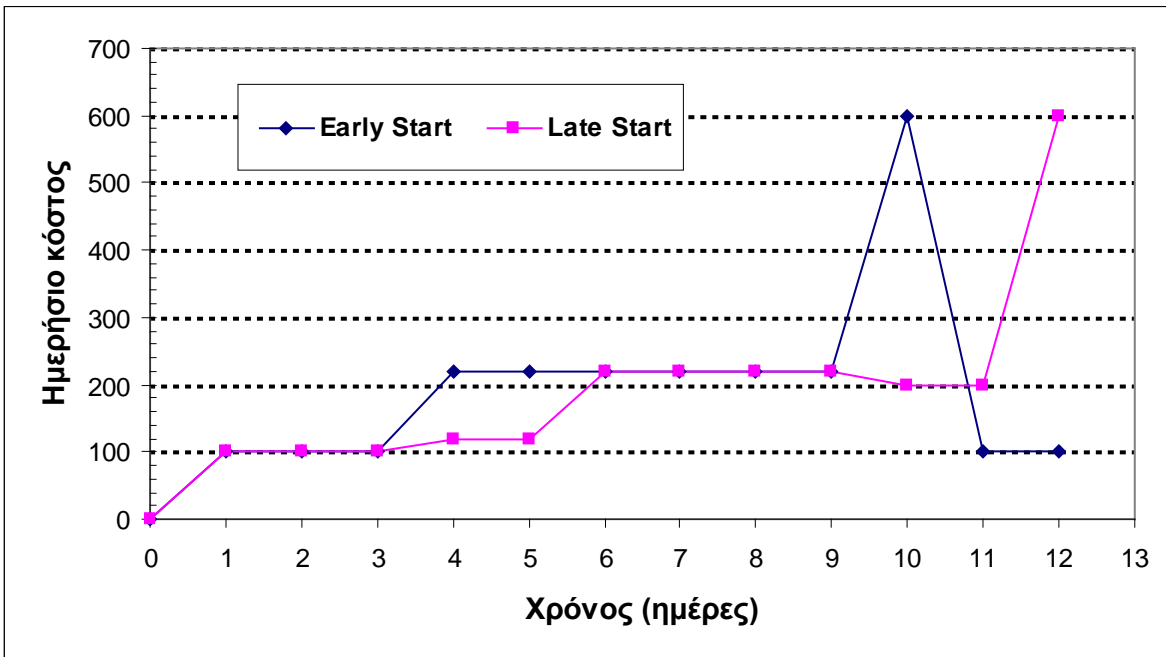
Εργασία	Χρόνος (ημέρες)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	100	100	100									
B				120	120	120	120	120	120			
Γ				100	100	100	100	100	100	100		
Δ										400		
E										100	100	100
Ημερήσιο κόστος	100	100	100	220	220	220	220	220	220	600	100	100
Αθροιστικό κόστος	100	200	300	520	740	960	1180	1400	1620	2220	2320	2420

Βραδύτερη έναρξη

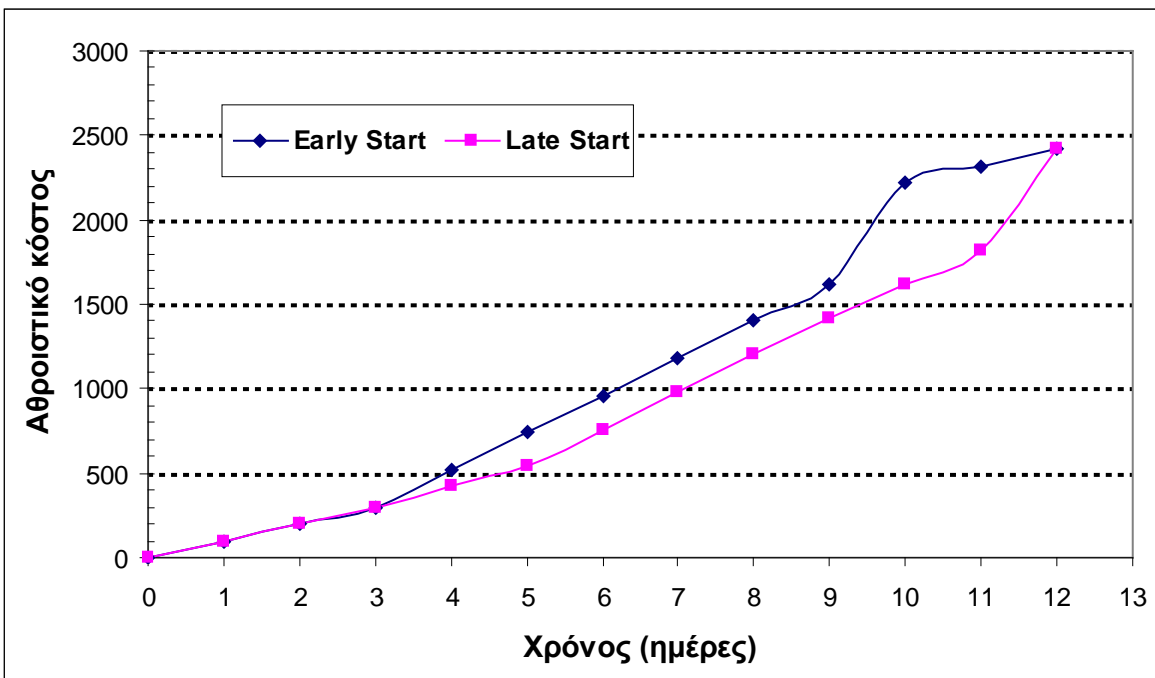
Εργασία	Χρόνος (ημέρες)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	100	100	100									
B				120	120	120	120	120	120			
Γ						100	100	100	100	100	100	100
Δ												400
E										100	100	100
Ημερήσιο κόστος	100	100	100	120	120	220	220	220	220	200	200	600
Αθροιστικό κόστος	100	200	300	420	540	760	980	1200	1420	1620	1820	2420

(β)

Ημερήσια κατανομή του άμεσου κόστους του έργου



Αθροιστική κατανομή (καμπύλη S) του άμεσου κόστους του έργου



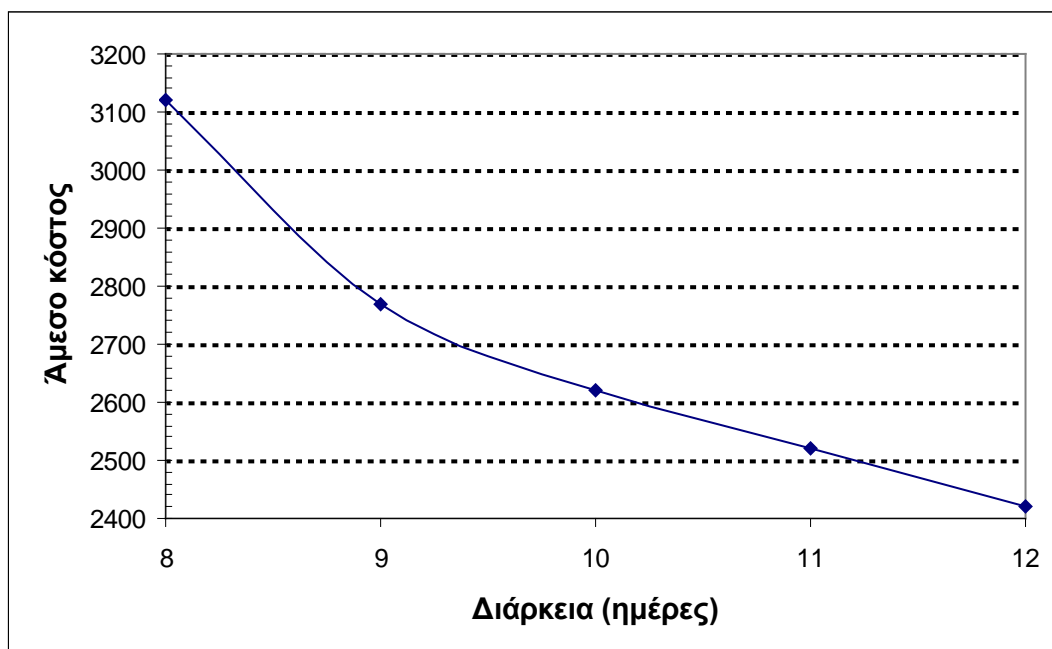
#### Παράδειγμα 4

- (α) Ακολουθώντας τη διαδικασία βέλτιστης επιτάχυνσης ενός έργου, σχεδιάστε το διάγραμμα άμεσου κόστους - διάρκειας του έργου.
- (β) Ποια είναι η ελάχιστη διάρκεια εκτέλεσης του έργου;
- (γ) Ποια ή ποιες δραστηριότητες δεν επιτρέπουν περαιτέρω μείωση της διάρκειας;
- (δ) Υπολογίστε τη βέλτιστη διάρκεια του έργου στην περίπτωση που καταβάλλεται, επιπλέον του κόστους των εργασιών, ποσό 140 μονάδων ανά ημέρα (για όσο διάστημα εκτελείται το έργο) για τη διοίκηση του έργου από ειδικούς συμβούλους.

Απάντηση:

(α)

Διαδρομή	Διάρκεια		Διάρκεια		Διάρκεια		Διάρκεια		Διάρκεια
ΑΒΔ	10		9		8		7		7
ΑΒΕ	12		11		10		9		8
ΑΓ	10		10		10		9		8
Διάρκεια έργου	12		11		10		9		8
Κρίσιμες διαδρομές	<b>ΑΒΕ</b>		<b>ΑΒΕ</b>		<b>ΑΒΕ, ΑΓ</b>		<b>ΑΒΕ, ΑΓ</b>		<b>ΑΒΕ, ΑΓ</b>
Εργασίες που συμπίπτουν		<b>Β</b>		<b>Β</b>		<b>Α</b>		<b>Γ, Ε</b>	
Κόστος συμπίεσης		<b>100</b>		<b>100</b>		<b>150</b>		<b>350</b>	
Μη συμπίεσιμες εργασίες	<b>Δ</b>		<b>Δ</b>		<b>Δ, Β</b>		<b>Δ, Β, Α</b>		<b>Δ, Β, Α, Ε</b>
Άμεσο κόστος (ΑΚ)	2420		2520		2620		2770		3120
Διοίκηση έργου (ΔΕ)	1680		1540		1400		1260		1120
Σύνολο ΑΚ + ΔΕ	4100		4060		<b>4020</b>		4030		4240



- (β) Ελάχιστη διάρκεια έργου: 8 ημέρες
- (γ) Δραστηριότητες που δεν επιτρέπουν άλλη μείωση: Α, Β, Δ και Ε
- (δ) Βέλτιστη διάρκεια: 10 ημέρες

