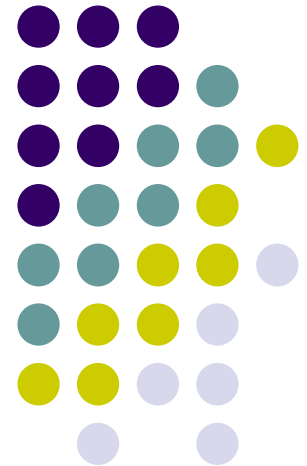


Διαχείριση Έργων Πληροφορικής

Διαχείριση Πόρων

*Μ. Τσικνάκης
23 Μαΐου 2022*



Διαχείριση Χρήσης Πόρων



- Απαιτούμενοι πόροι στην ανάπτυξη ενός Πληροφοριακού Συστήματος:
 - Ανθρώπινο δυναμικό (π.χ. αναλυτές, προγραμματιστές κλπ.)
 - Η/Υ, μηχανήματα, υλικό
 - Εγκαταστάσεις
 - Κλπ.

Ανάλυση δικτύου και πόροι



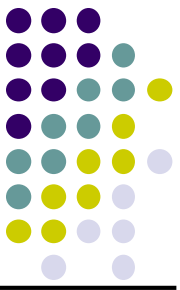
- Μέχρι τώρα ο προσδιορισμός της κρίσιμης διαδρομής δεν λάμβανε υπόψιν το κόστος κάθε δραστηριότητας ούτε τους περιορισμούς στους διαθέσιμους πόρους.
- Για παράδειγμα, μπορεί να μην είναι δυνατή η εκτέλεση δύο ή περισσότερων (ανεξάρτητων) δραστηριοτήτων, επειδή δεν υπάρχουν οι διαθέσιμοι πόροι.

Υπολογισμός απαιτούμενων μέσων



- $A_{(i,j)}$: μέγεθος εργασίας της δραστηριότητας (i,j).
 - Συνήθως μετράται σε ανθρωπομήνες, ανθρωποώρες κ.λπ.
- $t_{(i,j)}$: χρονική διάρκεια της δραστηριότητας σε χρονικές μονάδες του έργου
- h : ώρες εργασίες ανά χρονική μονάδα
- $\Sigma_{(i,j)}$: αριθμός συντελεστών παραγωγής

$$\Sigma_{(i,j)} = \frac{A_{(i,j)}}{t_{(i,j)} * h}$$

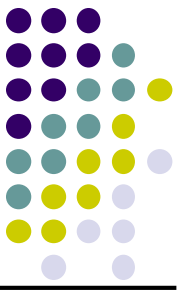


Παράδειγμα 1

- Για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας (i,j) η οποία διαρκεί 7 εβδομάδες απαιτούνται 1680 ανθρωποώρες. Εάν το ωράριο των εργαζόμενων είναι 40 ώρες/εβδομάδα, πόσοι εργαζόμενοι χρειάζονται για να ολοκληρωθεί η (i,j);

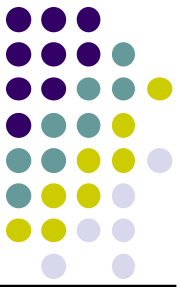
$$\Sigma = \frac{1680}{7*40} = 6 \text{ εργαζόμενοι}$$

Διακύμανση αναγκών – ΧΩΡΙΣ περιορισμός στους πόρους



- Κάνουμε κατανομή των απαιτούμενων μέσων βασιζόμενοι στους **Ενωρίτερος Χρόνους Έναρξης** κάθε δραστηριότητας (ημερολόγιο εργασιών – διάγραμμα Gantt).
- Αυτή η κατανομή των μέσων δίνει τη **διακύμανση των αναγκών** η οποία γραφικά αναπαρίστανται με ένα ιστόγραμμα (**ιστόγραμμα διακύμανσης του μέσου**).
- Δημιουργούμε μία νέα κατανομή των απαιτούμενων μέσων βασιζόμενοι στους **Βραδύτερος Χρόνους Έναρξης** (νέα διακύμανση αναγκών, νέο ιστόγραμμα).
- Τα δύο ιστογράμματα που παράγονται αποτελούν τις δύο «ακραίες» τοποθετήσεις του μέσου.

Παράδειγμα 1

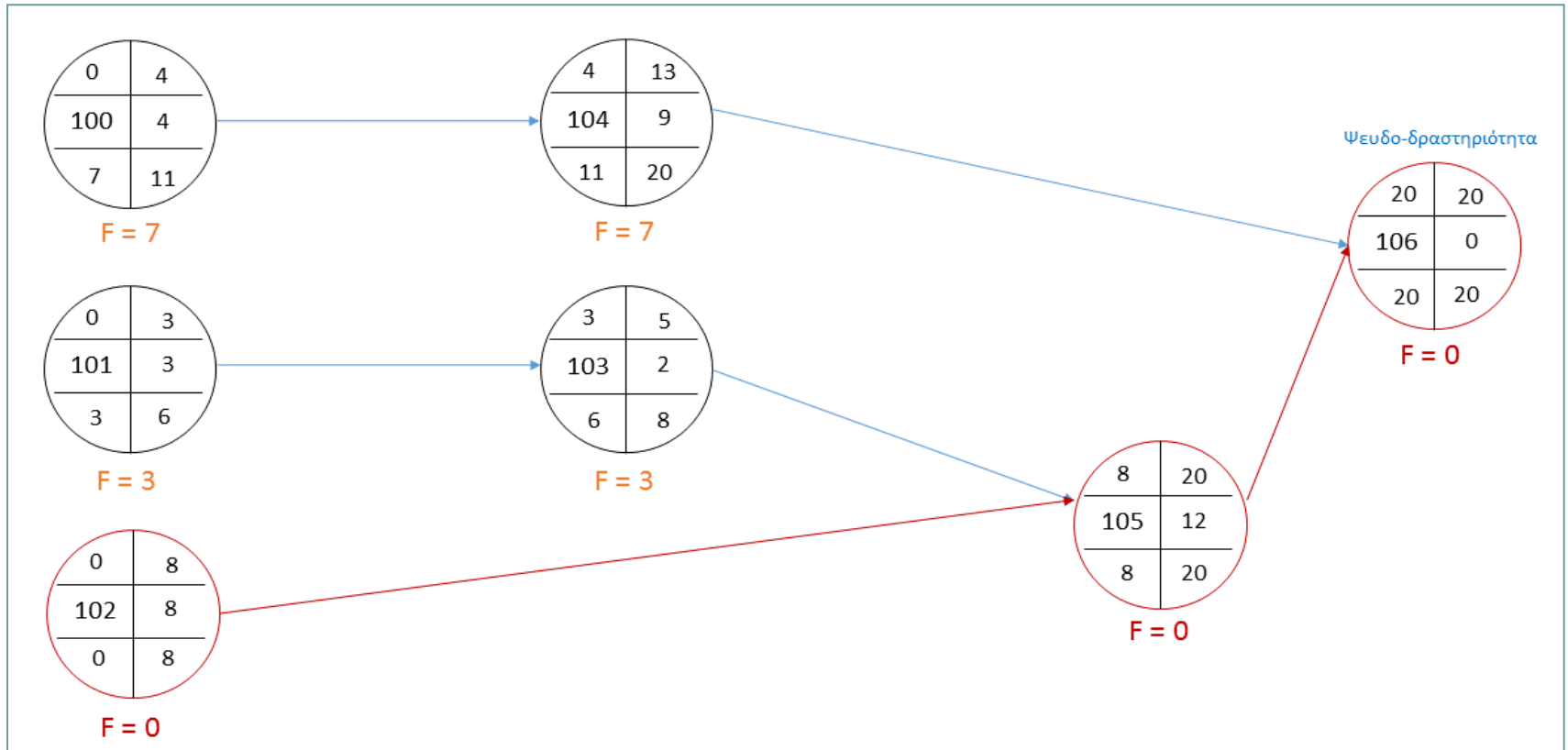


- Αφού κατασκευάσετε και επιλύσετε το διάγραμμα δικτύου, να δημιουργήσετε τα ημερολόγια εργασιών με βάση τους ενωρίτερους και τους βραδύτερους χρόνους.

Δραστηριότητα	Δραστηριότητες που προηγούνται	Διάρκεια (σε μήνες)	Απαιτήσεις σε Αναλυτές (ανά μήνα)
100	-	4	4
101	-	3	6
102	-	8	2
103	101	2	4
104	100	9	8
105	102, 103	12	6

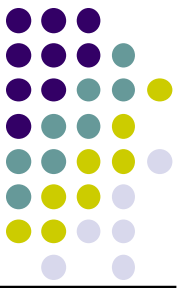


Παράδειγμα 1: Δίκτυο έργου



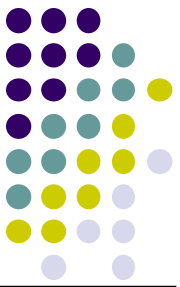
Κρίσιμες δραστηριότητες: 102 & 105
Διάρκεια έργου: 20 μήνες

Παράδειγμα 1: Ημερολόγιο Εργασιών (ενωρύτεροι χρόνοι)



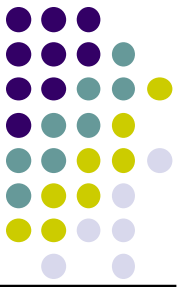
		Μήνες																				
<u>Δραστ.</u>	Διάρκεια	Αναλυτές	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
100	4	4	■	■	■	■																
101	3	6	■	■	■																	
102	8	2	■	■	■	■	■	■	■													
103	2	4				■	■															
104	9	8					■	■	■	■	■	■	■	■	■							
105	12	6									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Απαιτούμενοι πόροι: 194			12	12	12	10	14	10	10	10	14	14	14	14	14	6	6	6	6	6	6	6

Παράδειγμα 1: Ημερολόγιο Εργασιών (βραδύτεροι χρόνοι)

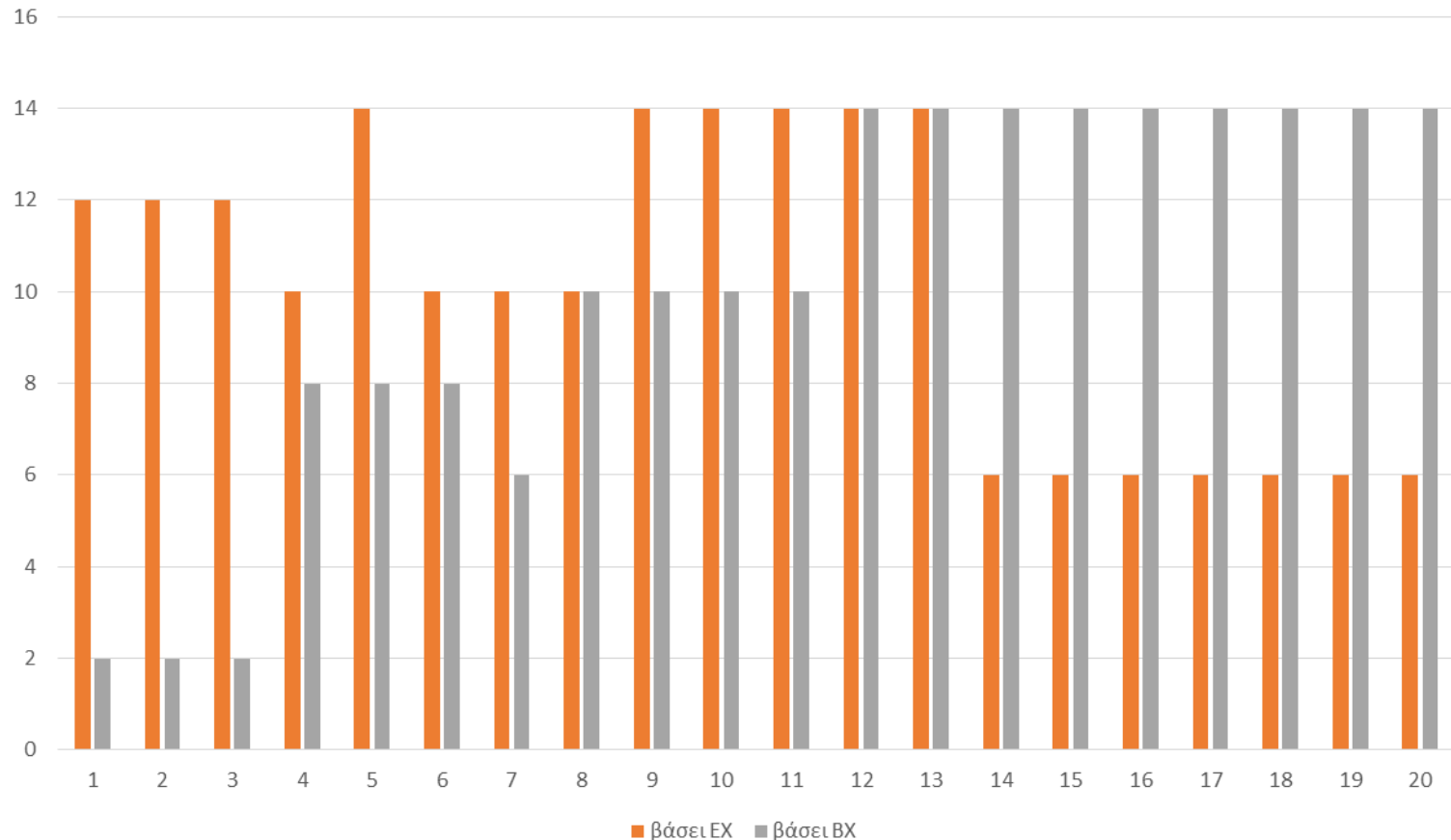


			Μήνες																				
<u>Δραστ.</u>	Διάρκεια	Αναλυτές	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
100	4	4																					
101	3	6																					
102	8	2																					
103	2	4																					
104	9	8																					
105	12	6																					
Απαιτούμενοι πόροι: 202			2	2	2	8	8	8	6	10	10	10	10	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Παράδειγμα 1: Ιστόγραμμα κατανομής πόρων



Κατανομή Πόρων

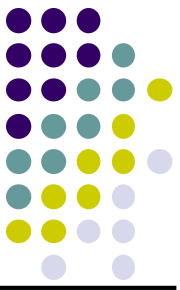


Ανάθεση περιορισμένων πόρων



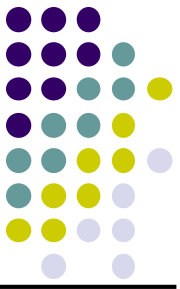
- NP-hard πρόβλημα
- Χρήση ευρετικών αλγορίθμων (heuristics)
- Εναλλακτικές:
 - **1^η περίπτωση:** Σταθερός αριθμός πόρων ανά χρονική μονάδα → προσαρμόζεται η διάρκεια του έργου
 - **2^η περίπτωση:** Σταθερή διάρκεια έργου → αναζητούμε τη βέλτιστη (ελάχιστη) ποσότητα πόρων για την ολοκλήρωση του έργου (εξομάλυνση αιχμών ιστογράμματος κατανομής).

1^η περίπτωση: Ανάθεση περιορισμένου αριθμού πόρων



- Υποθέσεις:
 - **Υπόθεση 1:** Αναθέτουμε πόρους σε μια δραστηριότητα μόνο όταν όλες οι αμέσως προηγούμενες δραστηριότητες έχουν ολοκληρωθεί.
 - **Υπόθεση 2:** Αναθέτουμε όλους τους πόρους που απαιτεί η δραστηριότητα για να ολοκληρωθεί (δηλ. δεν επιτρέπεται η διακοπή των δραστηριοτήτων ή η τμηματική υλοποίησή τους).
 - **Υπόθεση 3:** Οι διαθέσιμοι πόροι είναι επαρκείς ανά χρονική μονάδα.

Προτεραιότητες ανάθεσης περιορισμένων πόρων



1. Οι **ψευδοδραστηριότητες** (αν υπάρχουν) έχουν τη μεγαλύτερη προτεραιότητα.
2. Καθορίζουμε **σειρά προτεραιότητας** με βάση ελάχιστο Συνολικό Περιθώριο (ΣΠ) κάθε δραστηριότητας. Σε περίπτωση ύπαρξης δραστηριοτήτων με τον ίδιο ΣΠ, εφαρμόζεται ο επόμενος κανόνας.
3. Προηγούνται οι δραστηριότητες με το μεγαλύτερο γινόμενο **πόροι x διάρκεια**.

Ευρετικοί αλγόριθμοι ανάθεσης

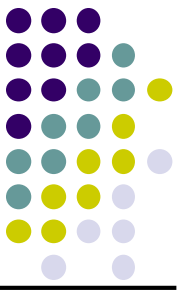


- Οι παραπάνω κανόνες εφαρμόζονται στους περισσότερους ευρετικούς αλγόριθμους ανάθεσης πόρων.
- Τρεις είναι οι πλέον γνωστοί ευρετικοί αλγόριθμοι ανάθεσης:
 - Σειριακή μέθοδος
 - Παραλλαγή της σειριακής μεθόδου
 - Παράλληλη μέθοδος
- Αλλάζοντας τη σειρά προτεραιότητας των κανόνων, έχουμε διαφορετικούς αλγορίθμους ανάθεσης.

Σειριακή μέθοδος



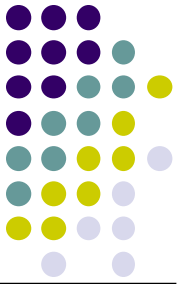
- Κατασκευή και χρονική επίλυση δικτύου. Υπολογίζουμε τους χρόνους έναρξης και πέρατος κάθε δραστηριότητας και τα συνολικά περιθώρια.
- Θέτουμε $T = \text{χρόνος έναρξης πρώτης κρίσιμης δραστηριότητας}$ (=έναρξη έργου).
- Καθορίζουμε το **Σύνολο των Δραστηριοτήτων για Ανάθεση (ΣΔΑ)**. Στο ΣΔΑ περιλαμβάνονται όλες οι δραστηριότητες με $EXE \leq T$ για τις οποίες έχουν ολοκληρωθεί όλες οι προηγούμενες-προ-απαιτούμενες δραστηριότητες.
- Όσο υπάρχουν δραστηριότητες στο ΣΔΑ:
 - Καθορίζουμε την προτεραιότητα των δραστηριοτήτων του ΣΔΑ και δημιουργούμε το ΔΙΣΔΑ (Διατεταγμένο Σύνολο Δραστηριοτήτων για Ανάθεση)
 - Όσο υπάρχουν δραστηριότητες στο ΔΙΣΔΑ:
 - Εάν υπάρχουν διαθέσιμοι πόροι:
 - ❖ Κάνουμε ανάθεση στην δραστηριότητα που έχει σειρά.
 - ❖ Αφαιρούμε του πόρους που ανατέθηκαν από τους πόρους που είναι διαθέσιμοι.
 - ❖ Υπολογίζουμε πότε θα είναι πάλι διαθέσιμοι οι πόροι που αναθέσαμε.
 - Διαφορετικά:
 - Αναβάλλουμε την εκτέλεση της δραστηριότητας
 - Υπολογίζουμε την επόμενη χρονική στιγμή ανάθεσης T , ανάλογα με το πότε γίνονται οι πόροι διαθέσιμοι ξανά
 - Τέλος_Όσο
 - Προχωρούμε στην επίλυση του νέου δικτύου - επανυπολογισμό των χρόνων έναρξης και πέρατος και των ΣΠ.
 - Καθορίζουμε το νέο σύνολο ΣΔΑ και εφαρμόζουμε την ίδια διαδικασία.
- Τέλος_Όσο



Παράδειγμα 1 (συνέχεια)

- Αν η εταιρεία που έχει αναλάβει το έργο διαθέτει 9 αναλυτές, πόσο θα πρέπει να παραταθεί το έργο αν δεν θέλουμε να προσλάβουμε νέο προσωπικό;
- Όπως είδαμε, το Ενωρίτερο και το Βραδύτερο Πρόγραμμα απαιτούν (για κάποιους μήνες) περισσότερους από 9 αναλυτές.

Παράδειγμα 1

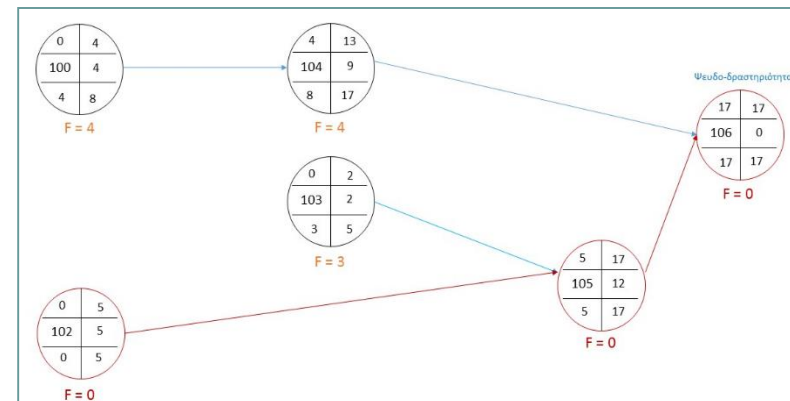
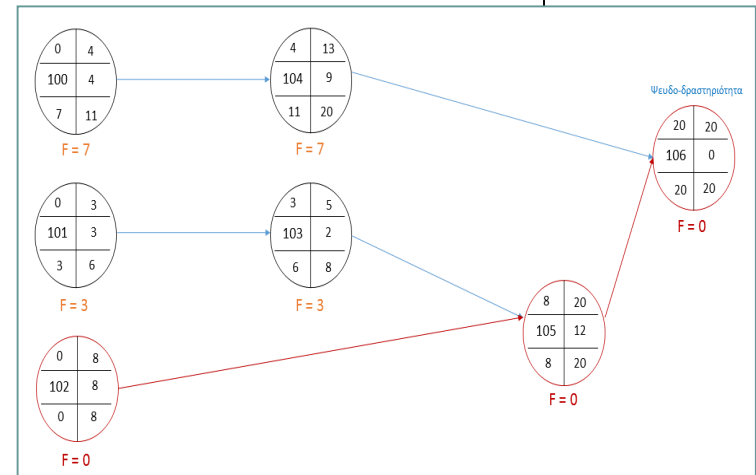


• Βήμα 1

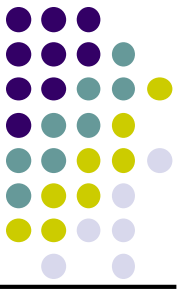
- $T_1=0$ (έναρξη του πρώτου κρίσιμου γεγονότος) – αρχή 1^{ου} μήνα
- $\Sigma\Delta A = \{100, 101, 102\}$, $\Delta I\Sigma\Delta A = \{102, 101, 100\}$
- Αναθέτουμε στην 102 \rightarrow 2 αναλυτές για 8 μήνες / διαθέσιμοι αναλυτές: 7
- Αναθέτουμε στην 101 \rightarrow 6 αναλυτές για 3 μήνες / διαθέσιμοι αναλυτές: 1
- Δεν μπορεί να γίνει ανάθεση στην 100 καθώς δεν επαρκούν οι πόροι.

• Βήμα 2

- $T_2=3$ – αρχή 4^{ου} μήνα
- Έχει ολοκληρωθεί η 101 και είναι σε εξέλιξη η 102.
- Διαθέσιμοι αναλυτές: 7
- Επιλύουμε ξανά το δίκτυο θεωρώντας πως έχει ολοκληρωθεί η 101 και είναι σε εξέλιξη η 102.
- $\Sigma\Delta A = \{100, 103\}$, $\Delta I\Sigma\Delta A = \{103, 100\}$ καθώς το $\Sigma\Gamma_{103} = 3$ και $\Sigma\Gamma_{100} = 4$
- Αναθέτουμε στην 103 \rightarrow 4 αναλυτές για 2 μήνες / διαθέσιμοι αναλυτές: 3
- Δεν μπορεί να γίνει ανάθεση στην 100 καθώς δεν επαρκούν οι πόροι.



Παράδειγμα 1

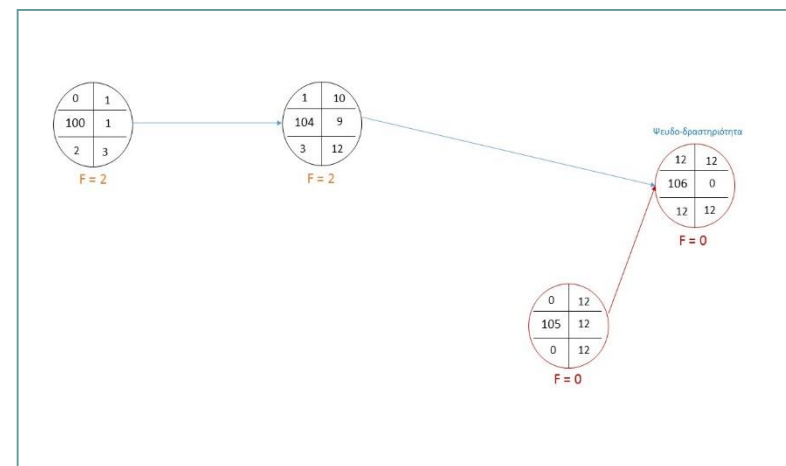
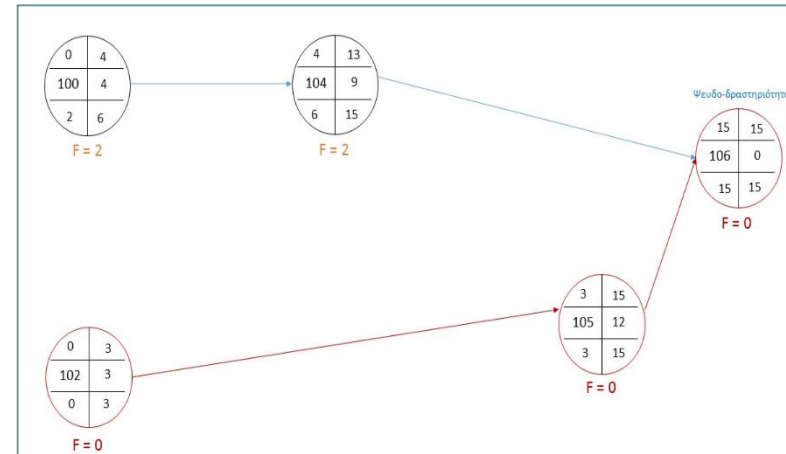


• Βήμα 3

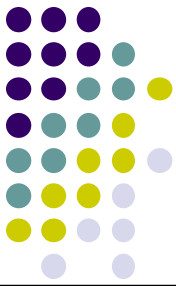
- $T_3=5$ – αρχή 6^{ου} μήνα
- Έχει ολοκληρωθεί η 103 και είναι σε εξέλιξη η 102.
- Διαθέσιμοι αναλυτές: 7
- Επιλύουμε ξανά το δίκτυο θεωρώντας πως έχει ολοκληρωθεί η 103 και είναι σε εξέλιξη η 102.
- $\Sigma\Delta A = \{100\} = \Delta I \Sigma \Delta A$
- Αναθέτουμε στην 100 \rightarrow 4 αναλυτές για 4 μήνες / διαθέσιμοι αναλυτές: 3

• Βήμα 4

- $T_4=8$ – αρχή 9^{ου} μήνα
- Έχει ολοκληρωθεί η 102 και είναι σε εξέλιξη η 100.
- Διαθέσιμοι αναλυτές: 5
- Επιλύουμε ξανά το δίκτυο θεωρώντας πως έχει ολοκληρωθεί η 102 και είναι σε εξέλιξη η 100 (απαιτεί 1 μήνα για να ολοκληρωθεί).
- $\Sigma\Delta A = \{105\} = \Delta I \Sigma \Delta A$
- Δεν μπορεί να γίνει ανάθεση στην 105 καθώς δεν επαρκούν οι πόροι.



Παράδειγμα 1

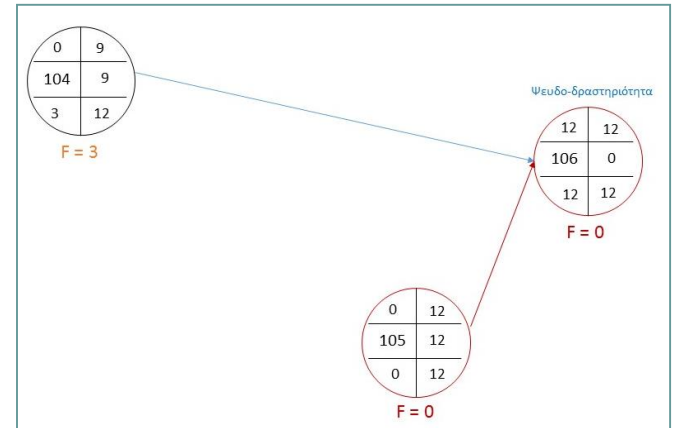


• Βήμα 5

- $T_5=9$ – αρχή 10^{ου} μήνα
- Έχει ολοκληρωθεί η 102 και η 100.
- Διαθέσιμοι αναλυτές: 9
- Επιλύουμε ξανά το δίκτυο θεωρώντας πως έχουν ολοκληρωθεί οι 102 και 100.
- ΣΔΑ = {104, 105}, ΔΙΣΔΑ = {105, 104} καθώς το ΣΠ105 = 0 και ΣΠ104 = 3
- Αναθέτουμε στην 105 → 6 αναλυτές για 12 μήνες / διαθέσιμοι αναλυτές: 3
- Δεν μπορεί να γίνει ανάθεση στην 104 καθώς δεν επαρκούν οι πόροι.

• Βήμα 6

- $T_6=21$ – αρχή 22^{ου} μήνα
- Έχει ολοκληρωθεί η 105, μένει για εκτέλεση μόνο η 104.
- Διαθέσιμοι αναλυτές: 9
- Αναθέτουμε στην 104 → 8 αναλυτές για 9 μήνες.



Παράδειγμα 1



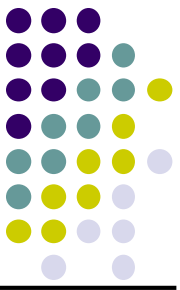
- Επομένως, η νέα διάρκεια του έργου είναι 30 μήνες, δηλαδή το έργο θα πρέπει να καθυστερήσει κατά δέκα μήνες κάνοντας χρήση των 9 αναλυτών, χωρίς να απαιτείται η πρόσληψη νέου προσωπικού.

Βέλτιστη χρήση πόρων



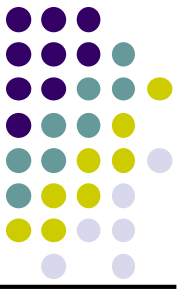
$$\left[\frac{r}{d} \right] + \begin{cases} 1, \frac{r}{d} \neq \text{ακέραιος} \\ 0, \frac{r}{d} = \text{ακέραιος} \end{cases}$$

- $\left[\right]$: ακέραιο μέρος του πηλίκου r/d
- r : συνολική προσπάθεια υλοποίησης του έργου
- d : η διάρκεια του έργου σε χρονικές μονάδες



Παράδειγμα 2

- Για το έργο απαιτείται συνολική προσπάθεια 54 ανθρωπομηνών και εκτιμάται πως θα διαρκέσει 10 μήνες.
- Ποιο είναι το βέλτιστο επίπεδο ανάθεσης πόρου;
 - $[54/10]+1=6$ αναλυτές



Κατανομή πολλών πόρων

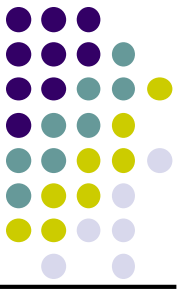
- Μπορούμε να εφαρμόσουμε τους αλγόριθμους ανάθεσης πόρων για περισσότερες από μια κατηγορίες πόρων
 - Αναθέτουμε κάθε φορά σε μια δραστηριότητα το σύνολο των πόρων που απαιτεί.

Τεχνικές εξομάλυνσης ακμών



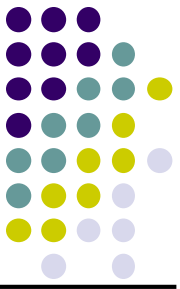
- Μέχρι τώρα θεωρούσαμε πως ο αριθμός των πόρων που διατίθενται είναι σταθερός και μεταβάλλεται η διάρκεια του έργου.
- Αυτό όμως πολλές φορές οδηγεί σε αναθέσεις με μεγάλες αυξομειώσεις στην ανά χρονική στιγμή χρησιμοποίηση των μέσων, πράγμα ασύμφορο από πλευράς διεύθυνσης.
- Μας ενδιαφέρει δηλαδή επιπλέον και η **κατανομή της διαθεσιμότητας των πόρων**.
- Αν δηλαδή η χρονική διάρκεια του έργου είναι σταθερή μας ενδιαφέρει και η διαθεσιμότητα των πόρων ανά χρονική στιγμή.

Τεχνικές εξομάλυνσης ακμών



- Η επιθυμητή κατανομή της διαθεσιμότητας μπορεί να προσδιορισθεί αν θεωρήσουμε σταθερή τη διάρκεια του έργου (αυτή που δίνει η κρίσιμη διαδρομή) και μετά εξομαλύνουμε τις αιχμές που παρουσιάζονται στην ανάθεση πόρων.
- Όσο λιγότερες αιχμές έχει η κατανομή των πόρων τόσο μικρότερο το έμμεσο κόστος.

Τεχνικές εξομάλυνσης ακμών



- Μια πρώτη ιδέα...Να γίνει πρώτα ανάθεση στις κρίσιμες δραστηριότητες και μετά στις μη κρίσιμες, μετατοπίζοντας τον χρόνο έναρξής τους μεταξύ του ΕΧΕ και ΒΧΕ.
- Άλλες τεχνικές: Υπάρχουν διάφορες τεχνικές στην διεθνή βιβλιογραφία – ευρετικοί αλγόριθμοι και βέλτιστοι αλγόριθμοι.
 - Οι δεύτεροι συνήθως δεν υιοθετούνται γιατί είναι δαπανηροί από πλευράς υπολογιστικών πράξεων ακόμα και για μικρά δίκτυα.

Τεχνικές εξομάλυνσης ακμών



- Σχεδόν όλοι οι ευρετικοί αλγόριθμοι εξομάλυνσης στηρίζονται στην ιδέα που περιγράψαμε παραπάνω: **ανάθεση πρώτα στις κρίσιμες δραστηριότητες και μετά ανάθεση στις μη-κρίσιμες καθυστερώντας αν χρειαστεί την έναρξή τους (μεταξύ EXE και BXE) ώστε να επιτευχθεί καλύτερη κατανομή πόρων.**
- Οι διαφορά στους διάφορους ευρετικούς αλγορίθμους βρίσκεται στο κριτήριο βελτιστοποίησης.

Αλγόριθμος εξομάλυνσης



- Κάνει αναθέσεις μέχρι να επιτευχθεί το μέγιστο και μετά προσπαθεί να διατηρήσει όσο γίνεται το μέγιστο αυτό.
- **Βήμα 1:** Κατασκεύασε το δίκτυο και καθόρισε από την κρίσιμη διαδρομή, την ελάχιστη χρονική διάρκεια του έργου και τις κρίσιμες δραστηριότητες.
- **Βήμα 2:** Ανάθεσε τους πόρους πρώτα στις κρίσιμες δραστηριότητες. Αυτές αποκτούν προτεραιότητα για ανάθεση αμέσως μόλις γίνουν κρίσιμες.
- **Βήμα 3:** Όταν γίνει ανάθεση σε όλες τις κρίσιμες, η ανάθεση των μη-κρίσιμων μπορεί να καθυστερήσει μέχρι τον ΒΧΕ (οπότε γίνονται και αυτές κρίσιμες).
- **Βήμα 4:** Γίνεται προσπάθεια να διατηρηθεί αυτό το μέγιστο για όσο περισσότερο γίνεται. Για αυτό οι μη κρίσιμες δραστηριότητες αρχίζουν αν απαιτηθεί με τον ΕΧΕ τους.