

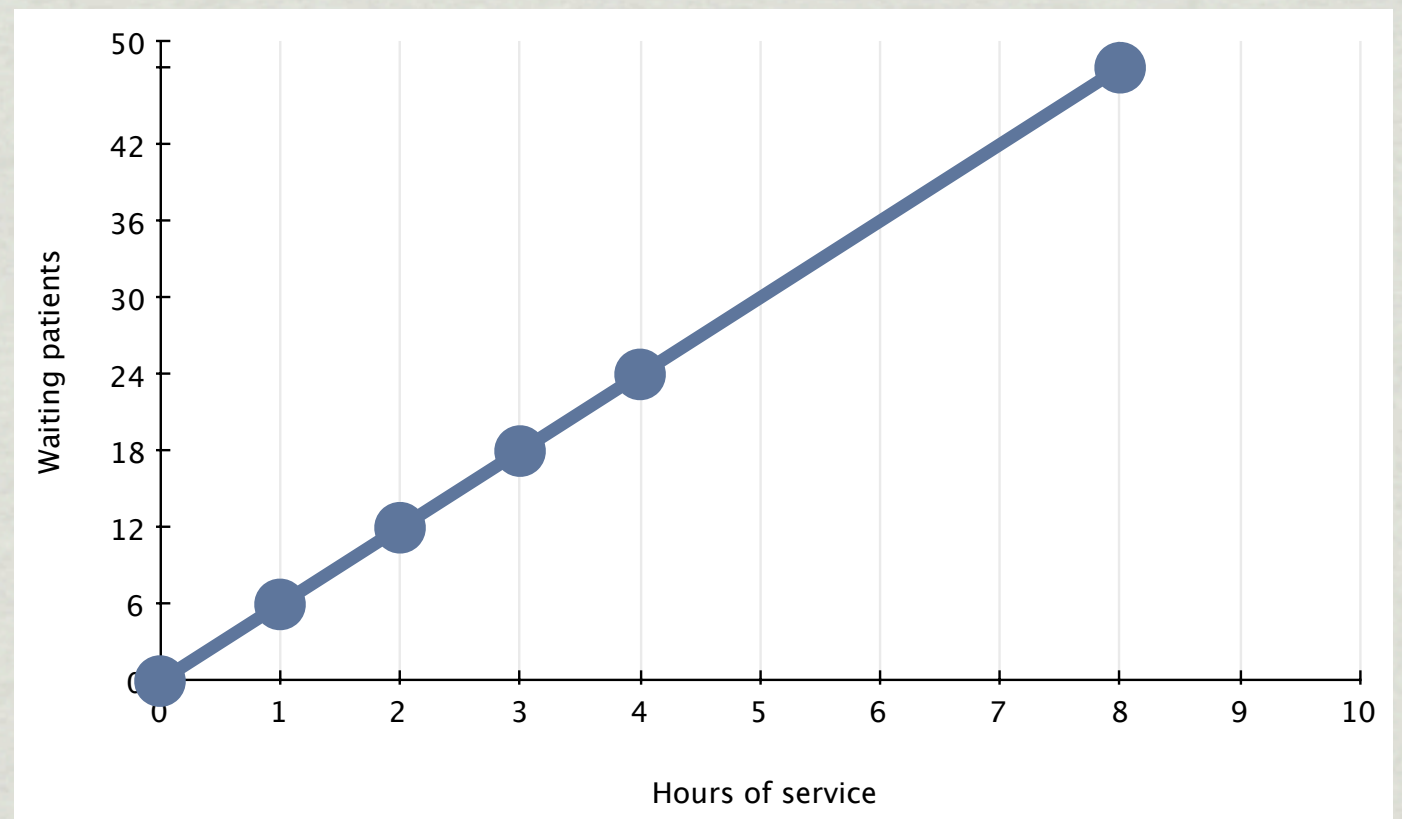
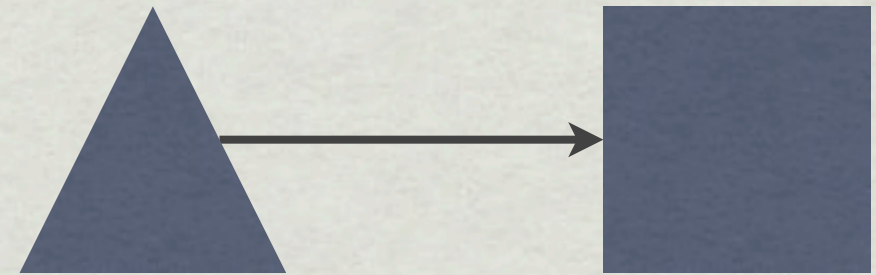
Επιχειρηματικές Αποφάσεις & Λειτουργίες

Ουρές Αναμονής

Επίκουρος Καθηγητής Παύλος Δελιάς
@PavlosDelias

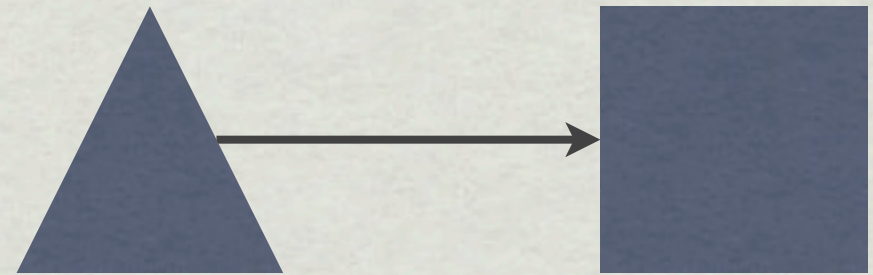
Εισαγωγή

- * Ένα γιατρός χρειάζεται 10 λεπτά κατά μέσο όρο για καθε ασθενή. Οι ασθενείς καταφθάνουν κατά μέσο όρο κάθε 5 λεπτά
- * Πόσο θα περιμένουν οι ασθενείς;



Εισαγωγή

- * Ένα γιατρός χρειάζεται 4 λεπτά κατά μέσο όρο για καθε ασθενή. Οι ασθενείς καταφθάνουν κατά μέσο όρο κάθε 5 λεπτά
- * Ποια είναι η αξιοποίηση;
- * Πόσο θα περιμένουν οι ασθενείς;

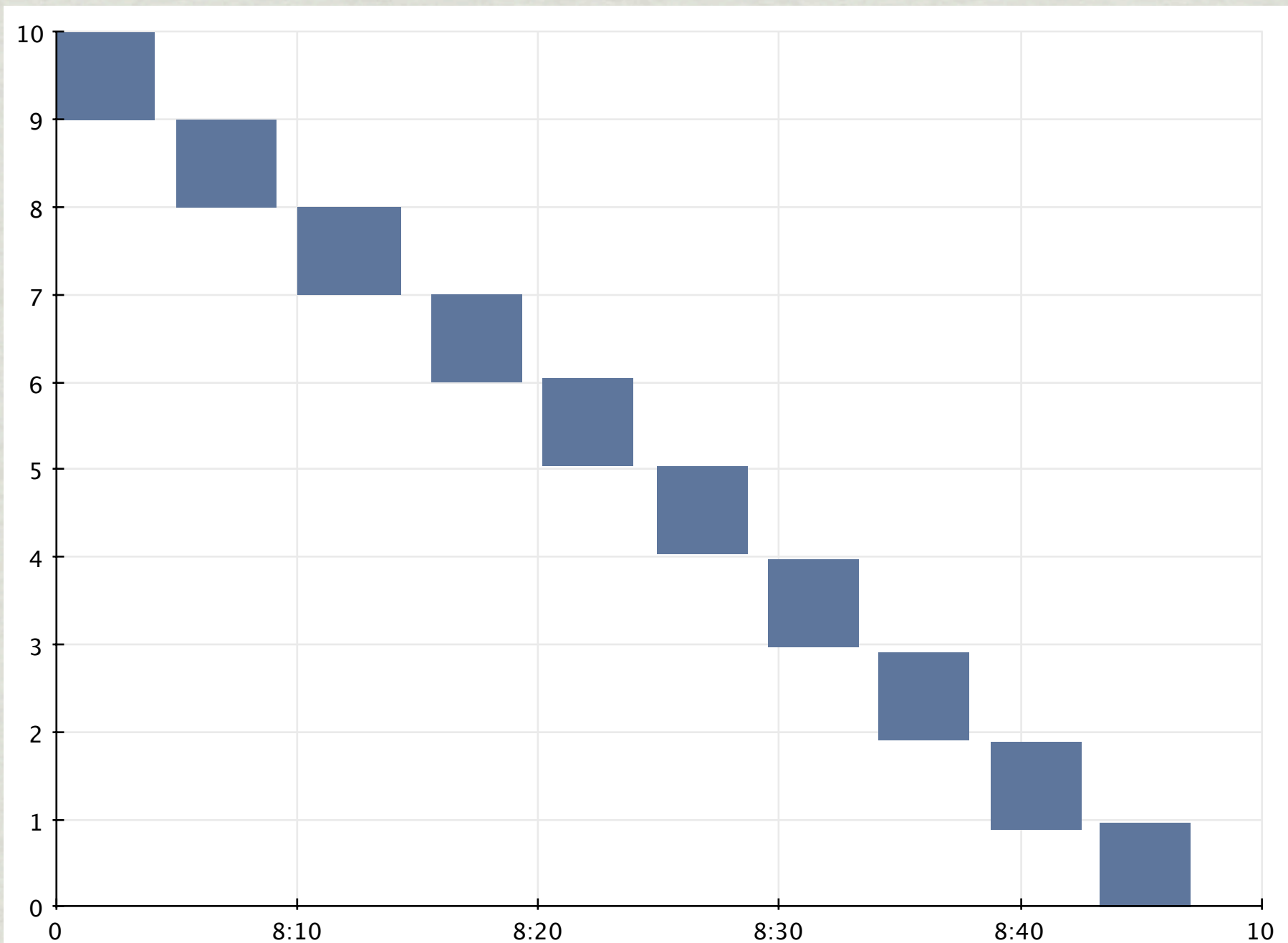


Ο κ. Τέλειος μπορεί!

Ασθενής	Άφιξη	Εξυπηρ.
1	8:00	4
2	8:05	4
3	8:10	4
4	8:15	4
5	8:20	4
6	8:25	4
7	8:30	4
8	8:35	4
9	8:40	4
10	8:45	4

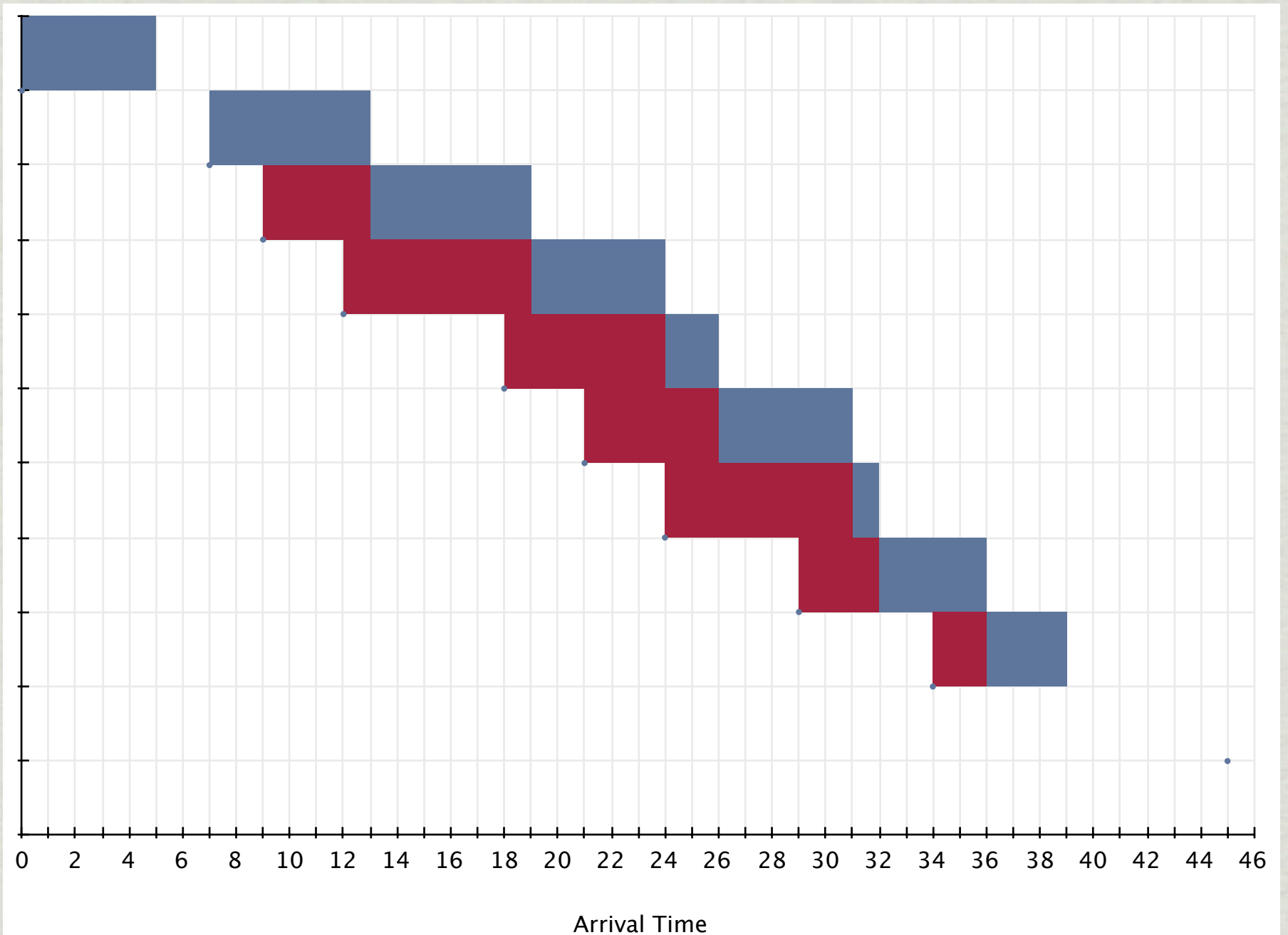
Ο κ. Τέλειος μπορεί!

Ασθενής	Άφιξη	Εξυπηρ.
1	8:00	4
2	8:05	4
3	8:10	4
4	8:15	4
5	8:20	4
6	8:25	4
7	8:30	4
8	8:35	4
9	8:40	4
10	8:45	4



Όμως στην πραγματικότητα...

Ασθενής	Άφιξη	Εξυπηρ.
1	0	5
2	7	6
3	9	6
4	12	5
5	18	2
6	21	5
7	24	1
8	29	4
9	34	3
10	45	4

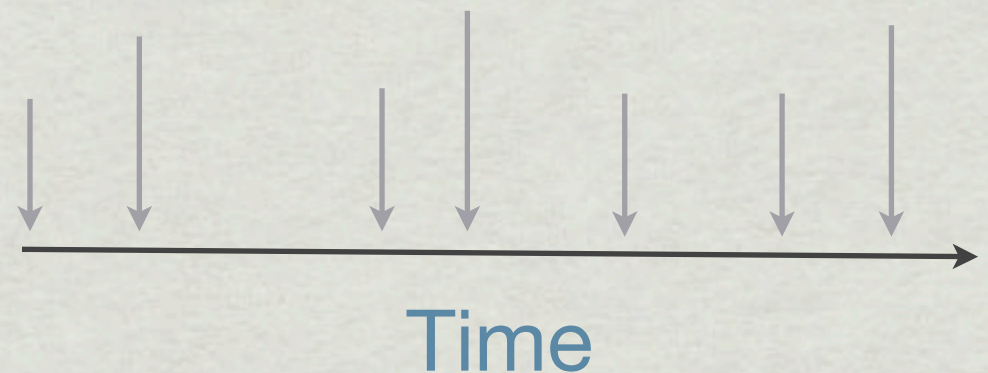


Η μεταβλητότητα
προκαλεί ουρές
αναμονής

Πως μοντελοποιείται η μεταβλητότητα;



- * Η ζήτηση είναι τυχαία
- * a = Μέσος ενδιάμεσος χρόνος αφίξεων
- * Συντελεστές Διακύμανσης



$$CV_a = \frac{\sigma_a}{\bar{a}}$$

$$CV_p = \frac{\sigma_p}{\bar{p}}$$

Εξίσωση χρόνου αναμονής

$$T_q = p \times \left(\frac{utilization}{1 - utilization} \right) \times \left(\frac{CV_a^2 + CV_p^2}{2} \right)$$

Χρόνος στην ουρά

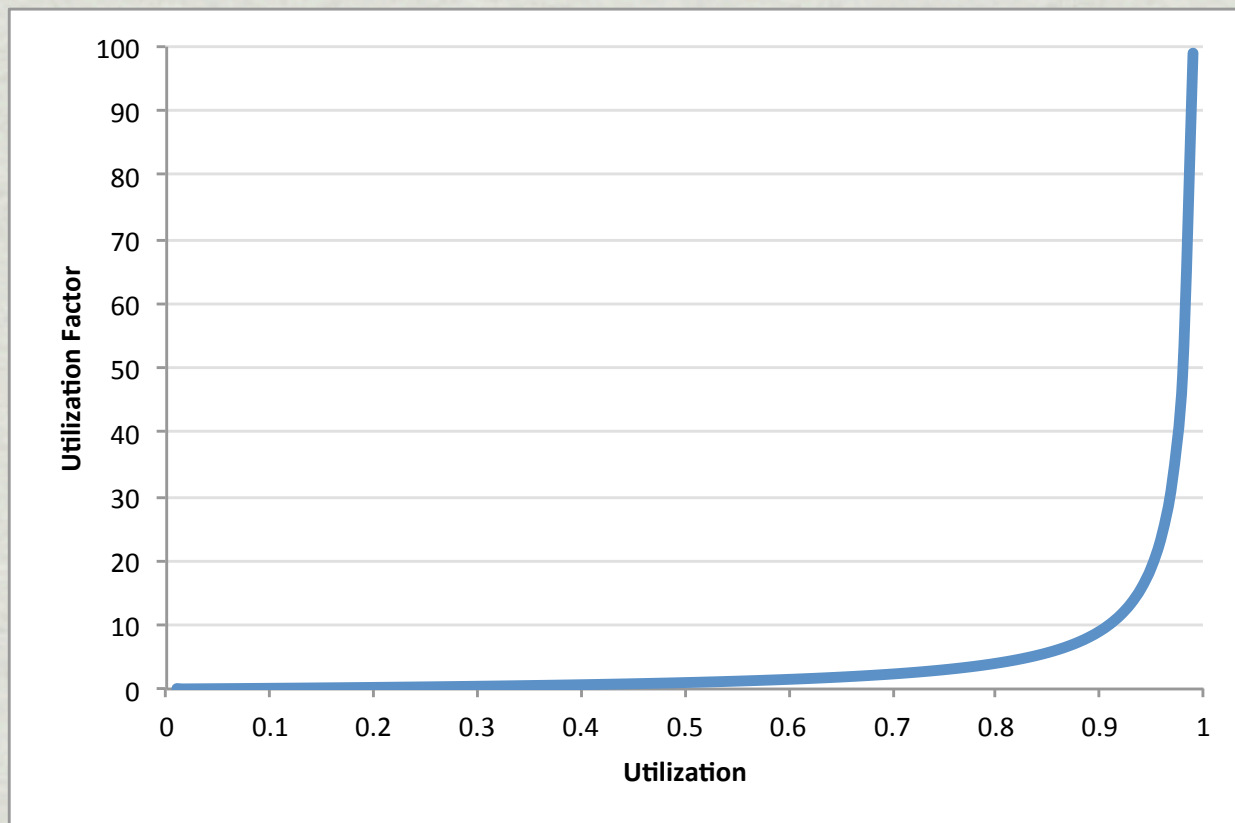
Χρόνος εκτέλεσης

Παράγοντας αξιοποίησης

Παράγοντας μεταβλητότητας

Εξηγήσεις...

$$T_q = p \times \left(\frac{\textit{utilization}}{1 - \textit{utilization}} \right) \times \left(\frac{CV_a^2 + CV_p^2}{2} \right)$$



* Χρόνος Παραμονής: $T = T_q + p$

Ένα παράδειγμα

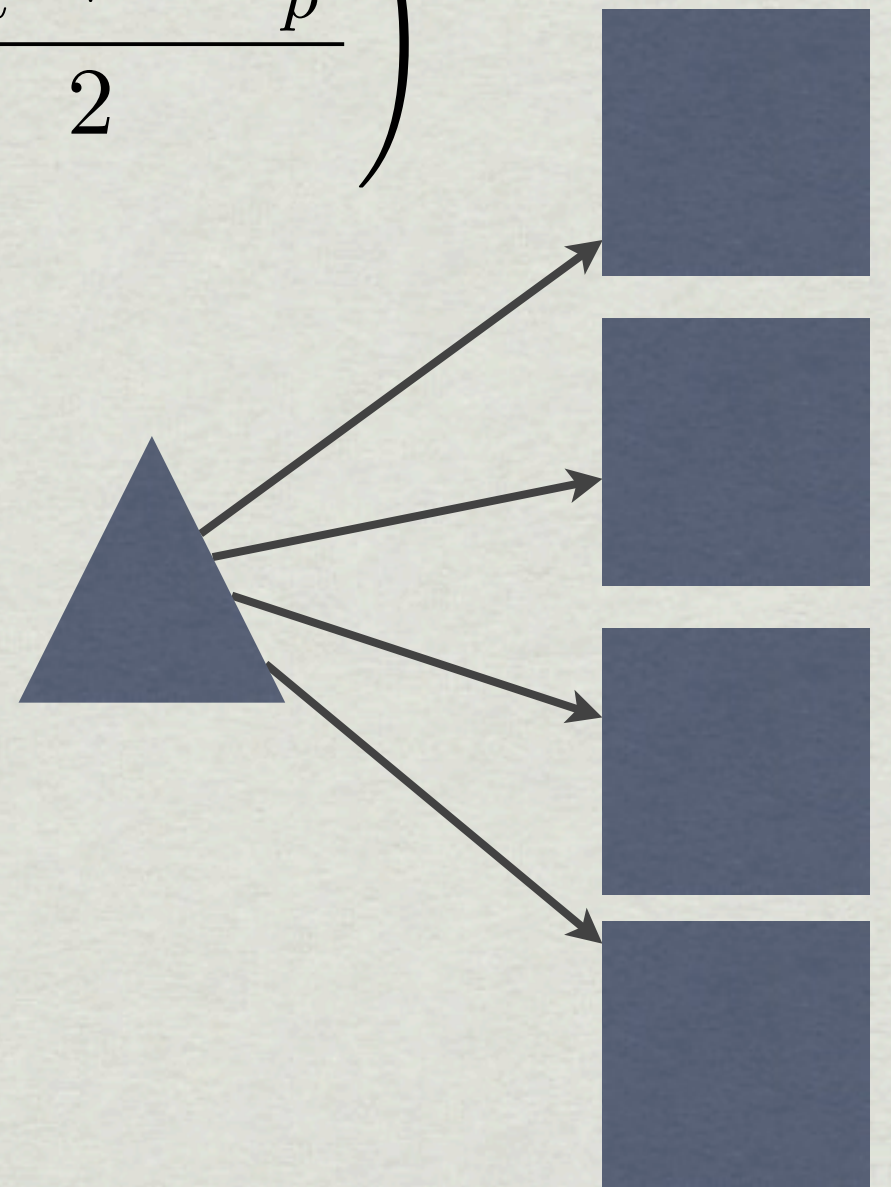
Ο φίλος σας πρέπει να επισκεφτεί οπωσδήποτε το γιατρό του. Γνωρίζετε πως στο ιατρείο που εμφανίζεται νέος ασθενής κάθε μισή ώρα (με τυπική απόκλιση 30 λεπτά). Επίσης, η μέση διάρκεια της επίσκεψης είναι 15 λεπτά (με τυπική απόκλιση 15 λεπτά). Ο γιατρός δεν δουλεύει με ραντεβού. Αν ο φίλος σας πάει στο ιατρείο στις 10.00, τι ώρα θα έχει τελειώσει;

Εξίσωση χρόνου αναμονής με πολλαπλούς εξυπηρετητές

$$T_q = \left(\frac{p}{m}\right) \times \left(\frac{u\sqrt{(2(m+1))-1}}{1-u}\right) \times \left(\frac{CV_a^2 + CV_p^2}{2}\right)$$

- * m Ο αριθμός των εξυπηρετητών
- * u η αξιοποίηση \Rightarrow

$$\frac{\frac{1}{a}}{\frac{m}{p}} = \frac{p}{a * m}$$



Ένα παράδειγμα

- * Είστε ένας πολυάσχολος manager. Το τηλέφωνο του γραφείου σας χτυπά κάθε 2 λεπτά κατά μέσο όρο (τυπική απόκλιση από κλήση σε κλήση 2 λεπτά). Για αυτό προσλαμβάνετε 3 γραμματείς. Χρειάζονται 4 λεπτά για να απαντήσουν την κάθε κλήση (τυπική απόκλιση 2 λεπτά).
- * Αν σας καλέσω, πόσο χρόνο θα περιμένω κατά μέσο όρο;

Τί άλλο μπορώ να υπολογίσω

- * Το συνολικό χρόνο στο σύστημα

$$T = T_q + p$$

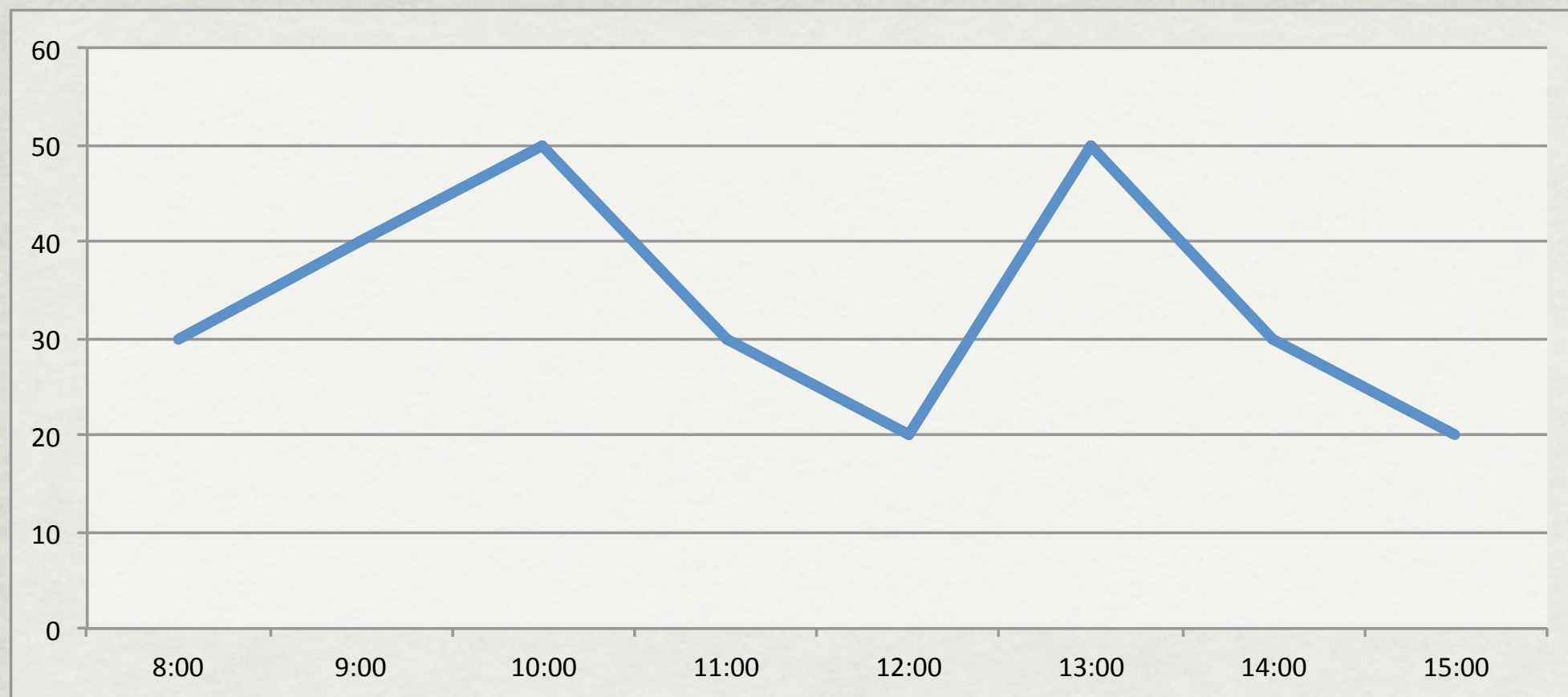
- * Το μέγεθος της ουράς

$$I_q = \frac{1}{a} \times T_q$$

- * Πόσοι πελάτες βρίσκονται υπό εξυπηρέτηση

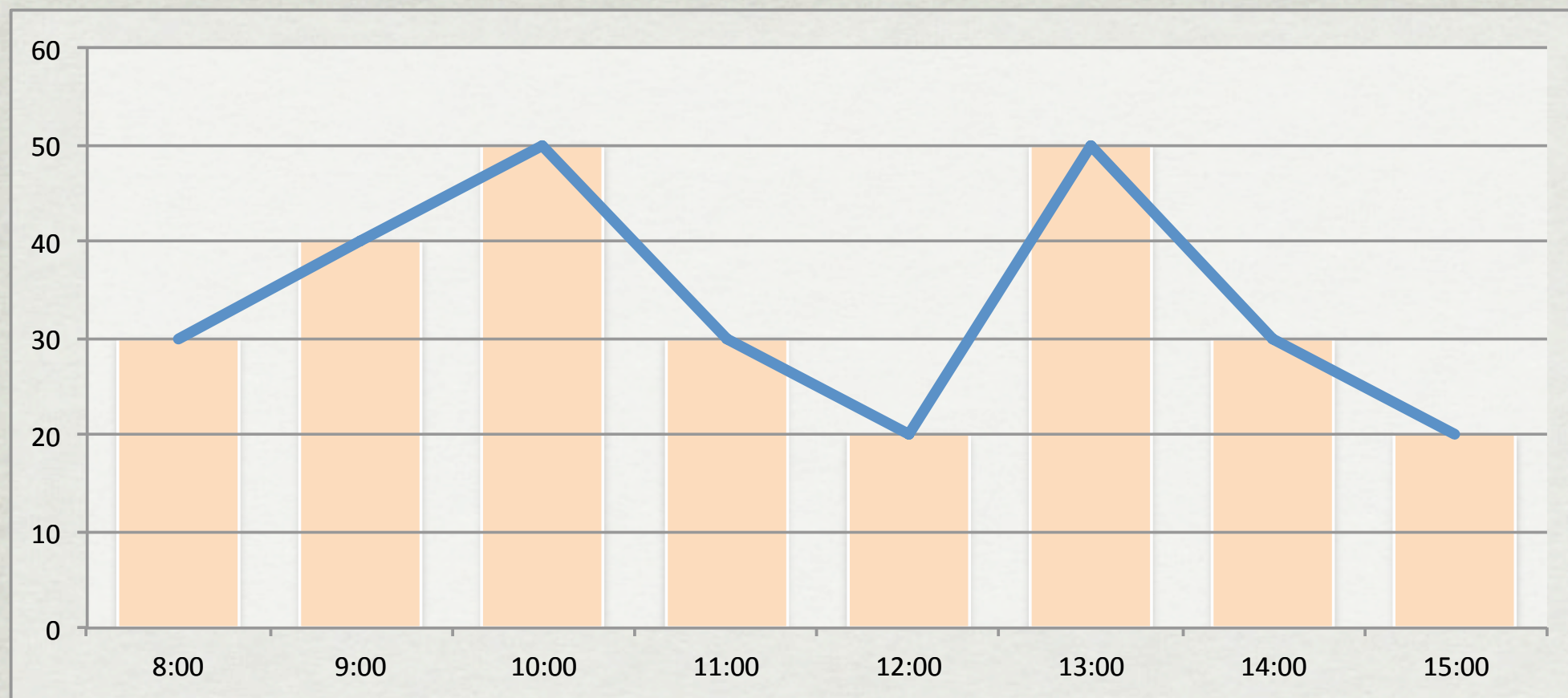
$$I_p = m \times u$$

Εποχιακά Δεδομένα



- * Πως θα αποφασίζατε για το πλάνο στελέχωσης?
- * Η εποχικότητα είναι διαφορετικό φαινόμενο από τη μεταβλητότητα

Εποχιακά Δεδομένα

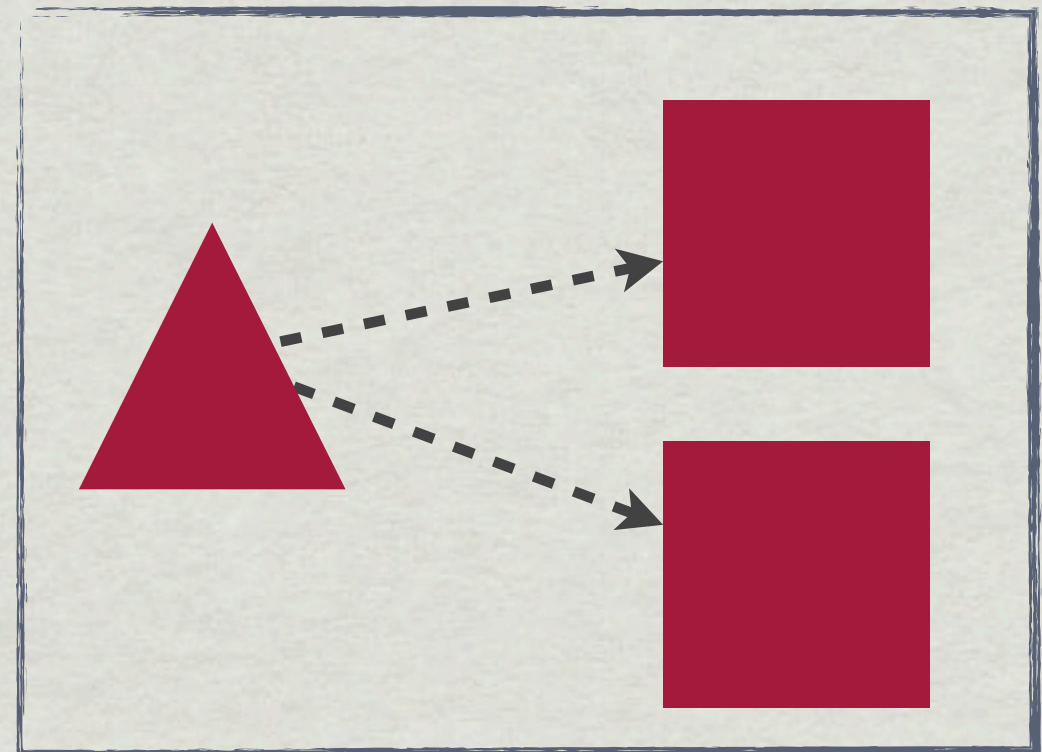
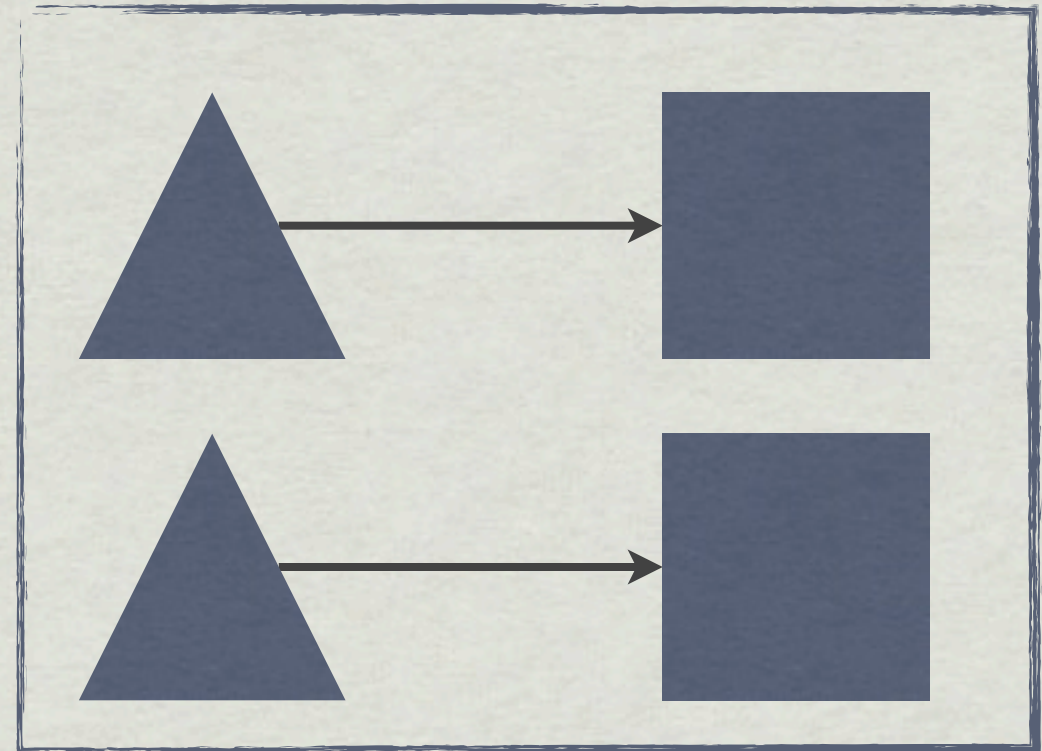


- * Πως θα αποφασίζατε για το πλάνο στελέχωσης?
- * Η εποχικότητα είναι διαφορετικό φαινόμενο από τη μεταβλητότητα

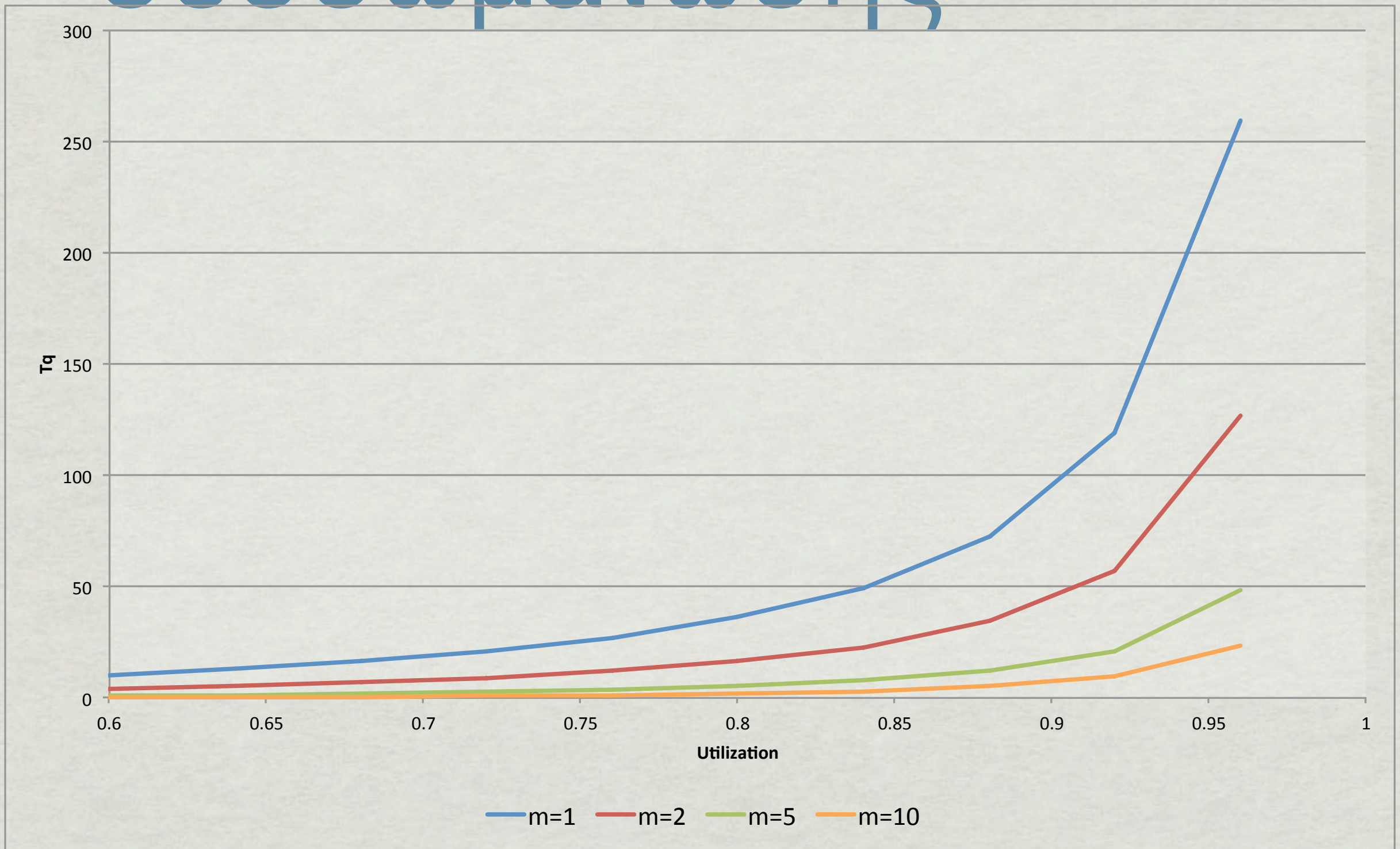
Τι μπορεί να κάνει ένας
μάνατζερ για να
αντιμετωπίσει τη
μεταβλητότητα;

Pooling

- * Ανεξάρτητοι εξυπηρετητές: $p = 4$
 $m_{in} = 5$ (στο καθένα), $CV_a = CV_p = 1$
- * Συσσωματωμένοι εξυπηρετητές: $p = 4$,
 $a = 2.5$, $CV_a = CV_p = 1$



Τα αποτελέσματα της συσσωμάτωσης



Γιατί όχι συσσωμάτωση παντού;

- * Υποθέτουμε απόλυτη ευελιξία (κάθε υπάλληλος μπορεί να εξυπηρετήσει κάθε πελάτη)
- * Αυξάνεται η πολυπλοκότητα των ροών (π.χ. γεωγραφικά προβλήματα)
- * Μπορεί να αυξήσει τη διακύμανση του χρόνου εξυπηρέτησης
- * Διακόπτει την επαφή / σχέση με τον πελάτη

Κανόνες Προτεραιότητας

- * Due date (DD or EDF)
- * First-Come-First-Served (FCFS - FIFO)
- * Longest Operation Time (LOT)
- * Shortest Operation Time (SOT - SPT)

Παράδειγμα SOT

* Χρόνοι εκτέλεσης:

* $A = 9 \text{ min}$

* $B = 10 \text{ min}$

* $C = 4 \text{ min}$

* $D = 8 \text{ min}$



Παράδειγμα SOT

* Χρόνοι εκτέλεσης:

* A = 9 min

* B = 10 min

* C = 4 min

* D = 8 min



Διαφορετικά Μοντέλα

