



Μοντέλα Διαχείρισης Αποθεμάτων

Εισαγωγή (1)

- Ο όρος απόθεμα αναφέρεται σε προϊόντα και υλικά που αποθηκεύονται από την επιχείρηση για μελλοντική χρήση
- Τα αποθέματα μπορεί να περιλαμβάνουν
 - Πρώτες ύλες
 - Εμπορεύματα
 - Εξαρτήματα
 - Ημικατεργασμένα προϊόντα
 - Έτοιμα προϊόντα

Εισαγωγή (2)

- ▶ Λόγοι διατήρησης αποθεμάτων είναι η αδυναμία πραγματοποίησης ακριβών προβλέψεων επί
 - των πωλήσεων
 - του χρόνου παραγωγής
 - της ζήτησης
 - των αναγκών σε πρώτες ύλες
- ▶ Συμπέρασμα: τα αποθέματα λειτουργούν ως δικλείδα ασφαλείας απέναντι στις συνθήκες αβεβαιότητας

Εισαγωγή (3)

- ▶ Παρά την ουσιαστική συμβολή των αποθεμάτων στην εύρυθμη λειτουργία των επιχειρήσεων, τα έξοδα που αφορούν την απόκτηση και διατήρηση των αποθεμάτων αποτελούν σημαντικό στοιχείο κόστους
- ▶ Επομένως, πρέπει να δοθούν, από τα αρμόδια στελέχη των επιχειρήσεων, απαντήσεις στα ακόλουθα ερωτήματα
 - 1. Ποια είναι η ποσότητα που πρέπει να παραγγελθεί σε κάθε αναπλήρωση του αποθέματος;**
 - 2. Ποιο είναι το χρονικό σημείο στο οποίο θα πρέπει να πραγματοποιηθεί η αναπλήρωση των αποθεμάτων;**
- ▶ Στην πραγματικότητα, κάθε επιχείρηση χρησιμοποιεί ένα είδος μοντέλου ή συστήματος διαχείρισης αποθεμάτων, προκειμένου να απαντήσει στα παρακάτω ερωτήματα

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (1)

- ▶ **Economic Order Quantity (EOQ)**
- ▶ Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου ο ρυθμός ζήτησης ενός προϊόντος παρουσιάζεται να είναι σταθερός (ή σχεδόν σταθερός) και το σύνολο των παραγγελμένων ποσοτήτων παραλαμβάνεται από την αποθήκη σε δεδομένη χρονική στιγμή
- ▶ **Σταθερός ρυθμός ζήτησης**
 - Για κάθε χρονική περίοδο τα αποθέματα μειώνονται κατά ένα συγκεκριμένο αριθμό μονάδων (π.χ. 5 μονάδες ανά ημέρα, 25 μονάδες ανά εβδομάδα, 100 μονάδες ανά τέσσερις εβδομάδες, κλπ.)

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (2)

- ▶ Η εταιρία R&B Beverage εμπορεύεται μπίρες, κρασιά και αναψυκτικά
- ▶ Προμηθεύει περισσότερες από 1.000 κάβες ποτών μέσω των αποθηκευτικών της εγκαταστάσεων στο Ohio
- ▶ Το απόθεμα της εταιρίας σε μπίρα, το οποίο αποτελεί και το 40% των συνολικών αποθεμάτων, ανέρχεται κατά προσέγγιση σε 50.000 κιβώτια
- ▶ Με μέσο κόστος ανά κιβώτιο \$8, η αξία του αποθέματος σε μπίρες υπολογίζεται σε \$400.000

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (3)

- ▶ Ο διευθυντής της αποθήκης αποφάσισε την πραγματοποίηση μιας αναλυτικής μελέτης ως προς το κόστος των αποθεμάτων της μπίρας «Bub», που είναι η μπίρα της R&B Beverage με τις μεγαλύτερες πωλήσεις
- ▶ Σκοπός είναι η υποστήριξη της λήψης αποφάσεων ως προς το μέγεθος και το χρόνο πραγματοποίησης των παραγγελιών μπίρας Bub, προκειμένου να επιτευχθεί το ελάχιστο δυνατό συνολικό κόστος
- ▶ Στον Πίνακα της επόμενης διαφάνειας φαίνεται η ζήτηση των τελευταίων 10 εβδομάδων

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (4)

Εβδομάδα	Ζήτηση (σε κιβώτια)
1	2.000
2	2.025
3	1.950
4	2.000
5	2.100
6	2.050
7	2.000
8	1.975
9	1.900
10	2.000
Συνολικός αριθμός κιβωτίων	20.000
Μέσος αριθμός κιβωτίων ανά εβδομάδα	2.000

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (5)

- Σε απόλυτους αριθμούς τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν σταθερό επίπεδο ζήτησης
- Με δεδομένη όμως τη σχετικά μικρή μεταβλητότητα της εβδομαδιαίας ζήτησης, μπορούμε ικανοποιητικά να υποθέσουμε ως σταθερό επίπεδο ζήτησης τα 2.000 κιβώτια ανά εβδομάδα

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (6)

- ▶ Η απόφαση για το μέγεθος της παραγγελίας αφορά την επιλογή μιας ποσότητας που συμβιβάζει δύο διαφορετικές προσεγγίσεις
 1. Την τήρηση μικρών αποθεμάτων και την πραγματοποίηση συχνών παραγγελιών (**υψηλό κόστος παραγγελίας**)
 2. Την τήρηση μεγάλων αποθεμάτων και την πραγματοποίηση μικρού αριθμού παραγγελιών (**υψηλό κόστος διατήρησης αποθεμάτων**)
- ▶ Για να επιλεχθεί ο βέλτιστος συνδυασμός μεταξύ των δύο αυτών αντικρουόμενων προσεγγίσεων, χρησιμοποιείται ένα μαθηματικό μοντέλο που προσδιορίζει το συνολικό κόστος αποθεμάτων ως άθροισμα του κόστους διατήρησης και του κόστους παραγγελιών

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (7)

► Κόστος διατήρησης

- Ορίζεται το κόστος που σχετίζεται με διατήρηση ενός συγκεκριμένου επιπέδου αποθέματος
- Εξαρτάται άμεσα από το μέγεθος του αποθέματος
- Το 1^ο στοιχείο του κόστους διαχείρισης αφορά το κόστος χρηματοδότησης για την απόκτηση των αποθεμάτων (**κόστος κεφαλαίου**)
 - Η R&B εκτιμά ότι το ετήσιο κόστος κεφαλαίου της ανέρχεται σε **18%** της συνολικής αξίας των αποθεμάτων
- Άλλα στοιχεία του κόστους διατήρησης είναι το **κόστος ασφάλισης**, οι σχετικοί **φόροι**, το **κόστος φθοράς**, το **κόστος κλοπής** και τα **γενικά έξοδα αποθήκης**
 - Η R&B εκτιμά ότι οι παραπάνω μορφές κόστους αφορούν ετησίως το **7%** της συνολικής αξίας των αποθεμάτων

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (8)

► Κόστος διατήρησης

- Το συνολικό κόστος διατήρησης του αποθέματος της μπίρας Bub είναι **18% + 7% = 25%**
- Αφού η αξία ενός κιβωτίου μπίρας Bub ανέρχεται στα \$8, το ετήσιο κόστος διατήρησής του ως απόθεμα ανέρχεται σε **$0,25 * (\$8) = \$2,00$**

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (9)

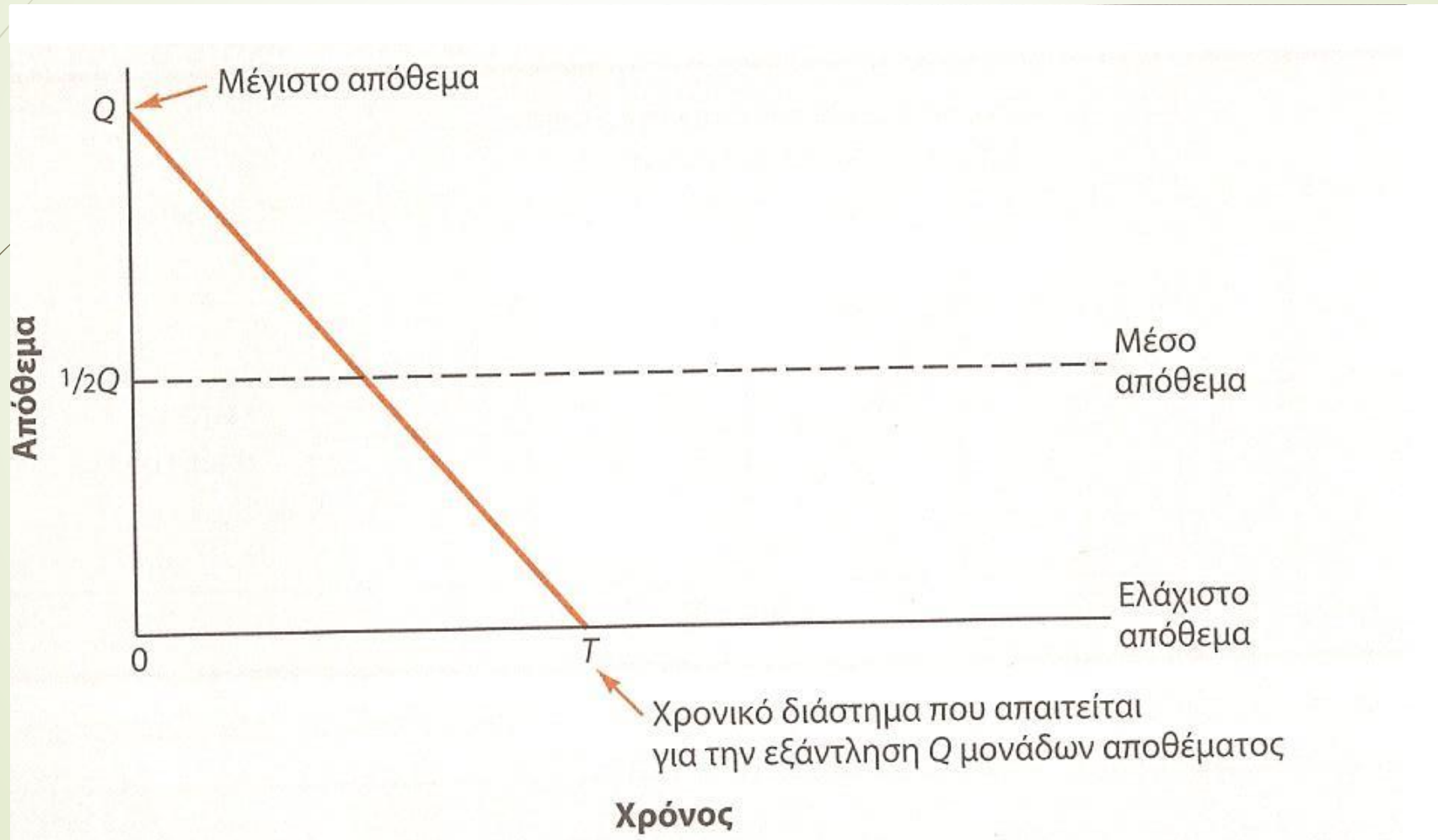
► Κόστος παραγγελίας

- Είναι ανεξάρτητο από το μέγεθος της παραγγελίας
- Περιλαμβάνει
 - Προετοιμασία δελτίου παραγγελίας
 - Διεκπεραίωση παραγγελίας (πληρωμή, ταχυδρόμηση εγγράφων, τηλεφωνική επικοινωνία, μεταφορά, έλεγχος παραστατικών παραλαβή)
- Για την R&B το κόστος παραγγελίας εκτιμάται ότι είναι **\$32** ανά παραγγελία

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (10)

- ▶ Έστω Q το μέγεθος της παραγγελίας
- ▶ Σκοπός είναι να προσδιοριστεί το Q που αντιστοιχεί στο ελάχιστο δυνατό άθροισμα του κόστους διατήρησης και του κόστους παραγγελίας
- ▶ Στο σχήμα της επόμενης διαφάνειας εμφανίζεται ένας ολοκληρωμένος κύκλος μεγέθυνσης-εξάντλησης αποθέματος, εντός ενός χρονικού διαστήματος T
- ▶ Ο κύκλος αυτός θα επαναλαμβάνεται σε βάθος χρόνου
- ▶ Το μέσο μέγεθος του αποθέματος για ένα κύκλο είναι $\frac{1}{2}Q$

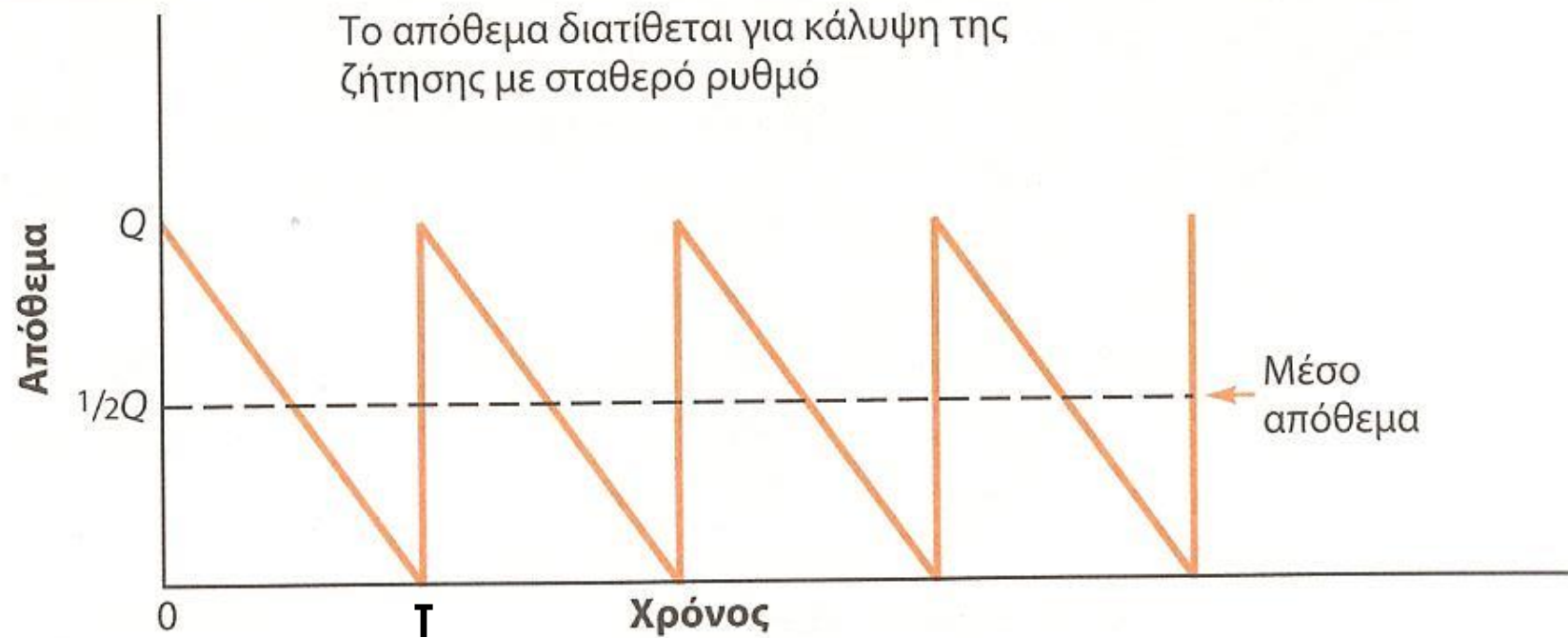
Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (11)



Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (12)

- Στο σχήμα της επόμενης διαφάνειας παρουσιάζεται μια σειρά από επαναλαμβανόμενους κύκλους για ένα ευρύτερο χρονικό διάστημα
- Το μέσο μέγεθος του αποθέματος για το συνολικό διάστημα των επαναλαμβανόμενων κύκλων είναι επίσης $\frac{1}{2}Q$

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (13)



Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (14)

- ▶ Το κόστος διατήρησης μπορεί να προσδιοριστεί με βάση το μέσο μέγεθος αποθέματος
- ▶ Ως περίοδος στη βάση της οποίας θα διατυπωθεί το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εβδομάδα, ο μήνας, το έτος ή και μεγαλύτερο χρονικό διάστημα
- ▶ Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται το έτος διότι το κόστος διατήρησης εκφράζεται ως ποσοστό επί των ετήσιων αποθεμάτων

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (15)

► Έστω

- I = ποσοστιαίο κόστος διατήρησης ανά έτος
- C = κόστος απόκτησης ανά μονάδα αποθέματος
- C_h = ετήσιο κόστος για τη διατήρηση μιας μονάδας αποθέματος

► Το **ετήσιο κόστος για τη διατήρηση μιας μονάδας αποθέματος** είναι

- $C_h = C \cdot I$

► Το **ετήσιο κόστος διατήρησης για το μέσο απόθεμα** υπολογίζεται ως εξής

- $\frac{1}{2}QC_h$

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (16)

- ▶ Έστω D η ετήσια ζήτηση για το προϊόν
- ▶ Εάν η κάθε παραγγελία αφορά Q μονάδες, θα πρέπει να πραγματοποιηθούν D/Q παραγγελίες για κάθε έτος
- ▶ Αν με C_o συμβολίσουμε το **κόστος παραγγελίας**, το **ετήσιο κόστος παραγγελίας** ισούται με
 - $\left(\frac{D}{Q}\right) C_o$

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (17)

- ▶ Το συνολικό ετήσιο κόστος ορίζεται ως εξής

- $TC = \frac{1}{2}QC_h + \frac{D}{Q}C_o$

- ▶ Η παραπάνω εξίσωση αποτελεί τη γενική μορφή του τύπου για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους αποθεμάτων, για τα οποία ισχύουν οι υποθέσεις του μοντέλου της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας

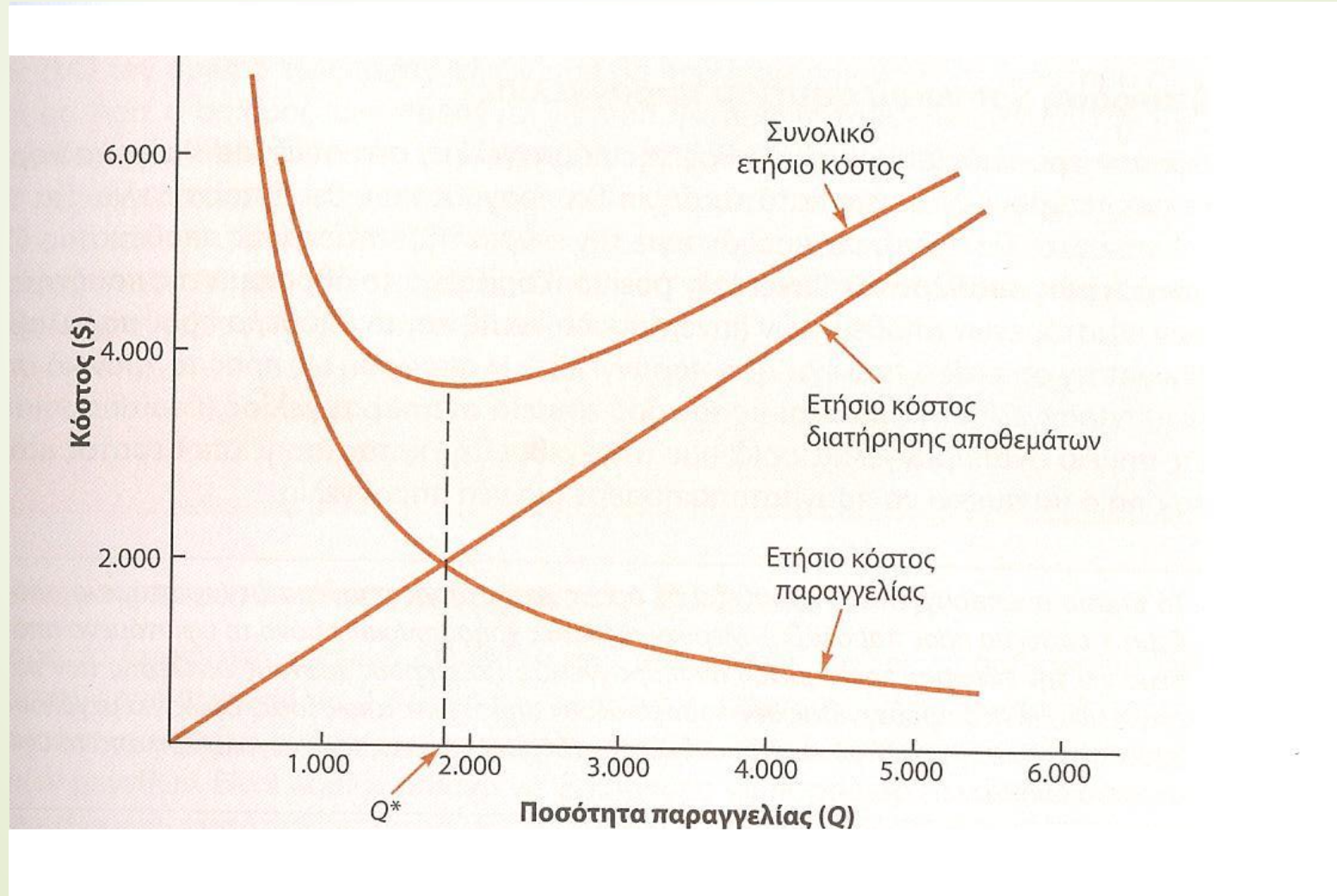
- ▶ Για το παράδειγμα της R&B ($C_h = \$2$, $C_o = \$32$ και $D = 104.000$) έχουμε

- $TC = \frac{1}{2}Q(\$2) + \frac{104.000}{Q}(\$32) = Q + \frac{3.328.000}{Q}$

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (18)

- ▶ Για να υπολογίσουμε το ελάχιστο δυνατό κόστος που αντιστοιχεί σε μέγεθος παραγγελίας Q^* , κάνουμε τα εξής
 1. Παραγωγίζουμε τη συνάρτηση του συνολικού ετήσιου κόστους για να βρούμε την 1^η παράγωγό του
 2. Βρίσκουμε την τιμή Q^* για την οποία μηδενίζεται η 1^η παράγωγος
 3. Παραγωγίζουμε την 1^η παράγωγο για να βρούμε τη 2^η παράγωγο και υπολογίζουμε την τιμή της για $Q = Q^*$
 4. Αν το πρόσημό της είναι θετικό, η συνάρτηση του συνολικού ετήσιου κόστους έχει ολικό ελάχιστο για $Q = Q^*$

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (19)



Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (20)

- ▶ Ο τύπος που προσδιορίζει την ποσότητα παραγγελίας που ελαχιστοποιεί το συνολικό ετήσιο κόστος ισούται με
 - $Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$
- ▶ Για το παράδειγμα της R&B ($C_h = \$2$, $C_o = \$32$ και $D = 104.000$) το συνολικό ετήσιο κόστος έχει ως εξής
 - $Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 104.000 \cdot 32}{2}} = 1.824$
- ▶ Αντικαθιστώντας την τιμή 1.824 στην εξίσωση του συνολικού ετήσιου κόστους έχουμε
 - $TC = Q + \frac{3.328.000}{Q} = 1.824 + \frac{3.328.000}{1.824} = \3.649

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (21)

- Αφού προσδιορίσαμε το βέλτιστο μέγεθος της παραγγελίας στη συνέχεια θα πρέπει να προσδιορίσουμε το χρονικό σημείο κατά το οποίο θα πρέπει να γίνει η παραγγελία
- **Κατάσταση αποθέματος**
 - Το άθροισμα της ποσότητας των υφιστάμενων αποθεμάτων και του αποθέματος προς παραλαβή που έχει ήδη παραγγελθεί
- **Σημείο αναπαραγγελίας**
 - Η απόφαση ως προς το χρονικό σημείο παραγγελίας
 - Το μέγεθος της κατάστασης του αποθέματος κατά το οποίο θα πρέπει να πραγματοποιήσουμε μια νέα παραγγελία

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (22)

- Ο γενικός τύπος για τον υπολογισμό του **σημείου αναπαραγγελίας** είναι ο ακόλουθος

- $r = d \cdot m = \frac{D}{\text{εργασιμες ημερες}} \cdot m$

- όπου

- r = σημείο αναπαραγγελίας
 - d = ζήτηση ανά ημέρα
 - m = χρόνος εκτέλεσης νέων παραγγελιών σε ημέρες

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (23)

► Κύκλος παραγγελίας

- Το διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών παραγγελιών

► Έστω

- $\frac{D}{Q}$: ο αριθμός των παραγγελιών που θα πραγματοποιηθούν σε διάστημα ενός έτους
- W_D : ο αριθμός των εργάσιμων ημερών σε διάστημα ενός έτους

► Ο τύπος για τον υπολογισμό ενός κύκλου παραγγελίας T ημερών είναι ο εξής

- $$T = \frac{W_D}{D/Q^*} = \frac{W_D \cdot Q^*}{D}$$

► Για το παράδειγμα της R&B ($W_D = 250$, $Q^* = 1.824$, $D = 104.000$) έχουμε

- $$T = \frac{250 \cdot 1.824}{104.000} = 4,39 \text{ εργάσιμες ημέρες}$$

Μοντέλο οικονομικής (βέλτιστης) ποσότητας παραγγελίας (24)

- ▶ Επίλυση του μοντέλου EOQ με χρήση του Excel
 - [Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων - Βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας.xlsx](#)

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (1)

- ▶ Ομοιότητες με μοντέλο οικονομικής ποσότητας παραγγελίας
 - **Ίδιος σκοπός**
 - ▶ Προσδιορισμός του μεγέθους της παραγγελίας και του χρονικού σημείου κατά το οποίο θα πραγματοποιηθεί
 - **Σταθερή ζήτηση**
- ▶ Διαφορές με μοντέλο οικονομικής ποσότητας παραγγελίας
 - **Σταθερός ρυθμός παραλαβής**
 - Για κάθε χρονική περίοδο παραλαμβάνεται ένας συγκεκριμένος αριθμός μονάδων και τοποθετείται στο απόθεμα (π.χ. 10 μονάδες ανά ημέρα, 50 μονάδες ανά εβδομάδα, κλπ.)
- ▶ Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου ύστερα από την πραγματοποίηση μιας παραγγελίας, **ξεκινάει η παραγωγή του προϊόντος και ένας σταθερός αριθμός μονάδων προστίθεται στο απόθεμα κάθε μέρα, έως ότου καλυφθεί το σύνολο της παραγγελίας**

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (2)

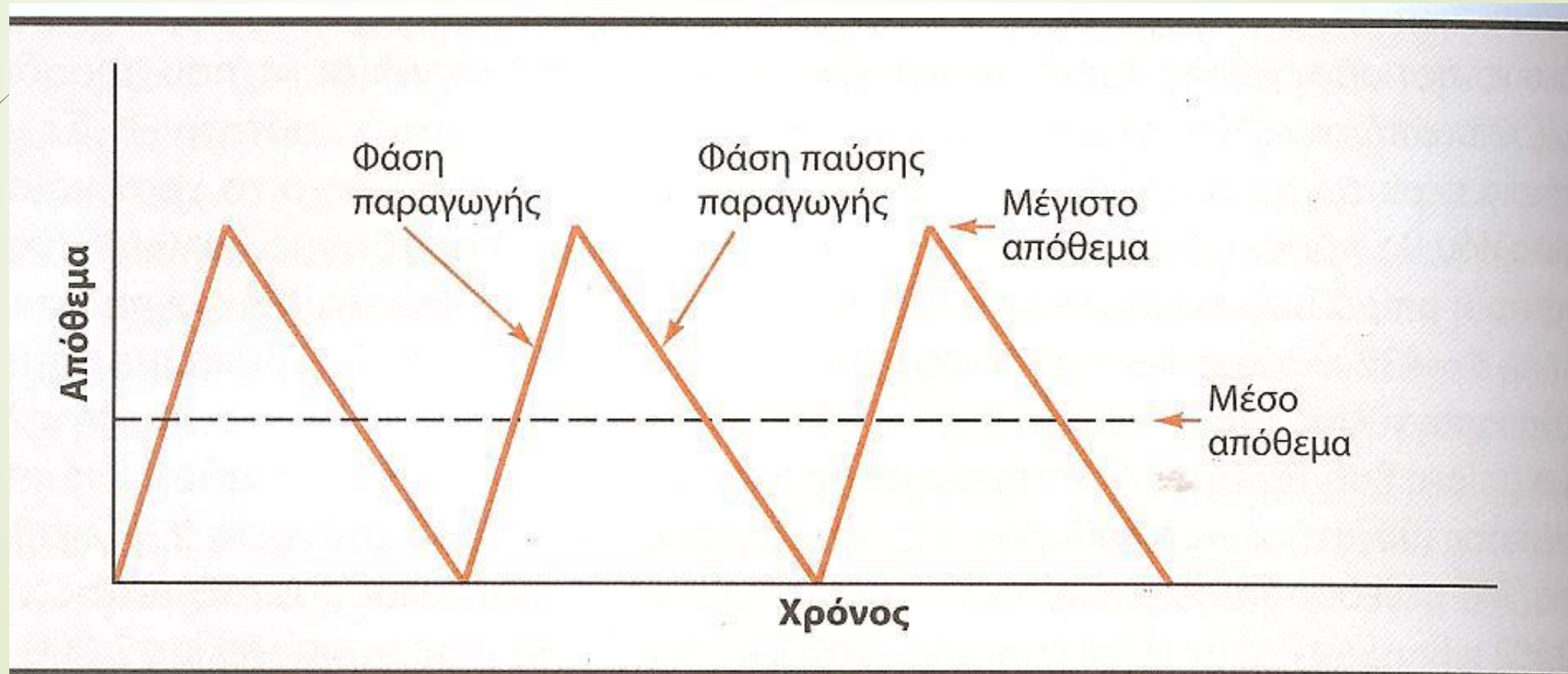
- ▶ Αν διαθέτουμε μια γραμμή παραγωγής με δυναμικότητα 50 μονάδες ανά ημέρα και αποφασίζουμε να τη λειτουργήσουμε για διάστημα 10 ημερών, η απόφαση αυτή αντιστοιχεί σε παρτίδα παραγωγής $50 \cdot 10 = 500$ μονάδων
- ▶ Το μέγεθος της **παρτίδας παραγωγής** είναι ο αριθμός των μονάδων μιας παραγγελίας

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (3)

- Αρχικά, συμβολίζουμε με Q το μέγεθος της παρτίδας παραγωγής
- Στη συνέχεια, δημιουργούμε ένα μοντέλο κόστους διατήρησης και παραγγελίας που εκφράζει το συνολικό κόστος ως συνάρτηση του μεγέθους παρτίδας παραγωγής
- Τέλος, προσδιορίζουμε το βέλτιστο μέγεθος παρτίδας παραγωγής που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος
- **Το μοντέλο προϋποθέτει ότι η παραγωγή υπερβαίνει τη ζήτηση, δηλαδή ότι η δυναμικότητα παραγωγής είναι σε θέση να καλύψει τη ζήτηση**

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (4)

- ▶ Η συμπεριφορά των αποθεμάτων για το συγκεκριμένο μοντέλο είναι η εξής:



Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (5)

- Κόστος διατήρησης
 - Ίδιος ορισμός με το μοντέλο Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας
 - **(Μέσο απόθεμα * ετήσιο κόστος διατήρησης ανά μονάδα)**
- Κόστος παραγγελίας
 - Αποδίδεται μέσω του **κόστους ρύθμισης** των γραμμών παραγωγής
 - Περιλαμβάνει την **εργασία**, τα **υλικά** και την **απολεσθείσα παραγωγή** που υφίσταται μια οικονομική μονάδα κατά το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την προετοιμασία της λειτουργίας των γραμμών παραγωγής
 - Είναι σταθερό για κάθε περίοδο παραγωγής και ανεξάρτητο από το μέγεθος της παρτίδας παραγωγής

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (6)

► Έστω

- d = ζήτηση ανά ημέρα
- p = παραγωγή ανά ημέρα
- t = περίοδος παραγωγής (σε ημέρες)

► Το μέγιστο μέγεθος αποθέματος αντιστοιχεί στο χρονικό σημείο ολοκλήρωσης της περιόδου παραγωγής και ισούται με

- **Μέγιστο απόθεμα** = $(p - d)t$

► Το **μέσο απόθεμα** ανέρχεται στο μισό του μέγιστου αποθέματος

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (7)

- ▶ Αν το μέγεθος της παρτίδας παραγωγής ανέρχεται σε Q μονάδες, με σταθερή παραγωγή ανά ημέρα p μονάδων, έχουμε $Q = pt$ και η διάρκεια της περιόδου παραγωγής είναι
 - $t = \frac{Q}{p}$ ημέρες
- ▶ Επομένως, το μέγιστο απόθεμα ισούται με
 - **Μέγιστο απόθεμα** = $(p - d)t = (p - d) \left(\frac{Q}{p}\right) = \left(1 - \frac{d}{p}\right) Q$
- ▶ και το μέσο απόθεμα είναι ίσο με
 - $\frac{1}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) Q$

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (8)

- ▶ Για ετήσιο κόστος διατήρησης ανά μονάδα C_h , ο τύπος του ετήσιου κόστους διατήρησης είναι
 - **Ετήσιο κόστος διατήρησης** = $\frac{1}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) Q C_h$
- ▶ Συμβολίζοντας με D την ετήσια ζήτηση και με C_o το κόστος ρύθμισης για μια περίοδο παραγωγής, το ετήσιο κόστος ρύθμισης (το οποίο αντικαθιστά το ετήσιο κόστος παραγγελίας του μοντέλου οικονομικής ποσότητας παραγγελίας)
 - **Ετήσιο κόστος ρύθμισης** = $\frac{D}{Q} C_o$
- ▶ Το συνολικό ετήσιο κόστος του μοντέλου TC σε ημερήσια βάση είναι
 - **$TC = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) Q C_h + \frac{D}{Q} C_o$** (ημερήσια βάση)

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (9)

- Αν υποθέσουμε ότι οι γραμμές παραγωγής χρησιμοποιούνται για 250 ημέρες ανά έτος, η ζήτηση ανά ημέρα d μπορεί να εκφραστεί σε όρους ετήσιας ζήτησης D ως εξής:
 - $d = \frac{D}{250}$
- Αντίστοιχα, μπορούμε να ορίσουμε την ημερήσια παραγωγή p σε όρους ετήσιας παραγωγής P ως εξής:
 - $P = 250p \Leftrightarrow p = \frac{P}{250}$
- Συνεπώς $\frac{d}{p} = \frac{D/250}{P/250} = \frac{D}{P}$ και $TC = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{D}{P} \right) Q C_h + \frac{D}{Q} C_o$ (ετήσια βάση)

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (10)

- Για να υπολογίσουμε το ελάχιστο δυνατό κόστος που αντιστοιχεί σε μέγεθος παραγγελίας Q^* , κάνουμε τα εξής
 1. Παραγωγίζουμε τη συνάρτηση του συνολικού ετήσιου κόστους για να βρούμε την 1^η παράγωγο του
 2. Βρίσκουμε την τιμή Q^* για την οποία μηδενίζεται η 1^η παράγωγος
 3. Παραγωγίζουμε την 1^η παράγωγο για να βρούμε τη 2^η παράγωγο και υπολογίζουμε την τιμή της για $Q = Q^*$
 4. Αν το πρόσημό της είναι θετικό, η συνάρτηση του συνολικού ετήσιου κόστους έχει ολικό ελάχιστο για $Q = Q^*$

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (11)

- ▶ Ο τύπος που προσδιορίζει την ποσότητα παραγγελίας που ελαχιστοποιεί το συνολικό ετήσιο κόστος ισούται με

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{\left(1 - \frac{D}{P}\right)C_h}}$$

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (12)

- ▶ **Παράδειγμα:** Το σαπούνι Beauty Bar παρασκευάζεται από μια γραμμή παραγωγής με ετήσια δυναμικότητα **60.000** μονάδων
- ▶ Εκτιμάται ότι η ετήσια ζήτηση θα ανέλθει σε **26.000** μονάδες ετησίως και θα παρουσιάζει σταθερό ρυθμό
- ▶ Ο καθαρισμός, η προετοιμασία και η παραμετροποίηση της γραμμής παραγωγής, που προηγούνται κάθε περιόδου παραγωγής κοστίζουν **\$135**
- ▶ Το κόστος παραγωγής (αξία) ανά μονάδα είναι **\$4,50** και το ετήσιο κόστος διατήρησης αντιστοιχεί στο **24%** επί του συνολικού αποθέματος
- ▶ Επομένως το ετήσιο κόστος διατήρησης ανά μονάδα ισούται με $C_h = IC = 0,24(\$4,50) = \$1,08$

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (13)

- Η ποσότητα παραγγελίας που ελαχιστοποιεί το συνολικό ετήσιο κόστος ισούται με

$$\bullet Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{\left(1 - \frac{D}{P}\right)C_h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 26.000 \cdot 135}{\left(1 - \frac{26.000}{60.000}\right) \cdot 1,08}} = 3.387$$

- Επομένως, το ελάχιστο συνολικό ετήσιο κόστος ισούται με

$$\bullet TC = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) QC_h + \frac{D}{Q} C_o =$$

$$\frac{1}{2} \left(1 - \frac{26.000}{60.000}\right) 3.387 \cdot (\$1,08) + \frac{26.000}{60.000} (\$135) = \$2.073$$

Μοντέλο βέλτιστου μεγέθους παρτίδας παραγωγής (14)

- ▶ Έστω ότι ο χρόνος προετοιμασίας της παραγωγής (προγραμματισμός, ρύθμιση, κλπ.) ανέρχεται σε **5** ημέρες, ενώ οι ημέρες εργασίας ανά έτος είναι **250**
- ▶ Η ζήτηση του χρόνου προετοιμασίας (σημείο αναπαραγγελίας) θα είναι $\frac{D}{\text{εργασιμες ημερες}} \cdot m = \frac{26.000}{250} \cdot 5 = \mathbf{520 \text{ μονάδες}}$
- ▶ Ο κύκλος παραγωγής **T** είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ της έναρξης δύο διαδοχικών περιόδων παραγωγής
 - $\mathbf{T} = \frac{250}{D/Q^*} = \frac{250 \cdot Q^*}{D} = \frac{250 \cdot 3.387}{26.000} \approx \mathbf{33 \text{ εργάσιμες ημέρες}}$
- ▶ Επομένως, θα πρέπει να προγραμματίσουμε μια περίοδο παραγωγής **3.387** μονάδων κάθε **33** εργάσιμες ημέρες 5/4/2017

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (1)

- ▶ Έλλειψη (εξάντληση αποθεμάτων)
 - Ζήτηση που δεν μπορεί να ικανοποιηθεί
- ▶ Στην πράξη συναντάμε τέτοιες περιπτώσεις όταν το κόστος διατήρησης αποθεμάτων παρουσιάζεται εξαιρετικά υψηλό
 - Π.χ. ένας έμπορος αυτοκινήτων διαθέτει μικρό απόθεμα, με αποτέλεσμα ο υποψήφιος αγοραστής να παραλαμβάνει την παραγγελία του με καθυστέρηση μερικών εβδομάδων

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (2)

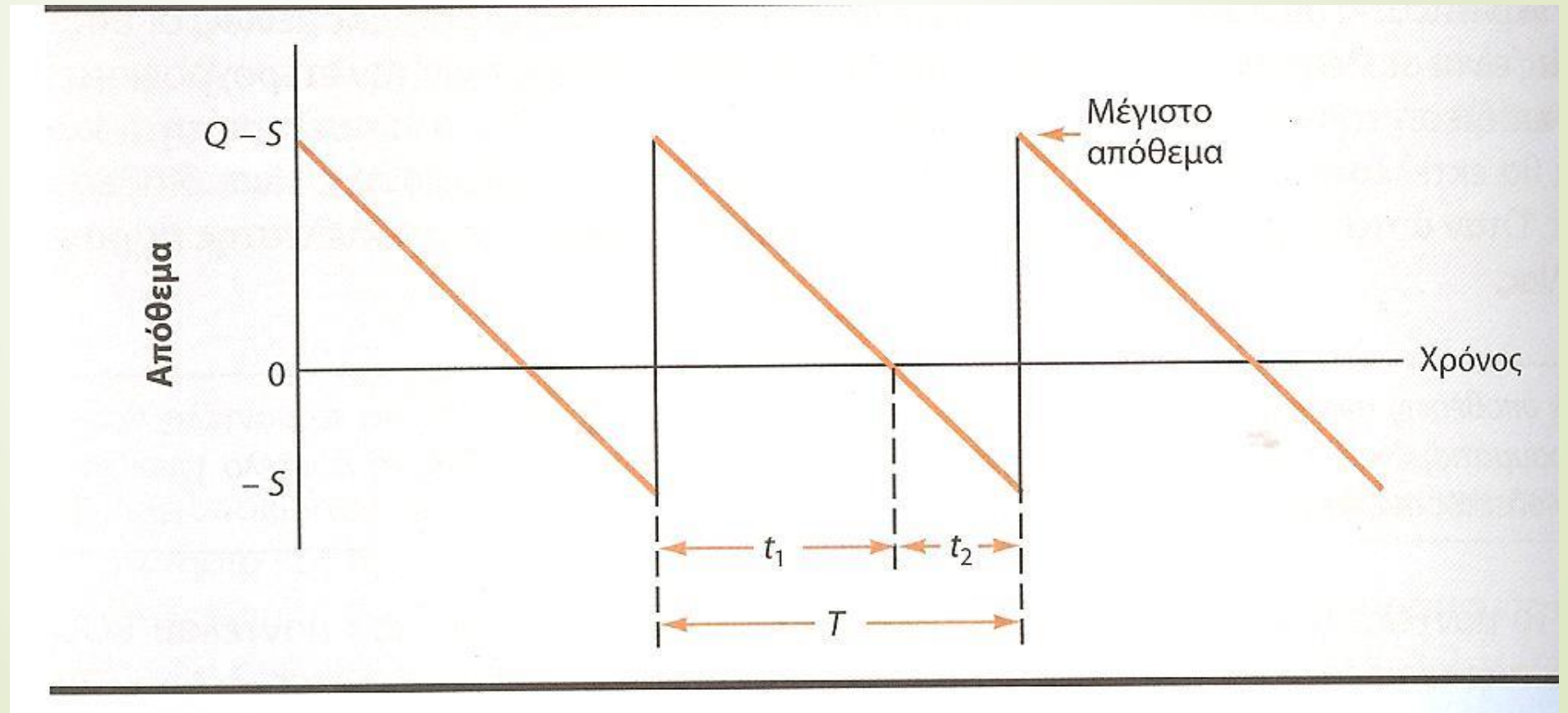
- ▶ Το μοντέλο που θα αναλύσουμε εξετάζει μια συγκεκριμένη μορφή ελλείψεων που ονομάζεται **ανεκτέλεστη παραγγελία**
- ▶ Σε αυτή, υποθέτουμε ότι όταν ένας πελάτης πραγματοποιήσει μια παραγγελία και διαπιστώσει ότι το απόθεμα του προμηθευτή δεν επαρκεί για να την καλύψει, ο πελάτης θα περιμένει έως ότου παραληφθεί η νέα παρτίδα παραγωγής και εκτελεστεί η παραγγελία του
- ▶ Χρησιμοποιεί ως βάση το μοντέλο της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας στο οποίο οι μονάδες προϊόντος παραλαμβάνονται σε ένα χρονικό σημείο και η ζήτηση είναι σταθερή

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (3)

- ▶ Έστω ότι με S συμβολίζουμε τις μονάδες των συσσωρευμένων ανεκτέλεστων παραγγελιών κατά την παραλαβή της ποσότητας Q
- ▶ Για το σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων ισχύουν τα εξής:
 1. Ικανοποιούνται οι ανεκτέλεστες παραγγελίες και οι υπόλοιπες $Q-S$ μονάδες τοποθετούνται στο απόθεμα. Συνεπώς το μέγιστο απόθεμα θα είναι $Q-S$ μονάδες
 2. Ο κύκλος μεγέθυνσης/εξάντλησης αποθέματος (T) χωρίζεται σε δύο φάσεις
 - i. Η 1^η φάση διαρκεί t_1 ημέρες, όπου υπάρχει διαθέσιμο απόθεμα για την κάλυψη των παραγγελιών των πελατών
 - ii. Η 2^η φάση διαρκεί t_2 ημέρες, όπου παρουσιάζονται ελλείψεις και οι παραγγελίες των πελατών παραμένουν ανεκτέλεστες

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (4)

- ▶ Η συμπεριφορά των αποθεμάτων για το μοντέλο ανεκτέλεστων παραγγελιών είναι η εξής:



Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (5)

- ▶ Το μοντέλο περιλαμβάνει τα εξής κόστη
 1. Κόστος διατήρησης
 2. Κόστος παραγγελίας
 3. Κόστος ανεκτέλεστων παραγγελιών (**κόστος ελλείψεων**)
 - Το κόστος αυτό αναφέρεται στην εργασία και το κόστος μεταφοράς που αφορά αποκλειστικά τη ρύθμιση των ανεκτέλεστων παραγγελιών
 - Εκφράζεται σε όρους του κόστους ανά μονάδα ανεκτέλεστης παραγγελίας για δεδομένη χρονική περίοδο
 - Αναφέρεται επίσης στο **κόστος αρνητικής επίπτωσης στη φήμη**
 - Ο κλονισμός της σχέσης εμπιστοσύνης με τον πελάτη
 - Εξαρτάται από το χρόνο αναμονής των πελατών για την εκτέλεση της παραγγελίας τους

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (6)

- Το **μέσο απόθεμα** του κύκλου μεγέθυνσης-εξάντλησης αποθέματος $T = t_1 + t_2$ ημερών υπολογίζεται ως εξής:

- **Μέσο απόθεμα** =
$$\frac{1/2(Q-S)t_1 + 0t_2}{t_1 + t_2} = \frac{1/2(Q-S)t_1}{T}$$

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (7)

- ▶ Έστω d η σταθερή ημερήσια ζήτηση, τότε έχουμε:
 - $t_1 = \frac{Q-s}{d}$ ημέρες, δηλαδή το μέγιστο απόθεμα των μονάδων θα εξαντληθεί σε $\frac{Q-s}{d}$ ημέρες
- ▶ Επειδή σε κάθε κύκλο παραλαμβάνονται Q μονάδες, η διάρκεια του κύκλου θα είναι:
 - $T = \frac{Q}{d}$ ημέρες

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (8)

- Επομένως, το **μέσο απόθεμα** είναι ίσο με:

$$\blacksquare \frac{1/2(Q-S)t_1}{T} = \frac{1/2(Q-S)\frac{Q-S}{d}}{\frac{Q}{d}} = \frac{(Q-S)^2}{2Q}$$

- Άρα, το μέσο απόθεμα εκφράζεται σε όρους δύο μεταβλητών απόφασης
 - Τη μεταβλητή απόφασης για το μέγεθος της παραγγελίας **Q**
 - Τη μεταβλητή απόφασης για τον μέγιστο αριθμό των συσσωρευμένων ανεκτέλεστων παραγγελιών **S**

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (9)

- Ο **μέσος αριθμός ανεκτέλεστων παραγγελιών** κατά την περίοδο t_2 αντιστοιχεί στο $\frac{1}{2}$ του μέγιστου αριθμού ανεκτέλεστων παραγγελιών S
- Στο διάστημα t_1 υπάρχει διαθέσιμο απόθεμα και συνεπώς δεν παρουσιάζονται ανεκτέλεστες παραγγελίες
- Με αντίστοιχο τρόπο υπολογισμού καταλήγουμε στον εξής τύπο:
 - **μέσος αριθμός ανεκτέλεστων παραγγελιών** $= \frac{0t_1 + \frac{S}{2}t_2}{t_1 + t_2} = \frac{\frac{S}{2}t_2}{T}$

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (10)

- ▶ Για αριθμό ανεκτέλεστων παραγγελιών S και ημερήσια ζήτηση d το μήκος του κύκλου μεγέθυνσης-εξάντλησης αποθέματος που αναφέρεται στις ανεκτέλεστες παραγγελίες είναι:

- $t_2 = \frac{S}{d}$

- ▶ Επομένως, ο **μέσος αριθμός ανεκτέλεστων παραγγελιών** είναι ίσος με:

- $\frac{\frac{S}{2}t_2}{T} = \frac{\frac{S}{2} \cdot \frac{S}{d}}{\frac{Q}{d}} = \frac{S^2}{2Q}$

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (11)

- Ο **μέσος αριθμός παραγγελιών ανά έτος** είναι ίδιος με αυτόν του μοντέλου οικονομικής ποσότητας παραγγελίας
- Αν με **D** συμβολίζουμε την ετήσια ζήτηση έχουμε:
 - **Μέσος αριθμός παραγγελιών ανά έτος** = $\frac{D}{Q}$

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (12)

➤ Έστω

- C_h : το κόστος διατήρησης μιας μονάδας αποθέματος για ένα έτος
- C_o : το κόστος ανά παραγγελία
- C_b : το κόστος μιας μονάδας ανεκτέλεστης παραγγελίας για διάστημα ενός έτους

➤ Το συνολικό ετήσιο κόστος για το μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις υπολογίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$TC = \frac{(Q-s)^2}{2Q} C_h + \frac{D}{Q} C_o + \frac{s^2}{2Q} C_b$$

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (13)

- Γνωρίζοντας τις τιμές των C_h , C_o , C_b και της ετήσιας ζήτησης D , είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε τις βέλτιστες τιμές Q^* (ποσότητα παραγγελίας) και S^* (προγραμματισμένες ανεκτέλεστες παραγγελίες), με εύρεση των μερικών παραγώγων, ως εξής:

- $$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h} \left(\frac{C_h + C_b}{C_b} \right)}$$

- $$S^* = Q^* \left(\frac{C_h}{C_h + C_b} \right)$$

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (13)

► Παράδειγμα

► Έστω ότι οι υποθέσεις του μοντέλου ισχύουν στην περίπτωση της εταιρίας Higley Radio Components

► Σύμφωνα με τα στοιχεία της εταιρίας έχουμε:

- $D = 2.000$ μονάδες ανά έτος (**ετήσια ζήτηση**)
- $I = 20\%$ (**ποσοστιαίο κόστος διατήρησης ανά έτος**)
- $C = \$50$ ανά μονάδα (**κόστος απόκτησης ανά μονάδα αποθέματος**)
- $C_h = IC = 0,20 \cdot (\$50) = \10 ανά μονάδα για κάθε έτος (**κόστος διατήρησης**)
- $C_o = \$25$ ανά παραγγελία (**κόστος παραγγελίας**)
- $C_b = \$30$ ανά μονάδα για κάθε έτος (**κόστος ελλείψεων**)

Μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις (14)

➤ Παράδειγμα

- Αν η εταιρία υιοθετήσει το μοντέλο διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις να υπολογίσετε τα εξής:
 - Μέγιστο απόθεμα
 - Διάρκεια κύκλου
 - Συνολικό ετήσιο κόστος
- Αν η εταιρία υιοθετήσει το μοντέλο οικονομικής ποσότητας παραγγελίας να υπολογίσετε τα εξής:
 - Συνολικό ετήσιο κόστος
- Ποιο μοντέλο οδηγεί στο μικρότερο συνολικό ετήσιο κόστος;