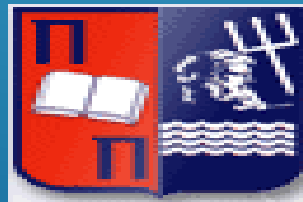


# ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ II

Μ. ΒΙΔΑΛΗΣ  
2016

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

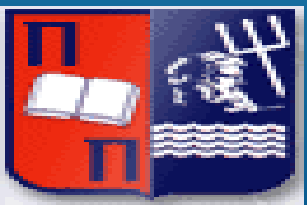
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



UNIVERSITY OF PIRAEUS

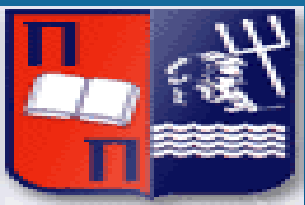
SCHOOL OF MARITIME AND INDUSTRIAL STUDIES  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL  
MANAGEMENT AND TECHNOLOGY

# Συνάθροιση (συγκέντρωση) της ζήτησης



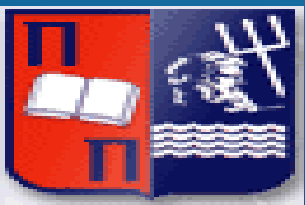
# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

- ▶ Με τον όρο συγκέντρωση αποθεμάτων εννοούμε την συγχώνευση ενός συνόλου αποθηκών σε μία (ή περισσότερες) κεντρικές. Οι επί μέρους ζητήσεις που κάλυπταν οι συγχωνευθείσες αποθήκες συναθροίζονται και καλύπτονται από την κεντρική ή τις κεντρικές αποθήκες (συγκέντρωση ή συνάθροιση ζήτησης).
- ▶ Ο βαθμός συγκέντρωσης των αποθεμάτων (άρα και η συγκέντρωση της ζήτησης) έχει άμεσο αντίκτυπο στο επίπεδο των αποθεμάτων ασφαλείας.
- ▶ Η συγκέντρωση της ζήτησης μειώνει τα αποθέματα ασφαλείας.



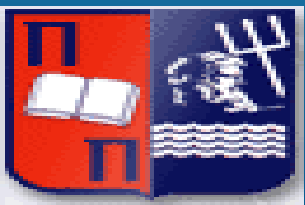
# ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

- ▶ Όταν οι επιμέρους της συνολικής ζήτησης είναι ανεξάρτητες, η τυπική απόκλιση της συνολικής ζήτησης είναι μικρότερη από το άθροισμα των σταθερών αποκλίσεων των επιμέρους ζητήσεων.
- ▶ Η συγκέντρωση της ζήτησης (aggregation of demand) μειώνει την τυπική απόκλιση της ζήτησης μόνο σε περίπτωση που οι επιμέρους ζητήσεις δεν βρίσκονται σε τέλεια θετική συσχέτιση. Το φαινόμενο αυτό καλείται ομαδοποίηση της αβεβαιότητας (Risk Pooling).



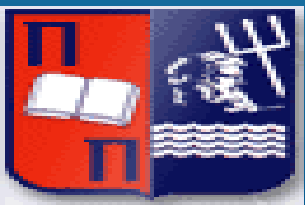
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Μια εταιρεία παραγωγής και πώλησης γραφείων έχει 4 εκθέσεις πώλησης που εξυπηρετούν την περιοχή της Αθήνας (αποκεντρωτικό σύστημα). Η εβδομαδιαία ζήτηση σε κάθε ένα από τα σημεία είναι κανονικά κατανομημένη με μέση τιμή  $\mu = 25$  γραφεία και τυπική απόκλιση  $\sigma_d = 5$ . Ο χρόνος αναπλήρωσης από την παραγωγή είναι  $L = 2$  εβδομάδες. Κάθε έκθεση καλύπτει μία ξεχωριστή γεωγραφική περιοχή και η συσχέτιση της ζήτησης μεταξύ δύο περιοχών είναι ίση με  $\rho$ . Η εταιρεία εξετάζει το ενδεχόμενο της αντικατάστασης των 4 εκθέσεων με μία κεντρική (συγκεντρωτικό σύστημα). Θεωρώντας ότι η ζήτηση στην κεντρική έκθεση θα είναι ίση με το άθροισμα των επί μέρους ζητήσεων στις 4 περιοχές και επιδιώκοντας ένα επίπεδο εξυπηρέτησης ανά κύκλο (CSL) ίσο με 0.90, συγκρίνατε το επίπεδο του αποθέματος ασφαλείας που απαιτείται και στις δύο πολιτικές όταν ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho$  κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1.



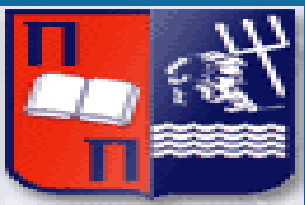
# ΕΠΙΛΥΣΗ

- ▶ Εξετάζεται αναλυτικά η περίπτωση όπου οι επί μέρους ζητήσεις είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες δηλαδή όταν  $\rho=0$ . Για κάθε έκθεση ισχύει:
- ▶ Τυπική απόκλιση της εβδομαδιαίας ζήτησης:  $\sigma_d = 5$ .
- ▶ Χρόνος αναπλήρωσης:  $L = 2$  εβδομάδες.
- ▶ Τυπική απόκλιση της ζήτησης κατά τη διάρκεια του  $L$ :  $\sigma_{dLT} = 7.07$ .
- ▶ Το απαιτούμενο επίπεδο αποθέματος ασφαλείας για την επίτευξη του επιθυμητού  $CSL = 0.90$  προσδιορίζεται και είναι:
- ▶ Απόθεμα ασφαλείας  $ss = F_s^{-1}(CSL) * \sigma_{dLT} = F_s^{-1}(0.9) * 7.07 = 9.06$  γραφεία.
- ▶ Με την αποκεντρωτική πολιτική κάθε έκθεση πρέπει να διατηρεί 9,06 γραφεία ως απόθεμα ασφαλείας. Επομένως το ολικό απόθεμα ασφαλείας και για τις 4 εκθέσεις θα είναι ίσο με:
- ▶ Ολικό επίπεδο απόθεμα ασφαλείας για  $CSL = 0.90 = 4 * 9.06 = 36.24$  γραφεία.
- ▶ Με τη συγκεντρωτική πολιτική λόγω του ότι οι επί μέρους ζητήσεις είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες βάσει θα έχουμε:



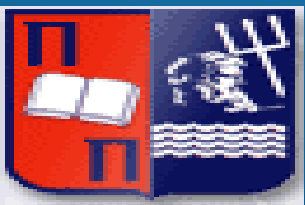
# ΕΠΙΛΥΣΗ

- ▶ Μέση ζήτηση στην κεντρική έκθεση  $D = 4 \cdot 25 = 100$  γραφεία
- ▶ Τυπική απόκλιση της συγκεντρωτικής ζήτησης στην κεντρική έκθεση  $\sigma^c = 10$  γραφεία. Δοθέντος ότι  $L = 2$  εβδομάδες έχουμε:
- ▶ Τυπική απόκλιση της ζήτησης κατά τη διάρκεια του Lead Time:  
$$\sigma = \sqrt{L} \cdot \sigma^c = 1,414 \cdot 10 = 14.14$$
- ▶ Το απαιτούμενο επίπεδο αποθέματος ασφαλείας για την επίτευξη του επιθυμητού  $CSL = 0.90$  για τη συγκεντρωτική πολιτική είναι:  $ss = F_s^{-1}(CSL) \cdot \sigma = F_s^{-1}(0.9) \cdot 14.14 = 18.12$  γραφεία
- ▶ Με τη συγκεντρωτική πολιτική η κεντρική έκθεση πρέπει να διατηρεί 18.12 γραφεία ως απόθεμα ασφαλείας. Άρα έχουμε μείωση του αποθέματος ασφαλείας κατά 50%.



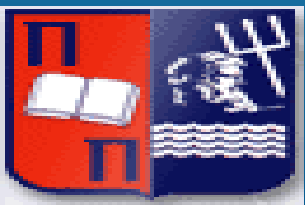
# Αποθέματα ασφαλείας για την αποκεντρωτική και συγκεντρωτική ζήτηση

| $\rho$ | Αποθέματα Ασφαλείας    |                        |
|--------|------------------------|------------------------|
|        | Αποκεντρωτική πολιτική | Συγκεντρωτική πολιτική |
| 0      | 36.24                  | 18.12                  |
| 0.2    | 36.24                  | 22.92                  |
| 0.4    | 36.24                  | 26.88                  |
| 0.6    | 36.24                  | 30.32                  |
| 0.8    | 36.24                  | 33.41                  |
| 1.0    | 36.24                  | 36.24                  |



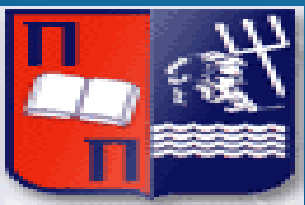
# Μειονεκτήματα συγκέντρωσης της ζήτησης

- ▶ Ωστόσο, τα κεντρικά/συγκεντρωτικά συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων, παρά τα προφανή τους πλεονεκτήματα, δεν αποτελούν πάντα τη βέλτιστη λύση. Η συγκέντρωση όλων των αποθεμάτων σε μια τοποθεσία έχει δύο βασικά μειονεκτήματα.
- ▶ Το πρώτο αναφέρεται στην αύξηση του χρόνου απόκρισης στις παραγγελίες των πελατών.
- ▶ Το δεύτερο αναφέρεται στην αύξηση του μεταφορικού κόστους.
- ▶ Και τα δύο αυτά μειονεκτήματα οφείλονται στο γεγονός ότι με τη συγκέντρωση αυξάνεται η μέση απόσταση μεταξύ του χώρου αποθήκευσης και των πελατών (σημείων πώλησης). Έτσι, είτε ο καταναλωτής θα πρέπει να διανύσει μεγαλύτερη απόσταση για να αποκτήσει το προϊόν είτε το προϊόν θα πρέπει να μεταφερθεί για μεγαλύτερη απόσταση για να φτάσει στον τελικό καταναλωτή.



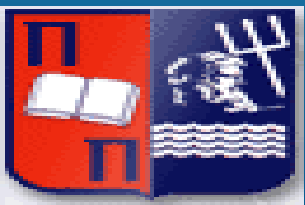
# Μέθοδοι συνάθροισης της ζήτησης

- ▶ Επειδή το απαιτούμενο επίπεδο αποθεμάτων ασφαλείας είναι ανάλογο με την τυπική απόκλιση της ζήτησης, η συγκέντρωση των επιμέρους ζητήσεων – όταν δεν είναι τελείως θετικά συσχετισμένες μεταξύ τους – μειώνει την αβεβαιότητα της ζήτησης και συνεπώς μειώνει και το απαιτούμενο επίπεδο των αποθεμάτων ασφαλείας χωρίς να μειώσει τη διαθεσιμότητα του προϊόντος.
- ▶ Υπάρχουν μέθοδοι που επιτρέπουν στην εφοδιαστική αλυσίδα να εκμεταλλευτεί τα πλεονεκτήματα της συγκέντρωσης της ζήτησης χωρίς να υποχρεούται και στη φυσική συγκέντρωσή τους σε μια τοποθεσία, χωρίς δηλαδή να αυξάνεται ο χρόνος απόκρισης και το μεταφορικό κόστος. Οι μέθοδοι που επιτρέπουν την συνάθροιση της ζήτησης είναι οι εξής:



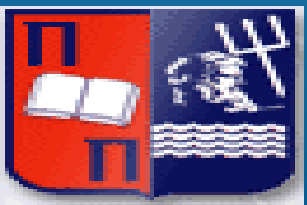
# Μέθοδοι συνάθροισης της ζήτησης

- ▶ Κεντρικό σύστημα πληροφόρησης
- ▶ Εξειδίκευση
- ▶ Υποκατάσταση προϊόντος
- ▶ Κοινόχρηστα εξαρτήματα
- ▶ Χρονική μετάθεση της διαφοροποίησης (Postponement)



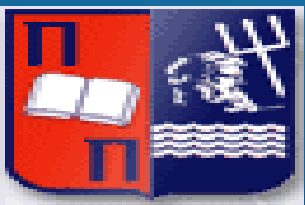
# Κεντρικό Σύστημα Πληροφόρησης

- ▶ Το Κεντρικό Σύστημα Πληροφόρησης (ΚΣΠ) αποτελεί την κύρια μέθοδο που επιτρέπει την ουσιαστική συγκέντρωση των αποθεμάτων, ανεξάρτητα από τον αριθμό και τη γεωγραφική θέση των αποθηκευτικών χώρων.
- ▶ Το ΚΣΠ επιτρέπει την άμεση πρόσβαση και τον έλεγχο των διαθέσιμων αποθεμάτων, ανά πάσα στιγμή, σε κάθε αποθήκη. Τα αποθέματα όλων των αποθηκών είναι διαθέσιμα για όλες τις παραγγελίες. Οι περισσότερες εκτελούνται από την πλησιέστερη στον πελάτη αποθήκη, διατηρώντας σε χαμηλά επίπεδα τα μεταφορικά κόστη.
- ▶ Το βασικότερο πλεονέκτημα του ΚΣΠ είναι η μείωση του επιπέδου των αποθεμάτων και η ταυτόχρονη παροχή υψηλού επιπέδου διαθεσιμότητας.



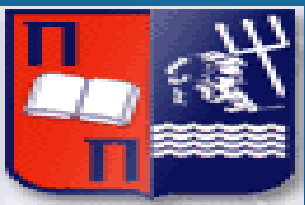
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

- ▶ Η εταιρεία McMaster-Car, που δραστηριοποιείται στο χώρο του service αυτοκινήτου, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας περίπτωσης. Χρησιμοποιώντας ένα κεντρικό σύστημα πληροφόρησης κατάφερε στην ουσία να συγκεντρώσει τα αποθέματά της, ενώ διατηρούσε πέντε διαφορετικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Το κεντρικό αυτό σύστημα πληροφόρησης επέτρεπε την άμεση πρόσβαση και τον έλεγχο των διαθέσιμων αποθεμάτων, ανά πάσα στιγμή, σε κάθε αποθήκη.
- ▶ Αν για παράδειγμα, η εταιρεία δεχθεί μια παραγγελία από έναν πελάτη στο Σικάγο για μία μηχανή και μία αντλία, τότε κάνει έναν αρχικό έλεγχο για να δει αν η αποθήκη στο Σικάγο έχει τα κομμάτια αυτά και άρα μπορεί να καλύψει την παραγγελία. Αν τα κομμάτια είναι όντως διαθέσιμα, τότε η παραγγελία αποστέλλεται κατευθείαν από την αποθήκη του Σικάγο, ελαχιστοποιώντας το μεταφορικό κόστος.



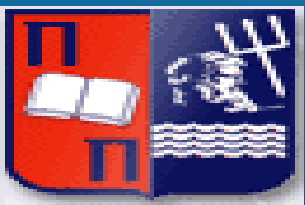
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

- ▶ Σε περίπτωση που η αποθήκη του Σικάγο έχει ένα μόνο από τα δύο αντικείμενα της παραγγελίας, τότε η εταιρεία ελέγχει τα τρέχοντα αποθέματα των υπολοίπων αποθηκών για το άλλο αντικείμενο, το φέρνει στο Σικάγο από την πλησιέστερη αποθήκη που έχει διαθέσιμο το δεύτερο κομμάτι της παραγγελίας, και συγχωνεύοντας τα δύο αντικείμενα σε μία παραγγελία τα στέλνει στο πελάτη. Έτσι η γεωγραφική θέση της αποθήκης δεν παίζει ρόλο, και τα αποθέματα όλων των αποθηκών είναι διαθέσιμα για όλες τις παραγγελίες ανεξαρτήτως προέλευσης.
- ▶ Με αυτόν τον τρόπο η εταιρεία κατάφερε με το κεντρικό σύστημα πληροφόρησης να μειώσει το επίπεδο των αποθεμάτων και να παρέχει υψηλό επίπεδο διαθεσιμότητας προϊόντων, συγκεντρώνοντας ουσιαστικά τις αποθηκευτικές της εγκαταστάσεις. Σε περίπτωση που παρουσιαστεί έλλειμμα σε μια αποθήκη, η παραγγελία εκτελείται από τις υπόλοιπες, βελτιώνοντας τη διαθεσιμότητα προϊόντος.



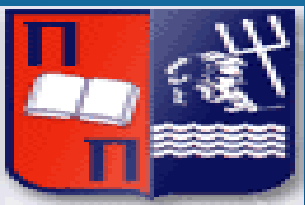
# ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ

- ▶ Για πολλές εφοδιαστικές αλυσίδες η εξειδίκευση του δικτύου διανομής σε προϊόντα χαμηλής και υψηλής κυκλοφορίας, όπου τα προϊόντα υψηλής κυκλοφορίας αποθηκεύονται σε αποκεντρωμένες αποθήκες κοντά στους καταναλωτές και τα προϊόντα χαμηλής κυκλοφορίας αποθηκεύονται στις κεντρικές αποθηκευτικές εγκαταστάσεις της αλυσίδας, επιτρέπει σημαντική μείωση του επιπέδου των αποθεμάτων ασφαλείας χωρίς να θίγεται ο χρόνος απόκρισης και χωρίς να αυξάνεται το μεταφορικό κόστος.
- ▶ Έτσι οι κεντρικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης των εφοδιαστικών αλυσίδων εξειδικεύονται στη διαχείριση των προϊόντων χαμηλής κυκλοφορίας.



# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Η εταιρεία Grainger που προμηθεύει εξοπλισμό επισκευής και συντήρησης (Maintenance repair and operations, MRO) διαθέτει 1600 σημεία πώλησης κατανομημένα στις Η.Π.Α. Ας θεωρήσουμε 2 προϊόντα: μεγάλα ηλεκτρικά μοτέρ και βιομηχανικά πλυντήρια. Κάθε μοτέρ κοστίζει 500\$ και κάθε πλυντήριο 30\$. Η εβδομαδιαία ζήτηση για τα μοτέρ σε κάθε κατάστημα είναι κανονικά κατανομημένη με μέση τιμή 20 και τυπική απόκλιση ίση με 40. Η εβδομαδιαία ζήτηση για τα πλυντήρια σε κάθε κατάστημα είναι κανονικά κατανομημένη με μέση τιμή 1000 και τυπική απόκλιση ίση με 100. Η ζήτηση σε κάθε κατάστημα είναι ανεξάρτητη των ζητήσεων σε άλλα καταστήματα και ο χρόνος αναπλήρωσης παραγγελίας  $L = 4$  εβδομάδες. Το κόστος αποθήκευσης ισούται με το 25% του κόστους αγοράς. Για καθένα από τα δύο προϊόντα υπολογίστε τη μείωση στο απόθεμα ασφαλείας εφόσον αυτά μετακινηθούν από τα καταστήματα σε κέντρα διανομών (DC). Επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης ανά κύκλο ίσο με 0.95.



# ΕΠΙΛΥΣΗ

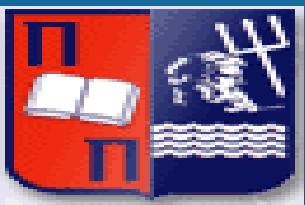
- Ο υπολογισμός των αποθεμάτων ασφαλείας και η αξιολόγηση της συγκεντροποίησης για καθένα από τα προϊόντα παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα

|                                                            | Μοτέρ     | Πλυντήριο |
|------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Αποκεντρωτική πολιτική (ανά κατάσταση)                     |           |           |
| Μέση εβδομαδιαία ζήτηση ανά κατάσταση                      | 20        | 1000      |
| Τυπική απόκλιση                                            | 40        | 100       |
| Συντελεστής μεταβλητότητας                                 | 2.0       | 0.1       |
| Απόθεμα ασφαλείας ανά κατάσταση                            | 132       | 329       |
| Ολικό απόθεμα ασφαλείας                                    | 211200    | 526400    |
| Αξία αποθέματος ασφαλείας                                  | 105600000 | 15792000  |
| Συγκεντρωτική πολιτική (ανά DC)                            |           |           |
| Μέση εβδομαδιαία αθροιστική ζήτηση                         | 32000     | 1600000   |
| Τυπική απόκλιση αθροιστικής ζήτησης                        | 1600      | 4000      |
| Συντελεστής μεταβλητότητας                                 | 0.05      | 0.0025    |
| Συγκεντρωτικό απόθεμα ασφαλείας                            | 5264      | 13159     |
| Αξία αποθέματος ασφαλείας                                  | 2632000   | 394770    |
| Οικονομίες                                                 |           |           |
| Ολικές εξοικονομήσεις στο total inventory λόγω συνάθροισης | 102968000 | 15397230  |
| Ολικές εξοικονομήσεις στο holding cost λόγω συνάθροισης    | 25742000  | 3849308   |
| Εξοικονομήσεις στο holding cost ανά μονάδα προϊόντος       | 7,74      | 0,046     |
| Ποσοστό εξοικονομήσεων επί του κόστους προϊόντος           | 1,55%     | 0,15%     |



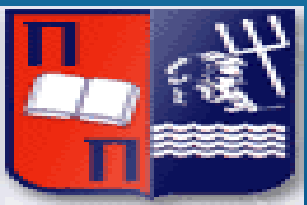
# ΕΠΙΛΥΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

- ▶ Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, τα κέρδη από τη συγκέντρωση των μοτέρ είναι μεγαλύτερα από τα κέρδη που προέρχονται από τη συγκέντρωση των πλυντηρίων. Επομένως συνιστάται στην εταιρεία να αποθηκεύει τα πλυντήρια στα καταστήματα ενώ τα μοτέρ στο κέντρο διανομών (DC). Λόγω του ότι τα πλυντήρια είναι αγαθά υψηλής ζήτησης, οι πελάτες θα μπορούν να τα παραλαμβάνουν άμεσα από τα καταστήματα. Επειδή τα μοτέρ είναι αγαθά χαμηλής ζήτησης οι πελάτες θα είναι διατεθειμένοι να υποστούν την καθυστέρηση της παράδοσης κατά μία μέρα που συνεπάγεται η αποστολή από το κέντρο διανομών στο κατάστημα.
- ▶ **Συμπέρασμα:** Όσο υψηλότερος ο συντελεστής μεταβλητότητας της ζήτησης σε ένα προϊόν, τόσο μεγαλύτερη η μείωση στο απόθεμα ασφαλείας λόγω συγκέντρωσης (συνάθροισης) της ζήτησης.



# ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

- ▶ Η υποκατάσταση προϊόντος αναφέρεται στην περίπτωση της χρήσης ενός προϊόντος για την κάλυψη της ζήτησης ενός άλλου. Η υποκατάσταση μπορεί να εμφανιστεί σε δύο περιπτώσεις.
- ▶ Στην πρώτη περίπτωση, ο κατασκευαστής ή ο προμηθευτής παίρνει την απόφαση της υποκατάστασης, οπότε μιλάμε για υποκατάσταση εκ μέρους του παραγωγού (manufacturer-driven substitution).
- ▶ Στη δεύτερη περίπτωση, ο πελάτης είναι αυτός παίρνει την απόφαση της υποκατάστασης, οπότε μιλάμε για υποκατάσταση εκ μέρους του πελάτη (customer-driven substitution).



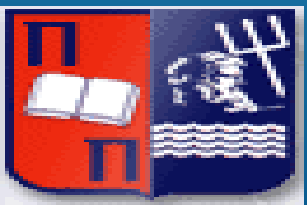
# ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

- ▶ Και στις δύο περιπτώσεις, η αξιοποίηση της υποκατάστασης προϊόντος επιτρέπει στην εφοδιαστική αλυσίδα την κάλυψη της ζήτησης μέσω των ενοποιημένων αποθεμάτων (aggregated inventories), που καθιστούν δυνατή τη μείωση του επιπέδου των αποθεμάτων στην αλυσίδα, χωρίς να ζημιώνεται η διαθεσιμότητα του προϊόντος.
- ▶ Γενικά, για δύο προϊόντα ή εξαρτήματα, η υποκατάσταση μπορεί να είναι μονόδρομη (one way), όταν δηλαδή μόνο το ένα προϊόν μπορεί να υποκαταστήσει το άλλο και αμφίδρομη (two way), όταν η υποκατάσταση μπορεί να γίνει και από τα δύο προϊόντα.



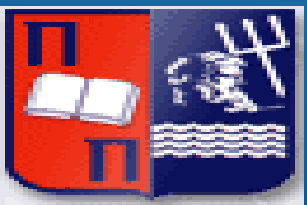
# Κοινόχρηστα εξαρτήματα

- ▶ Σε κάθε εφοδιαστική αλυσίδα, ένα σημαντικό μέρος των συνολικών αποθεμάτων καταλαμβάνουν τα εξαρτήματα που προορίζονται για τη συναρμολόγηση του τελικού προϊόντος.
- ▶ Η χρήση γενικών/κοινών εξαρτημάτων για την κατασκευή μιας σειράς προϊόντων έχει αποδειχθεί εξαιρετικά αποδοτική στρατηγική της εφοδιαστικής αλυσίδας, προκειμένου να επωφεληθεί της συγκέντρωσης των αποθεμάτων και να μειώσει τα αποθέματα των εξαρτημάτων που πρέπει να διατηρεί.



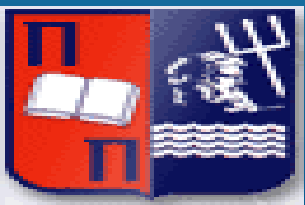
# Κοινόχρηστα εξαρτήματα

- ▶ Τα κοινά εξαρτήματα σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν χρησιμοποιηθούν σε πολλά τελικά προϊόντα.
- ▶ Στην περίπτωση αυτή η ζήτηση για κάθε εξάρτημα αποτελεί τη συνάθροιση των ζητήσεων όλων των τελικών προϊόντων, στην κατασκευή των οποίων χρησιμοποιείται.
- ▶ Συνεπώς η ζήτηση για τα εξαρτήματα είναι πιο προβλέψιμη (μικρότερη μεταβλητότητα) από τη ζήτηση για οποιαδήποτε από τα τελικά προϊόντα. Το γεγονός αυτό συντελεί στη μείωση των αποθεμάτων εξαρτημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας.



# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Η εταιρεία Dell προσφέρει 27 μοντέλα Η/Υ. Κάθε Η/Υ περιλαμβάνει 3 διαφορετικά βασικά εξαρτήματα: επεξεργαστή, μνήμη και σκληρό δίσκο. Με τη μη συγκεντρωτική πολιτική, η Dell σχεδιάζει ξεχωριστά εξαρτήματα για κάθε διαφορετικό μοντέλο αναγκαζόμενη να έχει  $3 \cdot 27 = 81$  διαφορετικά εξαρτήματα. Με την πολιτική της κοινής χρήσης εξαρτημάτων η Dell σχεδιάζει 3 διαφορετικούς επεξεργαστές, τρεις διαφορετικές μνήμες και 3 διαφορετικούς σκληρούς δίσκους, τα οποία συνδυαζόμενα δημιουργούν τα 27 μοντέλα. Κάθε ξεχωριστό εξάρτημα χρησιμοποιείται έτσι σε 9 μοντέλα. Η μηνιαία ζήτηση για καθένα από τα 27 μοντέλα είναι ανεξάρτητη και κανονικά κατανομημένη με μέση τιμή 5000 και τυπική απόκλιση ίση με 3000. Ο χρόνος αναπλήρωσης για κάθε βασικό εξάρτημα είναι 1 μήνας. Η Dell στοχεύει σε επίπεδο εξυπηρέτησης ανά κύκλο ίσο με 95%. Προσδιορίστε τα αποθέματα ασφαλείας για τα βασικά εξαρτήματα με τη μη συγκεντρωτική πολιτική (disaggregate policy) και με την πολιτική της κοινής χρήσης εξαρτημάτων (aggregate policy)



# ΕΠΙΛΥΣΗ

- ▶ Αρχικά εξετάζεται η μη συγκεντρωτική πολιτική.

Για κάθε βασικό εξάρτημα έχουμε: τυπική απόκλιση της μηνιαίας ζήτησης = 3000.

Δοθέντος ότι  $L=1$  μήνας το απαιτούμενο επίπεδο ασφαλείας ανά εξάρτημα υπολογίζεται ως εξής:

Επίπεδο ασφαλείας ανά εξάρτημα =  $NORMSINV(0.95) * 3000 = 4935$  μονάδες.

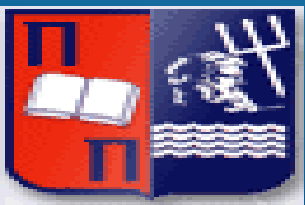
Δοθέντος ότι με τη μη συγκεντρωτική πολιτική υπάρχουν 81 διαφορετικά βασικά εξαρτήματα το ολικό απόθεμα ασφαλείας ανέρχεται:

Ολικό επίπεδο ασφαλείας =  $81 * 4935 = 399735$  μονάδες.

- ▶ Με την πολιτική της κοινής χρήσης εξαρτημάτων, κάθε εξάρτημα καταλήγει να χρησιμοποιείται σε 9 διαφορετικά μοντέλα. Επομένως η ζήτηση για κάθε εξάρτημα είναι ίση με το άθροισμα των ζητήσεων των 9 μοντέλων στα οποία συμμετέχει. Επομένως,

Μέση ζήτηση κοινού εξαρτήματος στα 9 μοντέλα =  $9 * 5000 = 45000$ .

Τυπική απόκλιση ζήτησης κοινού εξαρτήματος στα 9 μοντέλα =  $\sqrt{9*3000^2} = 9000$ .



# ΕΠΙΛΥΣΗ

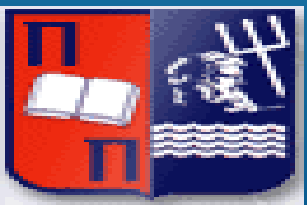
Το απαιτούμενο επίπεδο ασφαλείας ανά κοινό εξάρτημα υπολογίζεται ως εξής:

Επίπεδο ασφαλείας ανά εξάρτημα =  $NORMSINV(0.95) * 9000 = 14804$  μονάδες.

Λόγω του ότι με την πολιτική της κοινής χρήσης εξαρτημάτων υπάρχουν συνολικά 9 κοινά εξαρτήματα το ολικό επίπεδο ασφαλείας και για τα 9 κοινά εξαρτήματα ανέρχεται σε:

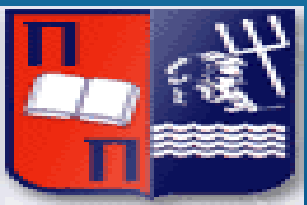
Ολικό επίπεδο ασφαλείας =  $9 * 14804 = 133236$  μονάδες.

Επομένως με την πολιτική της χρήσης κοινών εξαρτημάτων έχοντας 9 κοινά εξαρτήματα οδηγούμαστε σε μείωση του ολικού επιπέδου ασφαλείας από 399735 μονάδες σε 133236 μονάδες.



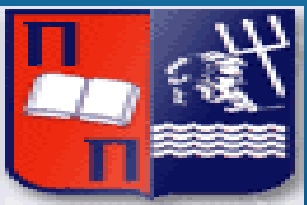
# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Πρέπει να τονιστεί το ότι ένα εξάρτημα που χρησιμοποιείται σε πολλαπλά τελικά προϊόντα, θα πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτο. Αυτό όμως επιφέρει την αύξηση του κόστους παραγωγής όσο αυξάνεται και η γενικότητα της χρήσης του εξαρτήματος. Δεδομένου λοιπόν ότι το περιθώριο κέρδους μειώνεται όσο αυξάνεται η γενικότητα της χρήσης των εξαρτημάτων, για τον καθορισμό του κατάλληλου επιπέδου γενικότητας χρήσης των εξαρτημάτων θα πρέπει να γίνει αντιστάθμιση μεταξύ του κόστους παραγωγής τους και της μείωσης των αποθεμάτων ασφαλείας.



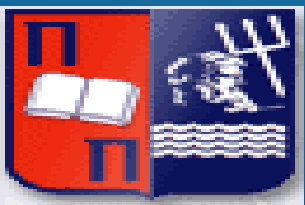
# Χρονική μετάθεση της διαφοροποίησης

Η χρονική μετάθεση ή αναβολή αναφέρεται στην ικανότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας να μεταθέτει χρονικά τη διαφοροποίηση (differentiation or customization) όσο γίνεται πιο κοντά στο χρόνο πώλησης του προϊόντος. Συνήθως, αυτό γίνεται στα μεικτά συστήματα παραγωγής με στόχο να χρησιμοποιούνται κοινά εξαρτήματα στο μεγαλύτερο μέρος της πρώτης φάσης (διαδικασίες ώθησης) και να μετατίθεται η διαφοροποίηση του προϊόντος όσο γίνεται πιο κοντά στη δεύτερη φάση παραγωγής (διαδικασίες έλξης).



# Χρονική μετάθεση της διαφοροποίησης

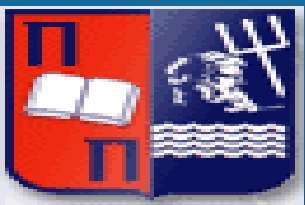
- ▶ Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εταιρεία Dell, η οποία διατηρεί αποθέματα, με τη μορφή εξαρτημάτων και όχι τελικού προϊόντος, που απαιτούνται για τη συναρμολόγηση των πιο πολλών τύπων Η/Υ που διαθέτει. Η Dell προχωρά στη διαφοροποίηση μόνο ύστερα από βέβαιη γνώση της ζήτησης.
- ▶ Ένας υπολογιστής συναρμολογείται κατά την φάση έλξης της παραγωγής μόνο ύστερα από παραγγελία πελάτη. Η χρονική μετάθεση μαζί με τη χρήση κοινών εξαρτημάτων επιτρέπουν στην Dell να διατηρεί πολύ χαμηλότερα αποθέματα από έναν κατασκευαστή που προωθεί τα προϊόντα του μέσω λιανοπωλητών, όπως η ανταγωνιστική Compaq.



# Χρονική μετάθεση της διαφοροποίησης

Η χρονική μετάθεση επιτρέπει στην εφοδιαστική αλυσίδα να καθυστερεί τη διαφοροποίηση, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η συγκέντρωση σημαντικού μέρους των συνολικών αποθεμάτων της αλυσίδας.

Συνεπώς η χρονική μετάθεση επιτρέπει στην εφοδιαστική αλυσίδα να επωφεληθεί της συγκέντρωσης των αποθεμάτων και να μειώσει το επίπεδο των αποθεμάτων ασφαλείας χωρίς να επηρεάσει αρνητικά τη διαθεσιμότητα του προϊόντος.



# Χρονική μετάθεση της διαφοροποίησης

Η χρονική μετάθεση είναι θεμελιώδης έννοια και βασικό εργαλείο του ηλεκτρονικού εμπορίου. Όταν οι πελάτες παραγγέλλουν μέσω του Internet είναι απόλυτα πρόθυμοι να περιμένουν λίγο για την εκτέλεση και παράδοση της παραγγελίας τους. Αυτή η καθυστέρηση αποτελεί σημαντική ευκαιρία για την αλυσίδα να μειώσει τα αποθέματα με το να μεταθέσει χρονικά τη διαφοροποίηση του προϊόντος μέχρι την άφιξη της παραγγελίας του πελάτη. Είναι πολύ σημαντικό η διαδικασία παραγωγής να είναι σχεδιασμένη κατά τρόπο που να επιτρέπει την άμεση και πολύ γρήγορη συναρμολόγηση.

