A black background with a black square

Description automatically generated with medium confidenceΕθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Εαρινό Εξάμηνο 2023-2024

Διοικηση παραγωγησ συστηματων και υπηρεσιων

Λύσεις Θεμάτων

Ιωάννης Τσαντήλας

03120883

Contents

[Κανονική 23 2](#_Toc167980179)

[Θέμα 1 2](#_Toc167980180)

[Θέμα 2 4](#_Toc167980181)

[Θέμα 3 7](#_Toc167980182)

[Κανονική 22 9](#_Toc167980183)

[Θέμα 1 9](#_Toc167980184)

[Θέμα 2 11](#_Toc167980185)

[Θέμα 3 14](#_Toc167980186)

[Επαναληπτική 22 17](#_Toc167980187)

[Θέμα 1 17](#_Toc167980188)

[Θέμα 2 19](#_Toc167980189)

[Θέμα 3 22](#_Toc167980190)

[Κανονική 20 25](#_Toc167980191)

[Θέμα 1 25](#_Toc167980192)

[Θέμα 2 27](#_Toc167980193)

[Θέμα 3 29](#_Toc167980194)

[Θέμα 4 32](#_Toc167980195)

[Κανονική 17 34](#_Toc167980196)

[Θέμα 1 34](#_Toc167980197)

[Θέμα 2 36](#_Toc167980198)

[Θέμα 3 39](#_Toc167980199)

[Θέμα 4 42](#_Toc167980200)

# Κανονική 23

Θέμα 1

Η εταιρεία MEDICENTER A.E. παρασκευάζει 2 φαρμακευτικά σκευάσματα, το PHARM-A και το PHARM-Β, καθώς και ένα τρίτο φάρμακο, το PHARM-AΒ, το οποίο είναι συνδυασμός των PHARM-A, PHARM-Β. Για την παραγωγή των PHARM-A και PHARM-Β, η εταιρεία κάνει χρήση 2 διαφορετικών διεργασιών Δ1 και Δ2. Κάθε φορά που εκτελείται η διεργασία Δ1 παράγονται 4 γραμμάρια PHARM-A και 5 γραμμάρια από το PHARM-Β, ενώ απαιτείται η χρήση του αντιδραστήρα για 1 ώρα και της συσκευής ανάμιξης για μισή ώρα. Αντίστοιχα, η εκτέλεση της διεργασίας Δ2 παράγει 6 γραμμάρια PHARM-Α και 3 γραμμάρια PHARM-Β, απαιτώντας 1 ώρα και ένα τέταρτο στον αντιδραστήρα και 24 λεπτά της ώρας στη συσκευή ανάμιξης.

Για την παρασκευή κάθε γραμμαρίου από το PHARM-AΒ χρησιμοποιείται η διεργασία Δ3, για την οποία απαιτούνται 48 λεπτά της ώρας για την ανάμιξη των υλικών PHARM-A και PHARM-Β σε αναλογίες 0.7 γραμμάρια και 0.3 γραμμάρια αντίστοιχα. Επισημαίνεται ότι κατά την παρασκευή του PHARM-AΒ δεν χρησιμοποιείται ο αντιδραστήρας.

Με βάση το εβδομαδιαίο πρόγραμμα παραγωγής της εταιρείας, οι μέγιστοι χρόνοι λειτουργίας του αντιδραστήρα και της συσκευής ανάμιξης είναι 150 και 160 ώρες ανά εβδομάδα αντίστοιχα. Σύμφωνα με υπολογισμούς της εταιρείας, κάθε φορά που εκτελείται η Δ1 στοιχίζει 52€, η Δ2 στοιχίζει 48€ και η Δ3 1.7€. Οι τιμές πώλησης ανά γραμμάριο προϊόντος είναι 27€, 19€ και 26€ για τα PHARM-A, PHARM-B και PHARM-AΒ αντίστοιχα και δεν υπάρχουν καθόλου περιορισμοί στη ζήτηση των προϊόντων.

Καταστρώστε πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού, το οποίο μεγιστοποιεί τα εβδομαδιαία κέρδη της επιχείρησης.

**Λύση**

Θα πρέπει να ορίσουμε Παραμέτρους, Μεταβλητές Απόφασης, Περιορισμούς, Αντικειμενική Συνάρτηση και Στόχο.

*Παράμετροι*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Procedure |  |  |  |  |  | *cost* |
| 1 | 4 | 5 | - | 60 | 30 | 52 |
| 2 | 6 | 3 | - | 75 | 24 | 48 |
| 3 | 0.7 | 0.3 | 1 | - | 48 | 1.7 |

Επίσης, έχουμε πως τα έσοδα από κάθε γραμμάριο φαρμάκου είναι αντίστοιχα:

Ενώ η μέγιστη εβδομαδιαία λειτουργεία των μηχανών (σε λεπτά της ώρας) είναι αντίστοιχα:

*Μεταβλητές Απόφασης*

* q1, q2, q2 (quantity): πόσες φορές θα τρέξουμε τις διεργασίες 1, 2 και 3 αντίστοιχα.

*Περιορισμοί*

* Λεπτά λειτουργείας αντιδραστήρα:
* Λεπτά λειτουργίας μηχανής ανάμειξης:
* Πρέπει επίσης να διασφαλίσουμε πως έχουμε αρκετά γραμμάρια από Α και Β για να φτιάχνουμε ΑΒ:
* Φυσικές ποσότητες:

*Αντικειμενική Συνάρτηση*

Πρόκειται για τα έσοδα (revenue) r:

*Σκοπός*

Μεγιστοποίηση των εσόδων, δηλαδή:

Θέμα 2

Μία βιομηχανική επιχείρηση παράγει το προϊόν Χ, ο πίνακας υλικών του οποίου φαίνεται παρακάτω:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Χρόνος Υστέρησης | Αρχικό Απόθεμα | Μέγεθος Παρτίδας | Εξαρτήσεις |
| Χ | 1 | 800 | 50 | 1 A, 2 B |
| Α | 1 | 400 | 50 | 1 D |
| Β | 2 | 200 | 50 | 2 C |
| C | 2 | 2000 | 100 | 1 D |
| D | 3 | 1000 | 100 | - |

Οι μικτές απαιτήσεις για το Χ είναι:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Εβδομάδα | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Μικτές Απαιτήσεις | 200 | 240 | 260 | 310 | 320 | 340 | 340 | 320 | 300 | 270 | 250 |

Οι προγραμματισμένες παραλαβές ανά εξάρτημα και εβδομάδα είναι:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Παραλαβές | Εβδομάδα |
| Χ | 800 | 6 |
| Α | 400 | 5, 8 |
| Β | 200 | 6 |
| C | 2500 | 6 |

Το επίπεδο ασφαλείας για το εξάρτημα D είναι στις 100 μονάδες. Να βρείτε το πρόγραμμα παραγωγής κάθε εξαρτήματος, σύμφωνα με τη μέθοδο Προγραμματισμού Απαιτήσεων Υλικών (MRP).

**Λύση**

Ο πίνακας υλικών (BOM) του Χ είναι:

Ορίζω τα μεγέθη:

* **Closing Stock** = Initial Stock + Scheduled Receipts – Gross Requirements
* **Net Requirements** = max(0, - Closing Stock)
* **Production Program** = ceiling ((Net Requirements + Safety Stock)/ Lot Size, 1) \* Lot Size
* **Shifted Production Program**: οι προγραμματιζόμενες παραλαβές μετατοπισμένες κατά τον χρόνο υστέρησης (time lead).
* **Final Stock**:
* Gross RequirementsA = 1·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsΒ = 2·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsC = 2·Shifted Production ProgramΒ
* Gross RequirementsD = 1·Shifted Production ProgramΑ + 1·Shifted Production ProgramC

Όπως φαίνεται και από τις τύπους, δεν είναι αναγκαίος ο υπολογισμός των Προγραμματισμένων Αποδεσμεύσεων Εντολών Παραγωγής του D, επομένως ο χρόνος υστέρησης του δεν παίζει ρόλο.

**Εξάρτημα Χ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 200 | 800 | 0 | 600 | 0 | 0 | 0 | 600 |
| 2 | 240 | 600 | 0 | 360 | 0 | 0 | 0 | 360 |
| 3 | 260 | 360 | 0 | 100 | 0 | 0 | 250 | 100 |
| 4 | 310 | 100 | 0 | -210 | 210 | 250 | 300 | 40 |
| 5 | 320 | 40 | 0 | -280 | 280 | 300 | 0 | 20 |
| 6 | 340 | 20 | 800 | 480 | 0 | 0 | 0 | 480 |
| 7 | 340 | 480 | 0 | 40 | 0 | 0 | 300 | 40 |
| 8 | 320 | 40 | 0 | -280 | 280 | 300 | 300 | 20 |
| 9 | 300 | 20 | 0 | -280 | 280 | 300 | 250 | 20 |
| 10 | 270 | 20 | 0 | -250 | 250 | 250 | 250 | 0 |
| 11 | 250 | 0 | 0 | -250 | 250 | 250 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα Α**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 0 | 400 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 400 |
| 2 | 0 | 400 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 400 |
| 3 | 250 | 400 | 0 | 150 | 0 | 0 | 150 | 150 |
| 4 | 300 | 150 | 0 | -150 | 150 | 150 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 0 | 400 |
| 6 | 0 | 400 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 400 |
| 7 | 300 | 400 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 8 | 300 | 100 | 400 | 200 | 0 | 0 | 50 | 200 |
| 9 | 250 | 200 | 0 | -50 | 50 | 50 | 250 | 0 |
| 10 | 250 | 0 | 0 | -250 | 250 | 250 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα Β**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+2) | Final Stock |
| 1 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 300 | 200 |
| 2 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 600 | 200 |
| 3 | 500 | 200 | 0 | -300 | 300 | 300 | 0 | 0 |
| 4 | 600 | 0 | 0 | -600 | 600 | 600 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 400 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 200 | 200 | 0 | 0 | 600 | 0 |
| 7 | 600 | 200 | 0 | -400 | 400 | 400 | 500 | 0 |
| 8 | 600 | 0 | 0 | -600 | 600 | 600 | 500 | 0 |
| 9 | 500 | 0 | 0 | -500 | 500 | 500 | 0 | 0 |
| 10 | 500 | 0 | 0 | -500 | 500 | 500 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα C**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+2) | Final Stock |
| 1 | 600 | 2000 | 0 | 1400 | 0 | 0 | 0 | 1400 |
| 2 | 1200 | 1400 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| 3 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 400 | 200 |
| 4 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| 5 | 800 | 200 | 0 | -400 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| 6 | 1200 | 0 | 2500 | 1300 | 0 | 0 | 700 | 1300 |
| 7 | 1000 | 1300 | 0 | 300 | 0 | 0 | 0 | 300 |
| 8 | 1000 | 300 | 0 | -700 | 700 | 700 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα D**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | S.P.P. A | S.P.P. C | Gross Req. | Init. Stock | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Final Stock |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1000 | 1000 | 0 | 0 | 1000 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1000 | 1000 | 0 | 0 | 1000 |
| 3 | 150 | 400 | 550 | 1000 | 450 | 0 | 0 | 450 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 450 | 450 | 0 | 0 | 450 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 450 | 450 | 0 | 0 | 450 |
| 6 | 0 | 700 | 700 | 450 | -250 | 250 | 400 | 150 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 150 | 150 | 0 | 0 | 150 |
| 8 | 50 | 0 | 50 | 150 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 9 | 250 | 0 | 250 | 100 | -150 | 150 | 300 | 150 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 150 | 150 | 0 | 0 | 150 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 150 | 150 | 0 | 0 | 150 |

Θέμα 3

**Ερώτημα Α**: Έστω προμηθευόμενη πρώτη ύλη με μοναδιαίο κόστος αγοράς 5€. Η συνολική ποσότητα αποθέματος που απαιτείται ετησίως για αυτή είναι 190.000 μονάδες. Το κόστος τοποθέτησης μίας παραγγελίας είναι 7€, ενώ το κόστος διατήρησης σε απόθεμα μίας μονάδας για ένα χρόνο είναι 8€.

1. Ποια είναι η οικονομική ποσότητα παραγγελίας;
2. Ποιος είναι ο βέλτιστος αριθμός παραγγελιών ανά έτος;
3. Ποιο είναι το βέλτιστο ετήσιο ολικό κόστος αποθέματος;
4. Έστω ότι το ο προμηθευτής της πρώτης ύλης παρέχει έκπτωση 10% στο κόστος αγοράς κάθε μονάδας, με την προϋπόθεση ότι η παραγγελία είναι ίση ή μεγαλύτερη των 1.000 μονάδων. Θα επιλέγατε τη προσφορά αυτή αντί της στρατηγικής που προέκυψε από τα προηγούμενα 3 ερωτήματα;

**Ερώτημα Β**: Σε μία άλλη επιχείρηση, η μέση ζήτηση στο χρόνο υστέρησης για την εξυπηρέτηση μιας παραγγελίας είναι 60 τεμάχια, με τυπική απόκλιση ίση με 16. Το σύστημα ελέγχου των αποθεμάτων που χρησιμοποιείται είναι αυτό της συνεχούς παρακολούθησης με απόθεμα ασφαλείας. Αν θεωρήσουμε ότι η ζήτηση ακολουθεί κανονική κατανομή, ποιο πρέπει να είναι το σημείο αναπαραγγελίας ούτως ώστε να υπάρχει μόνο 4% πιθανότητα εξάντλησης του αποθέματος πριν την επόμενη αναπλήρωση του; Ποιο το απαιτούμενο επίπεδο ασφάλειας;

**Λύση**

**Ερώτημα Α**

1. Η **οικονομική ποσότητα παραγγελίας** (Economic Order Quantity – EOQ) υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο:

Όπου:

* D είναι η ετήσια ζήτηση (190.000 μονάδες)
* S είναι το κόστος παραγγελίας ανά παραγγελία (7€)
* H είναι το κόστος διατήρησης σε απόθεμα ανά μονάδα ανά έτος (8€)

1. Ο **βέλτιστος αριθμός παραγγελιών ανά έτος** (N) υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο:
2. Το **βέλτιστο ετήσιο συνολικό κόστος** αποθεμάτων περιλαμβάνει το κόστος παραγγελίας και το κόστος διατήρησης ως απόθεμα. Υπολογίζεται ως εξής:
3. Εάν ο προμηθευτής **προσφέρει έκπτωση 10%** στο κόστος αγοράς κάθε μονάδας για παραγγελίες 1.000 μονάδων ή περισσότερο, το νέο κόστος αγοράς ανά μονάδα είναι: .

Συγκρίνοντας αυτό με τα δύο συνολικά κόστη:

Το συνολικό κόστος με την έκπτωση είναι σημαντικά χαμηλότερο. Επομένως, συμφέρει να αποδεχθούμε την προσφορά έκπτωσης 10% και να παραγγέλνουμε 1.000 μονάδες κάθε φορά.

**Ερώτημα Β**

Για να βρούμε το σημείο αναπαραγγελίας (Reorder Point – ROP) με πιθανότητα 4% εξάντλησης του αποθέματος, πρέπει να το προσδιορίσουμε λαμβάνοντας υπόψη το απόθεμα ασφαλείας.

* Μέση ζήτηση στο χρόνο υστέρησης: .
* Τυπική απόκλιση ζήτησης στο χρόνο υστέρησης: .
* Μια πιθανότητα έλλειψης αποθεμάτων 4% αντιστοιχεί σε επίπεδο εξυπηρέτησης 96%.

Χρησιμοποιώντας τον τυπικό πίνακα κανονικής κατανομής, το **z-score** για ένα επίπεδο εξυπηρέτησης 96% είναι περίπου 1.75:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| z | 1.75 | 1.76 |
| Φ(z) | 0.95994 | 0.96080 |

* Απόθεμα Ασφάλειας:
* Σημείο Αναπαραγγελίας : .

# Κανονική 22

Θέμα 1

Ένα φορτηγό πλοίο, του οποίου αναζητείται ο βέλτιστος τρόπος φόρτωσης για ένα συγκεκριμένο δρομολόγιο, διαθέτει 3 αμπάρια (πλώρη, μέσο, πρύμνη) με χωρητικότητες σε βάρος και όγκο που δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Αμπάρια | Μέγιστο Βάρος (t) | Μέγιστος Όγκος (f3) |
| Πλώρη | 3,000 | 100,000 |
| Μέσο | 4,500 | 150,000 |
| Πρύμνη | 2,500 | 70,000 |

Για λόγους ασφαλείας, που αφορούν στην ισορροπία του πλοίου, η φόρτωση οφείλει να ικανοποιεί τους παρακάτω περιορισμούς:

* Το συνολικό μεταφερόμενο βάρος της πλώρης πρέπει να υπερβαίνει το αντίστοιχο της πρύμνης κατά 20% ακριβώς.
* Το συνολικό βάρος του φορτίου του μέσου πρέπει να είναι τουλάχιστον 40% μεγαλύτερο από αυτό της πρύμνης, τουλάχιστον 30% μεγαλύτερο από αυτό της πλώρης, αλλά το πολύ ίσο με το 90% του συνολικού μεταφερόμενου φορτίου.
* Τα χαρακτηριστικά των 4 υπό φόρτωση προϊόντων (Α, Β, Γ, Δ) παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Προϊόν | Ποσότητα υπό φόρτωση (t) | Όγκος ενός τόνου (f3) | Κέρδος/Τόνο (€) |
| Α | 6,000 | 60 | 10 |
| Β | 4,000 | 50 | 12 |
| Γ | 4,500 | 40 | 10 |
| Δ | 5,000 | 50 | 9 |

Η αρμόδια ναυτιλιακή εταιρεία αναζητεί ένα βέλτιστο τρόπο φόρτωσης του πλοίου ώστε να μεγιστοποιούνται τα συνολικά κέρδη από τις μεταφερόμενες ποσότητες των 4 προϊόντων. Προτείνετε ένα κατάλληλο μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού. Σημειώνεται ότι η εταιρεία δεν είναι υποχρεωμένη να φορτώσει στο πλοίο όλες τις διαθέσιμες ποσότητες των 4 προϊόντων.

**Λύση**

Θα πρέπει να ορίσουμε Μεταβλητές Απόφασης, Περιορισμούς, Αντικειμενική Συνάρτηση και Στόχο. Για απλότητα, θεωρώ την εξής αντιστοίχιση: πλώρη: 1, μέσο: 2, πρύμνη: 3.

*Μεταβλητές Απόφασης*

* Επιλεγόμενη ποσότητα (σε τόνους) από κάθε προϊόν, για κάθε μέρος του πλοίου: .

*Περιορισμοί*

* Το βάρος σε κάθε μέρος του πλοίου να μην υπερβαίνει το όριο του:
* Ο όγκος σε κάθε μέρος του πλοίου να μην υπερβαίνει το όριο του:
* Η επιλεγόμενη ποσότητα κάθε προϊόντος να μην υπερβαίνει τη μέγιστη διαθέσιμη:
* Το βάρος της πλώρης πρέπει να υπερβαίνει το αντίστοιχο της πρύμνης κατά 20% ακριβώς:
* Το βάρος του μέσου πρέπει να είναι τουλάχιστον 40% μεγαλύτερο από αυτό της πρύμνης:
* Το βάρος του μέσου πρέπει να είναι τουλάχιστον 30% μεγαλύτερο από αυτό της πλώρης:
* Το βάρος του μέσου πρέπει να είναι το πολύ ίσο με το 90% του συνολικού μεταφερόμενου φορτίου:
* Φυσικές Ποσότητες:

*Αντικειμενική Συνάρτηση*

Το συνολικό κέρδος, profit, p:

*Στόχος*

Μεγιστοποίηση του κέρδους:

Θέμα 2

Μία βιομηχανία εξαρτημάτων παράγει ένα τελικό προϊόν Χ το οποίο αποτελείται από τα A, B, C με τις εξαρτήσεις που φαίνονται (μεταξύ άλλων) στον ακόλουθο πίνακα:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Χρόνος Υστέρησης | Αρχικό Απόθεμα | Μέγεθος Παρτίδας | Εξαρτήσεις |
| X | 0 | 200 | 200 | 1 A, 2 B |
| A | 1 | 100 | 100 | 4 C |
| B | 2 | 400 | 400 | 4 C |
| C | 1 | 2800 | - | - |

Οι μικτές απαιτήσεις για το Χ είναι:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Εβδομάδα | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Μικτές Απαιτήσεις | 100 | 150 | 200 | 400 | 300 | 350 | 300 | 200 |

Οι προγραμματισμένες παραλαβές και τα αποθέματα ασφαλείας ανά εξάρτημα και εβδομάδα είναι:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Προγραμματισμένες Παραλαβές | Εβδομάδα | Απόθεμα Ασφαλείας |
| X | 400 | 5 | - |
| A | - | - | - |
| B | 550 | 5 | - |
| C | 2000 | 3 | 200 |

**Ερώτημα 1**: Σχεδιάστε τον πίνακα υλικών του Χ με βάσει τις δοθείσες εξαρτήσεις.

**Ερώτημα 2**: Βρείτε το πρόγραμμα παραγωγής κάθε εξαρτήματος, σύμφωνα με τη μέθοδο Προγραμματισμού Υλικών (MRP).

**Λύση**

Ο πίνακας υλικών (BOM) του Χ είναι:

Ορίζω τα μεγέθη:

* **Closing Stock** = Initial Stock + Scheduled Receipts – Gross Requirements
* **Net Requirements** = max(0, - Closing Stock)
* **Production Program** = ceiling ((Net Requirements + Safety Stock)/ Lot Size, 1) \* Lot Size
* **Shifted Production Program**: οι προγραμματιζόμενες παραλαβές μετατοπισμένες κατά τον χρόνο υστέρησης (time lead).
* **Final Stock**:
* Gross RequirementsA = 1·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsΒ = 2·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsC = 4·Shifted Production ProgramΑ + 4·Shifted Production ProgramΒ

Όπως φαίνεται και από τις τύπους, δεν είναι αναγκαίος ο υπολογισμός των Προγραμματισμένων Αποδεσμεύσεων Εντολών Παραγωγής του C, επομένως ο χρόνος υστέρησης του δεν παίζει ρόλο.

**Εξάρτημα Χ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+0) | Final Stock |
| 1 | 100 | 200 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2 | 150 | 100 | 0 | -50 | 50 | 200 | 200 | 150 |
| 3 | 200 | 150 | 0 | -50 | 50 | 200 | 200 | 150 |
| 4 | 400 | 150 | 0 | -250 | 250 | 400 | 400 | 150 |
| 5 | 300 | 150 | 400 | 250 | 0 | 0 | 0 | 250 |
| 6 | 350 | 250 | 0 | -100 | 100 | 200 | 200 | 100 |
| 7 | 300 | 100 | 0 | -200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 8 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα Α**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| 2 | 200 | 100 | -100 | 100 | 100 | 200 | 0 |
| 3 | 200 | 0 | -200 | 200 | 200 | 400 | 0 |
| 4 | 400 | 0 | -400 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 |
| 6 | 200 | 0 | -200 | 200 | 200 | 200 | 0 |
| 7 | 200 | 0 | -200 | 200 | 200 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα Β**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+2) | Final Stock |
| 1 | 0 | 400 | 0 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 |
| 2 | 400 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 400 | 0 |
| 3 | 400 | 0 | 0 | -400 | 400 | 400 | 800 | 0 |
| 4 | 800 | 400 | 0 | -400 | 400 | 400 | 200 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 550 | -550 | 550 | 800 | 400 | 220 |
| 6 | 400 | 220 | 0 | -180 | 180 | 200 | 400 | 20 |
| 7 | 400 | 20 | 0 | -380 | 380 | 400 | 0 | 20 |
| 8 | 0 | 20 | 0 | -20 | 20 | 400 | 0 | 380 |

**Εξάρτημα C**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | S.P.P. A | S.P.P. B | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Final Stock |
| 1 | 100 | 400 | 2000 | 2800 | 0 | 800 | 0 | 0 | 800 |
| 2 | 200 | 400 | 2400 | 800 | 0 | -1600 | 1600 | 1800 | 200 |
| 3 | 400 | 800 | 4800 | 200 | 2000 | -2600 | 2600 | 2800 | 200 |
| 4 | 0 | 200 | 800 | 200 | 0 | -600 | 600 | 800 | 200 |
| 5 | 200 | 400 | 2400 | 200 | 0 | -2200 | 2200 | 2400 | 200 |
| 6 | 200 | 400 | 2400 | 200 | 0 | -2200 | 2200 | 2400 | 200 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 200 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 200 |

Θέμα 3

Ο έλεγχος μίας διαδικασίας διακρίνεται σε 2 φάσεις. Η 1η φάση ελέγχου έχει σκοπό να **καταστρώσει** το **μόνιμο** διάγραμμα ποιοτικού ελέγχου (όρια UCL, LCL και κεντρική γραμμή) της διαδικασίας. Στη 2η φάση ελέγχου το καταστρωμένο διάγραμμα χρησιμοποιείται ανά φάσεις προκειμένου να διαπιστώνεται αν η διαδικασία παραμένει εντός ελέγχου.

1. **Φάση 1**: Ο υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου μιας διαδικασίας εμφιάλωσης λαδιού σε γυάλινα μπουκάλια πήρε 400 δείγματα με 4 μετρήσεις ανά δείγμα για το βάρος σε γραμμάρια του κάθε μπουκαλιού. Κατέληξε ανά δείγμα για το βάρος σε γραμμάρια του κάθε μπουκαλιού. Κατέληξε σε μέση τιμή και τυπική απόκλιση του δείγματος όλων των μετρήσεων στα 210g και 5g αντίστοιχα. **Καταστρώστε** το διάγραμμα ελέγχου της διαδικασίας βάσει των μετρήσεων αυτών για 3 τυπικές αποκλίσεις.
2. **Φάση 2**: Μετά από 1 μήνα από την κατάστρωση του διαγράμματος πραγματοποιείται παρακολούθηση μέσω δειγματοληψίας της διαδικασίας (10 δείγματα με 4 μετρήσεις ανά δείγμα) με χρήση του διαγράμματος ελέγχου. Οι μετρήσεις που λαμβάνονται είναι οι εξής:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Δείγμα / Μέτρηση | 1 | 2 | 3 | 4 | Μέση Τιμή |
| 1 | 203 | 198 | 204 | 207 | 203 |
| 2 | 208 | 209 | 212 | 199 | 207 |
| 3 | 215 | 202 | 209 | 210 | 209 |
| 4 | 214 | 212 | 217 | 215 | 214.5 |
| 5 | 213 | 214 | 213 | 215 | 213.8 |
| 6 | 222 | 214 | 217 | 219 | 218 |
| 7 | 222 | 218 | 221 | 214 | 218.8 |
| 8 | 222 | 220 | 217 | 219 | 219.5 |
| 9 | 222 | 218 | 224 | 214 | 219.5 |
| 10 | 228 | 217 | 225 | 231 | 225.3 |

**Σχεδιάστε** το διάγραμμα ελέγχου της διαδικασίας και να σχολιάσετε σύντομα αν βρίσκεται (ή όχι) υπό έλεγχο και για ποιους λόγους.

1. Ένας πελάτης έχει την απαίτηση για εμφιάλωση λαδιού σε μπουκάλια προδιαγραφών g, Υποθέτοντας ότι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της διαδικασίας ταυτίζονται με τις εκτιμήσεις του υπεύθυνου στη φάση 1 να εξηγήσετε αν η παραγωγική διαδικασία είναι ικανή να συμμορφωθεί με τις προδιαγραφές του πελάτη.

**Λύση**

**Φάση 1**

Έχουμε από εκφώνηση:

* Μέση τιμή όλων των μετρήσεων:
* Τυπική απόκλιση:
* Μέγεθος δείγματος
* Αριθμός δειγμάτων = 400
* Όρια ελέγχου σε 3 τυπικές αποκλίσεις

Τα όρια ελέγχου για το διάγραμμα ελέγχου της διεργασίας υπολογίζονται ως εξής:

Αντικαθιστώντας τις δεδομένες τιμές:

**Φάση 2**

Προσέθεσα στον πίνακα της εκφώνησης μία 5η στήλη, με τις μέσες τιμές των μετρήσεων κάθε δείγματος. Παραθέτω παρακάτω ένα διάγραμμα αυτών:

* **Υπό έλεγχο**: Εάν όλοι οι μέσοι όροι των δειγμάτων βρίσκονται εντός των ορίων ελέγχου (202,5 έως 217,5 γραμμάρια) και δεν παρουσιάζουν μοτίβα που να υποδηλώνουν μη τυχαία διακύμανση.
* **Εκτός ελέγχου**: Εάν οι μέσοι όροι των δειγμάτων βρίσκονται εκτός των ορίων ελέγχου ή παρουσιάζουν μη τυχαίο μοτίβο.

Παρατηρούμε πως τα δείγματα 6 έως και 10 υπερβαίνουν το ανώτερο όριο ελέγχου (UCL = 217,5 γραμμάρια), υποδεικνύοντας ότι η διαδικασία είναι εκτός ελέγχου. Η διεργασία πρέπει να διερευνηθεί για πιθανά προβλήματα που προκαλούν αυτή την απόκλιση.

**Αίτημα Πελάτη**

Οι προδιαγραφές που μας δίνονται:

* Βάρος-στόχος: 250 γραμμάρια
* Όρια προδιαγραφών: 250 ± 50 γραμμάρια (200 έως 300 γραμμάρια)

Δεδομένες παράμετροι διεργασίας:

* Μέση τιμή:
* Τυπική απόκλιση

Ο δείκτης ικανότητας διεργασίας (Cpk) δίνεται από την εξίσωση:

Όπου:

* USL (ανώτερο όριο προδιαγραφών) = 300 γραμμάρια
* LSL (κατώτερο όριο προδιαγραφών) = 200 γραμμάρια

Άρα:

Ένα Cpk μικρότερο του 1 υποδηλώνει ότι η διεργασία δεν είναι ικανή να παράγει με συνέπεια φιάλες εντός των ορίων των προδιαγραφών. Επομένως, η τρέχουσα διαδικασία παραγωγής, με μέσο όρο 210 γραμμάρια και τυπική απόκλιση 5 γραμμάρια, δεν είναι ικανή να συμμορφωθεί με τις προδιαγραφές του πελάτη για 250 ± 50 γραμμάρια.

# Επαναληπτική 22

Θέμα 1

Είστε υπεύθυνος παραγωγής για το εργοστάσιο της εταιρίας MediaCenter Ε.Π.Ε. η οποία παράγει ηλεκτρονικές συσκευές. Το εργοστάσιο διαθέτει 3 ανεξάρτητες γραμμές παραγωγής (Γ1, Γ2, Γ3), ενώ παράγει 4 διαφορετικά είδη ηλεκτρονικών συσκευών (Ε1, Ε2, Ε3, Ε4). Στους παρακάτω πίνακες φαίνεται ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονικών συσκευών που μπορεί να παράγει ανά ώρα κάθε γραμμή παραγωγής και αντίστοιχα το ωριαίο κόστος παραγωγής κάθε τύπου ηλεκτρονικής συσκευής ανά γραμμή παραγωγής.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ωριαία Παραγωγή (τεμάχια) | | | Κόστος Παραγωγής (€/hr) | | |
| **Γ1** | **Γ2** | **Γ3** | **Γ1** | **Γ2** | **Γ3** |
| Ε1 | 47 | 52 | 50 | 77 | 78 | 80 |
| Ε2 | 36 | 39 | 48 | 63 | 75 | 64 |
| Ε3 | 42 | 35 | 37 | 92 | 93 | 90 |
| Ε4 | 40 | 44 | 36 | 73 | 76 | 69 |

Δίνεται ως δεδομένο ότι ο μήνας διαθέτει 400 εργάσιμες ώρες, ενώ η κάθε γραμμή παραγωγής χρειάζεται τους ακόλουθους χρόνους συντήρησης (ώρες κατά τις οποίες δεν μπορεί να λειτουργήσει):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Γ1 | Γ2 | Γ3 |
| 36 (hrs/month) | 90 (hrs/month) | 75 (hrs/month) |

Η ηλεκτρονική συσκευή Ε1 πωλείται 200€, ενώ οι υπόλοιπες 350€. Ο ελάχιστος αριθμός συσκευών που πρέπει οπωσδήποτε να παραχθούν μηνιαίως ανά τύπο είναι:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| E1 | E2 | E3 | E4 |
| 2500 τεμ. | 2000 τεμ. | 1500 τεμ. | 1000 τεμ. |

Καταστρώστε πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού μαζί με όλους τους απαιτούμενους περιορισμούς, το οποίο θα παράγει ένα βέλτιστο πλάνο παραγωγής (αριθμό ηλεκτρονικών συσκευών από κάθε τύπο που θα παραχθεί σε κάθε μία από τις γραμμές παραγωγής) για τη μεγιστοποίηση του μηνιαίου κέρδους του εργοστασίου.

**Λύση**

*Μεταβλητές Απόφασης*

: είναι ο αριθμός των συσκευών τύπου που παράγονται στη γραμμή ανά μήνα, .

*Περιορισμοί*

Κάθε γραμμή παραγωγής έχει ένα μέγιστο αριθμό ωρών λειτουργίας ανά μήνα, λαμβάνοντας υπόψη τη συντήρηση:

Οι περιορισμοί παραγωγικής ικανότητας για κάθε συσκευή σε κάθε γραμμή παραγωγής είναι οι εξής:

Ο ελάχιστος αριθμός συσκευών που πρέπει να παράγονται ανά μήνα ανά τύπο:

Περιορισμοί μη αρνητικότητας:

*Αντικειμενική συνάρτηση*

*Στόχος*

Μεγιστοποίηση κέρδους:

Θέμα 2

Μία βιομηχανία παράγει το προϊόν Χ, ο πίνακας υλικών του οποίου φαίνεται παρακάτω:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Χρόνος Υστέρησης | Αρχικό Απόθεμα | Μέγεθος Παρτίδας | Εξαρτήσεις | Απόθεμα Ασφαλείας | Προγραμματισμένες Παραλαβές | |
| Τεμάχια | Εβδομάδα |
| X | 1 | 400 | 100 | 2 Α, 2 Β | - | 400 | 6 |
| A | 1 | 120 | 50 | 1 D, 1 C | - | 200 | 5, 8 |
| B | 2 | 250 | 25 | 2 C | - | 100 | 4 |
| C | 1 | 1500 | 200 | 1 D | - | 1800 | 5 |
| D | 1 | 2500 | - | - | 500 | - | - |

Οι μικτές απαιτήσεις για το Χ είναι:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Εβδομάδα | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Μικτές Απαιτήσεις | 200 | 250 | 200 | 155 | 180 | 170 | 170 | 300 | 400 | 135 | 140 |

Σχεδιάστε τον πίνακα υλικών του προϊόντος Χ και βρείτε το πρόγραμμα παραγωγής κάθε εξαρτήματος, σύμφωνα με τη μέθοδο Προγραμματισμού Απαιτήσεων Υλικών (MRP).

**Λύση**

Ο πίνακας υλικών (BOM) του Χ είναι:

Ορίζω τα μεγέθη:

* **Closing Stock** = Initial Stock + Scheduled Receipts – Gross Requirements
* **Net Requirements** = max(0, - Closing Stock)
* **Production Program** = ceiling ((Net Requirements + Safety Stock)/ Lot Size, 1) \* Lot Size
* **Shifted Production Program**: οι προγραμματιζόμενες παραλαβές μετατοπισμένες κατά τον χρόνο υστέρησης (time lead).
* **Final Stock**:
* Gross RequirementsA = 2·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsΒ = 2·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsC = 1·Shifted Production ProgramΑ + 2·Shifted Production ProgramΒ
* Gross RequirementsD = 1·Shifted Production ProgramΑ + 2·Shifted Production ProgramC

Όπως φαίνεται και από τους τύπους, δεν είναι αναγκαίος ο υπολογισμός των Προγραμματισμένων Αποδεσμεύσεων Εντολών Παραγωγής του D, επομένως ο χρόνος υστέρησης του δεν παίζει ρόλο.

**Εξάρτημα Χ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 200 | 400 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| 2 | 250 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 |
| 3 | 200 | 0 | 0 | -200 | 200 | 200 | 200 | 0 |
| 4 | 155 | 0 | 0 | -155 | 155 | 200 | 200 | 45 |
| 5 | 180 | 45 | 0 | -135 | 135 | 200 | 0 | 65 |
| 6 | 170 | 65 | 400 | 295 | 0 | 0 | 0 | 295 |
| 7 | 170 | 295 | 0 | 125 | 0 | 0 | 200 | 125 |
| 8 | 300 | 125 | 0 | -175 | 175 | 200 | 400 | 25 |
| 9 | 400 | 25 | 0 | -375 | 375 | 400 | 200 | 25 |
| 10 | 135 | 25 | 0 | -110 | 110 | 200 | 100 | 90 |
| 11 | 140 | 90 | 0 | -50 | 50 | 100 | 0 | 50 |

**Εξάρτημα Α**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 0 | 120 | 0 | 120 | 0 | 0 | 300 | 120 |
| 2 | 400 | 120 | 0 | -280 | 280 | 300 | 400 | 20 |
| 3 | 400 | 20 | 0 | -380 | 380 | 400 | 400 | 20 |
| 4 | 400 | 20 | 0 | -380 | 380 | 400 | 0 | 20 |
| 5 | 0 | 20 | 200 | 220 | 0 | 0 | 0 | 220 |
| 6 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 0 | 200 | 220 |
| 7 | 400 | 220 | 0 | -180 | 180 | 200 | 600 | 20 |
| 8 | 800 | 20 | 200 | -580 | 580 | 600 | 400 | 20 |
| 9 | 400 | 20 | 0 | -380 | 380 | 400 | 200 | 20 |
| 10 | 200 | 20 | 0 | -180 | 180 | 200 | 0 | 20 |
| 11 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 |

**Εξάρτημα Β**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+2) | Final Stock |
| 1 | 0 | 250 | 0 | 250 | 0 | 0 | 400 | 250 |
| 2 | 400 | 250 | 0 | -150 | 150 | 150 | 300 | 0 |
| 3 | 400 | 0 | 0 | -400 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| 4 | 400 | 0 | 100 | -300 | 300 | 300 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 400 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 800 | 0 |
| 7 | 400 | 0 | 0 | -400 | 400 | 400 | 400 | 0 |
| 8 | 800 | 0 | 0 | -800 | 800 | 800 | 200 | 0 |
| 9 | 400 |  | 0 | -400 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| 10 | 200 | 0 | 0 | -200 | 200 | 200 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα C**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | S.P.P. A | S.P.P. B | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 300 | 800 | 1100 | 1500 | 0 | 400 | 0 | 0 | 600 | 400 |
| 2 | 400 | 600 | 1000 | 400 | 0 | -600 | 600 | 600 | 400 | 0 |
| 3 | 400 | 0 | 400 | 0 | 0 | -400 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 800 | 800 | 0 | 1800 | 1000 | 0 | 0 | 800 | 1000 |
| 6 | 200 | 1600 | 1800 | 1000 | 0 | -800 | 800 | 800 | 1400 | 0 |
| 7 | 600 | 800 | 1400 | 0 | 0 | -1400 | 1400 | 1400 | 800 | 0 |
| 8 | 400 | 400 | 800 | 0 | 0 | -800 | 800 | 800 | 200 | 0 |
| 9 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | -200 | 200 | 200 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα D**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | S.P.P. A | S.P.P. C | Gross Req. | Init. Stock | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Final Stock |
| 1 | 300 | 1200 | 1500 | 2500 | 1000 | 0 | 0 | 1000 |
| 2 | 400 | 800 | 1200 | 1000 | -200 | 200 | 300 | 500 |
| 3 | 400 | 0 | 400 | 500 | 100 | 0 | 400 | 500 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 500 | 500 | 0 | 0 | 500 |
| 5 | 0 | 1600 | 1600 | 500 | -1100 | 1100 | 1600 | 500 |
| 6 | 200 | 2800 | 3000 | 500 | -2500 | 2500 | 3000 | 500 |
| 7 | 600 | 1600 | 2200 | 500 | -1700 | 1700 | 2200 | 500 |
| 8 | 400 | 400 | 800 | 500 | -300 | 300 | 800 | 500 |
| 9 | 200 | 0 | 200 | 500 | 300 | 0 | 200 | 500 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 500 | 500 | 0 | 0 | 500 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 500 | 500 | 0 | 0 | 500 |

Θέμα 3

**Ερώτημα 1**: Μια εταιρία χρησιμοποιεί σύστημα σταθερής ποσότητας παραγγελίας. Η εβδομαδιαία ζήτηση του προϊόντος ακολουθεί κανονική κατανομή με μέση τιμή 160 και τυπική απόκλιση 30 μονάδες προϊόντος. Αν το κόστος τοποθέτησης κάθε παραγγελίας είναι 280€ και το ετήσιο κόστος διατήρησης μιας μονάδας αποθέματος είναι 10€, ποια είναι η οικονομικότερη ποσότητα παραγγελίας Q (Θεωρείστε ότι ένα έτος έχει 52 εβδομάδες);

**Ερώτημα 2**: Ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που η εταιρία τοποθετεί μία παραγγελία αναπλήρωσης του αποθέματος της μέχρι τη στιγμή της παραλαβής της είναι 1 εβδομάδα. Ποιο πρέπει να είναι το επίπεδο αναπαραγγελίας R ώστε η πιθανότητα υποαποθέματος να είναι κάθε στιγμή μικρότερη ή ίση με 5%;

**Ερώτημα 3**: Έστω ότι η ίδια εταιρεία αποφασίζει να εφαρμόσει σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελίας. Ποια πρέπει να είναι η βέλτιστη πολιτική διαχείρισης αποθεμάτων της πορείας εταιρείας ώστε η πιθανότητα υποαποθέματος να είναι κάθε στιγμή μικρότερη ή ίση με 5%;

**Λύση**

**Ερώτημα 1**

Η οικονομική ποσότητα παραγγελίας (Economic Order Quantity - EOQ) υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο:

Όπου:

* D είναι η ετήσια ζήτηση.
* S είναι το κόστος παραγγελίας ανά παραγγελία (280 ευρώ).
* H είναι το κόστος διατήρησης ανά μονάδα ανά έτος (€10).

Έχουμε από την εκφώνηση:

* Εβδομαδιαία ζήτηση
* Εβδομάδες ανά έτος = 52

Η ετήσια ζήτηση:

Αντικαθιστώντας τις δεδομένες τιμές στον τύπο EOQ:

**Ερώτημα 2**

Έχουμε από την εκφώνηση:

* Ο χρόνος παραγγελίας είναι 1:
* Μέση εβδομαδιαία ζήτηση units.
* Τυπική απόκλιση της εβδομαδιαίας ζήτησης .
* Χρόνος παράδοσης .

Η μέση ζήτηση κατά τη διάρκεια του χρόνου παράδοσης:

Η τυπική απόκλιση της ζήτησης κατά τη διάρκεια του χρόνου παράδοσης:

Μια πιθανότητα έλλειψης αποθεμάτων 5% αντιστοιχεί σε επίπεδο εξυπηρέτησης 95%.

Χρησιμοποιώντας τον τυπικό πίνακα κανονικής κατανομής, το **z-score** για ένα επίπεδο εξυπηρέτησης 95% είναι περίπου 1.64:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| z | 1.64 | 1.65 |
| Φ(z) | 0.94950 | 0.95053 |

Το σημείο αναπαραγγελίας (Reorder Point – ROP):

**Ερώτημα 3**

Σε ένα σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελίας, το επίπεδο αποθεμάτων επανεξετάζεται σε σταθερά χρονικά διαστήματα και η ποσότητα παραγγελίας προσαρμόζεται ώστε να ανταποκρίνεται στο επίπεδο εξυπηρέτησης-στόχο. Το κλειδί είναι να προσδιοριστεί το επίπεδο αποθέματος-στόχος T που εξασφαλίζει επίπεδο εξυπηρέτησης 95%.

Έχουμε από την εκφώνηση:

* Μέση εβδομαδιαία ζήτηση units.
* Τυπική απόκλιση της εβδομαδιαίας ζήτησης .
* Χρόνος αναθεώρησης .
* Χρόνος παράδοσης .

Η συνολική χρονική περίοδος T που λαμβάνεται υπόψη για το απόθεμα ασφαλείας είναι η περίοδος αναθεώρησης συν τον χρόνο παράδοσης:

Η μέση ζήτηση κατά τη διάρκεια της περιόδου:

Η τυπική απόκλιση της ζήτησης κατά τη διάρκεια της περιόδου:

Για να επιτύχουμε επίπεδο εξυπηρέτησης 95%, χρησιμοποιούμε την τιμή . Έτσι, το επίπεδο απογραφής στόχου:

# Κανονική 20

Θέμα 1

Μία επιχείρηση παράγει 2 εξαρτήματα για αυτοκίνητα. Ο πίνακας που ακολουθεί αποτυπώνει τη μηνιαία ζήτηση για κάθε εξάρτημα, για τους επόμενους 3 μήνες.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Demand | Μήνας 1 | Μήνας 2 | Μήνας 3 |
| Εξάρτημα Α | 1200 | 2000 | 4000 |
| Εξάρτημα Β | 1000 | 700 | 2000 |

Η παραγωγή του εξαρτήματος Α κοστίζει στην επιχείρηση 15€ ανά τεμάχιο, και του εξαρτήματος Β 10€ ανά τεμάχιο. Το μηνιαίο κόστος διατήρησης σε απόθεμα ενός τεμαχίου (ανεξαρτήτως εξαρτήματος) είναι ίσο με το 1.5% του κόστους του.

Η επιχείρηση εκτιμά ότι το κόστος που προκύπτει από την αύξηση του επιπέδου παραγωγής (συνολικά και για τα δύο εξαρτήματα) είναι 0.5€ ανά τεμάχιο, ενώ το κόστος από τη μείωση του επιπέδου παραγωγής 0.3€ ανά τεμάχιο. Το αρχικό απόθεμα για το εξάρτημα Α είναι 500 τεμάχια, και για το Β είναι 300. Επιπλέον, η επιχείρηση έχει ορίσει ως ελάχιστο επιθυμητό απόθεμα στο τέλος των 3 μηνών τα 500 τεμάχια για το Α και 400 τεμάχια για το Β. Τα επίπεδα παραγωγής κατά τον τρέχοντα μήνα είναι 1500 τεμάχια Α και 1000 τεμάχια Β.

Τέλος, οι ακόλουθοι δύο πίνακες δίνουν: α) τις υπάρχουσες δυναμικότητες και β) τις απαιτήσεις σε δυναμικότητα για την παραγωγή ενός τεμαχίου Α και Β αντίστοιχα.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Max\_Cap | Μηχανών (hrs) | Εργασίας (hrs) | Αποθηκευτική (m2) |
| Μήνας 1 | 400 | 300 | 10000 |
| Μήνας 2 | 500 | 200 | 10000 |
| Μήνας 3 | 600 | 300 | 10000 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Req\_Cap | Μηχανές (hrs/pkg) | Εργασία (hrs/pkg) | Χώρος (m2/pkg) |
| Εξάρτημα Α | 0.10 | 0.05 | 2 |
| Εξάρτημα Β | 0.08 | 0.07 | 3 |

Καταστρώστε το πρόγραμμα γραμμικού προγραμματισμού που επιτυγχάνει την κάλυψη της ζήτησης με το ελάχιστο συνολικό κόστος.

**Λύση**

*Μεταβλητές Απόφασης*

* (production): παραγωγή του Α ή B.
* (stock): απόθεμα του A ή B.
* (machine hours): ώρες λειτουργίας μηχανών για την παραγωγή A ή B.
* (human hours): ώρες ανθρώπινης εργασίας για την παραγωγή A ή B.
* (increase): binary για την αύξηση τουλάχιστον μίας εκ των 2 παραγωγών,
* (decrease): ομοίως,

*Παράμετροι*

* (demand): ζήτηση για A ή B.
* (machine capability): απαιτούμενη δυναμικότητα μηχανών για A ή B.
* (human capability): απαιτούμενη δυναμικότητα εργασίας για A ή B.
* (storage capability): απαιτούμενη αποθηκευτική δυναμικότητα για A ή B.
* : μέγιστη δυναμικότητα μηχανών.
* : μέγιστη δυναμικότητα εργασίας.
* : μέγιστη αποθηκευτική δυναμικότητα.

*Περιορισμοί*

* Για το απόθεμα:
* Για την παραγωγή:
* Για τη δυναμικότητα:

*Αντικειμενική Συνάρτηση και Στόχος*

Θέμα 2

Η φαρμακευτική εταιρία PharmaCester χειρίζεται μία ποικιλία προϊόντων υγείας και ομορφιάς. Μία συγκεκριμένη κρέμα που διαθέτει κοστίζει στην εταιρία 3€/μονάδα προϊόντος. Το ετήσιο κόστος διατήρησης μίας μονάδας κρέμας είναι 15% του κόστους της. Ο χρόνος υστέρησης για την παραλαβή μίας παραγγελίας είναι 2 εβδομάδες, ενώ η ζήτηση του προϊόντος ακολουθεί κανονική κατανομή με μέση τιμή 150 μονάδες την εβδομάδα και απόκλιση 40 μονάδες ανά εβδομάδα.

**Ερώτημα Α**: **(i)** Ποιο είναι το σημείο αναπαραγγελίας εάν η εταιρία είναι διατεθειμένη να ανεχτεί 1% πιθανότητα υποαποθέματος (stockout) κατά τη διάρκεια ενός κύκλου παραγγελίας. **(ii)** Ποιο είναι το απόθεμα ασφάλειας (safety stock) και ποιο το ετήσιο κόστος της διατήρησης αποθεμάτων ασφαλείας;

**Ερώτημα Β**: Η εταιρία εξετάζει το ενδεχόμενο μετάβασης σε σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελίας σε μια προσπάθεια συντονισμού των παραγγελιών ορισμένων προϊόντων της. Η περίοδος επιθεώρησης αποθεμάτων και αναπαραγγελίας θα είναι 2 εβδομάδας ενώ ο χρόνος υστέρησης παραμένει 2 εβδομάδες. Ποια είναι η μέγιστη στάθμη αποθέματος που θα χρειαζόταν για να διασφαλιστεί το ίδιο 1% κινδύνου υποαποθέματος (stockout);

**Λύση**

**Ερώτημα Α**

Η μέση τιμή και η διασπορά της ζήτησης στην μία εβδομάδα είναι . Επομένως, στις 2 εβδομάδες θα είναι .

Έστω το σημείο αναπαραγγελίας (restock) R. Θέλουμε:

Έστω η τυχαία μεταβλητή :

Δηλαδή ψάχνω τέτοιο ώστε:

Άρα:

Όσον αφορά το safety stock και το κόστος

**Ερώτημα Β**

Σκοπός είναι να εξασφαλίσουμε ότι σε κάθε διάστημα 2 εβδομάδων μεταξύ ανεφοδιασμών θα έχουμε stockout με . Όπως σε κάθε νέο διάστημα 2 εβδομάδων που ελέγχουμε το απόθεμα και παραλαμβάνουμε προϊόντα, πρέπει στην έναρξη του να έχουμε .

Με το σύστημα αυτό που περιγράφεται όμως, εφόσον δεν γνωρίζουμε την επικείμενη ζήτηση του διαστήματος των 2 εβδομάδων, θα πρέπει να δεσμεύσουμε διαθέσιμη ποσότητα ίση με R για αυτό και να υπολογίζουμε να έχουμε επίσης R στην έναρξη του επομένου. Οπότε η **μέγιστη** στάθμη θα είναι ίση με 2R, την οποία θα φτάνουμε αν τύχει σε ένα διάστημα 2 εβδομάδων να τύχει να έχουμε μηδενική ζήτηση).

Θέμα 3

Μία βιομηχανική επιχείρηση παράγει το προϊόν Χ, ο πίνακας του οποίου φαίνεται παρακάτω:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Χρόνος Υστέρησης | Αρχικό Απόθεμα | Μέγεθος Παρτίδας | Εξαρτήσεις |
| Χ | 1 | 2000 | - | 1 Α, 2 Β |
| Α | 1 | 1000 | - | 1 C |
| Β | 2 | 400 | - | 2 C |
| C | 2 | 4000 | - | - |

Οι μικρές απαιτήσεις για το Χ είναι:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Εβδομάδα | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Μικτές Απαιτήσεις | 400 | 500 | 500 | 600 | 600 | 700 | 700 | 600 | 600 | 600 | 500 |

Οι προγραμματισμένες παραλαβές ανά εξάρτημα και εβδομάδα είναι:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Παραλαβές | Εβδομάδα |
| Χ | 1000 | 6 |
| Α | 400 | 5 |
| 400 | 8 |
| Β | 600 | 6 |

Βρείτε το πρόγραμμα παραγωγής κάθε εξαρτήματος, σύμφωνα με τη μέθοδο Προγραμματισμού Απαιτήσεων Υλικών (MRP).

**Λύση**

Ορίζω τα μεγέθη:

* **Closing Stock** = Initial Stock + Scheduled Receipts – Gross Requirements
* **Net Requirements** = max(0, - Closing Stock)
* **Production Program** = ceiling ((Net Requirements + Safety Stock)/ Lot Size, 1) \* Lot Size
* **Shifted Production Program**: οι προγραμματιζόμενες παραλαβές μετατοπισμένες κατά τον χρόνο υστέρησης (time lead).
* **Final Stock**:
* Gross RequirementsA = 1·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsΒ = 2·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsΓ = 1·Shifted Production ProgramΑ + 2·Shifted Production ProgramΒ

Όπως φαίνεται και από τους τύπους, δεν είναι αναγκαίος ο υπολογισμός των Προγραμματισμένων Αποδεσμεύσεων Εντολών Παραγωγής του Γ, επομένως ο χρόνος υστέρησης του δεν παίζει ρόλο.

**Εξάρτημα Χ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 400 | 2000 | 0 | 1600 | 0 | 0 | 0 | 1600 |
| 2 | 500 | 1600 | 0 | 1100 | 0 | 0 | 0 | 1100 |
| 3 | 500 | 1100 | 0 | 600 | 0 | 0 | 0 | 600 |
| 4 | 600 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 | 0 |
| 5 | 600 | 0 | 0 | -600 | 600 | 600 | 0 | 0 |
| 6 | 700 | 0 | 1000 | 300 | 0 | 0 | 400 | 300 |
| 7 | 700 | 300 | 0 | -400 | 400 | 400 | 600 | 0 |
| 8 | 600 | 0 | 0 | -600 | 600 | 600 | 600 | 0 |
| 9 | 600 | 0 | 0 | -600 | 600 | 600 | 600 | 0 |
| 10 | 600 | 0 | 0 | -600 | 600 | 600 | 500 | 0 |
| 11 | 500 | 0 | 0 | -500 | 500 | 500 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα Α**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 0 | 1000 | 0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 1000 |
| 2 | 0 | 1000 | 0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 1000 |
| 3 | 0 | 1000 | 0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 1000 |
| 4 | 600 | 1000 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 400 |
| 5 | 0 | 400 | 400 | 800 | 0 | 0 | 0 | 800 |
| 6 | 400 | 800 | 0 | 400 | 0 | 0 | 200 | 400 |
| 7 | 600 | 400 | 0 | -200 | 200 | 200 | 200 | 0 |
| 8 | 600 | 0 | 400 | -200 | 200 | 200 | 500 | 0 |
| 9 | 600 | 0 | 0 | -500 | 500 | 500 | 500 | 0 |
| 10 | 500 | 0 | 0 | -500 | 500 | 500 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα Β**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+2) | Final Stock |
| 1 | 0 | 400 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 400 |
| 2 | 0 | 400 | 0 | 400 | 0 | 0 | 800 | 400 |
| 3 | 0 | 400 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 400 |
| 4 | 1200 | 400 | 0 | -800 | 800 | 800 | 200 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1200 | 0 |
| 6 | 800 | 0 | 600 | -200 | 200 | 200 | 1200 | 0 |
| 7 | 1200 | 0 | 0 | -1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 0 |
| 8 | 1200 | 0 | 0 | -1200 | 1200 | 1200 | 1000 | 0 |
| 9 | 1200 | 0 | 0 | -1200 | 1200 | 1200 | 0 | 0 |
| 10 | 1000 | 0 | 0 | -1000 | 1000 | 1000 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα C**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Shifted P.P. A | Shifted P.P. B | Gross Req. | Init. Stock | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Final Stock |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 4000 | 4000 | 0 | 0 | 4000 |
| 2 | 0 | 1600 | 1600 | 4000 | 2400 | 0 | 0 | 2400 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 2400 | 2400 | 0 | 0 | 2400 |
| 4 | 0 | 400 | 400 | 2400 | 2000 | 0 | 0 | 2000 |
| 5 | 0 | 2400 | 2400 | 2000 | -400 | 400 | 400 | 0 |
| 6 | 200 | 2400 | 2600 | 0 | -2600 | 2600 | 2600 | 0 |
| 7 | 200 | 2400 | 2600 | 0 | -2600 | 2600 | 2600 | 0 |
| 8 | 500 | 2000 | 2500 | 0 | -2500 | 2500 | 2500 | 0 |
| 9 | 500 | 0 | 500 | 0 | -500 | 500 | 500 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Θέμα 4

Ο υπεύθυνος ποιότητας σε μια βιομηχανία παραγωγής αξόνων παρακολουθεί την ποιότητα της διαδικασίας παραγωγής. Οι προδιαγραφές για τη διάμετρο ενός τύπου άξονα είναι 8.00 και 0.30 cm. Ο υπεύθυνος συνέλεξε τα ακόλουθα στοιχεία κατά τη λειτουργία της διαδικασίας.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Α/Α Δείγματος | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 8.40 | 8.11 | 7.90 | 7.78 |
| 2 | 7.97 | 8.10 | 8.20 | 7.81 |
| 3 | 7.91 | 8.00 | 8.04 | 7.92 |
| 4 | 8.20 | 8.21 | 7.93 | 7.95 |
| 5 | 7.87 | 8.21 | 7.93 | 7.95 |
| 6 | 7.43 | 7.49 | 7.55 | 7.92 |
| 7 | 8.43 | 8.21 | 7.99 | 8.00 |
| 8 | 7.50 | 7.92 | 8.12 | 8.02 |
| 9 | 8.13 | 8.21 | 8.05 | 8.01 |
| 10 | 7.68 | 8.43 | 8.20 | 7.97 |
| Μέση Τιμή | 7.952 | 8.089 | 8.032 | 7.981 |

Δίνεται η τυπική απόκλιση του δείγματος όλων των μετρήσεων ίση με 0.25. Θεωρείστε και για τα 2 ερωτήματα ότι το μέσο της μεταβλητότητας της διαδικασίας και το μέσο του εύρους των προδιαγραφών συμπίπτουν.

**Ερώτημα 1**: Αν η τυπική απόκλιση της διαδικασίας παραγωγής του συγκεκριμένου τύπου άξονα είναι 0.20 cm, καταστρώστε το διάγραμμα ποιοτικού ελέγχου για 3 τυπικές αποκλείσεις.

**Ερώτημα 2**: Είναι η προαναφερθείσα παραγωγική διαδικασία ικανή να συμμορφωθεί με τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί για αυτή;

**Λύση**

**Ερώτημα 1**

H τυπική απόκλιση του δείγματος όλων των μετρήσεων (δίνεται από εκφώνηση):

Η τυπική απόκλιση των μέσων τιμών των δειγμάτων:

Upper & Lower Control Limits (με : μ.ο. των μέσων τιμών, **z**: τυπικές αποκλίσεις):

Το μέσο των δύο γραμμών, UCL και LCL, είναι η ευθεία:

Η γραφική θα έχει 4 σημεία: (1,7.952), (2,8.086), (1,8.032), (1+7.981).

**Ερώτημα 2**

Από εκφώνηση, έχουμε πως τα USL, LSL (Upper & Lower Specification Limits) είναι ίσα με τα UCL, LCL. Η ικανότητα μιας διαδικασίας υπολογίζεται με το δείκτη δυνατότητας:

Η διαδικασία δεν μπορεί να παράγει συστηματικά προϊόντα με ανοχές σύμφωνα με τα όρια των προδιαγραφών. Η διαδικασία πρέπει να βελτιωθεί.

# Κανονική 17

Θέμα 1

Μία εταιρεία παράγει ένα προϊόν το οποίο απαιτεί, στο τελικό στάδιο συναρμολόγησης, τρία μέρη. Αυτά τα τρία μέρη μπορούν να παραχθούν από 2 διαφορετικά τμήματα, όπως περιγράφεται παρακάτω:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Μέρος 1 | Μέρος 2 | Μέρος 3 | Κόστος (€/hr) |
| Τμήμα 1 | 7 | 6 | 9 | 25 |
| Τμήμα 2 | 6 | 11 | 5 | 12.5 |

Μέσα σε μία εβδομάδα απαιτούνται 1050 τελικά (συναρμολογημένα) προϊόντα (άλλα μπορούν να παραχθούν μέχρι 1200 εάν είναι απαραίτητο). Το τμήμα 1 διαθέτει 100 ώρες λειτουργίας και το τμήμα 2 110 λειτουργίας. Παράλληλα ο αποθηκευτικός χώρος της εταιρείας είναι περιορισμένος που σημαίνει ότι δεν μπορούν να αποθηκευτούν περισσότερα από 200 μη συναρμολογημένα μέρη (όλων των τύπων) στο τέλος της εβδομάδας.

Καταστρώστε το πρόβλημα της ελαχιστοποίησης του κόστους παραγωγής των τελικών (συναρμολογημένων) προϊόντων για μία εβδομάδα ως πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού.

Σημειώνεται ότι κάθε ώρα λειτουργίας των τμημάτων παράγει υποχρεωτικά και τα τρία μέρη στις ποσότητες που αναγράφονται στον πίνακα. Για παράδειγμα, μία ώρα εργασίας στο τμήμα 1 παράγει υποχρεωτικά 7 μέρη τύπου 1, 6 μέρη τύπου 2 και 9 μέρη τύπου 3.

**Λύση**

*Μεταβλητές απόφασης*

* : ώρες λειτουργίας στο τμήμα 1.
* : ώρες λειτουργίας στο τμήμα 2.

*Περιορισμοί*

Για να ικανοποιήσουμε την απαίτηση 1050 συναρμολογημένων προϊόντων, χρειαζόμαστε τουλάχιστον 1050 εξαρτήματα από κάθε τύπο. Κάθε ώρα λειτουργίας στο τμήμα 1 παράγει 7 μέρη του τύπου 1, 6 μέρη του τύπου 2 και 9 μέρη του τύπου 3. Κάθε ώρα λειτουργίας στο τμήμα 2 παράγει 6 μέρη του τύπου 1, 11 μέρη του τύπου 2 και 5 μέρη του τύπου 3.

Το τμήμα 1 έχει μέγιστο όριο 100 ώρες λειτουργίας.

Το τμήμα 2 έχει μέγιστο αριθμό ωρών λειτουργίας 110.

Στο τέλος της εβδομάδας, δεν μπορούν να αποθηκευτούν περισσότερα από 200 μη συναρμολογημένα εξαρτήματα (όλων των τύπων). Το σύνολο των παραγόμενων εξαρτημάτων μείον τα εξαρτήματα που απαιτούνται για τη συναρμολόγηση δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 200. Έστω S ο περιορισμός αποθήκευσης (S ≤ 200).

Απλοποιώντας:

Περιορισμοί μη αρνητικότητας:

*Αντικειμενική συνάρτηση*

*Στόχος*

Ελαχιστοποίηση του κόστους:

Θέμα 2

Μία βιομηχανική επιχείρηση παράγει το προϊόν Χ, ο πίνακας υλικών του οποίου φαίνεται παρακάτω:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Χρόνος Υστέρησης | Αρχικό Απόθεμα | Μέγεθος Παρτίδας | Εξαρτήσεις |
| X | 1 | 400 | 25 | 1 A, 2 B |
| A | 1 | 200 | 25 | 1 D |
| B | 2 | 100 | 25 | 2 C |
| C | 2 | 1000 | 50 | 1 D |
| D | 3 | 500 | 50 | - |

Οι μικρές απαιτήσεις του Χ είναι:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Εβδομάδα | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Μικτές Απαιτήσεις | 100 | 120 | 130 | 150 | 160 | 170 | 170 | 160 | 150 | 130 | 120 |

Οι προγραμματισμένες παραλαβές ανά εξάρτημα και εβδομάδα είναι:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Εξάρτημα | Παραλαβές | Εβδομάδα |
| Χ | 400 | 6 |
| Α | 200 | 5 |
| 100 | 8 |
| Β | 100 | 6 |
| C | 1300 | 6 |

Βρείτε το πρόγραμμα παραγωγής κάθε εξαρτήματος, σύμφωνα με τη μέθοδο Προγραμματισμού Απαιτήσεων Υλικών (MRP).

**Λύση**

Ο πίνακας υλικών (BOM) του Χ είναι:

Ορίζω τα μεγέθη:

* **Closing Stock** = Initial Stock + Scheduled Receipts – Gross Requirements
* **Net Requirements** = max(0, - Closing Stock)
* **Production Program** = ceiling ((Net Requirements + Safety Stock)/ Lot Size, 1) \* Lot Size
* **Shifted Production Program**: οι προγραμματιζόμενες παραλαβές μετατοπισμένες κατά τον χρόνο υστέρησης (time lead).
* **Final Stock**:
* Gross RequirementsA = 2·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsΒ = 2·Shifted Production ProgramX
* Gross RequirementsC = 2·Shifted Production ProgramΒ
* Gross RequirementsD = 1·Shifted Production ProgramΑ + 2·Shifted Production ProgramC

Όπως φαίνεται και από τους τύπους, δεν είναι αναγκαίος ο υπολογισμός των Προγραμματισμένων Αποδεσμεύσεων Εντολών Παραγωγής του D, επομένως ο χρόνος υστέρησης του δεν παίζει ρόλο.

**Εξάρτημα Χ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 100 | 400 | 0 | 300 | 0 | 0 | 0 | 300 |
| 2 | 120 | 300 | 0 | 180 | 0 | 0 | 0 | 180 |
| 3 | 130 | 180 | 0 | 50 | 0 | 0 | 100 | 50 |
| 4 | 150 | 50 | 0 | -100 | 100 | 100 | 175 | 0 |
| 5 | 160 | 0 | 0 | -160 | 160 | 175 | 0 | 15 |
| 6 | 170 | 15 | 400 | 245 | 0 | 0 | 0 | 245 |
| 7 | 170 | 245 | 0 | 75 | 0 | 0 | 100 | 75 |
| 8 | 160 | 75 | 0 | -85 | 85 | 100 | 150 | 15 |
| 9 | 150 | 15 | 0 | -135 | 135 | 150 | 125 | 15 |
| 10 | 130 | 15 | 0 | -115 | 115 | 125 | 125 | 10 |
| 11 | 120 | 10 | 0 | -110 | 110 | 125 | 0 | 15 |

**Εξάρτημα Α**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+1) | Final Stock |
| 1 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| 2 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| 3 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 350 | 0 |
| 4 | 350 | 0 | 0 | -350 | 350 | 350 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 200 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| 7 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 |
| 8 | 300 | 0 | 100 | -200 | 200 | 200 | 250 | 0 |
| 9 | 250 | 0 | 0 | -250 | 250 | 250 | 250 | 0 |
| 10 | 250 | 0 | 0 | -250 | 250 | 250 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα Β**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+2) | Final Stock |
| 1 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| 2 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 350 | 100 |
| 3 | 200 | 100 | 0 | -100 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| 4 | 350 | 0 | 0 | -350 | 350 | 350 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 300 | 100 |
| 7 | 200 | 100 | 0 | -100 | 100 | 100 | 250 | 0 |
| 8 | 300 | 0 | 0 | -300 | 300 | 300 | 250 | 0 |
| 9 | 250 | 0 | 0 | -250 | 250 | 250 | 0 | 0 |
| 10 | 250 | 0 | 0 | -250 | 250 | 250 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα C**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | Gross Req. | Init. Stock | Sched. Rec. | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Shifted P.P. (+2) | Final Stock |
| 1 | 200 | 1000 | 0 | 800 | 0 | 0 | 0 | 800 |
| 2 | 700 | 800 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 3 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| 4 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 5 | 200 | 100 | 0 | -100 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| 6 | 600 | 0 | 1300 | 700 | 0 | 0 | 300 | 700 |
| 7 | 500 | 700 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| 8 | 500 | 200 | 0 | -300 | 300 | 300 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Εξάρτημα D**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Week | S.P.P. A | S.P.P. C | Gross Req. | Init. Stock | Closing Stock | Net Req. | Prod. Progr. | Final Stock |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 500 | 500 | 0 | 0 | 500 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 500 | 500 | 0 | 0 | 500 |
| 3 | 350 | 200 | 550 | 500 | -50 | 50 | 50 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 600 | 600 | 0 | -600 | 600 | 600 | 0 |
| 7 | 200 | 0 | 200 | 0 | -200 | 200 | 200 | 0 |
| 8 | 250 | 0 | 250 | 0 | -250 | 250 | 250 | 0 |
| 9 | 250 | 0 | 250 | 0 | -250 | 250 | 250 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Θέμα 3

Ένας προμηθευτής μπαταριών αυτοκινήτου πουλάει μπαταρίες σε μηχανικούς αυτοκινήτων. Η ετήσια ζήτηση των μπαταριών είναι περίπου 1200 μονάδες. Ο προμηθευτής πληρώνει 28€ για κάθε μπαταρία και υπολογίζει ότι το κόστος διατήρησης σε απόθεμα μίας μονάδας για ένα χρόνο είναι 30% της αξίας της μπαταρίας. Παράλληλα, υπολογίζει ότι του κοστίζει περίπου 20€ η τοποθέτηση μιας παραγγελίας. Ο προμηθευτής στην παρούσα φάση παραγγέλνει 100 μπαταρίες το μήνα.

**Ερώτημα 1**

1. Ποιο είναι το ολικό κόστος αποθέματος για την τρέχουσα ποσότητα παραγγελίας;
2. Ποια είναι η οικονομική ποσότητα παραγγελίας και πόσες παραγγελίες πραγματοποιούνται κάθε χρόνο για αυτή τη ποσότητα;
3. Πόσο θα κερδίσει ο προμηθευτής μέσα σε ένα χρόνο αν αποφασίσει να αλλάξει την ποσότητα παραγγελίας από 100 μπαταρίες στην οικονομική ποσότητα παραγγελίας;

**Ερώτημα 2**: Με μία πιο προσεκτική εξέταση, ο προμηθευτής διαπιστώνει ότι η ζήτηση για τις μπαταρίες ακολουθεί κανονική κατανομή με μέση τιμή 4 μπαταρίες την ημέρα και τυπική απόκλιση 3 μπαταρίες την ημέρα (θεωρείστε ότι ο προμηθευτής είναι ανοιχτός 300 μέρες το χρόνο). Υπολογίζεται ότι συνήθως χρειάζονται 4 μέρες για να λάβει μία παραγγελία από το εργοστάσιο.

1. Ποιο είναι το σημείο αναπαραγγελίας (R) ώστε το επίπεδο εξυπηρέτησης να είναι 98% (δηλαδή η πιθανότητα υποαποθέματος να είναι κάθε στιγμή μικρότερη ή ίση του 2%);
2. Ποιο είναι το επίπεδο ασφαλείας (safety stock);

**Λύση**

**Ερώτημα 1**

Ερώτημα (i)

Έχουμε από εκφώνηση:

* Κόστος ανά μπαταρία:
* Κόστος διατήρησης ανά μονάδα ανά έτος:
* Κόστος παραγγελίας:
* Τρέχουσα ποσότητα παραγγελίας

Ο αριθμός των παραγγελιών ανά έτος:

Το συνολικό κόστος παραγγελίας:

Το μέσο επίπεδο αποθεμάτων:

Το συνολικό κόστος διατήρησης:

Το **συνολικό κόστος αποθέματος**:

Ερώτημα (ii)

Η **οικονομική ποσότητα παραγγελίας** (Economic Order Quantity -EOQ):

Δηλαδή, 76 μονάδες. Ο αριθμός των **παραγγελιών** ανά έτος για το EOQ:

Ερώτημα (iii)

Ο νέος αριθμός παραγγελιών ανά έτος:

Το νέο συνολικό κόστος παραγγελίας:

Το νέο μέσο απόθεμα:

Το νέο συνολικό κόστος διατήρησης:

Το νέο συνολικό κόστος αποθεμάτων:

Τα κέρδη του προμηθευτή:

**Ερώτημα 2**

Ερώτημα (i)

Έχουμε από την εκφώνηση:

* Μέση ημερήσια ζήτηση
* Τυπική απόκλιση της ημερήσιας ζήτησης
* Χρόνος παράδοσης
* Μια πιθανότητα έλλειψης αποθεμάτων 2% αντιστοιχεί σε επίπεδο εξυπηρέτησης 98%.

Χρησιμοποιώντας τον τυπικό πίνακα κανονικής κατανομής, το **z-score** για ένα επίπεδο εξυπηρέτησης 98% είναι περίπου 2.05:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| z | 2.05 | 2.06 |
| Φ(z) | 0.97982 | 0.98030 |

Η μέση ζήτηση κατά τη διάρκεια του χρόνου παράδοσης:

Η τυπική απόκλιση της ζήτησης κατά τη διάρκεια του χρόνου παράδοσης:

Το **σημείο αναπαραγγελίας** (Reorder Point - ROP) υπολογίζεται ως εξής:

Ερώτημα (ii)

Το **απόθεμα ασφαλείας**:

Θέμα 4

Μια βιοτεχνία εργοστασιακού εξοπλισμού αναλαμβάνει τη συναρμολόγηση και βαφή 6 μηχανημάτων μιας μεγάλης βιομηχανίας. Η απαίτηση του πελάτη είναι τα μηχανήματα να είναι έτοιμα το αργότερο σε 4 εβδομάδες. Δεδομένου ότι:

* Η συναρμολόγηση προηγείται υποχρεωτικά της βαφής
* Η βιοτεχνία έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει και τις 7 ημέρες της εβδομάδας
* Ο παρακάτω πίνακας δίνει τους απαιτούμενους χρόνους συναρμολόγησης και βαφής:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Μηχάνημα | Χρόνος Συναρμολόγησης | Χρόνος Βαφής |
| A | 6 | 3 |
| B | 3 | 2 |
| C | 5 | 2 |
| D | 8 | 6 |
| E | 4 | 1 |
| F | 0 | 4 |

1. Να καταστρωθεί πλάνο δρομολόγησης των εργασιών συναρμολόγησης / βαφής που να εξασφαλίζει τον ελάχιστο χρόνο εκτέλεσης τους. Με βάση το πλάνο αυτό, είναι δυνατή η ολοκλήρωση όλων των εργασιών σε λιγότερο από 4 εβδομάδες;
2. Το παραπάνω πλάνο γίνεται αποδεκτό και η εφαρμογή του αρχίζει την 1η Μαρτίου. Πότε το νωρίτερο θα είναι έτοιμο το μηχάνημα Β;
3. Στις 4 Μαρτίου, λόγω μιας παράκλησης ενός φίλου και συνεργάτη τίθεται ερώτημα που καλείστε να απαντήσετε: «Είναι δυνατόν, χωρίς να μεταβάλλουμε το πλάνο να παρεμβάλουμε μια έκτακτη εργασία βαφής, διάρκεια 3 ημερών, ώστε να ολοκληρωθεί πριν τις 10 του Μαρτίου;»

**Λύση**

**Ερώτημα 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Μηχάνημα | Χρόνος Συναρμολόγησης | Χρόνος Βαφής |
| A | 6 | 3 |
| B | 3 | 2 |
| C | 5 | 2 |
| D | 8 | 6 |
| E | 4 | 1 |
| F | 0 | 4 |

Διάγραμμα Gantt για τη συναρμολόγηση και τη βαφή:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Assembly D | D | D | D | D | D | D | D | D |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Paint D |  |  |  |  |  |  |  |  | D | D | D | D | D | D |  |  |
| Assembly A |  |  |  |  |  |  |  |  | A | A | A | A | A | A |  |  |
| Paint A |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | A | A |
| Assembly B |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | B | B |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Paint A | A |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Assembly B | B |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Paint B |  | B | B |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Assembly E |  | E | E | E | E |  |  |  |  |  |  |  |
| Paint E |  |  |  |  |  | E |  |  |  |  |  |  |
| Assembly C |  |  |  |  |  | C | C | C | C | C |  |  |
| Paint C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | C | C |
| Paint F |  |  |  | F |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Είναι δυνατή η ολοκλήρωση όλων των εργασιών σε λιγότερο από 4 εβδομάδες.
2. Το μηχάνημα Β θα είναι έτοιμο την 19η ημέρα.
3. Ναι, τις ημέρες 23 έως και 26 (4 ημέρες), η μηχανή βαφής δεν χρησιμοποιείται.