

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ BASESTOCK
ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ**



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΠΑΝΑΓΙΤΣΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΒΟΛΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2000

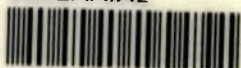


αρ. εισ. 226/2000 ΠΑ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 789/1
Ημερ. Εισ.: 12-10-2000
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξινόμησης Κωδικός: ΠΤ – ΜΜΒ
2000
ΠΑΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000062141

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε το πρόβλημα ελέγχου της παραγωγής των συστημάτων παραγωγής – αποθεμάτων με διαφοροποίηση προϊόντος. Για τον σκοπό αυτό εξετάστηκαν δύο συστήματα τριών σταδίων, με διαφορετικό “σημείο” διαφοροποίησης, στα οποία η παραγωγή οδηγείται σε κάθε στάδιο από την ζήτηση για τελικά προϊόντα. Και στα δύο συστήματα επεξεργάζονται πρώτες ύλες και παράγονται διαφορετικά τελικά προϊόντα 1 και 2.

Στο πρώτο σύστημα το προϊόν διαφοροποιείται αμέσως μετά το πρώτο στάδιο. Οι πρώτες ύλες δέχονται την ίδια επεξεργασία στις μηχανές του πρώτου σταδίου, είτε προορίζονται για τελικά προϊόντα 1 είτε για τελικά προϊόντα 2. Εν συνεχεία τα ενδιάμεσα προϊόντα, δέχονται διαφορετική επεξεργασία (διαφοροποιούνται) στα επόμενα δύο στάδια, ανάλογα με την ζήτηση του προϊόντος (1 ή 2) που τα έλκει για παραγωγή.

Αντίθετα στο δεύτερο σύστημα που μελετήθηκε, η διαφοροποίηση λαμβάνει χώρα στις μηχανές του πρώτου σταδίου. Οι πρώτες ύλες δέχονται διαφορετική επεξεργασία στο πρώτο στάδιο ανάλογα με την ζήτηση του προϊόντος (1 ή 2) που τις έλκει για παραγωγή. Έτσι προκύπτουν διαφοροποιημένα ενδιάμεσα προϊόντα 1 και 2, τα οποία εν συνεχεία απλά δέχονται επιπλέον επεξεργασία στα επόμενα στάδια του συστήματος για να προκύψουν τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.

Οι παράμετροι των παραπάνω συστημάτων, είναι οι κατανομές των χρόνων επεξεργασίας σε κάθε στάδιο, οι κατανομές των χρόνων μεταξύ διαδοχικών αφίξεων των ζητήσεων για τελικά προϊόντα 1 και 2, τα κόστη διατήρησης αποθεμάτων, το κόστος έλλειψης τελικών προϊόντων καθώς και τα αποθέματα ασφαλείας.

Ο έλεγχος των δύο συστημάτων επικεντρώθηκε στην συμπεριφορά των βέλτιστων αποθεμάτων ασφαλείας για το κάθε σύστημα ξεχωριστά, καθώς και σε σύγκριση μεταξύ τους.

...στους γονείς μου και στον αδερφό μου

Ευχαριστίες

Πριν ξεκινήσει η παρουσίαση της διπλωματικής μου εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή Γ. Λυμπερόπουλο για την ουσιαστική βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απονείμω στους συμφοιτητές και φίλους Π. Τρυφονόπουλο και Α. Δουγέκο, οι οποίοι με την αρωγή τους αποτέλεσαν καταλυτικό παράγοντα στην περάτωση του έργου μου, καθώς επίσης και στον υποψήφιο διδάκτορα Στ. Κουκούμιαλο για την πολύτιμη συνεργασία του.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	6
1.1 Εισαγωγή.....	7
1.2 Συστήματα ελέγχου της παραγωγής.....	8
1.2.1 Push – Ωθούμενα συστήματα ελέγχου της παραγωγής.....	8
1.2.2 Pull – Ελκούμενα συστήματα ελέγχου της παραγωγής.....	9
1.2.2.1 Συστήματα Basestock.....	10
1.2.2.2 Συστήματα Kanban.....	10
1.2.2.3 Συστήματα Conwip.....	11
1.2.2.4 Συστήματα Generalized Kanban.....	11
1.2.2.5 Συστήματα Extended Kanban.....	11
1.3 Εκτίμηση απόδοσης.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	13
2.1 Περιγραφή συστημάτων.....	14
2.1.1 Συστήματα Basestock με καθυστέρηση της διαφοροποίησης.....	14
2.1.1.1 Βελτιστοποίηση παραμέτρων.....	15
2.1.2 Συστήματα Basestock με διαφοροποίηση από την έναρξη της παραγωγής.....	17
2.1.2.1 Βελτιστοποίηση παραμέτρων	18
2.2 Παραδοχές.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	21
3.1 Η έννοια της προσομοίωσης.....	22
3.2 Το λογισμικό προσομοίωσης ARENA 3.0 SM.....	24
3.3 Μοντελοποίηση των συστημάτων με το λογισμικό ARENA.....	25
3.3.1 Μοντελοποίηση του συστήματος Basestock με καθυστέρηση της διαφοροποίησης.....	25
3.3.2 Μοντελοποίηση του συστήματος με διαφοροποίηση στην έναρξη της παραγωγής	27

3.4	Επαλήθευση και επικύρωση των μοντέλων.....	28
3.4.1	Επαλήθευση μοντέλου για το σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης.....	28
3.4.2	Επαλήθευση μοντέλου για το σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο		42
4.1	Γενικά.....	43
4.2	Αποτελέσματα για το σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης.....	43
4.3	Αποτελέσματα για το σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη της παραγωγής.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο		53
5.1	Επίδραση των αποθεμάτων ασφαλείας στην απόδοση των συστημάτων.....	54
5.1.1	Συστήματα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης.....	54
5.1.2	Σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη.....	58
5.2	Συμπεράσματα βελτιστοποιήσεων.....	62
5.3	Σύγκριση συστημάτων.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο		66
Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....		67
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....		68
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....		70
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....		75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....		84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.....		92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ : 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα σημαντικότερα αντικείμενα της επιχειρησιακής έρευνας είναι αυτό του ελέγχου της παραγωγής. Αντικείμενο ιδιαίτερα ευαίσθητο και σημαντικό για την βιομηχανία αφού καθορίζει στον μεγαλύτερο βαθμό την σωστή λειτουργία της και κατά συνέπεια την ανταγωνιστικότητά της. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές μελέτες πάνω στον τομέα, οι οποίες και έχουν δώσει σημαντικές λύσεις σε πολλά προβλήματα, βελτιώνοντας εντυπωσιακά την ροή της παραγωγικής διαδικασίας.

Τα συστήματα παραγωγής αποτελούνται από μέσα παραγωγής στα οποία εκτελούνται εργασίες (επεξεργασία πρώτων υλών και ημιτοίμων προϊόντων), για να παραχθούν τελικά προϊόντα που πρόκειται να παραδοθούν στους καταναλωτές. Το ζητούμενο χαρακτηριστικό των συστημάτων παραγωγής είναι η ευελιξία και η αξιοπιστία, έτσι ώστε να επιτευχθεί το χαμηλότερο δυνατό κόστος λειτουργίας σε συνδυασμό με την κατά τον δυνατόν καλύτερη και ταχύτερη εξυπηρέτηση των πελατών.

Ο έλεγχος της παραγωγής καλείται να δώσει την λύση στο παραπάνω πρόβλημα, βελτιστοποιώντας τις δύο καθοριστικές παραμέτρους του συστήματος παραγωγής: το πότε και το πόσο να παράγει το σύστημα έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στην ζήτηση, παρέχοντας ένα ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών, ενώ ταυτόχρονα να διατηρείται μικρό απόθεμα ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων, γεγονός που μεταφράζεται σε χαμηλό κόστος λειτουργίας για την επιχείρηση.

Μια ικανοποιητική προσέγγιση για τον έλεγχο της παραγωγής είναι η αποσύνθεση του συστήματος παραγωγής σε επιμέρους υποσυστήματα ή στάδια και ο καθορισμός ενός μηχανισμού που να συντονίζει την έναρξη της παραγωγής σε κάθε στάδιο ανάλογα με την ζήτηση για έτοιμα προϊόντα.

1.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η κατηγοριοποίηση των συστημάτων ελέγχου της παραγωγής γίνεται με βάση τον τρόπο συσχετισμού της παραγωγής και της ζήτησης. Έτσι διακρίνονται δύο μεγάλες κατηγορίες συστημάτων ελέγχου:

➤ **Push (Ωθούμενα)**

➤ **Pull (Ελκούμενα)**

1.2.1 Push - Ωθούμενα συστήματα ελέγχου παραγωγής

Ωθούμενα συστήματα ελέγχου της παραγωγής είναι εκείνα στα οποία η ζήτηση ωθεί την παραγωγή τελικών προϊόντων. Κύριο χαρακτηριστικό και κριτήριο επιτυχίας των συστημάτων αυτών είναι η έγκαιρη και σωστή πρόβλεψη της ζήτησης.

Συνεπώς, έχοντας υπολογίσει το μέγεθος και τα χρονικά περιθώρια της μελλοντικής ζήτησης, η παραγωγική διαδικασία ξεκινά την κατάλληλη χρονική στιγμή, ώστε τα προϊόντα να είναι έτοιμα στην ημερομηνία που η (εκτιμώμενη) ζήτηση απαιτεί. Επομένως η επιτυχία η όχι των συστημάτων ελέγχου Push, έγκειται στην επιλογή του κατάλληλου χρόνου έναρξης της παραγωγικής διαδικασίας.

Η επιλογή αυτή είναι ιδιαίτερα δύσκολη αφού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που πρέπει να συνυπολογιστούν, όπως η ακρίβεια των προβλέψεων των μελλοντικών ζητήσεων, η παραγωγική ικανότητα του συστήματος, το ποσοστό των ελαττωματικών προϊόντων, οι βλάβες που τυχόν θα παρουσιαστούν στις μηχανές καθώς και το κόστος παραγωγής. Η διαδικασία αυτή καθορίζεται από τους χρόνους υστέρησης (lead time) που αποτελούν και τις μεταβλητές απόφασης με στόχο το σύστημα μας να ανταποκρίνεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στις ζητήσεις. Στην ιδανική περίπτωση όπου οι ζητήσεις είναι υπολογισμένες με απόλυτη ακρίβεια, οι χρόνοι υστέρησης εκφράζουν τον χρόνο που χρειάζεται το προϊόν ενός σταδίου για να παραχθεί. Κάτι τέτοιο στην πράξη είναι αδύνατο, αφού πάντα υπάρχει απόκλιση της εκτιμώμενης μελλοντικής ζήτησης με την πραγματική. Αυτή η απόκλιση αποτελεί και το μεγαλύτερο πρόβλημα των συστημάτων

Push, αφού πολλές φορές μπορεί να προκαλέσει αποτυχία στην έγκαιρη ικανοποίηση των παραγγελιών.

Κύριος εκφραστής των συστημάτων αυτών είναι το Αμερικάνικο MRP και τα μεταγενέστερα MRP II και ERP.

1.2.2 Pull – Ελκυόμενα συστήματα ελέγχου της παραγωγής

Στον αντίποδα των ωθόμενων συστημάτων, βρίσκονται τα Ελκυόμενα συστήματα ελέγχου της παραγωγής στα οποία η παραγωγή έλκεται από την ζήτηση. Στόχος των συστημάτων αυτών είναι να έχουν πάντα το κατάλληλο απόθεμα από έτοιμα προϊόντα, τα οποία διατηρούνται σε αποθηκευτικούς χώρους. Κατά την άφιξη μιας ζήτησης, το σύστημα παρουσιάζει δύο ταυτόχρονες αντιδράσεις: η πρώτη είναι ότι η ζήτηση ικανοποιείται άμεσα από τα έτοιμα προϊόντα και η δεύτερη ότι δίνεται εντολή έναρξης της παραγωγικής διαδικασίας έτσι ώστε να αναπληρωθούν οι μονάδες των έτοιμων προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν για την ικανοποίηση της ζήτησης και το απόθεμα να επανέλθει στην βάση του. Το απόθεμα των ετοιμών προϊόντων στο σύστημα πριν την έναρξη άφιξης των ζητήσεων ονομάζεται απόθεμα ασφαλείας (safety stock).

Επειδή στα συστήματα Pull δεν υπάρχει προειδοποίηση της ζήτησης, η επιτυχία τους έγκειται στην κατά το δυνατόν βέλτιστη επιλογή του αποθέματος ασφαλείας. Όταν έχουμε μικρές διακυμάνσεις της ζήτησης τα ελκυόμενα συστήματα δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αντίθετα όταν παρουσιάζονται απότομες αυξήσεις ή μειώσεις στη ζήτηση, θα έχουμε αντίστοιχα έλλειψη ή περίσσεια αποθέματος.

Τα σημαντικότερα συστήματα Pull μιας παραμέτρου είναι τα ακόλουθα:

- Συστήματα Basestock
- Συστήματα Kanban
- Συστήματα Conwip

Τα σημαντικότερα συστήματα Pull δύο παραμέτρων είναι:

- Σύστημα Generalized Kanban
- Σύστημα Extended Kanban

1.2.2.1 Συστήματα Base stock

Το απλούστερο ελκυσμένο σύστημα ελέγχου της παραγωγής είναι το σύστημα Basestock. Στο σύστημα Basestock η μόνη παράμετρος ελέγχου κάθε σταδίου παραγωγής είναι το βασικό απόθεμα, S. Η φιλοσοφία του συστήματος είναι η εξής: όταν μια ζήτηση για παράδοση τελικού προϊόντος φτάσει στο σύστημα, αυτή εκπέμπεται αμέσως σε κάθε στάδιο της παραγωγής ζητώντας έτσι την παραγωγή / μεταφορά ενός εξαρτήματος από το προηγούμενο στο επόμενο στάδιο. Το πλεονέκτημα αυτού του μηχανισμού είναι ότι αντιδρά γρήγορα στην ζήτηση, αλλά μειονεκτεί στον έλεγχο των εργασιών που βρίσκονται σε εξέλιξη διότι όταν φτάνει μια ζήτηση αυτή εισέρχεται αμέσως στη γραμμή παραγωγής, χωρίς να χρειαστεί να λάβει εξουσιοδότηση. Συγκεκριμένα το σύστημα Basestock είναι ένα σύστημα με άπειρες εξουσιοδοτήσεις παραγωγής ανά στάδιο, αλλά δεν εξασφαλίζει κανένα όριο στον αριθμό των εξαρτημάτων που εισέρχονται στο σύστημα.

Στα πλαίσια της παρούσης διπλωματικής εργασίας εξετάστηκε η συμπεριφορά συστημάτων Basestock, στην περίπτωση διαφοροποίησης προϊόντος. Η λειτουργία των συστημάτων που μελετήθηκαν, αναλύεται διεξοδικά στο κεφάλαιο 2.

1.2.2.2 Συστήματα Kanban

Στα συστήματα Kanban η ζήτηση για τελικά προϊόντα έλκει την παραγωγή νέων προϊόντων. Έμφαση δίνεται κάθε φορά στο επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και στις απαιτήσεις του συγκεκριμένου σταδίου. Έτσι κάθε φορά παράγεται ακριβώς η ποσότητα που ζητείται, χωρίς να διατηρείται απόθεμα (ή όσο το δυνατόν ελάχιστο). Οι πληροφορίες για τον προγραμματισμό της παραγωγής παρέχονται από τις κάρτες Kanban, οι οποίες ελέγχουν την ροή των υλικών κατά την παραγωγική διαδικασία.

Φυσικά όπως όλα τα συστήματα, έτσι και τα συστήματα Kanban έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Η εφαρμογή του Kanban

περιορίζεται σε ορισμένα παραγωγικά συστήματα και αυτό γιατί είναι ευαίσθητα στη μεταβλητότητα που έχει η φύση της παραγωγικής διαδικασίας. Για να εφαρμοστεί το Kanban θα πρέπει να επικρατεί μια σταθερή κατάσταση και όλα να ρέουν ομαλά, κάτι που δεν ισχύει στην πλειοψηφία των παραγωγικών συστημάτων.

1.2.2.3 Συστήματα Conwip

Μια γνωστή παραλλαγή του Kanban, είναι το σύστημα Conwip. Σε ένα σύστημα Conwip μόλις ένα τελικό προϊόν εξέλθει από την γραμμή για να παραδοθεί στον πελάτη, ένα νέο εξάρτημα εισέρχεται για επεξεργασία. Έτσι διασφαλίζεται ότι ανά πάσα χρονική στιγμή ο αριθμός των εργασιών σε εξέλιξη θα είναι σταθερός (CONstant Work In Progress) [2]. Το σύστημα Conwip είναι ισοδύναμο με το Kanban ενός σταδίου [2].

Η ζήτηση εκπέμπεται στην αρχή του σταδίου, και όχι ενδιάμεσα, μόνο όταν εξυπηρετηθεί μια ζήτηση και προχωρήσει ένα τελικό προϊόν προς παράδοση. Το γεγονός αυτό έχει νόημα μόνο όταν επιτρέπεται η καθυστέρηση των παραγγελιών (backlogging). Στην αντίθετη περίπτωση το Conwip είναι ισοδύναμο με το Basestock.

Το Conwip εμφανίζεται πιο γενικό και πιο εύχρηστο από το Kanban διότι για μια γραμμή που παράγει διαφορετικούς τύπους προϊόντων δεν χρειάζεται να διατηρούνται και διαφορετικά κιβώτια με ξεχωριστές κάρτες για κάθε τύπο προϊόντος.

1.2.2.4 Συστήματα Generalized Kanban

Το σύστημα Generalized Kanban είναι ένας συνδυασμός των Basestock και του απλού Kanban. Είναι σαφώς πιο ευέλικτο, ενώ παρέχει και αυστηρότερο έλεγχο τόσο στις εργασίες σε εξέλιξη, όσο και στην ταχύτητα ανταπόκρισης της ζήτησης ,καθώς εξαρτάται από δύο παραμέτρους ανά στάδιο τα Kanban και τα αποθέματα ασφαλείας.

1.2.2.5 Σύστημα Extended Kanban

Το σύστημα Extended Kanban είναι παρόμοιο με το Generalized Kanban ενός σταδίου. Η διαφορά σε περισσότερα από ένα στάδιο έγκειται

στο σημείο απ' όπου επιστρέφει η κάρτα Kanban στην αρχή της γραμμής παραγωγής. Στο Extended Kanban η κάρτα Kanban αποκολλάται από το προϊόν όταν αυτό φτάσει στην αποθήκη τελικών προϊόντων, ενώ στο Generalized Kanban αυτό πραγματοποιείται όταν το τελικό προϊόν εξέλθει από την γραμμή παραγωγής.

1.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Ο στόχος των παραπάνω συστημάτων ελέγχου της παραγωγής είναι ο προσδιορισμός και η βελτίωση της απόδοσης ενός συστήματος .

Η απόδοση ενός συστήματος είναι άμεσα συνυφασμένη με το κόστος λειτουργίας το οποίο σε ένα σύστημα παραγωγής αναλύεται σε 2 παραμέτρους:

- Κόστος διατήρησης αποθεμάτων (τελικών προϊόντων και ενδιάμεσων εν εξελίξει)
- Και κόστος έλλειψης αποθεμάτων, με περιορισμό στο επίπεδο εξυπηρέτησης της ζήτησης.

Ο υπολογισμός επομένως του μικρότερου δυνατού κόστους λειτουργίας είναι ένα ιδιαίτερα σύνθετο πρόβλημα αφού εξαρτάται από αντικρουόμενες παραμέτρους. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού έχουν προταθεί οι εξής λύσεις:

- Αναλυτικές μέθοδοι
- Αριθμητικές μέθοδοι
- Και Υπολογιστικές μέθοδοι (Υπολογιστικά μοντέλα)

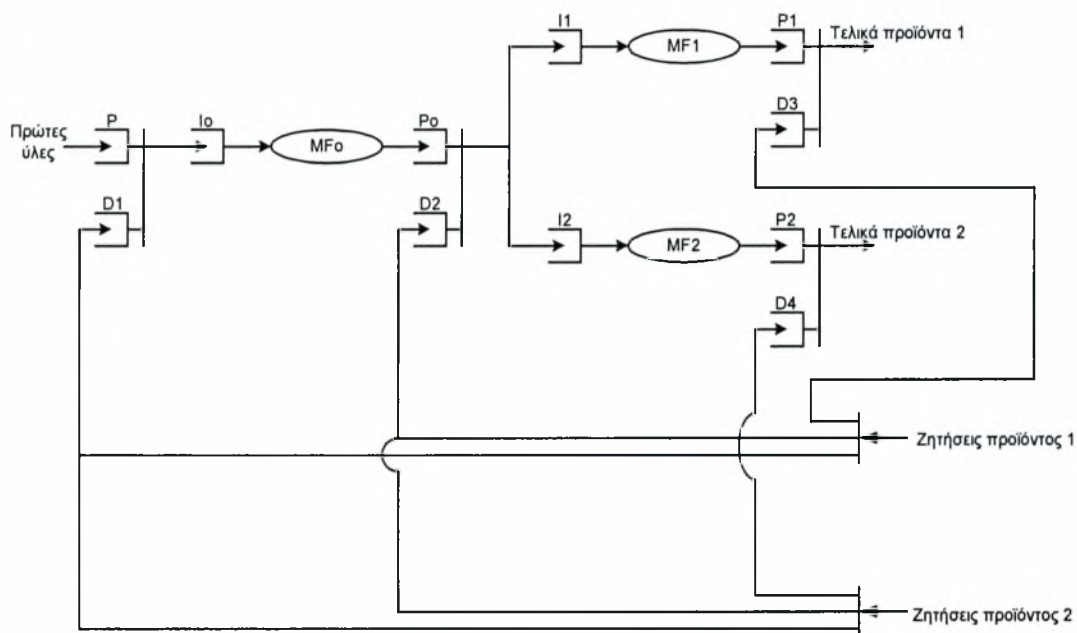
ΚΕΦΑΛΑΙΟ : 2

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BASESTOCK ΜΕ
ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ**

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μελετήθηκαν δύο συστήματα Basestock τριών σταδίων με διαφοροποίηση προϊόντος, όπου στο ένα η διαφοροποίηση λαμβάνει χώρα **μετά** το πρώτο στάδιο, ενώ στο άλλο συμβαίνει **κατά την διάρκεια** του πρώτου σταδίου. Συνεπώς στο πρώτο σύστημα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι έχουμε καθυστέρηση της διαφοροποίησης (μετά το πρώτο στάδιο), ενώ στο δεύτερο η διαφοροποίηση προηγείται (κατά την διάρκεια του πρώτου σταδίου).

2.1.1 Σύστημα Basestock με καθυστέρηση της διαφοροποίησης



Ο συμβολισμός των επιμέρους τμημάτων του συστήματος, είναι ο εξής:

- P_i : Η ουρά που υποδηλώνει τον χώρο αποθήκευσης εξερχόμενων υλών από το στάδιο i , $i=0,1,2$.
- D_3 , D_4 : Η ουρές που υποδηλώνουν τις ζητήσεις για τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα. (Δείχνει δηλαδή τις εξωτερικές ζητήσεις των πελατών).

- D_1, D_2 : Η ουρά που υποδηλώνει τις ζητήσεις πρώτων υλών και την παραγωγή εξαρτημάτων του σταδίου $i=0$.
- I_i : Η ουρά που αναπαριστάει τον χώρο αποθήκευσης εισερχομένων υλών του σταδίου $i, i=0,1,2$.
- MF_i : Συμβολίζει το σύστημα παραγωγής του σταδίου $i, i=0,1,2$. Το κάθε σύστημα παραγωγής περιλαμβάνει δύο μηχανές.

Τα προϊόντα 1 και 2 προέρχονται από διαφοροποίηση του ενδιάμεσου προϊόντος που παράγεται στο στάδιο $i=0$. Για παράδειγμα θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε πως το ημιέτοιμο προϊόν του σταδίου $i=0$ είναι λευκά μπλουζάκια και τα τελικά προϊόντα 1 και 2 είναι κόκκινα και πράσινα μπλουζάκια (Στο παράδειγμα στα στάδια $i=1$ και $i=2$ τα μπλουζάκια βάφονται κόκκινα και πράσινα αντίστοιχα).

Όταν μια ζήτηση του προϊόντος 1 φτάνει στο σύστημα ενημερώνονται ταυτόχρονα (και άμεσα) οι σταθμοί $i=0$ και $i=1$ ώστε να ξεκινήσει η μεταφορά ενός νέου εξαρτήματος από τον χώρο αποθήκευσης του προηγούμενου σταδίου στον χώρο αποθήκευσης εισερχομένων του σταδίου. Δηλαδή όταν μια ζήτηση για προϊόν 1 ενός πελάτη φτάνει στο σύστημα εισέρχεται στην ουρά D_3 ζητώντας την παράδοση ενός έτοιμου προϊόντος από την ουρά P_1 . Ταυτόχρονα η ίδια ζήτηση δημιουργεί στις ουρές D_1 και D_2 μια ζήτηση για την εισαγωγή ενός εξαρτήματος από τις ουρές P και P_0 αντίστοιχα.

Όταν η ζήτηση αφορά το προϊόν 2 τότε ακολουθείται η ίδια διαδικασία με την διαφορά ότι αντί του σταδίου $i=1$ ενημερώνεται το στάδιο $i=2$ στο οποίο γίνεται και η επεξεργασία του ημιέτοιμου προϊόντος από το στάδιο $i=0$ για να πάρουμε τελικό προϊόν 2.

2.1.1.1 Βελτιστοποίηση παραμέτρων


Αφού διαμορφώσαμε το σύστημα, καθορίζουμε τις παραμέτρους που το επηρεάζουν.

- M_0, M_1, M_2 συμβολίζουν τους μέσους αριθμούς τεμαχίων που επεξεργάζονται στα στάδια $i=0,1,2$ αντίστοιχα.


- P_0, P_1, P_2 συμβολίζουν τους μέσους αριθμούς κομματιών που περιμένουν στους χώρους αποθήκευσης στα στάδια $i=0,1,2$ αντίστοιχα.
- S_0, S_1, S_2 συμβολίζουν τα αρχικά αποθέματα του συστήματος (αποθέματα ασφαλείας) στα στάδια $i=0,1,2$ αντίστοιχα.
- $\sigma_{\lambda 1}, \sigma_{\lambda 2}$ είναι οι μέσοι χρόνοι αφίξεων δύο διαδοχικών ζητήσεων για τα προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα. Πρόκειται για τυχαία μεταβλητή που για την περίπτωση μας θεωρούμε: $\sigma_{\lambda 1} = \text{EXPO}(2)$ και $\sigma_{\lambda 2} = \text{EXPO}(3)$.
- $\kappa_{\lambda i}$ είναι ο μέσος χρόνος επεξεργασίας κάθε τεμαχίου σε κάθε μια από τις έξη μηχανές. Πρόκειται για τυχαία μεταβλητή που για την περίπτωση μας θεωρούμε : $\kappa_{\lambda i} = \text{EXPO}(1)$.
- D_3, D_4 πρόκειται για τον μέσο αριθμό ζητήσεων που φτάνουν στο σύστημα και αφορούν τα προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.
- D_1, D_2 είναι ο μέσος αριθμός ζητήσεων για πρώτες ύλες και ενδιάμεσα προϊόντα (εσωτερικές ζητήσεις).
- h_0, h_1, h_2 είναι τα κόστη διατήρησης αποθέματος ανά μονάδα προϊόντος στα στάδια $i=0,1,2$ αντίστοιχα.
- b_1, b_2 είναι τα κόστη έλλειψης των προϊόντων 1 και 2 αντίστοιχα.

Το συνολικό κόστος (TC) του συστήματος είναι το άθροισμα του κόστους διατήρησης αποθέματος και του κόστους έλλειψης προϊόντων και συνεπώς διαμορφώνεται ως εξής:

$$TC = h_0 \cdot (M_0 + P_0) + h_1 \cdot (M_1 + P_1) + h_2 \cdot (M_2 + P_2) + b_1 \cdot D_3 + b_2 \cdot D_4$$



Κόστος διατήρησης αποθέματος

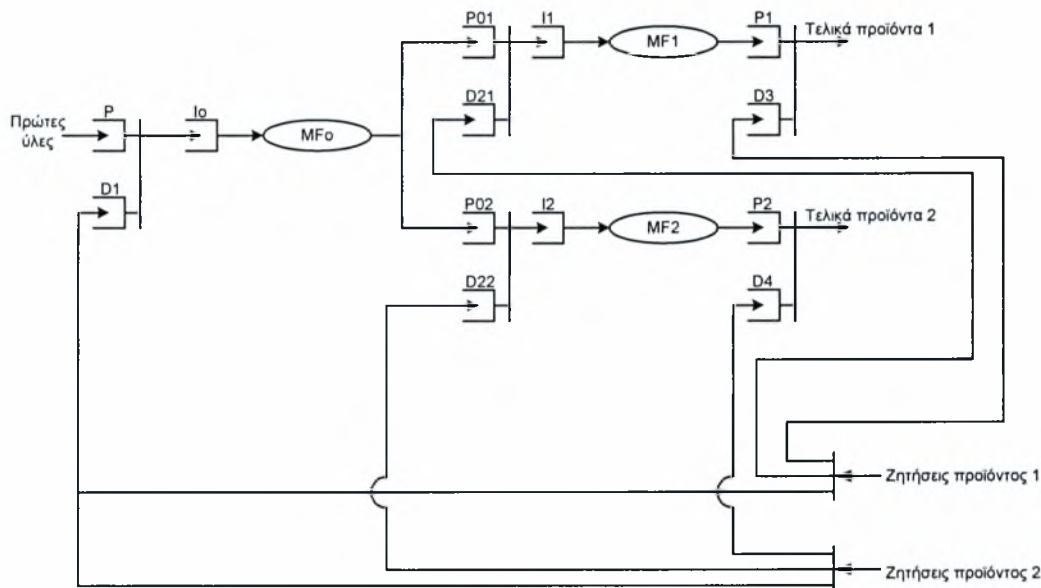


Κόστος έλλειψης προϊόντων

Οι μεταβλητές απόφασης είναι τα αποθέματα ασφαλείας S_0, S_1, S_2 , τις τιμές των οποίων πρέπει να βρούμε ώστε το σύστημα που μελετάμε να

λειτουργεί με το χαμηλότερο δυνατό κόστος (ανάλογα βέβαια με τα κόστη διατήρησης και έλλειψης που έχουμε κάθε φορά).

2.1.2 Σύστημα Basestock με διαφοροποίηση από την έναρξη της παραγωγής



Ο συμβολισμός των επιμέρους τμημάτων του συστήματος ακολουθεί την ίδια λογική με το προηγούμενο σύστημα. Με την διαφορά πως στην περίπτωση αυτή στο πρώτο στάδιο ($i=0$) έχουμε δύο ουρές εξερχόμενων υλών: P_{01} και P_{02} όπου αντιστοιχούν στα ενδιάμεσα προϊόντα που προορίζονται για τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα. Ταυτόχρονα έχουμε και δύο ουρές ζητήσεων για την παραγωγή εξαρτημάτων του σταδίου $i=0$, D_{21} και D_{22} , που απευθύνονται στις ζητήσεις για τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.

Τα προϊόντα 1 και 2 κατασκευάζονται από τις ίδιες πρώτες ύλες και διαφοροποιούνται στο στάδιο $i=0$ δεχόμενα διαφορετική επεξεργασία το κάθε ένα στο σύστημα παραγωγής MF_0 του σταδίου αυτού. Αντίστοιχα με το παράδειγμα που δώσαμε στο προηγούμενο σύστημα, μπορούμε πάλι να θεωρήσουμε πως τα τελικά προϊόντα είναι κόκκινα και πράσινα μπλουζάκια. Την φορά αυτή όμως, η διαφοροποίηση γίνεται στο στάδιο $i=0$. Επομένως τα ενδιάμεσα προϊόντα του σταδίου αυτού είναι κόκκινα ή πράσινα μπλουζάκια,

όπου στα επόμενα δύο στάδια $i=1$ και $i=2$ θα δεχτούν μια επιπλέον επεξεργασία βαφής.

Όταν μια ζήτηση για το προϊόν 1 φτάνει στο σύστημα εισέρχεται στην ουρά D_3 ζητώντας την παράδοση ενός έτοιμου προϊόντος από την ουρά P_1 . Ταυτόχρονα η ίδια ζήτηση δημιουργεί στις ουρές D_1 και D_{21} μια ζήτηση για εισαγωγή ενός εξαρτήματος από τις ουρές P και P_{01} αντίστοιχα. Ομοίως και για το προϊόν 2.

2.1.2.1 Βελτιστοποίηση παραμέτρων

Οι παράμετροι που επηρεάζουν το σύστημα έχουν ως εξής.

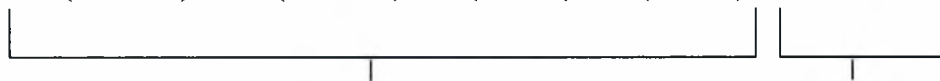
- M_1, M_2 συμβολίζουν τους μέσους αριθμούς τεμαχίων που επεξεργάζονται στα στάδια $i=1,2$ αντίστοιχα.
- M_{01}, M_{02} συμβολίζουν τους μέσους αριθμούς τεμαχίων που επεξεργάζονται στο στάδιο $i=0$ για τα τεμάχια που προορίζονται για τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.
- P_1, P_2 συμβολίζουν τους μέσους αριθμούς κομματιών που περιμένουν στους χώρους αποθήκευσης στα στάδια $i=1,2$ αντίστοιχα.
- P_{01}, P_{02} συμβολίζουν τους μέσους αριθμούς κομματιών που περιμένουν στον χώρο αποθήκευσης στο στάδιο $i=0$ για τα κομμάτια που προορίζονται για τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.
- S_1, S_2 συμβολίζουν τα αρχικά αποθέματα του συστήματος (απόθεμα ασφαλείας) στα στάδια $i=1,2$ αντίστοιχα.
- S_{01}, S_{02} συμβολίζουν τα αρχικά αποθέματα του συστήματος (αποθέματα ασφαλείας) στο στάδιο $i=0$ για αποθέματα που προορίζονται για τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.
- $\sigma_{\lambda 1}, \sigma_{\lambda 2}$ είναι οι μέσοι χρόνοι αφίξεων δύο διαδοχικών ζητήσεων για τα προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα. Πρόκειται για τυχαία

μεταβλητή που για την περίπτωση μας θεωρούμε: $\sigma_{\lambda 1} = \text{EXPO}(2)$
και $\sigma_{\lambda 2} = \text{EXPO}(3)$.

- $\kappa_{\lambda i}$ είναι ο μέσος χρόνος επεξεργασίας κάθε τεμαχίου σε κάθε μια από τις έξη μηχανές.
- D_3, D_4 πρόκειται για τον μέσο αριθμό ζητήσεων που φτάνουν στο σύστημα και αφορούν τα προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.
- D_1 είναι ο μέσος αριθμός ζητήσεων για πρώτες ύλες (εσωτερικές ζητήσεις).
- D_{21}, D_{22} είναι ο μέσος αριθμός ζητήσεων για ενδιάμεσα προϊόντα του σταδίου $i=0$ που προορίζονται για τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.
- h_1, h_2 είναι τα κόστη διατήρησης αποθέματος ανά μονάδα προϊόντος στα στάδια $i=1,2$ αντίστοιχα.
- h_{01}, h_{02} είναι τα κόστη διατήρησης αποθέματος ανά μονάδα προϊόντος στο στάδιο $i=0$ που προορίζονται για τελικά προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα.
- b_1, b_2 είναι τα κόστη έλλειψης των προϊόντων 1 και 2 αντίστοιχα.

Το συνολικό κόστος υπολογίζεται όπως και στο προηγούμενο σύστημα:

$$TC = h_{01} \cdot (M_{01} + P_{01}) + h_{02} \cdot (M_{02} + P_{02}) + h_1 \cdot (M_1 + P_1) + h_2 \cdot (M_2 + P_2) + b_1 \cdot D_3 + b_2 \cdot D_4$$



Κόστος διατήρησης αποθέματος

Κόστος έλλειψης προϊόντων

Οι μεταβλητές απόφασης είναι τα αποθέματα ασφαλείας S_{01}, S_{02}, S_1, S_2 τις τιμές των οποίων πρέπει να βρούμε, ώστε το σύστημα που μελετάμε να λειτουργεί με το χαμηλότερο δυνατό κόστος (ανάλογα βέβαια με τα κόστη διατήρησης και έλλειψης που έχουμε κάθε φορά).

2.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

- Η παροχή των πρώτων υλών είναι συνεχής και απεριόριστη όποτε ζητείται.
- Οι ζητήσεις για τελικά προϊόντα καταφθάνουν μια – μια (για ένα προϊόν κάθε φορά).
- Δεν υπάρχει κόστος και χρόνος προετοιμασίας των μηχανών, καθώς επίσης δεν υπάρχει και περιορισμός στον αριθμό των παραγγελιών που μπορούν να ικανοποιηθούν κάθε φορά. Αυτό σημαίνει ότι δεν χρειάζεται να ομαδοποιηθούν (batch) οι ζητήσεις για να ξεκινήσει η παραγωγή.
- Δεν λαμβάνονται υπόψη τυχών βλάβες των μηχανών.
- Το επίπεδο του αποθέματος μπορεί να αναπληρωθεί ανά πάσα στιγμή από την παραγωγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ : 3

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

3.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1, τα συστήματα παραγωγής μπορούν να επιλυθούν με αναλυτικές ή αριθμητικές μεθόδους, καθώς επίσης και με υπολογιστικά μοντέλα. Στην παρούσα εργασία η βελτιστοποίηση των συστημάτων που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο γίνεται με προσομοίωση, τα πλεονεκτήματα και τα χαρακτηριστικά της οποίας αναφέρονται στην συνέχεια.

Η έννοια της προσομοίωσης είναι ευρύτερα διαδεδομένη και αναφέρεται σε μεθόδους και εφαρμογές με σκοπό την ρεαλιστικότερη μίμηση της συμπεριφοράς πραγματικών συστημάτων. Πραγματοποιείται συνήθως με την χρήση H/Y και την βοήθεια κατάλληλου λογισμικού.

Με την προσομοίωση επιδιώκουμε να εκτιμήσουμε και να υπολογίσουμε τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των διαφόρων πραγματικών συστημάτων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε απλά υποθετικά μοντέλα για λόγους έρευνας ή σε πολυσύνθετα πραγματικά συστήματα παραγωγής.

Η προσομοίωση μας δίνει την δυνατότητα να προσεγγίσουμε με μεγάλη ακρίβεια, χωρίς παραδοχές και θεωρήσεις πραγματικά συστήματα. Αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο έως αδύνατο στις υπόλοιπες μεθόδους (αναλυτικές, γραμμικό προγραμματισμό, θεωρία αποθεμάτων, θεωρία ουρών παραγωγής κλπ) στις οποίες πάντα είμαστε αναγκασμένοι να καταφεύγουμε σε παραδοχές.

Η ευρεία χρήση της προσομοίωσης σαν εργαλείο για την επίλυση ποικίλων προβλημάτων οφείλεται εν μέρη και στην ταχύτατη εξέλιξη που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στον χώρο των H/Y. Hardware και software έχουν εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να απλουστεύσουν αρκετά την διαδικασία μοντελοποίησης, καθώς και να μειώσουν τον χρόνο υπολογισμού της. Στην πραγματικότητα η προσομοίωση είναι ένας γενικός όρος αφού οι εφαρμογές της δεν περιορίζονται σε ένα συγκεκριμένο πεδίο αλλά επεκτείνονται ευρύτερα.

Η προσομοίωση, όπως οι περισσότερες μέθοδοι ανάλυσης, εμπεριέχουν συστήματα και μοντέλα. Με τον όρο σύστημα θεωρούμε μια εγκατάσταση ή μια διεργασία, η οποία είτε λειτουργεί, είτε βρίσκεται στο στάδιο της μελέτης και του σχεδιασμού. Μερικά συστήματα στα οποία η τεχνική της προσομοίωσης βρίσκει μεγάλη απήχηση δίνονται παρακάτω:

- Μια βιομηχανική μονάδα που αποτελείται από εργαζόμενους, μηχανές, αποθηκευτικούς χώρους, μεταφορικά μέσα κλπ.
- Επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών όπως πχ. μια τράπεζα με διαφορετικές κατηγορίες πελατών, υπαλλήλους, αυτόματα μηχανήματα (ΑΤΜ), χρηματοκιβώτια κλπ .
- Μια εγκατάσταση επειγουσών περιστατικών σε ένα νοσοκομείο, η οποία περιλαμβάνει το προσωπικό, τους ασθενείς, τον απαιτούμενο εξοπλισμό κλπ .
- Ένα δίκτυο διανομής προϊόντων (Logistics), το οποίο αποτελείται από συστήματα παραγωγής, αποθήκες, μεταφορικά μέσα κλπ.
- Το κυκλοφορικό σε πόλεις και αυτοκινητόδρομους, με διασταυρώσεις, κόμβους, σήμανση, οχήματα κλπ.
- Ένα δίκτυο Η/Υ αποτελούμενο από Server, περιφερικά, τα μηχανικά μέρη, τους χρήστες κλπ.
- Ένα super market που αποτελείται από το προσωπικό, τους προμηθευτές, τους πελάτες, τον εξοπλισμό κλπ.

Με την βοήθεια της προσομοίωσης μπορούμε να υπολογίσουμε την απόδοση ενός συστήματος και στην συνέχεια να βελτιώσουμε την συμπεριφορά του, ώστε να ακολουθεί τους στόχους και τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί για αυτό. Ταυτόχρονα η προσομοίωση μπορεί να αποτελέσει ισχυρό εργαλείο και για συστήματα που βρίσκονται στο στάδιο του σχεδιασμού, αφού δίνεται η δυνατότητα εκ των προτέρων να μελετηθούν διάφορες περιπτώσεις και εναλλακτικές λύσεις, με ελάχιστο κόστος και μηδαμινές συνέπειες, όσον αφορά την λειτουργία του συστήματος.

Το βασικότερο μειονέκτημα της μεθόδου της προσομοίωσης είναι ότι τα αποτελέσματα δεν είναι πάντα τόσο ακριβή σε σχέση με αυτά που θα μας έδινε η αναλυτική μέθοδος. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων εξαρτάται από το χρονικό διάστημα για το οποίο θα μελετηθεί το σύστημα. Μεγαλύτερος χρόνος προσομοίωσης, σημαίνει ταυτόχρονα και μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων. Πρόκειται επομένως για μια χρονοβόρα διαδικασία, αφού συνήθως απαιτείται ακρίβεια και λεπτομέρεια αποτελεσμάτων.

Επίσης μεγάλη προσοχή απαιτείται όταν προσομοιώνεται ένα σύστημα με στοχαστικές μεταβλητές, διότι τα αποτελέσματα ποικίλουν, και μπορούν οδηγήσουν σε λανθασμένα συμπεράσματα.

3.2 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ARENA 3.0 SM

Το λογισμικό προσομοίωσης ARENA της SYSTEMS MODELING CORPORATION, που χρησιμοποιήθηκε για την μοντελοποίηση των συστημάτων της παρούσας εργασίας, είναι μια παραθυρική εφαρμογή η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε από τα πρόσφατα λειτουργικά προγράμματα της Microsoft (Windows 95, 98, NT, 2000), γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα δημοφιλές. Παράλληλα, συνδυάζει τα ακόλουθα πολύ βασικά χαρακτηριστικά:

- Απλότητα και ευκολία στην χρήση
- Ευελιξία που προσφέρουν οι γλώσσες προσομοίωσης (SIMAN)
- Δυνατότητα ολοκλήρωσης (integration) με τις ισχυρότερες γλώσσες προγραμματισμού, όπως η Microsoft Visual Basic, FORTRAN, C κλπ.

Το λογισμικό ARENA δίνει την δυνατότητα χρήσης εναλλακτικών και ανταλλάξιμων προτύπων (templates) για την δημιουργία αρκετά πολυσύνθετων μοντέλων προσομοίωσης.

Παράλληλα παρέχεται στον χρήστη του ARENA μια ομάδα προγραμμάτων που αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης:

- Output Analyzer
- Input Analyzer
- Scenario Analysis

3.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ARENA

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε προκειμένου να κατασκευαστούν τα μοντέλα των συστημάτων που μας ενδιαφέρουν (έχουν καθοριστεί στο κεφάλαιο 2), περιγράφεται στην συνέχεια.

3.3.1 Μοντελοποίηση του συστήματος basestock με καθυστέρηση της διαφοροποίησης

Το μοντέλο προσομοίωσης του λογισμικού ARENA για το σύστημα αυτό φαίνεται στην εικόνα 1 (στο τέλος του κεφαλαίου) και περιγράφεται στα παρακάτω 7 βήματα.

1).Αρχικά οι αφίξεις των εξωτερικών ζητήσεων, εισέρχονται στο σύστημα και παριστάνονται με την εντολή ARRIVE, η οποία παρουσιάζεται στην εικόνα 4.Στο επάνω μέρος της εντολής δίνεται η ονομασία του σταθμού αφίξεων και είναι Orders 1 και Orders 2 για τις ζητήσεις των προϊόντων 1 και 2 αντίστοιχα. Στη συνέχεια επιλέγεται το μέγεθος της παρτίδας, ο ρυθμός άφιξης των ζητήσεων και το μέγιστο μέγεθος της παρτίδας.

2).Στη συνέχεια οι αφίξεις των ζητήσεων για τα προϊόντα 1 και 2 δρομολογούνται ταυτόχρονα, η κάθε μια σε τρεις κατευθύνσεις.

- Και οι δύο αφίξεις (για τις ζητήσεις 1 και 2) δρομολογούνται στην ουρά αναμονής πρώτων υλών (Materials)

- Και οι δύο αφίξεις (για τις ζητήσεις 1 και 2) δρομολογούνται στην ουρά αναμονής ανικανοποίητων ζητήσεων που περιμένουν ενδιάμεσα προϊόντα από το πρώτο στάδιο

•Οι αφίξεις των ζητήσεων που αφορούν το προϊόν 1, δρομολογούνται στην ουρά αναμονής των ανικανοποίητων ζητήσεων που περιμένουν τελικά προϊόντα 1 από το δεύτερο στάδιο. Αντίστοιχα οι αφίξεις των ζητήσεων που αφορούν το προϊόν 2, δρομολογούνται στην ουρά αναμονής των ανικανοποίητων ζητήσεων που περιμένουν τελικά προϊόντα 2 από το τρίτο στάδιο .

Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται με την βοήθεια της εντολής Duplicate, η οποία παρουσιάζεται στην εικόνα 5.

3).Τα αρχικά αποθέματα του συστήματος στα τρία στάδια (αποθέματα ασφαλείας S_0, S_1, S_2) εισέρχονται με την εντολή CREATE η οποία φαίνεται στην εικόνα 6.

4).Η διαφοροποίηση των προϊόντων μετά το πρώτο στάδιο γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία:

Πρώτα ορίζουμε, με την βοήθεια της εντολής ASSIGN (φαίνεται στην εικόνα 7), την μεταβλητή ENTRY LIN στην οποία δίνουμε την τιμή 1 ή 2, όταν η ζήτηση για ενδιάμεσα προϊόντα αναφέρεται στο προϊόν 1 και 2 αντίστοιχα .

Παράλληλα, ανάλογα με την τιμή της μεταβλητής ENTRY LIN (1 ή 2) τα προϊόντα κατευθύνονται προς το δεύτερο (για τελικά προϊόντα 1) ή το τρίτο (για τελικά προϊόντα 2) στάδιο του συστήματος. Η επιλογή αυτή γίνεται με την βοήθεια της εντολής CHOOSE που τοποθετείται στο τέλος του πρώτου σταδίου, η οποία φαίνεται στην εικόνα 8.

5).Η επεξεργασία των προϊόντων του συστήματος από τις 6 συνολικά μηχανές πραγματοποιείται με την εντολή SERVER, η οποία φαίνεται στη εικόνα 9.

6).Οι χώροι αποθήκευσης των ενδιάμεσων προϊόντων P_0 και των τελικών προϊόντων P_1 και P_2 (για τα προϊόντα 1 και 2 αντίστοιχα), των εξωτερικών ζητήσεων D_3 και D_4 καθώς επίσης και των εσωτερικών ζητήσεων D_2 για ενδιάμεσα προϊόντα, εκφράζεται με την εντολή WAIT η οποία φαίνεται στην εικόνα 10.

7). Η έξοδος των προϊόντων από το μοντέλο γίνεται με την εντολή DEPART, ενώ η έξοδος των ζητήσεων γίνεται με την εντολή DISPOSE. Οι εντολές φαίνονται στις εικόνες 11 και 12 αντίστοιχα.

3.3.2 Μοντελοποίηση του συστήματος με διαφοροποίηση στην έναρξη της παραγωγής

Το μοντέλο προσομοίωσης του λογισμικού ARENA για το σύστημα Basestock με διαφοροποίηση κατά την διάρκεια του πρώτου σταδίου φαίνεται στην εικόνα 2. Η περιγραφή του είναι παρόμοια με αυτή του μοντέλου με καθυστέρηση της διαφοροποίησης που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο:

1). Οι αφίξεις των εξωτερικών ζητήσεων, εισέρχονται στο σύστημα όπως περιγράφεται και στο μοντέλο της παραγράφου 3.2.1.

2). Στη συνέχεια οι αφίξεις των ζητήσεων για τα προϊόντα 1 και 2 δρομολογούνται ταυτόχρονα, η κάθε μια σε τρεις κατευθύνσεις.

- Και οι δύο αφίξεις (για τις ζητήσεις 1 και 2) δρομολογούνται στην ουρά αναμονής πρώτων υλών (Materials).

- Οι αφίξεις των ζητήσεων που αφορούν το προϊόν 1, δρομολογούνται στην ουρά αναμονής ανικανοποίητων ζητήσεων που περιμένουν ενδιάμεσα προϊόντα από το πρώτο στάδιο και προορίζονται για τελικά προϊόντα 1. Αντίστοιχα οι αφίξεις των ζητήσεων που αφορούν το προϊόν 2, δρομολογούνται στην ουρά αναμονής ανικανοποίητων ζητήσεων που περιμένουν ενδιάμεσα προϊόντα από το πρώτο στάδιο και προορίζονται για τελικά προϊόντα 2.

- Οι αφίξεις των ζητήσεων που αφορούν το προϊόν 1, δρομολογούνται στην ουρά αναμονής των ανικανοποίητων ζητήσεων που περιμένουν τελικά προϊόντα 1 από το δεύτερο στάδιο. Αντίστοιχα οι αφίξεις των ζητήσεων που αφορούν το προϊόν 2, δρομολογούνται στην ουρά αναμονής των ανικανοποίητων ζητήσεων που περιμένουν τελικά προϊόντα 2 από το τρίτο στάδιο.

3). Τα αρχικά αποθέματα του συστήματος στα τρία στάδια (αποθέματα ασφαλείας S_{01} , S_{02} , S_1 , S_2) εισέρχονται με την εντολή CREATE.

4). Η διαφοροποίηση των προϊόντων γίνεται μέσα στο πρώτο στάδιο, με την ακόλουθη διαδικασία:

Ορίζουμε, όπως και στην παράγραφο 3.2.1, με την βοήθεια της εντολής ASSIGN την μεταβλητή ENTRY LIN στην οποία δίνουμε την τιμή 1 ή 2 όταν η ζήτηση για πρώτες ύλες, (και όχι ενδιάμεσα προϊόντα όπως στην παράγραφο 3.2.1) αναφέρεται στο προϊόν 1 και 2 αντίστοιχα.

Παράλληλα, ανάλογα με την τιμή της μεταβλητής ENTRY LIN (1 ή 2) τα προϊόντα κατευθύνονται προς το δεύτερο (για τελικά προϊόντα 1) ή το τρίτο (για τελικά προϊόντα 2) στάδιο του συστήματος. Η επιλογή αυτή γίνεται με την βοήθεια της εντολής CHOOSE που τοποθετείται αμέσως μετά τις μηχανές του πρώτου σταδίου και πριν τους χώρους αποθήκευσης.

5). Η επεξεργασία των προϊόντων του συστήματος περιγράφεται όπως και στην παράγραφο 3.2.1 για διαφοροποίηση με καθυστέρηση.

6). Οι χώροι αποθήκευσης των ενδιάμεσων προϊόντων και ζητήσεων περιγράφονται όπως και στο μοντέλο της παραγράφου 3.2.1 με διαφορά ότι τώρα έχουμε δύο χώρους αποθήκευσης ενδιάμεσων προϊόντων P_{01} και P_{02} , και εσωτερικών ζητήσεων D_{21} και D_{22} .

7). Η έξοδος των προϊόντων από το μοντέλο γίνεται με την εντολή DEPART, ενώ η έξοδος των ζητήσεων γίνεται με την εντολή DISPOSE.

3.4 ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

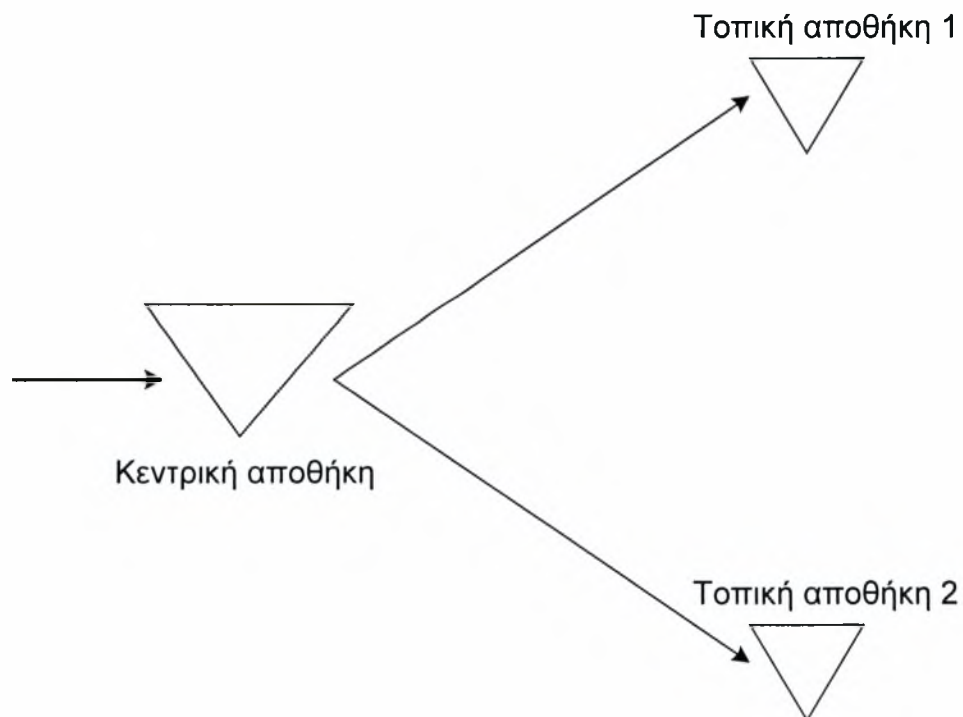
Πρώτα θα επαληθεύεται το μοντέλο που αναφέρεται στο σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης και στην συνέχεια με βάση το μοντέλο αυτό, θα επικυρώνεται και το δεύτερο μοντέλο που αναφέρεται στο σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη της παράγωγης.

3.4.1 Επαλήθευση μοντέλου για το σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης.

Για την επαλήθευση του μοντέλου κατασκευάζουμε ένα άλλο μοντέλο διανομών, το οποίο προκύπτει από το προς εξέταση μοντέλο παραγωγής, με αφαίρεση των μηχανών (SERVER). Το μοντέλο αυτό, των διανομών φαίνεται στην εικόνα 3. Στη θέση των μηχανών τοποθετήθηκαν απλές χρονικές καθυστερήσεις (με την βοήθεια της εντολής DELAY που φαίνεται στην εικόνα 13) που υποδηλώνουν τον χρόνο μεταφοράς των προϊόντων μεταξύ των αποθηκών. Έτσι επαλήθευση του μοντέλου των διανομών σημαίνει ταυτόχρονα και επικύρωση του αρχικού μοντέλου Basestock με διαφοροποίηση μετά το πρώτο στάδιο.

Ο λόγος για τον οποίο καταφεύγουμε στο μοντέλο των διανομών για την επαλήθευση, είναι το γεγονός ότι γνωρίζουμε την αναλυτική μέθοδο επίλυσης του μοντέλου αυτού με μετρική προσέγγιση [4].

Πρόκειται για ένα μοντέλο που απεικονίζει ένα σύστημα διανομών με μια κεντρική αποθήκη (Central Warehouse) και δύο τοπικές αποθήκες όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Οι παράμετροι του προβλήματος είναι οι ακόλουθοι:

N = Το πλήθος των τοπικών αποθηκών, που για την περίπτωση μας είναι $N=2$.

L_i = Ο χρόνος μεταφοράς ενός προϊόντος από την κεντρική αποθήκη στην τοπική αποθήκη i .

L_0 = Ο χρόνος ανεφοδιασμού της κεντρικής αποθήκης.

λ_i = Η ζήτηση στην τοπική αποθήκη i .

S_i, S_0 = Αρχικό απόθεμα στις τοπικές αποθήκες i και στην κεντρική αποθήκη αντίστοιχα.

$E(B_i)$ = Μέσος αριθμός ανικανοποίητων ζητήσεων στην τοπική αποθήκη i .

$E(B_0)$ = Μέσος αριθμός ανικανοποίητων ζητήσεων στην κεντρική αποθήκη.

$E(W_i)$ = Μέσος χρόνος καθυστέρησης της ζήτησης, λόγω έλλειψης αποθέματος στην τοπική αποθήκη i .

$E(W_0)$ = Μέσος χρόνος καθυστέρησης της ζήτησης, λόγω έλλειψης αποθέματος στην κεντρική αποθήκη.

Το σύστημα πρώτα επιλύθηκε με την αναλυτική μέθοδο, με παραμέτρους:

$$L_0=L_1=L_2=2$$

$$\lambda_1=0.1 \text{ και } \lambda_2=0.9$$

$$S_0=2, S_1=1 \text{ και } S_2=4.$$

Οι σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση με μετρική προσέγγιση είναι οι ακόλουθες:

$$E(B_0) = \sum_{j=S_0+1}^{\infty} (j - S_0) \cdot \frac{(\lambda_0 \cdot L_0)^j}{j!} \cdot \exp(-\lambda_0 \cdot L_0)$$

$$E(W_0) = \frac{E(B_0)}{\lambda_0}$$

Ο μέσος χρόνος ανεφοδιασμού για τις τοπικές αποθήκες είναι:

$$\bar{L}_i = L_i + E(W_0)$$

$$E(B_i) = \sum_{j=S_i+1}^{\infty} (j - S_i) \cdot \frac{(\lambda_i \cdot \bar{L}_i)^j}{j!} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot \bar{L}_i)$$

$$E(W_i) = \frac{E(B_i)}{\lambda_i}$$

Μετά τους υπολογισμούς βρίσκουμε τα αποτελέσματα που φαίνονται στον πίνακα 3.1.

Στην συνέχεια “τρέχουμε” το μοντέλο των διανομών το οποίο μας δίνει το ακόλουθο Report :

ARENA Simulation Results
Systems Modeling <user unknown> - License #9810727

Summary for Replication 1 of 1

Project: Dianomi Run execution date: 9/21/2000
Analyst: Panagitsas Model revision date:
7/10/2000

Replication ended at time : 1e+006.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Delay in Machines0	1.9985	.00404	5.7762E-06	27.483	100017E+01
Delay in Machines1	1.9912	.01277	2.4048E-06	26.563	100145
Delay in Machines2	2.0030	.00470	2.7214E-06	29.332	900031
P0 Queue Time	.54276	.00314	.00000	14.722	100018E+01
P1 Queue Time	7.7674	.07666	.00000	102.97	100145
P2 Queue Time	2.0800	.00756	.00000	23.228	900035
D2 Queue Time	.91228	.00374	1.2099E-06	6.6116	593833
D3 Queue Time	1.4024	.01346	1.4272E-04	10.652	22269
D4 Queue Time	.85894	.00753	8.9708E-06	5.1609	189521
Delay order1	.31186	.00483	.00000	10.652	100145
Delay order2	.18087	.00251	.00000	5.1609	900035

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
# in P0	.54286	.00235	.00000	2.0000	1.0000
# in P1	.77791	.00174	.00000	2.0000	1.0000
# in P2	1.8721	.00511	.00000	5.0000	.00000
# in D2	.54174	.00305	.00000	11.000	.00000
# in D3	.03123	5.6531E-04	.00000	4.0000	.00000
# in D4	.16277	.00212	.00000	11.000	.00000
M0 value	1.9988	.00547	.00000	12.000	1.0000
M1 value	.19426	.00416	.00000	4.0000	.00000
M2 value	1.7310	.00502	.00000	11.000	3.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
------------	-------	-------

C1	1000180	Infinite
C2	1000179	Infinite
C3	1000181	Infinite
C4	100145	Infinite
C5	100145	Infinite
C6	100145	Infinite
C7	100146	Infinite
C8	100145	Infinite
C9	900035	Infinite
C10	900035	Infinite
C11	900031	Infinite
C12	900035	Infinite
C13	900035	Infinite
C14	22269	Infinite
C15	22269	Infinite
C16	189521	Infinite
C17	189521	Infinite
C18	100145	Infinite
C19	900035	Infinite
C20	1000180	Infinite
c21	1000180	Infinite
ORDERS 1_C	100145	Infinite
ORDERS 2_C	900035	Infinite

Simulation run time: 4.02 minutes.

Συνοπτικά τα αποτελέσματα της προσομοίωσης φαίνονται στον πίνακα 3.1, μαζί με τα αποτελέσματα της αναλυτικής λύσης με μετρική προσέγγιση και της ακριβής λύσης του προβλήματος [4].

	$E(B_1)$	$E(W_1)$	$E(B_2)$	$E(W_2)$
<i>Ακριβής λύση</i>	0.0311	0.311	0.153	0.170
<i>Μετρική προσέγγιση</i>	0.0297	0.297	0.124	0.138
<i>Προσομοίωση</i>	0.03123	0.31186	0.16279	0.18087

Πίνακας 3.1

Διαπιστώνουμε επομένως ότι τα αποτελέσματα της προσομοίωσης είναι πολύ κοντά στην αναλυτική λύση και επομένως το μοντέλο εκφράζει ικανοποιητικά το σύστημα των διανομών και κατά συνέπεια το αρχικό μοντέλο παραγωγής / αποθήκευσης εκφράζει το σύστημα Basestock με διαφοροποίηση μετά το πρώτο στάδιο.

3.4.2 Επαλήθευση μοντέλου για το σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη.

Η επαλήθευση του μοντέλου αυτού έγινε με βάση το ήδη επικυρωμένο (παράγραφος 3.4.1) μοντέλο με διαφοροποίηση μετά το πρώτο στάδιο. Για

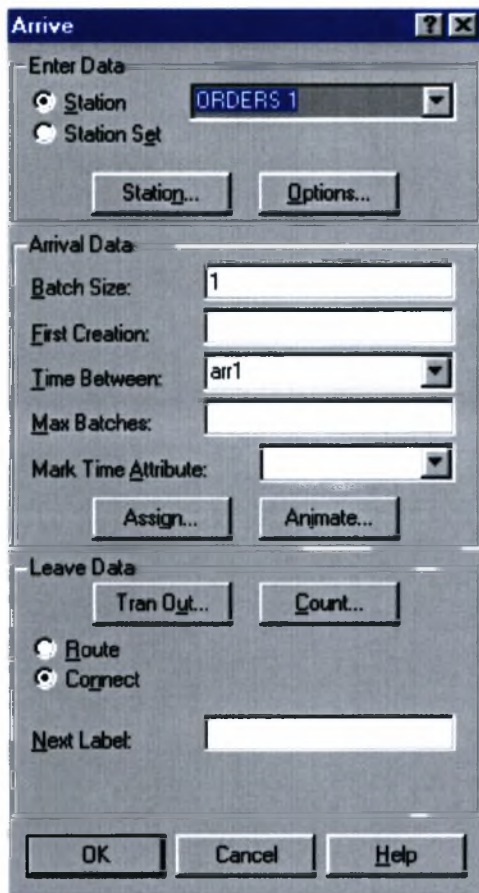
τον σκοπό αυτό θεωρούμε και για τα δύο μοντέλα μηδενικό απόθεμα μετά στο πρώτο στάδιο ($S_0=S_{01}=S_{02}=0$) και ίδιο ρυθμό αφίξεων της ζήτησης για τα δύο προϊόντα 1 και 2 ($\sigma_{\lambda 1}=EXPO(2)$, $\sigma_{\lambda 2}=EXPO(3)$). Περιμένουμε επομένως, να μας δώσουν ίδια αποτελέσματα μετά την προσομοίωση. Μετά τα “τρεξίματα” παίρνουμε :

Καθυστέρηση διαφ.		Διαφ.στην έναρξη	
Delay in Machines0	11,889	Delay in Machines0	11,889
Delay in Machines1	4,0053	Delay in Machines1	4,0053
Deley in Machines2	2,9977	Deley in Machines2	2,9977
P0 Queue Time	0	P01 Queue Time	0
		P02 Queue Time	0
P1 Queue Time	0,1423	P1 Queue Time	0,1423
P2 Queue Time	1,4193	P2 Queue Time	1,4193
D2 Queue Time	11,889	D21 Queue Time	11,894
		D22 Queue Time	11,882
D3 Queue Time	12,738	D3 Queue Time	12,738
D4 Queue Time	10,083	D4 Queue Time	10,083
Delay order1	12,039	Delay order1	12,039
Delay order2	7,2953	Delay order2	7,2953
# in P0	0	# in P01	0
		# in P02	0
# in P1	0,07111	# in P1	0,07111
# in P2	0,47288	# in P2	0,47288
# in D2	9,9025	# in D21	5,9436
		# in D22	3,9589
# in D3	6,0162	# in D3	6,0162
# in D4	2,4305	# in D4	2,4305
M0 value	9,903	M01 value	5,9431
		M02 value	3,9598
M1 value	2,0029	M1 value	2,0029
M2 value	0,99897	M2 value	0,99897
# in Machine 1_R_Q	4,0799	# in Machine 1_R_Q	4,0799
# in Machine 2_R_Q	4,1563	# in Machine 2_R_Q	4,1563
# in Machine 3_R_Q	0,50684	# in Machine 3_R_Q	0,50684
# in Machine 4_R_Q	0,49588	# in Machine 4_R_Q	0,49588
# in Machine 5_R_Q	0,16697	# in Machine 5_R_Q	0,16697
# in Machine 6_R_Q	0,16536	# in Machine 6_R_Q	0,16536

Εύκολα διαπιστώνουμε ότι τα αποτελέσματα είναι ακριβώς ίδια και επομένως το μοντέλο που εξετάζουμε, εκφράζει ικανοποιητικά το σύστημα Basestock με διαφοροποίηση κατά την διάρκεια του πρώτου σταδίου.



Εικόνα 3: Μοντέλο συστήματος διανομών



Εικόνα 4: Αφίξεις των εξωτερικών ζητήσεων για το προϊόν 1.



Εικόνα 5

The 'CREATE Block' dialog box includes the following fields and controls:

- Label: [Text Field]
- Mark Attribute: [Dropdown Menu]
- Next Label: [Text Field]
- Batch Size: ΔΡΥΙΚΟ 50
- First Creation: [Text Field]
- Interval: [Text Field]
- Maximum Batches: 1
- Comments: [Text Area]
- Buttons: OK, Cancel, Help

Εικόνα 6: Απόθεμα ασφαλείας στο πρώτο στάδιο.

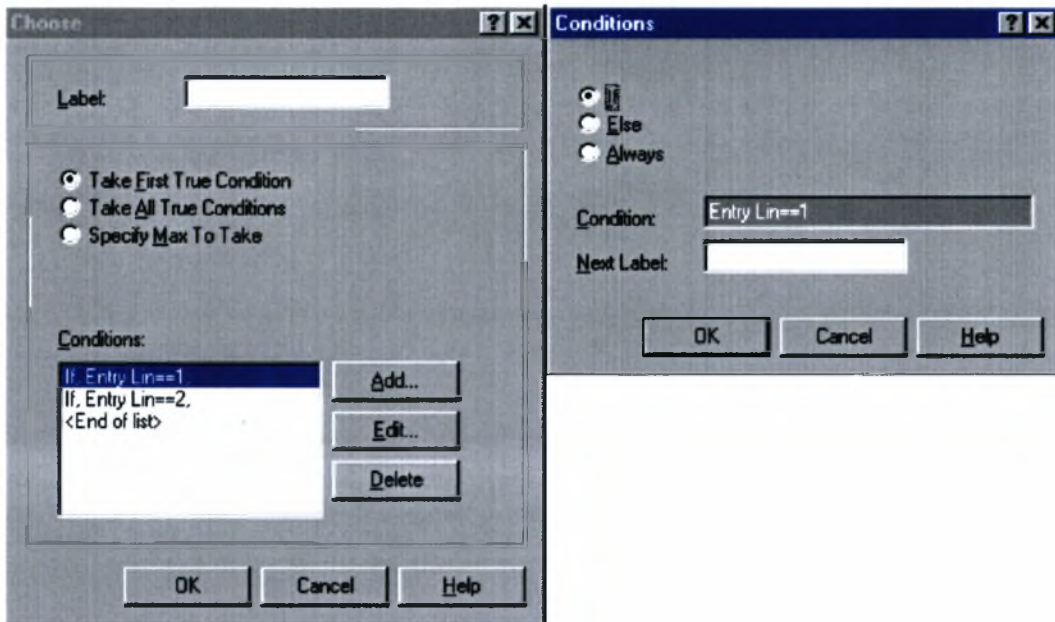
The 'Assign' dialog box includes the following fields and controls:

- Label: [Text Field]
- Next Label: [Text Field]
- Assignments: [List Box containing 'Variable, Entry Lin... 1' and '<End of list>']
- Buttons: Add..., Edit..., Delete
- Buttons: OK, Cancel, Help

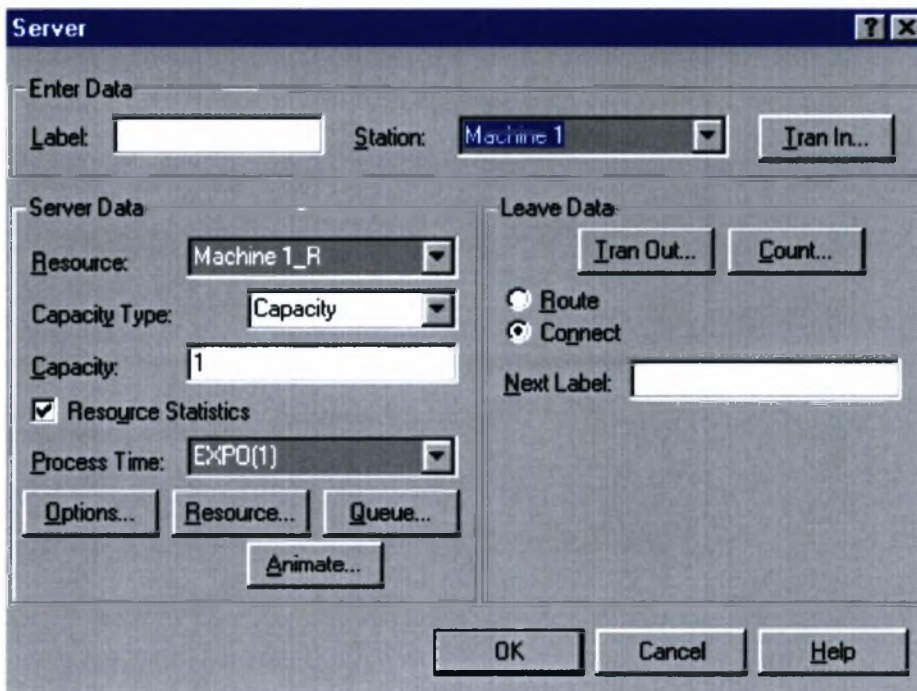
The 'Assignments' dialog box includes the following fields and controls:

- Assignment Type: Attribute, Variable, State, Picture, Picture Set, Rate, Level, Other
- (Station, Sequence, Jobstep, etc.)
- Variable: Entry Lin
- Row: [Text Field]
- Column: [Text Field]
- Value: 1
- Buttons: OK, Cancel, Help

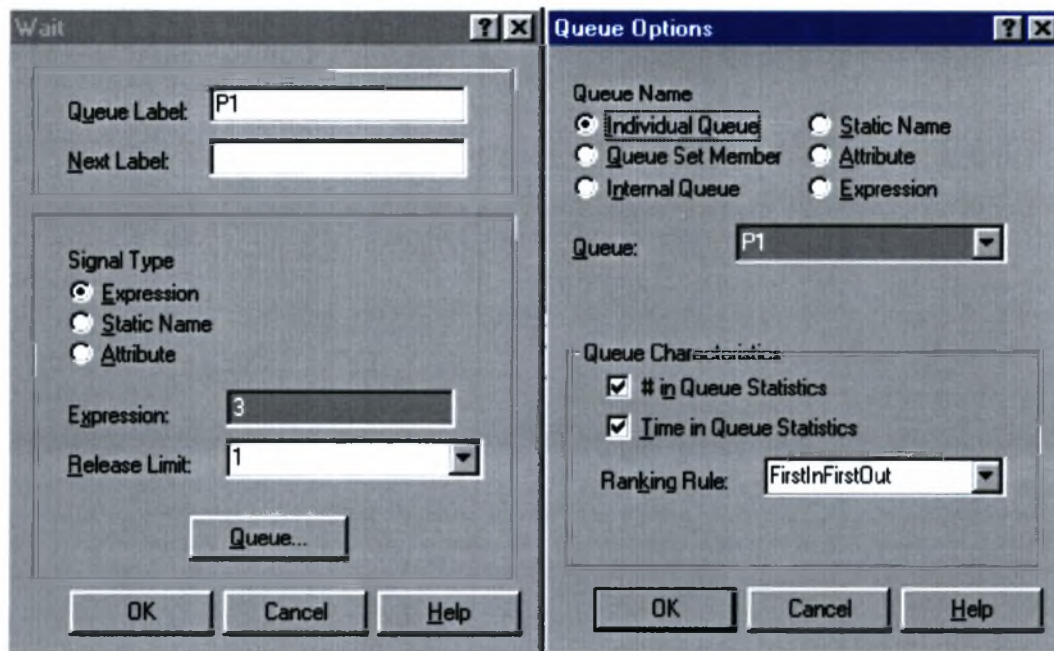
Εικόνα 7



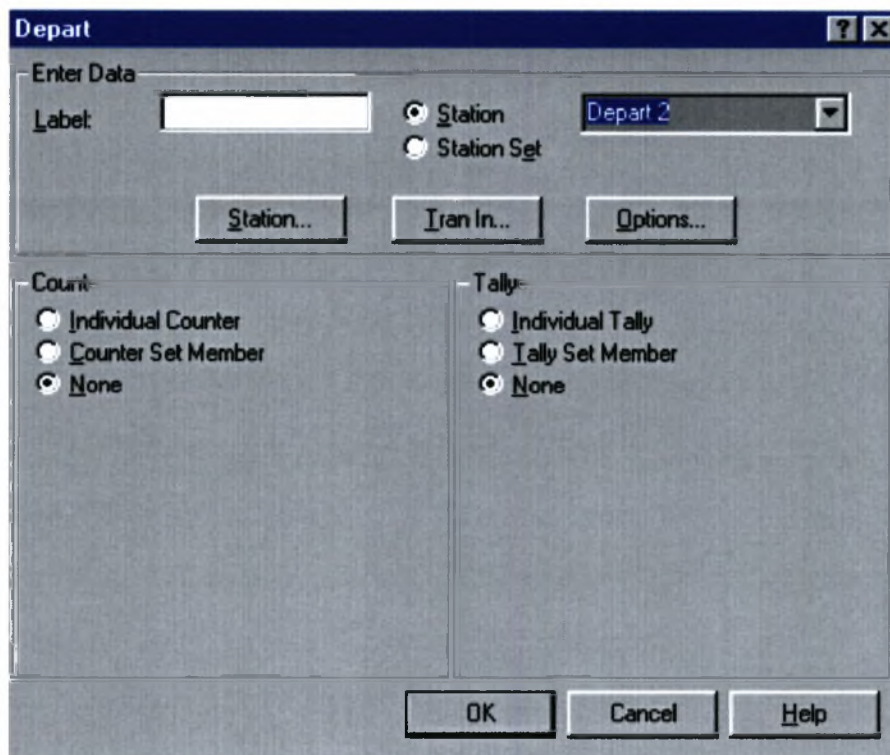
Εικόνα 8



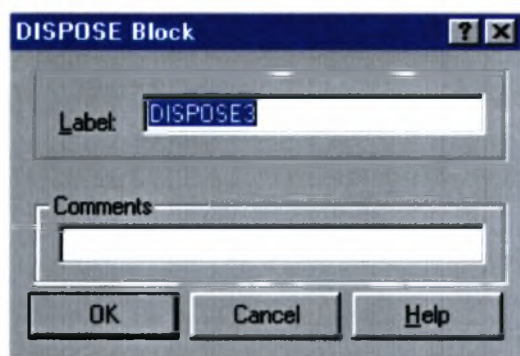
Εικόνα 9



Εικόνα 10



Εικόνα 11



Εικόνα 12



ΚΕΦΑΛΑΙΟ : 4

ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αφού κατασκευάσαμε και επαληθεύσαμε τα μοντέλα που απεικονίζουν τα δύο συστήματα που θέλουμε να μελετήσουμε, ξεκινάμε την διαδικασία βελτιστοποίησης των παραμέτρων ελέγχου του κάθε συστήματος. Οι παράμετροι που θέλουμε να βελτιστοποιήσουμε και στα δύο συστήματα είναι τα αποθέματα ασφαλείας για συγκεκριμένους ρυθμούς αφίξεων των ζητήσεων και του χρόνου επεξεργασίας των μηχανών και για διάφορες τιμές κόστους διατήρησης αποθεμάτων.

Και τα δύο συστήματα εξετάστηκαν για τους ίδιους ρυθμούς αφίξεων των ζητήσεων $\sigma_{\lambda 1} = \text{EXPO}(2)$ και $\sigma_{\lambda 2} = \text{EXPO}(3)$. Όσον αφορά τους χρόνους επεξεργασίας των μηχανών, για το σύστημα Basestock με διαφοροποίηση μετά το πρώτο στάδιο έγινε βελτιστοποίηση για $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$ για όλες τις μηχανές ενώ για το σύστημα Basestock με διαφοροποίηση κατά την διάρκεια του πρώτου σταδίου, έγινε βελτιστοποίηση για δύο περιπτώσεις:

- $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$ για όλες τις μηχανές και
- $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(0.5)$ για τις μηχανές του πρώτου σταδίου και $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$ για τις μηχανές των δύο επόμενων σταδίων.

4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Το συνολικό κόστος λειτουργίας του συστήματος, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 2.1.1.1, υπολογίζεται από την σχέση :

$$TC = h_0 \cdot (M_0 + P_0) + h_1 \cdot (M_1 + P_1) + h_2 \cdot (M_2 + P_2) + b_1 \cdot D_3 + b_2 \cdot D_4 \quad (1)$$

Η βελτιστοποίηση έγινε, όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο, για σταθερούς ρυθμούς αφίξεων των ζητήσεων, και σταθερούς χρόνους επεξεργασίας των μηχανών. Επομένως οι παράμετροι : M_i , P_i ($i=0,1,2$) και D_3 , D_4 της εξίσωσης (1), εξαρτώνται από τα αποθέματα ασφαλείας S_0 , S_1 , S_2 .

Για τον σκοπό αυτό, προσομοιώσαμε το σύστημα για σταθερά $\sigma_{\lambda 1} = \text{EXPO}(2)$, $\sigma_{\lambda 2} = \text{EXPO}(3)$ και $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$ για όλες τις μηχανές και διάφορους συνδυασμούς αποθεμάτων ασφαλείας S_0 , S_1 , S_2 , για χρόνο 1.000.000. Τα αποτελέσματα που δίνει η προσομοίωση για κάθε συνδυασμό αποθεμάτων ασφαλείας φαίνονται στο παράρτημα Β.

Έτσι μπορούμε τώρα, να δούμε το συνολικό κόστος που δίνει το σύστημα για διάφορες περιπτώσεις κόστους διατήρησης και έλλειψης αποθέματος, h_0, h_1, h_2, b_1, b_2 . για κάθε συνδυασμό αποθεμάτων ασφαλείας, και στη συνέχεια να βρούμε τον συνδυασμό εκείνο που μας δίνει το μικρότερο κόστος (TC), δηλαδή το βέλτιστο.

Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι τα κόστη διατήρησης και έλλειψης είναι:

h_0	h_1	h_2	b_1	b_2
4	6	4	1	1

Σύμφωνα με την σχέση (1) και τα αποτελέσματα του παραρτήματος Β, σχηματίζουμε τον παρακάτω πίνακα, που φαίνονται τα συνολικά κόστη για ενδεικτικούς συνδυασμούς αποθεμάτων ασφαλείας S_0, S_1, S_2 .

A/A	S_0	S_1	S_2	P_0	P_1	P_2	D_2	D_3	D_4	M_0	M_1	M_2	Κόστος
17	0	3	1	0	0,188	0,0493	9,9025	5,1331	4,0069	9,903	2,0029	0,99897	66,0901
18	0	3	2	0	0,188	0,1973	9,9025	5,1331	3,1549	9,903	2,0029	0,99897	65,83022
19	0	3	3	0	0,188	0,4729	9,9025	5,1331	2,4305	9,903	2,0029	0,99897	66,20822
81	3	1	0	0,2358	0,0649		7,1368	5,3173	3,8475	9,9014	1,9467	0,9751	65,68362
82	3	1	1	0,2358	0,0649	0,1337	7,1368	5,3173	2,9811	9,9014	1,9467	0,9751	65,35182
83	3	1	2	0,2358	0,0649	0,4219	7,1368	5,3173	2,2694	9,9014	1,9467	0,9751	65,79324
86	3	2	0	0,2358	0,2193		7,1368	4,4718	3,8475	9,9014	1,9467	0,9751	65,76458
87	3	2	1	0,2358	0,2193	0,1337	7,1368	4,4718	2,9811	9,9014	1,9467	0,9751	65,43278
88	3	2	2	0,2358	0,2193	0,4219	7,1368	4,4718	2,2694	9,9014	1,9467	0,9751	65,8742

Παρατηρούμε ότι ο συνδυασμός αποθεμάτων ασφαλείας που δίνει το μικρότερο κόστος, είναι :

S_0^*	S_1^*	S_2^*
3	1	1

με κόστος 65.35182

Διαπιστώνουμε όμως ότι υπάρχουν και άλλοι συνδυασμοί αποθεμάτων ασφαλείας που δίνουν συνολικό κόστος πολύ κοντά στο βέλτιστο. Για να έχουμε ασφαλέστερα αποτελέσματα “τρέξαμε” το μοντέλο για όλους τους συνδυασμούς αυτούς για χρόνο 5.000.000. Στο παράρτημα Β φαίνονται οι προσομοιώσεις αυτές όπου σημειώνεται ο αριθμός “5.000.000”.

Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για χρόνο 5.000.000, υπολογίσαμε ότι τα βέλτιστα αποθέματα είναι:

S_0	S_1	S_2
2	2	1

με κόστος λειτουργίας 65.6712.

Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία έγινε βελτιστοποίηση του συστήματος για διάφορες τιμές h_0 , h_1 , h_2 και $b_1=b_2=1$.

➤ Περίπτωση $h_1=h_2=5$, $b_1=b_2=1$

Θεωρούμε ότι το κόστος διατήρησης αποθέματος τελικών προϊόντων είναι το ίδιο και για τα δύο προϊόντα 1 και 2 ($h_1=h_2=5$).

Όσον αφορά το κόστος αποθεμάτων ενδιάμεσων προϊόντων h_0 , θεωρήθηκε ότι παίρνει τιμές από 1 έως και 8. Προκύπτουν κατά συνέπεια 8 συνδυασμοί για τα κόστη διατήρησης αποθεμάτων, για τους οποίους έγινε βελτιστοποίηση του συστήματος τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

h_0	h_1	h_2	S_0	S_1	S_2	P_0	P_1	P_2	D_2	D_3	D_4	M_0	M_1	M_2	Κόστος
1	5	5	4	1	1	0,42523	0,0812	0,16082	6,4922	4,945	2,748	10,066	1,9451	0,97277	33,98368
2	5	5	4	1	1	0,42523	0,0812	0,16082	6,4922	4,945	2,748	10,066	1,9451	0,97277	44,47491
3	5	5	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	54,56049
4	5	5	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	64,62942
5	5	5	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	74,69835
6	5	5	0	3	2		0,18841	0,19949	9,9012	5,1262	3,1581	9,9007	1,9978	0,9972	84,603
7	5	5	0	3	2		0,18841	0,19949	9,9012	5,1262	3,1581	9,9007	1,9978	0,9972	94,5037
8	5	5	0	3	2		0,18841	0,19949	9,9012	5,1262	3,1581	9,9007	1,9978	0,9972	104,4044

Παρατηρούμε ότι για κόστος διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων πολύ μικρότερο από αυτό των ετοιμών ($h_0=1$ και $h_0=2$) πρέπει να διατηρούμε τέσσερα κομμάτια ενδιάμεσων προϊόντων και από ένα κομμάτι ετοιμών προϊόντων 1 και 2.

Για τιμές του κόστους διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων που πλησιάζουν το αντίστοιχο των ετοιμών προϊόντων ($h_0=3$, $h_0=4$ και $h_0=5$) πρέπει να διατηρούμε από δύο κομμάτια ενδιάμεσων προϊόντων και ετοιμών προϊόντων 1 και ένα κομμάτι ετοιμού προϊόντος 2.

Στην περίπτωση που το κόστος ενδιάμεσων προϊόντων ξεπεράσει αυτό των τελικών προϊόντων ($h_0=6$, $h_0=7$, $h_0=8$) δεν πρέπει να διατηρούμε απόθεμα ενδιάμεσων προϊόντων, ενώ πρέπει να διατηρούμε από τρία και δύο κομμάτια τελικών προϊόντων 1 και 2 αντίστοιχα.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η συνηθέστερη περίπτωση είναι το κόστος ενδιάμεσων προϊόντων να είναι μικρότερο ή ίσο με αυτό των ετοιμών προϊόντων. Παρόλα αυτά μελετήθηκε και η περίπτωση όπου το κόστος ενδιάμεσων προϊόντων είναι μεγαλύτερο ($h_0 > h_1 = h_2 = 5$) από αυτό των τελικών προϊόντων.

➤ Περίπτωση $h_1=4, h_2=6, b_1=b_2=1$

Θεωρούμε την περίπτωση κατά την οποία το κόστος διατήρησης του έτοιμου προϊόντος με τη μεγαλύτερη ζήτηση (προϊόν 1) είναι μικρότερο από το αντίστοιχο του προϊόντος με την μικρότερη ζήτηση. Συγκεκριμένα $h_1=4, h_2=6$.

Όσον αφορά το κόστος διατήρησης αποθεμάτων ενδιάμεσων προϊόντων h_0 , θεωρήθηκε ότι παίρνει τιμές 1,2,3,4,5,6,7 και 8. Προκύπτουν κατά συνέπεια 8 συνδυασμοί για τα κόστη διατήρησης αποθεμάτων, για τους οποίους έγινε βελτιστοποίηση του συστήματος όπως φαίνεται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

h_0	h_1	h_2	S_0	S_1	S_2	P_0	P_1	P_2	D_2	D_3	D_4	M_0	M_1	M_2	Κόστος
1	4	6	4	1	0	0,42523	0,0812	0	6,4922	4,945	3,5872	10,066	1,9451	0,97277	32,96525
2	4	6	3	2	1	0,23233	0,21595	0,13235	7,2714	4,5541	3,0309	10,038	1,95	0,97553	43,43674
3	4	6	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	53,51871
4	4	6	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	63,58764
5	4	6	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	73,65657
6	4	6	0	4	1	0	0,38466	0,04979	9,9012	4,3224	4,0084	9,9007	1,9978	0,9972	83,54678
7	4	6	0	4	1	0	0,38466	0,04979	9,9012	4,3224	4,0084	9,9007	1,9978	0,9972	93,44748
8	4	6	0	4	1	0	0,38466	0,04979	9,9012	4,3224	4,0084	9,9007	1,9978	0,9972	103,3482

Συνεπώς όταν το h_0 είναι πολύ μικρότερο ($h_0=1$) από τα h_1 και h_2 ($h_1=4, h_2=6$) πρέπει να διατηρούμε ένα τεμάχιο από το έτοιμο προϊόν 1, τέσσερα τεμάχια από το ενδιάμεσο προϊόν στο πρώτο στάδιο και καθόλου απόθεμα τελικών προϊόντων 2.

Για την περίπτωση που το κόστος διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων h_0 είναι 2 (και φυσικά $h_1=4, h_2=6$), πρέπει να διατηρούμε δύο τεμάχια από το έτοιμο προϊόν 1, ένα τεμάχιο από το έτοιμο προϊόν 2 και τρία τεμάχια ενδιάμεσων προϊόντων στο πρώτο στάδιο.

Για τιμές του κόστους διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων που πλησιάζουν το αντίστοιχο των ετοιμών προϊόντων ($h_0=3$, $h_0=4$ και $h_0=5$) πρέπει να διατηρούμε από δύο κομμάτια ενδιάμεσων προϊόντων και ετοιμών προϊόντων 1 και ένα κομμάτι ετοιμού προϊόντος 2.

Στην περίπτωση που το κόστος ενδιάμεσων προϊόντων ξεπεράσει αυτό των τελικών προϊόντων ($h_0=6$, $h_0=7$, $h_0=8$) δεν πρέπει να διατηρούμε απόθεμα ενδιάμεσων προϊόντων, ενώ πρέπει να διατηρούμε τέσσερα κομμάτια τελικού προϊόντος 1 και ένα κομμάτι τελικού προϊόντος 2.

➤ Περίπτωση $h_1=6$, $h_2=4$, $b_1=b_2=1$

Θεωρούμε τώρα την περίπτωση κατά την οποία το κόστος διατήρησης του έτοιμου προϊόντος με τη μεγαλύτερη ζήτηση (προϊόν 1) είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο του προϊόντος με την μικρότερη ζήτηση. Συγκεκριμένα $h_1=6$, $h_2=4$.

Παίρνουμε και στην περίπτωση αυτή τις ίδιες τιμές για το h_0 όπως και στην προηγούμενη περίπτωση ($h=1,2,3,4,5,6,7$ και 8).Επομένως προκύπτουν και πάλι 8 συνδυασμοί για τα κόστη διατήρησης, για τους οποίους έγινε βελτιστοποίηση:

h_0	h_1	h_2	S_0	S_1	S_2	P_0	P_1	P_2	D_2	D_3	D_4	M_0	M_1	M_2	Κόστος
1	6	4	4	1	1	0,42523	0,0812	0,16082	6,4922	4,945	2,748	10,066	1,9451	0,97277	34,87639
2	6	4	4	1	1	0,42523	0,0812	0,16082	6,4922	4,945	2,748	10,066	1,9451	0,97277	45,36762
3	6	4	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	55,60227
4	6	4	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	65,6712
5	6	4	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997	75,74013
6	6	4	0	3	2		0,18841	0,19949	9,9012	5,1262	3,1581	9,9007	1,9978	0,9972	85,59252
7	6	4	0	3	2		0,18841	0,19949	9,9012	5,1262	3,1581	9,9007	1,9978	0,9972	95,49322
8	6	4	0	3	2		0,18841	0,19949	9,9012	5,1262	3,1581	9,9007	1,9978	0,9972	105,3939

Κατά συνέπεια, όταν το κόστος διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων h_0 είναι: 1 και 2 (και φυσικά $h_1=6$, $h_2=4$), πρέπει να διατηρούμε από ένα τεμάχιο ετοιμών προϊόντων 1 και 2, καθώς και τέσσερα τεμάχια από το ενδιάμεσο προϊόν του πρώτου σταδίου.

Στις περιπτώσεις όπου το κόστος διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων πλησιάζει τα κόστη διατήρησης των τελικών προϊόντων ($h_0=3$, $h_0=4$, $h_0=5$), πρέπει να διατηρούμε από δύο κομμάτια ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων 1 και ένα κομμάτι έτοιμου προϊόντος 2.

Όταν το κόστος ενδιάμεσων προϊόντων ξεπεράσει αυτό των τελικών προϊόντων ($h_0=6$, $h_0=7$, $h_0=8$) δεν πρέπει να διατηρούμε απόθεμα ενδιάμεσων προϊόντων, ενώ πρέπει να διατηρούμε από τρία και δύο κομμάτια τελικών προϊόντων 1 και 2 αντίστοιχα.

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.1.2.1 το συνολικό κόστος του συστήματος Basestock με διαφοροποίηση στην έναρξη, δίνεται από την σχέση:

$$TC = h_{01} \cdot (M_{01} + P_{01}) + h_{02} \cdot (M_{02} + P_{02}) + h_1 \cdot (M_1 + P_1) + h_2 \cdot (M_2 + P_2) + b_1 \cdot D_3 + b_2 \cdot D_4$$

Η βελτιστοποίηση έγινε για τους ίδιους ρυθμούς αφίξεων που χρησιμοποιήθηκαν και στο σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης. Δηλαδή: $\sigma_{\lambda 1} = \text{EXPO}(2)$, $\sigma_{\lambda 2} = \text{EXPO}(3)$.

Όσον αφορά τους χρόνους επεξεργασίας των μηχανών, θεωρήθηκαν δύο περιπτώσεις:

1^η : $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(0.5)$ για τις μηχανές του πρώτου σταδίου και $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$, για τις μηχανές των επόμενων δύο σταδίων.

2^η : $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$ για όλες τις μηχανές.

➤ 1^η Περίπτωση

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που πραγματοποιήθηκαν για την περίπτωση αυτή και για διάφορους συνδυασμούς των αποθεμάτων ασφαλείας (S_{01} , S_{02} , S_1 , S_2) παρατίθενται στο παράρτημα Γ.

Με βάση τις προσομοιώσεις αυτές, έγινε βελτιστοποίηση του συστήματος για διάφορους συνδυασμούς του κόστους διατήρησης αποθεμάτων h_{01} , h_{02} , h_1 , h_2 . Σε κάθε περίπτωση θεωρήθηκε ότι τα κόστη διατήρησης αποθεμάτων στις αποθήκες ενδιάμεσων προϊόντων του πρώτου σταδίου, είναι ίσα μεταξύ τους ($h_{01} = h_{02}$).

- Περίπτωση $h_1=h_2=5, b_1=b_2=1$

Θεωρήθηκε ότι τα κόστη διατήρησης των ετοιμών προϊόντων 1 και 2 είναι τα ίδια και ίσα με πέντε, ενώ τα κόστη διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων h_{01} και h_{02} παίρνουν τιμές 1,2,3,4,5,6,7 και 8. Προκύπτουν επομένως 8 συνδυασμοί για τα κόστη διατήρησης, για τους οποίους βελτιστοποιήθηκε το σύστημα.

Τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

h_{01}	h_{02}	h_1	h_2	S_{01}	S_{02}	S_1	S_2	P_{01}	P_{02}	P_1	P_2	D_{21}	D_{22}	D_3	D_4	M_{01}	M_{02}	M_1	M_2	Κόστος
1	1	5	5	1	1	0	0	0,4894	0,60505	0	0	0,346	0,17635	2,2759	1,1362	0,8556	0,57182	1,8178	0,8682	19,3637
2	2	5	5	1	1	0	0	0,4894	0,60505	0	0	0,346	0,17635	2,2759	1,1362	0,8556	0,57182	1,8178	0,8682	21,8856
3	3	5	5	0	0	1	0	0	0	0,123	0	0,855	0,56927	1,9623	1,5667	0,8545	0,56967	1,9839	0,9952	23,3131
4	4	5	5	0	0	1	0	0	0	0,123	0	0,855	0,56927	1,9623	1,5667	0,8545	0,56967	1,9839	0,9952	24,7373
5	5	5	5	0	0	1	0	0	0	0,123	0	0,855	0,56927	1,9623	1,5667	0,8545	0,56967	1,9839	0,9952	26,1615
6	6	5	5	0	0	1	0	0	0	0,123	0	0,855	0,56927	1,9623	1,5667	0,8545	0,56967	1,9839	0,9952	27,5857
7	7	5	5	0	0	1	0	0	0	0,123	0	0,855	0,56927	1,9623	1,5667	0,8545	0,56967	1,9839	0,9952	29,0099
8	8	5	5	0	0	1	0	0	0	0,123	0	0,855	0,56927	1,9623	1,5667	0,8545	0,56967	1,9839	0,9952	30,4341

Συνεπώς όταν τα κόστη διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων 1 και 2 είναι: $h_{01}=h_{02}=1$ και $h_{01}=h_{02}=2$ και φυσικά τα κόστη ετοιμών προϊόντων είναι $h_1=h_2=5$, πρέπει να διατηρήσουμε από ένα κομμάτι ενδιάμεσων προϊόντων 1 και 2 στο πρώτο στάδιο και καθόλου απόθεμα ετοιμών προϊόντων.

Όταν τα κόστη διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων υπερβούν το 2 ($h_{01}=h_{02}=3,4,5,6,7,8$) πρέπει να διατηρούμε απόθεμα ενός κομματιού από τα έτοιμα προϊόντα 1 και καθόλου στις υπόλοιπες αποθήκες του συστήματος.

- Περίπτωση $h_1=4, h_2=6, b_1=b_2=1$

Εξετάζουμε την περίπτωση όπου το κόστος διατήρησης του έτοιμου προϊόντος με τη μεγαλύτερη ζήτηση (προϊόν 1) είναι μικρότερο από το αντίστοιχο του προϊόντος με την μικρότερη ζήτηση. Συγκεκριμένα $h_1=4, h_2=6$.

Θεωρούμε και για την περίπτωση αυτή ότι τα κόστη ενδιάμεσων προϊόντων παίρνουν τιμές :1,2,3,4,5,6,7 και 8. Τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

i	h_{02}	h_1	h_2	S_{01}	S_{02}	S_1	S_2	P_{01}	P_{02}	P_1	P_2	D_{21}	D_{22}	D_3	D_4	M_{01}	M_{02}	M_1	M_2	Κόστος
1	1	4	6	1	1	0	0	0,4894	0,60505	0	0	0,34583	0,17635	2,2759	1,1362	0,85558	0,57182	1,8178	0,8682	18,41405
2	2	4	6	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,56927	1,9623	1,5667	0,85452	0,56967	1,9839	0,9952	20,77704
3	3	4	6	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,56927	1,9623	1,5667	0,85452	0,56967	1,9839	0,9952	22,20123
4	4	4	6	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,56927	1,9623	1,5667	0,85452	0,56967	1,9839	0,9952	23,62542
5	5	4	6	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,56927	1,9623	1,5667	0,85452	0,56967	1,9839	0,9952	25,04961
6	6	4	6	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,56927	1,9623	1,5667	0,85452	0,56967	1,9839	0,9952	26,4738
7	7	4	6	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,56927	1,9623	1,5667	0,85452	0,56967	1,9839	0,9952	27,89799
8	8	4	6	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,56927	1,9623	1,5667	0,85452	0,56967	1,9839	0,9952	29,32218

Στην περίπτωση που τα κόστη ενδιάμεσων προϊόντων 1 και 2 είναι $h_{01}=h_{02}=1$ και φυσικά $h_1=4$, $h_2=6$, πρέπει να διατηρούμε από ένα κομμάτι ενδιάμεσων προϊόντων 1 και 2 στο πρώτο στάδιο και καθόλου αποθέματα ετοιμών προϊόντων.

Όταν τα κόστη διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων αυξηθούν και ξεπεράσουν το ένα, δηλαδή όταν παίρνουν τιμές : $h_{01}=h_{02}=2,3,4,5,6,7$ και 8, πρέπει να διατηρούμε στο σύστημα μόνο ένα κομμάτι έτοιμου προϊόντος 1.

- Περίπτωση $h_1=6$, $h_2=4$, $b_1=b_2=1$

Θεωρήθηκε ότι το κόστος διατήρησης του έτοιμου προϊόντος 1 (με την μεγαλύτερη ζήτηση) είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο του προϊόντος 2 (με την μικρότερη ζήτηση). Συγκεκριμένα : $h_1=6$, $h_2=4$.

Και στην περίπτωση αυτή θεωρήθηκε ότι τα κόστη ενδιάμεσων προϊόντων (h_{01} και h_{02}) παίρνουν τιμές :1,2,3,4,5,6,7 και 8. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης:

i	h_{02}	h_1	h_2	S_{01}	S_{02}	S_1	S_2	P_{01}	P_{02}	P_1	P_2	D_{21}	D_{22}	D_3	D_4	M_{01}	M_{02}	M_1	M_2	Κόστος
1	1	6	4	1	1	0	0	0,4894	0,60505	0	0	0,34583	0,1764	2,2759	1,1362	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815	20,3134
2	2	6	4	1	0	0	0	0,48941	0	0	0	0,35005	0,5712	2,2903	1,5741	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053	22,7419
3	3	6	4	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,5693	1,9623	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521	24,425
4	4	6	4	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,5693	1,9623	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521	25,8492
5	5	6	4	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,5693	1,9623	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521	27,2734
6	6	6	4	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,5693	1,9623	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521	28,6976
7	7	6	4	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,5693	1,9623	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521	30,1218
8	8	6	4	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,5693	1,9623	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521	31,546

Όταν τα κόστη διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων είναι πολύ μικρά ($h_{01}=h_{02}=1$) πρέπει να διατηρούμε από ένα κομμάτι ενδιάμεσων προϊόντων

σαν απόθεμα ασφαλείας ($S_{01}=S_{02}=1$) και καθόλου αποθέματα ετοιμών προϊόντων.

Για κόστη διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων λίγο μεγαλύτερα ($h_{01}=h_{02}=2$), πρέπει να διατηρούμε ένα κομμάτι ενδιάμεσου προϊόντος 1 και καθόλου αποθέματα στις υπόλοιπες αποθήκες του συστήματος.

Όταν τα κόστη διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων αυξηθούν, δηλαδή: $h_{01}=h_{02} \geq 3$, πρέπει να διατηρούμε ένα κομμάτι ετοιμού προϊόντος 1 και καθόλου απόθεμα στις υπόλοιπες αποθήκες του συστήματος.

➤ 2^η Περίπτωση

Στο παράρτημα Δ φαίνονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που πραγματοποιήθηκαν για διάφορους συνδυασμούς των αποθεμάτων ασφαλείας (S_{01}, S_{02}, S_1, S_2) για χρόνο 1.000.000. Κατά την διάρκεια των βελτιστοποιήσεων βρέθηκαν διάφοροι συνδυασμοί αποθεμάτων ασφαλείας που δίνουν χαμηλότερο κόστος λειτουργίας του συστήματος, με μικρή διαφορά μεταξύ τους (όπως και στο σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης).

Για τον λόγο αυτό “τρέξαμε” το μοντέλο για χρόνο 5.000.000 για τους παραπάνω συνδυασμούς αποθεμάτων ασφαλείας οπότε και πήραμε ασφαλέστερα αποτελέσματα (διακρίνονται στο παράρτημα Δ με την σημείωση “5.000.000”).

Με βάση τις προσομοιώσεις αυτές (χρόνο 5.000.000) έγινε βελτιστοποίηση του συστήματος για την περίπτωση κατά την οποία τα κόστη διατήρησης των ετοιμών προϊόντων είναι ίσα μεταξύ τους ($h_1=h_2=5$), ενώ τα κόστη διατήρησης των ενδιάμεσων προϊόντων (θεωρούνται και αυτά ίσα μεταξύ τους) παίρνουν τιμές από 1 έως και 8. Τα αποτελέσματα των βελτιστοποιήσεων παρατίθενται στο παρακάτω πίνακα:

h_1	h_{02}	h_1	h_2	S_{01}	S_{02}	S_1	S_2	P_{01}	P_{02}	P_1	P_2	D_{21}	D_{22}	D_3	D_4	M_{01}	M_{02}	M_1	M_2	Κόστος
1	5	5	1	1	2	1	1	0,0626	0,1115	0,1521	0,1223	5,0486	3,1039	5,1853	3,2098	5,9853	3,9925	1,9336	0,9162	34,16775
2	5	5	1	1	2	1	1	0,0626	0,1115	0,1521	0,1223	5,0486	3,1039	5,1853	3,2098	5,9853	3,9925	1,9336	0,9162	44,3196
3	5	5	1	1	2	1	1	0,0626	0,1115	0,1521	0,1223	5,0486	3,1039	5,1853	3,2098	5,9853	3,9925	1,9336	0,9162	54,47145
4	5	5	0	0	3	2		0		0,1884	0,1995	5,9398	3,9614	5,1262	3,1581	5,9391	3,9615	1,9978	0,9972	64,8012
5	5	5	0	0	3	2		0		0,1884	0,1995	5,9398	3,9614	5,1262	3,1581	5,9391	3,9615	1,9978	0,9972	74,7018
6	5	5	0	0	3	2		0		0,1884	0,1995	5,9398	3,9614	5,1262	3,1581	5,9391	3,9615	1,9978	0,9972	84,6024
7	5	5	0	0	3	2		0		0,1884	0,1995	5,9398	3,9614	5,1262	3,1581	5,9391	3,9615	1,9978	0,9972	94,503
8	5	5	0	0	3	2		0		0,1884	0,1995	5,9398	3,9614	5,1262	3,1581	5,9391	3,9615	1,9978	0,9972	104,4036

Για τις περιπτώσεις όπου τα κόστη ενδιάμεσων προϊόντων 1 και 2 είναι αρκετά μικρότερα από τα αντίστοιχα των τελικών προϊόντων ($h_{01}=h_{02}=1,2,3$), πρέπει να διατηρούμε από ένα κομμάτι ενδιάμεσων προϊόντων 1 και 2, δύο κομμάτια τελικών προϊόντων 1 και ένα κομμάτι τελικού προϊόντος 2.

Για κόστη ενδιάμεσων προϊόντων 1 και 2 που πλησιάζουν και ξεπερνάνε τα αντίστοιχα των τελικών προϊόντων ($h_{01}=h_{02}=4,5,6,7,8$) δεν πρέπει να διατηρούμε απόθεμα ασφαλείας στις αποθήκες του πρώτου σταδίου, ενώ πρέπει να διατηρούμε από τρία και δύο τεμάχια ετοιμών προϊόντων 1 και 2 αντίστοιχα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ : 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Με την βοήθεια των αποτελεσμάτων στα παραρτήματα Β και Δ, μελετήθηκε η επίδραση των αποθεμάτων ασφαλείας, στην απόδοση των συστημάτων.

Για την μελέτη της επίδρασης κάθε αποθέματος ασφαλείας στα μέτρα απόδοσης, χρησιμοποιήθηκαν προσομοιώσεις του συστήματος για διαφορετικές τιμές του αποθέματος ασφαλείας αυτού, με τις υπόλοιπες παραμέτρους σταθερές.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η προσομοίωση και για τα δύο σύστημα έγινε για ρυθμούς αφίξεων $\sigma_{\lambda 1} = \text{EXPO}(2)$ και $\sigma_{\lambda 2} = \text{EXPO}(3)$, ενώ όσον αφορά τον χρόνο επεξεργασίας των μηχανών, για το σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης θεωρήθηκε $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$ για όλες τις μηχανές, και για το σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη, θεωρήθηκαν δύο περιπτώσεις :

1^η $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$ για όλες τις μηχανές (όπως και στο σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης)

2^η $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(0.5)$ για τις μηχανές του πρώτου σταδίου, και $\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$ για τις μηχανές στα επόμενα δύο στάδια.

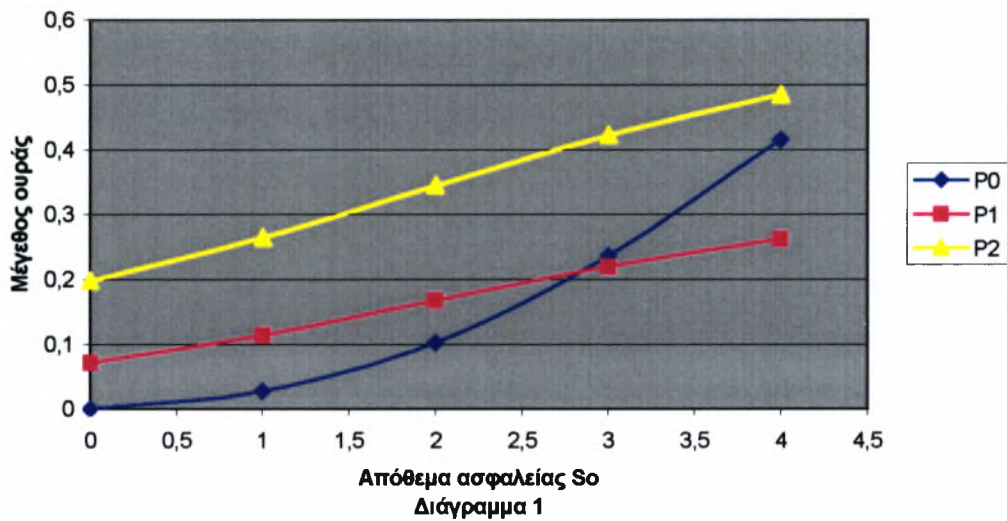
5.1.1 Σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης

Έγινε μελέτη της επίδρασης του αποθέματος ασφαλείας ενδιάμεσων προϊόντων S_0 , και του αποθέματος ασφαλείας ετοιμών προϊόντων S_1 .

➤ Επίδραση αποθέματος ασφαλείας S_0

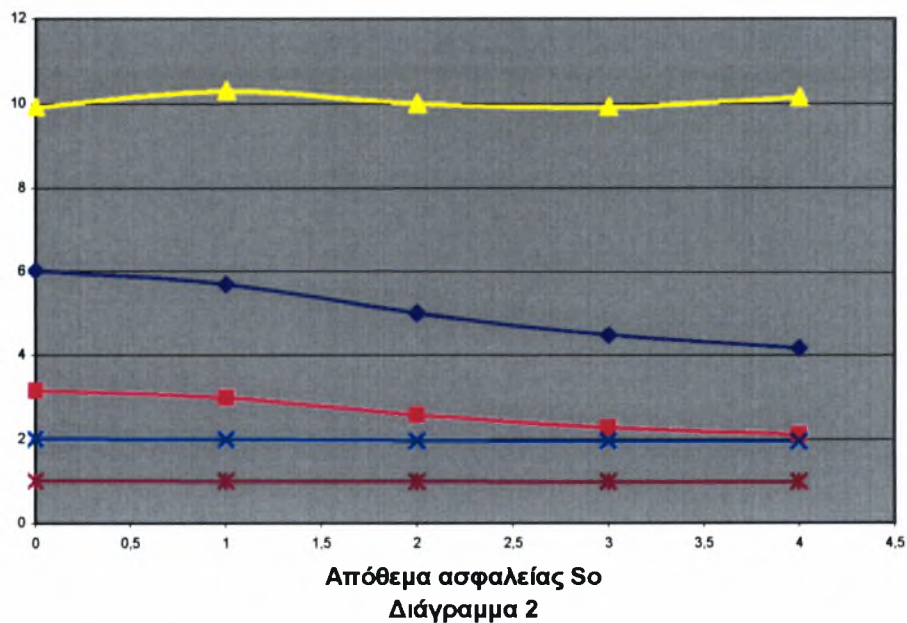
Για να βρεθεί η επίδραση του αποθέματος ασφαλείας S_0 ανατρέξαμε στα αποτελέσματα του παραρτήματος Β, για προσομοιώσεις με σταθερά αποθέματα ασφαλείας ετοιμών προϊόντων $S_1 = S_2 = 2$ και για αποθέματα ενδιάμεσων προϊόντων S_0 από 0 έως και 4. Τα κόστη διατήρησης θεωρήθηκαν όλα ίσα με πέντε.

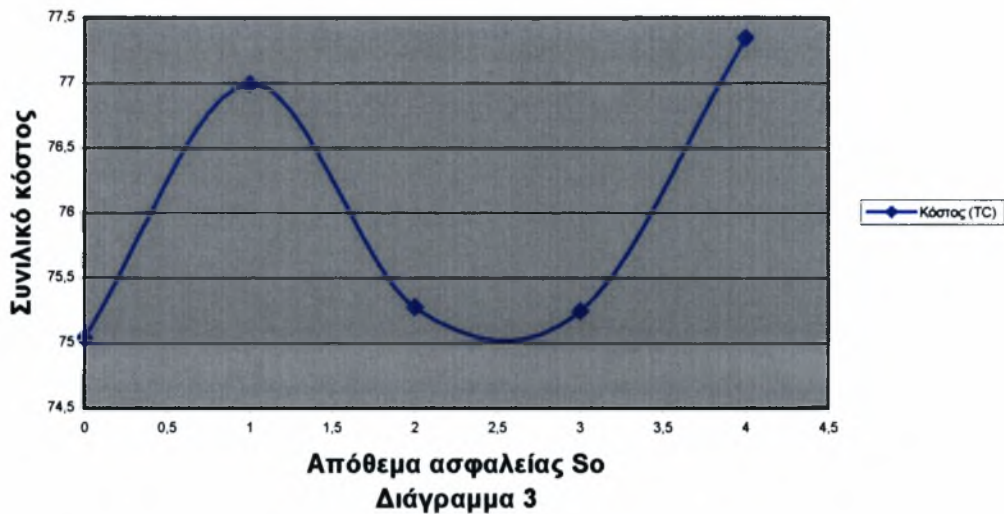
Στον παρακάτω διάγραμμα 1 φαίνεται η επίδραση του S_0 , στις ουρές προϊόντων του συστήματος.

Επίδραση S_0 στις ουρές προϊόντων

Παρατηρούμε ότι αυξάνοντας το απόθεμα ασφαλείας των ενδιάμεσων προϊόντων S_0 , αυξάνονται όλες οι ουρές προϊόντων του συστήματος.

Η επίδραση του S_0 στις ουρές ζήτησεων και στα WIP των μηχανών, φαίνεται στο διάγραμμα 2, ενώ στο διάγραμμα 3 φαίνεται η επίδραση του S_0 στο συνολικό κόστος του συστήματος.

Επίδραση S_0 στις ουρές ζήτησεων και στα WIP των μηχανών

Επίδραση του S_0 στο συνολικό κόστος (TC)

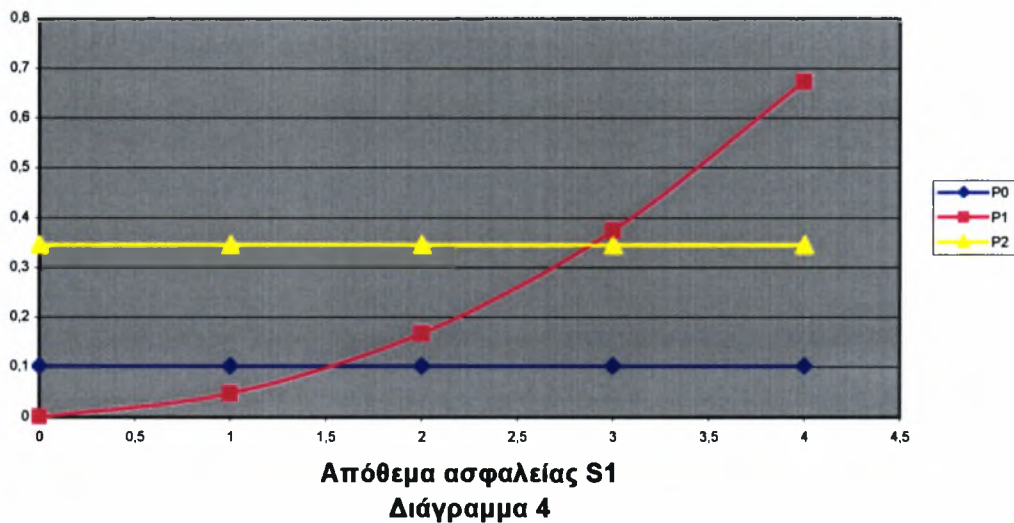
Παρατηρούμε ότι αυξάνοντας τα αποθέματα ασφαλείας ενδιάμεσων προϊόντων S_0 , μειώνονται οι ουρές των ζητήσεων του συστήματος. Τα WIP των μηχανών μένουν σταθερά και δεν επηρεάζονται από το S_0 . Όσον αφορά το συνολικό κόστος παρουσιάζει μια διακύμανση :στην αρχή αυξάνεται, στην συνέχεια μειώνεται και τέλος παρουσιάζει πάλι αύξηση.

➤ Επίδραση αποθέματος ασφαλείας S_1

Για τον υπολογισμό της επίδρασης του αποθέματος S_1 ασφαλείας ετοιμών προϊόντων 1 εφαρμόστηκε η ίδια διαδικασία όπως στην προηγούμενη περίπτωση, για $S_0=S_2=2$ και S_1 να παίρνει τιμές από 0 έως και 4. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση τα κόστη διατήρησης αποθεμάτων θεωρήθηκαν όλα ίσα με πέντε.

Η επίδραση του S_1 στις ουρές των προϊόντων του συστήματος φαίνεται στον παρακάτω διάγραμμα 4.

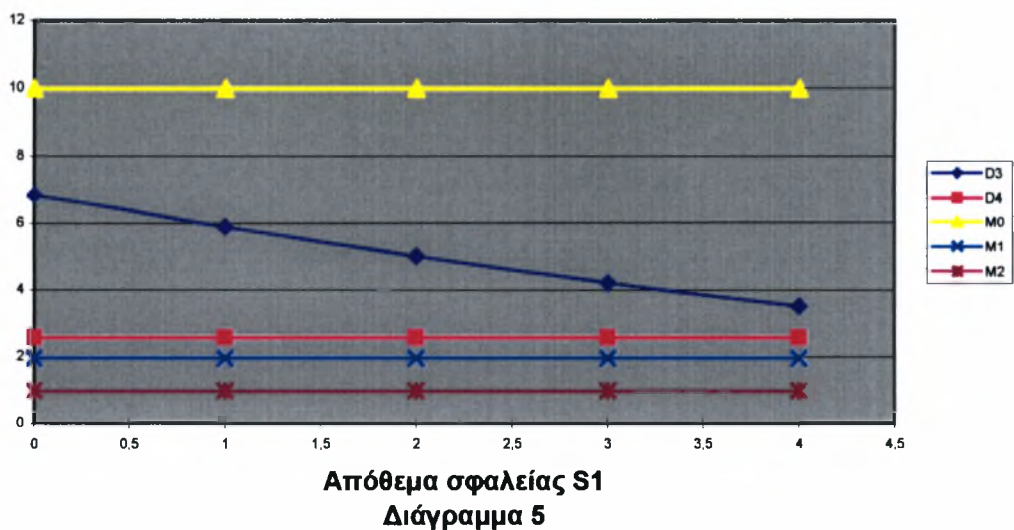
Επίδραση S1 στις ουρές προϊόντων



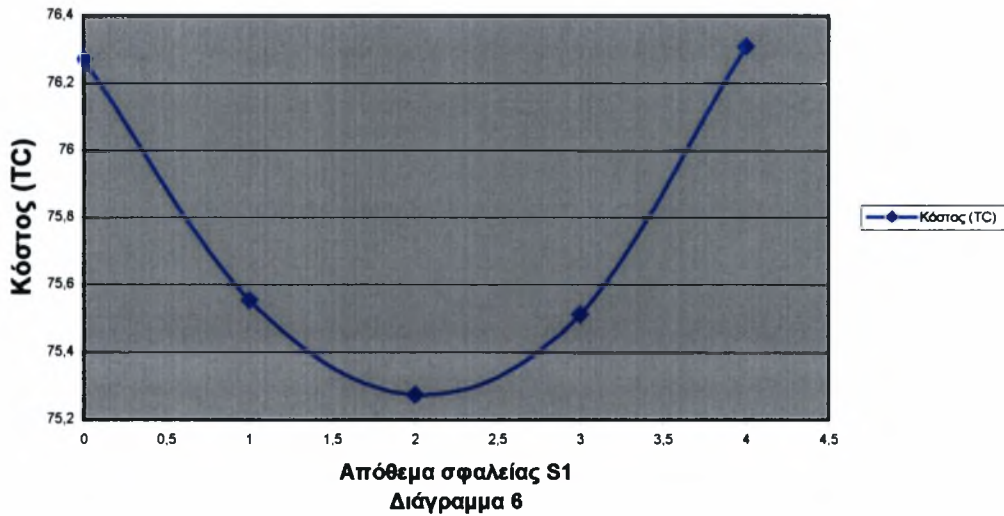
Με την βοήθεια του διαγράμματος, διαπιστώνουμε ότι η αύξηση του αποθέματος ασφαλείας S_1 ετοιμών προϊόντων 1, επηρεάζει μόνο την ουρά P_1 των προϊόντων 1 η οποία συγκεκριμένα αυξάνεται. Οι ουρές των ενδιάμεσων και ετοιμών προϊόντων 2 δεν μεταβάλλονται εξ' αιτίας του S_1 .

Στα διαγράμματα 5 και 6, φαίνεται η επίδραση του S_1 στις ουρές των ζητήσεων και στα WIP των μηχανών καθώς και στο κόστος του συστήματος.

Επίδραση S1 στις ουρές προϊόντων και στα WIP των μηχανών



Επίδραση S1 στο συνολικό κόστος (TC)



Παρατηρούμε ότι με την αύξηση του αποθέματος ασφαλείας του έτοιμου προϊόντος 1, μειώνεται η ουρά των ζητήσεων για τα έτοιμα προϊόντα 1. Η ουρά ζητήσεων του προϊόντος 2 δεν μεταβάλλεται καθώς επίσης και τα WIP των μηχανών M_0 , M_1 , M_2 .

Το κόστος, όπως βλέπουμε από το διάγραμμα 6, μειώνεται σταδιακά και στην συνέχεια αυξάνεται και πάλι.

5.1.2 Σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη

Έγινε έλεγχος της επίδρασης του αποθέματος ασφαλείας ενδιάμεσων προϊόντων S_{01} και του αποθέματος ετοιμών προϊόντων S_1 .

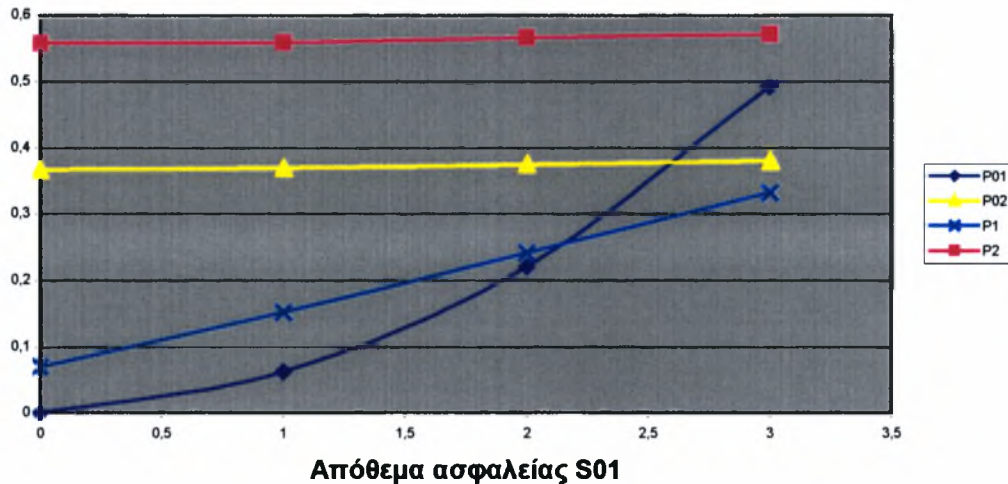
Για τον έλεγχο χρησιμοποιήθηκαν οι προσομοιώσεις (παράρτημα Δ) για την περίπτωση όπου όλες οι μηχανές έχουν χρόνο επεξεργασίας $k_i = EXPO(1)$.

➤ Επίδραση αποθεμάτων ασφαλείας S_{01}

Για να διαπιστώσουμε την επίδραση του αποθέματος ασφαλείας των ενδιάμεσων προϊόντων 1, συγκρίναμε τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για σταθερά αποθέματα $S_{02}=S_1=S_2=2$ και απόθεμα S_{01} από 0 έως και 3. Για την σύγκριση του κόστους θεωρήσαμε την περίπτωση όπου όλα τα κόστη διατήρησης είναι ίσα με πέντε.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν, φαίνεται η επίδραση του αποθέματος S_{01} στις διάφορες παραμέτρους του συστήματος.

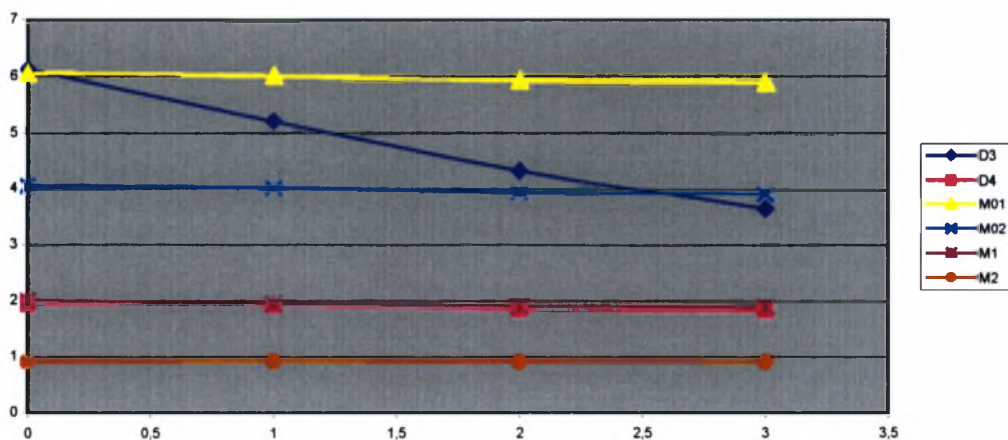
Επίδραση S_{01} στις ουρές των προϊόντων



Απόθεμα ασφαλείας S_{01}
Διάγραμμα 7

Παρατηρούμε ότι η αύξηση του αποθέματος ασφαλείας S_{01} προκαλεί μικρή αύξηση στις ουρές των ενδιάμεσων και έτοιμων προϊόντων 2, λίγο μεγαλύτερη αύξηση στην ουρά των έτοιμων προϊόντων 1 και μεγαλύτερη αύξηση στην ουρά των ενδιάμεσων προϊόντων 1.

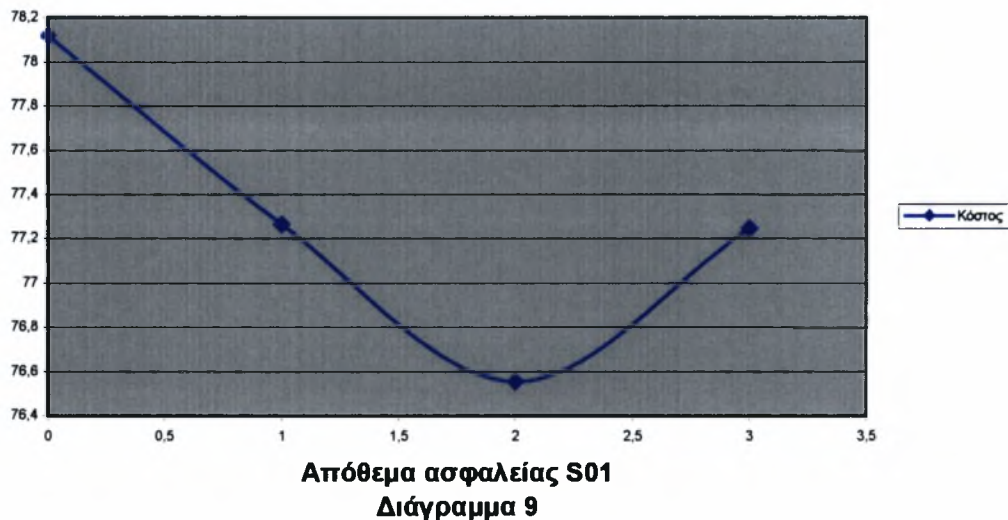
Επίδραση S_{01} στις ουρές των ζητήσεων και στα WIP των μηχανών



Απόθεμα ασφαλείας S_{01}
Διάγραμμα 8

Στο διάγραμμα 8 φαίνεται ότι αύξηση του αποθέματος S_{01} επηρεάζει (μειώνει) σημαντικά μόνο την ουρά των ζητήσεων για έτοιμα προϊόντα 1. Η επίδραση πάνω στην ουρά των ζητήσεων για έτοιμα προϊόντα 2, καθώς και στα WIP των μηχανών είναι σχεδόν αμελητέα.

Επίδραση S_{01} στο συνολικό κόστος



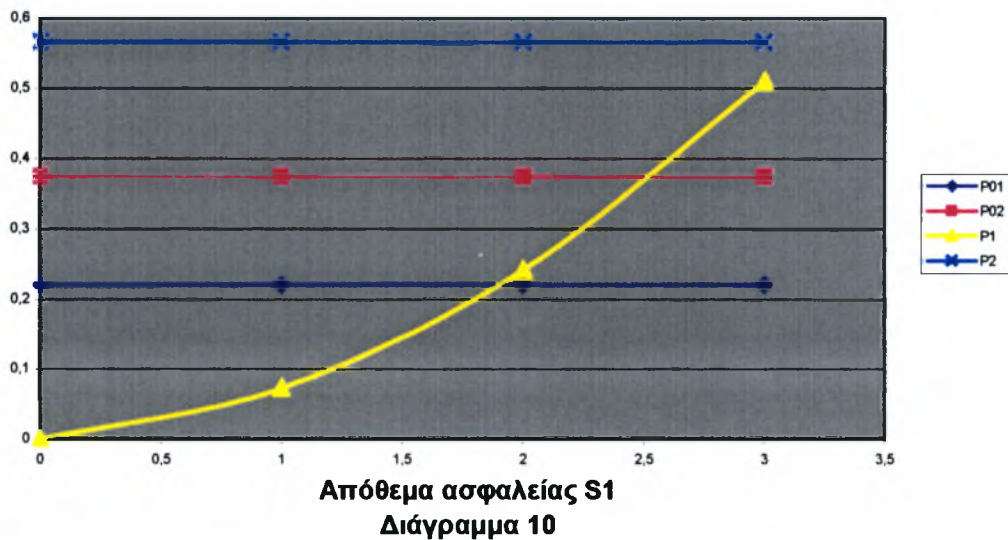
Το κόστος, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 9, με αύξηση του αποθέματος ασφαλείας S_{01} αρχικά μειώνεται και στη συνέχεια αυξάνεται και πάλι.

➤ Επίδραση αποθεμάτων ασφαλείας S_1

Για να διαπιστώσουμε την επίδραση του αποθέματος ασφαλείας των έτοιμων προϊόντων 1, συγκρίναμε τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων του παραρτήματος Δ για σταθερά αποθέματα $S_{02}=S_{01}=S_2=2$ και απόθεμα S_1 από 0 έως και 3. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, για την σύγκριση του κόστους θεωρήσαμε την περίπτωση όπου όλα τα κόστη διατήρησης είναι ίσα με πέντε.

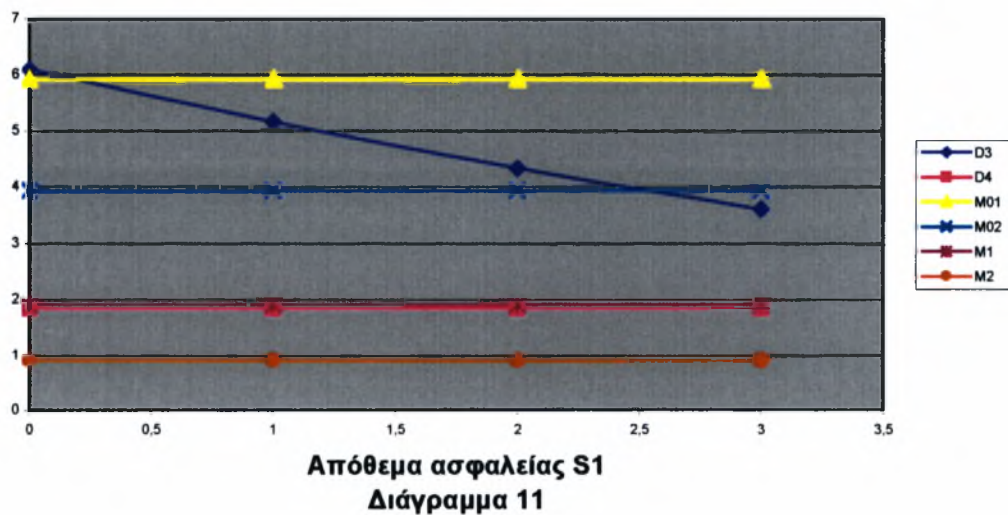
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η επίδραση του αποθέματος ασφαλείας του έτοιμου προϊόντος 1 στις παραμέτρους του συστήματος.

Επίδραση S1 στις ουρές των προϊόντων



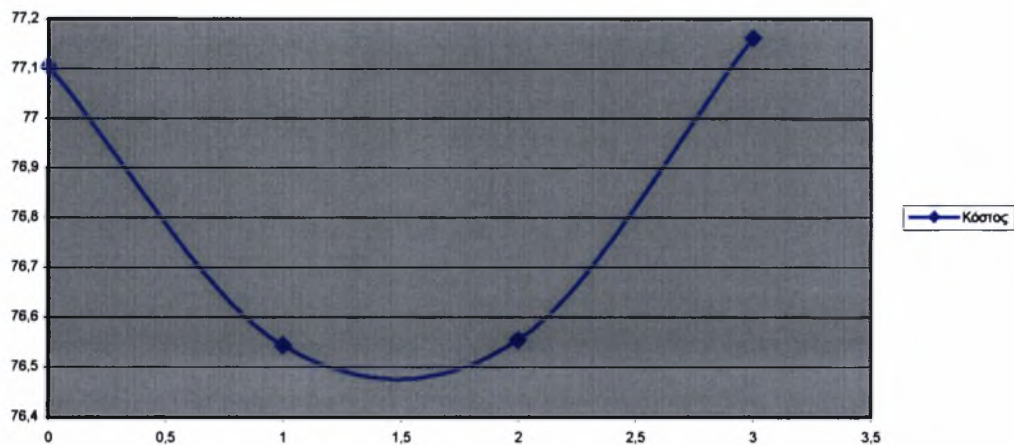
Στο διάγραμμα 10 φαίνεται ότι αύξηση του αποθέματος ασφαλείας των ετοιμών προϊόντων 1 προκαλεί αύξηση στην ουρά (P_1) των έτοιμων προϊόντων 1, ενώ δεν επηρεάζει τις υπόλοιπες ουρές των προϊόντων του συστήματος.

Επίδραση S1 στις ουρές ζητήσεων και στα WIP των μηχανών



Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι αύξηση του αποθέματος ασφαλείας ετοιμών προϊόντων 1, προκαλεί μείωση στην ουρά των ζητήσεων για έτοιμα προϊόντα 1 ενώ δεν επηρεάζονται η ουρά ζητήσεων για έτοιμα προϊόντα 2 και τα WIP των μηχανών.

Επίδραση S1 στο συνολικό κόστος



Απόθεμα ασφαλείας S1
Διάγραμμα 12

Όπως και στην περίπτωση του αποθέματος ασφαλείας (S_{01}) ενδιάμεσων προϊόντων 1, έτσι και κατά την αύξηση του αποθέματος ασφαλείας (S_1) έτοιμων προϊόντων 1, παρατηρείται αρχικά μείωση και εν συνεχεία αύξηση του συνολικού κόστους του συστήματος.

5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΩΝ

Με την βοήθεια της βελτιστοποίησης των δύο συστημάτων αποκομίσαμε χρήσιμα συμπεράσματα για την χρησιμότητα των αποθεμάτων ασφαλείας τόσο ενδιάμεσων, όσο και ετοιμών προϊόντων.

➤ Σύστημα με καθυστέρηση της βελτιστοποίησης

Στο σύστημα αυτό παρατηρούμε ότι ακόμα και σε περιπτώσεις όπου το κόστος διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων είναι ίσο με αυτό των ετοιμών προϊόντων πρέπει να διατηρούμε μια στάθμη αποθέματος ασφαλείας ενδιάμεσων προϊόντων για την ικανοποίηση της ζήτησης.

Στη σπανιότερη περίπτωση όπου το κόστος διατήρησης ενδιάμεσων προϊόντων ξεπεράσει τα αντίστοιχα των ετοιμών προϊόντων, δεν πρέπει να διατηρούμε απόθεμα ασφαλείας ενδιάμεσων προϊόντων, ενώ πρέπει να διατηρούμε αρκετά κομμάτια ετοιμών προϊόντων 1 και 2 ώστε να εξυπηρετούνται οι ζητήσεις.

➤ Σύστημα με διαφοροποίηση στην έναρξη

Το συγκεκριμένο σύστημα, όπως είδαμε μελετήθηκε για δύο περιπτώσεις χρόνου επεξεργασίας των μηχανών του πρώτου σταδίου.

Και στις δύο περιπτώσεις είναι αναγκαία η διατήρηση αποθεμάτων ασφαλείας ενδιάμεσων προϊόντων, μόνο όταν τα κόστη διατήρησης για τα ενδιάμεσα προϊόντα 1 και 2 είναι αρκετά μικρότερα από τα αντίστοιχα κόστη των τελικών προϊόντων.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί η διαφορά της σημασίας των αποθεμάτων ασφαλείας ενδιάμεσων προϊόντων στα δύο συστήματα. Στο σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης, το απόθεμα ενδιάμεσων προϊόντων ικανοποιεί τη ζήτηση και για τα δύο προϊόντα και κατά συνέπεια ακόμα και όταν το κόστος διατήρησης του είναι μεγάλο (ίσο με αυτό των τελικών προϊόντων), πρέπει να διατηρούνται ενδιάμεσα προϊόντα, διότι προσδίδουν στο σύστημα ευελιξία.

Αντίθετα στο σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη, έχουμε ξεχωριστά αποθέματα για τα δύο ενδιάμεσα προϊόντα 1 και 2 (το απόθεμα ενδιάμεσου προϊόντος 1, ικανοποιεί την ζήτηση μόνο για το προϊόν 1). Το σύστημα επομένως μπορεί να θεωρηθεί σαν δύο παράλληλα μεταξύ τους συστήματα Basestock δύο σταδίων σε σειρά, με την διαφορά ότι έχουν κοινές τις μηχανές του πρώτου σταδίου. Γενικά επομένως είναι αποδοτικότερο να διατηρείται απόθεμα τελικών παρά ενδιάμεσων προϊόντων αφού έτσι ικανοποιούνται αμεσότερα οι ζητήσεις, εκτός από την περίπτωση όπου το κόστος διατήρησης των τελικών προϊόντων είναι αρκετά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των ενδιάμεσων.

Παρατηρούμε επίσης ότι στην περίπτωση όπου ο χρόνος επεξεργασίας των μηχανών του πρώτου σταδίου είναι μικρότερος ($\kappa_l = \text{EXPO}(0.5)$) το βέλτιστο απόθεμα που πρέπει να διατηρείται σε κάθε στάδιο, είναι μικρότερο από το αντίστοιχο της περίπτωσης με μεγαλύτερο χρόνο επεξεργασίας των μηχανών ($\kappa_l = \text{EXPO}(1)$). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι ζητήσεις για έτοιμα και περισσότερο για ενδιάμεσα προϊόντα, ικανοποιούνται γρηγορότερα στην πρώτη περίπτωση ($\kappa_l = \text{EXPO}(0.5)$) από την παραγωγή και

έτσι δεν απαιτείται μεγάλο απόθεμα, σε αντίθεση με την δεύτερη περίπτωση όπου η παράγωγή καθυστερεί και επομένως οι ζητήσεις ικανοποιούνται περισσότερο από τα αποθέματα ασφαλείας.

5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η σύγκριση των δύο συστημάτων έγινε για ίδιους ρυθμούς αφίξεων των ζητήσεων ($\sigma_{\lambda 1} = \text{EXPO}(2)$ και $\sigma_{\lambda 2} = \text{EXPO}(3)$), καθώς και για ίδια κόστη διατήρησης και έλλειψης αποθεμάτων.

Συγκεκριμένα και για τα δύο συστήματα χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των βελτιστοποιήσεων για κόστη διατήρησης έτοιμων προϊόντων $h_1 = h_2 = 5$ του κεφαλαίου 4.

Γενικά αναμενόταν ότι για ίδιους χρόνους επεξεργασίας των μηχανών ($\kappa_{\lambda} = \text{EXPO}(1)$), το σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης θα ήταν περισσότερο αποδοτικό (μικρότερο συνολικό κόστος λειτουργίας) από το σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη, αφού όπως αναφέρθηκε είναι πιο ευέλικτο λόγω του κοινού αποθέματος ενδιάμεσων προϊόντων.

Παρατηρούμε όμως ότι και τα δύο συστήματα δίνουν παραπλήσια συνολικά κόστη για κάθε περίπτωση κόστους ενδιάμεσων προϊόντων που μελετήθηκε όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

h_0	h_1	h_2	TC	h_{01}	h_{02}	h_1	h_2	TC
1	5	5	33,98368	1	1	5	5	34,16775
2	5	5	44,47491	2	2	5	5	44,3196
3	5	5	54,56049	3	3	5	5	54,47145
4	5	5	64,62942	4	4	5	5	64,8012
5	5	5	74,69835	5	5	5	5	74,7018
6	5	5	84,603	6	6	5	5	84,6024
7	5	5	94,5037	7	7	5	5	94,503
8	5	5	104,4044	8	8	5	5	104,4036

Αυτό οφείλεται στη διαφορά που παρουσιάζουν τα κόστη διατήρησης και έλλειψης αποθεμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την βελτιστοποίηση του κάθε συστήματος. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν πολύ μικρά κόστη έλλειψης αποθεμάτων ($b_1=b_2=1$) σε σχέση με τα κόστη διατήρησης αποθεμάτων.

Στην περίπτωση όπου το σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη θεωρείται ότι έχει χρόνο επεξεργασίας των μηχανών του πρώτου σταδίου $k_\lambda=EXPO(0.5)$, τότε είναι πιο αποδοτικό από το σύστημα με καθυστέρηση της διαφοροποίησης και χρόνο επεξεργασίας των μηχανών του πρώτου σταδίου $k_\lambda=EXPO(1)$. Κάτι τέτοιο ήταν αναμενόμενο λόγω της ταχύτερης παραγωγής και κατά συνέπεια της γρηγορότερης ικανοποίησης της ζήτησης.

h_0	h_1	h_2	TC	h_{01}	h_{02}	h_1	h_2	TC
1	5	5	33,98368	1	1	5	5	19,3637
2	5	5	44,47491	2	2	5	5	21,8856
3	5	5	54,56049	3	3	5	5	23,3131
4	5	5	64,62942	4	4	5	5	24,7373
5	5	5	74,69835	5	5	5	5	26,1615
6	5	5	84,603	6	6	5	5	27,5857
7	5	5	94,5037	7	7	5	5	29,0099
8	5	5	104,4044	8	8	5	5	30,4341

ΚΕΦΑΛΑΙΟ : 6

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Τα συστήματα που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία δίνουν μια πρώτη εικόνα της συμπεριφοράς συστημάτων με διαφοροποίηση του προϊόντος. Περαιτέρω έρευνα πάνω στο αντικείμενο της διαφοροποίησης, είναι απαραίτητη ώστε να κατανοήσουμε “βαθύτερα” την συμπεριφορά της.

Αρχικά θα μπορούσαν να βελτιστοποιηθούν τα ίδια συστήματα για διαφορετικά κόστη διατήρησης και έλλειψης αποθεμάτων, ώστε να γίνει και σε αυτή την περίπτωση σύγκριση της απόδοσης τους.

Εν συνεχεία θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρον να δούμε την συμπεριφορά των συστημάτων με διαφοροποίηση, στην περίπτωση που έχουμε προειδοποίηση της ζήτησης.

Τέλος θα μπορούσαν να μελετηθούν τα δύο συστήματα στην περίπτωση που εισάγουμε κάρτες Kanban στην παραγωγή.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-
-
- [1]. Λιάπης Τριαντάφυλλος, “Βελτιστοποίηση γενικευμένου συστήματος ελέγχου παραγωγής Kanban ενός σταδίου, με έγκαιρη προειδοποίηση της ζήτησης”. Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 1998.
- [2]. Λυμπερόπουλος Γιώργος – Yves Dallery, “Ένα ενοποιημένο πλαίσιο για τον χαρακτηρισμό ελκόμενων (pull) συστημάτων ελέγχου της παραγωγής”. 12^ο Εθνικό συνέδριο ΕΕΕΕ “Επιχείρηση και νέες Τεχνολογίες: Σύγχρονα εργαλεία υποστήριξης, Διαχείρισης και λειτουργίας”, Σάμος, 6-8 Σεπτεμβρίου 1998.
- [3]. Sridhar Tayur – Ram Ganeshan – Michael Magazine, “Quantitative models for supply chain management”, Kluwer’s International Series.
- [4]. Sven Axsater, “Continuous Review Policies for Multi – Level Inventory Systems with Stochastic Demand”, Elsevier Science Publishers B.V. 1993
- [5]. Τσικής Ισίδωρος, “Απόθεμα ασφαλείας έναντι χρόνου ασφαλείας σε συστήματα παραγωγής / αποθεμάτων δύο σταδίων με προειδοποίηση της ζήτησης”. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2000.
- [6]. W. David Kelton – Randall P. Sadowski – Deborah A. Sadowski, “Simulation with Arena”, McGraw Hill.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ
ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ
ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ**

A/A	S ₀	S ₁	S ₂	P ₀	P ₁	P ₂	D ₂	D ₃	D ₄	M ₀	M ₁	M ₂
1	0	0	0	0	0	0	9,9025	7,9451	4,9576	9,903	2,0029	0,99897
2	0	0	1	0	0	0,04925	9,9025	7,9451	4,0069	9,903	2,0029	0,99897
3	0	0	2	0	0	0,19728	9,9025	7,9451	3,1549	9,903	2,0029	0,99897
4	0	0	3	0	0	0,47288	9,9025	7,9451	2,4305	9,903	2,0029	0,99897
5	0	0	4	0	0	0,88113	9,9025	7,9451	1,8388	9,903	2,0029	0,99897
6	0	1	0	0	0,01597	0	9,9025	6,9611	4,9576	9,903	2,0029	0,99897
7	0	1	1	0	0,01597	0,04925	9,9025	6,9611	4,0069	9,903	2,0029	0,99897
8	0	1	2	0	0,01597	0,19728	9,9025	6,9611	3,1549	9,903	2,0029	0,99897
9	0	1	3	0	0,01597	0,47288	9,9025	6,9611	2,4305	9,903	2,0029	0,99897
10	0	1	4	0	0,01597	0,88113	9,9025	6,9611	1,8388	9,903	2,0029	0,99897
11	0	2	0	0	0,07111	0	9,9025	6,0162	4,9576	9,903	2,0029	0,99897
12	0	2	1	0	0,07111	0,04925	9,9025	6,0162	4,0069	9,903	2,0029	0,99897
13	0	2	2	0	0,07111	0,19728	9,9025	6,0162	3,1549	9,903	2,0029	0,99897
14	5E+06	0	2	2	0	0,07101	0,19949	9,9012	6,0088	9,9007	1,9978	0,9972
15	0	2	3	0	0,07111	0,47288	9,9025	6,0162	2,4305	9,903	2,0029	0,99897
16	0	2	4	0	0,07111	0,88113	9,9025	6,0162	1,8388	9,903	2,0029	0,99897
17	0	3	0	0	0,18797	0	9,9025	5,1331	4,9576	9,903	2,0029	0,99897
18	0	3	1	0	0,18797	0,04925	9,9025	5,1331	4,0069	9,903	2,0029	0,99897
19	5E+06	0	3	2	0	0,18841	0,19949	9,9012	5,1262	9,9007	1,9978	0,9972
20	0	3	3	0	0,18797	0,47288	9,9025	5,1331	2,4305	9,903	2,0029	0,99897
21	5E+06	0	3	3	0	0,18841	0,47675	9,9012	5,1262	9,9007	1,9978	0,9972
22	0	3	4	0	0,18797	0,88113	9,9025	5,1331	1,8388	9,903	2,0029	0,99897
23	0	4	0	0	0,38325	0	9,9025	4,3283	4,9576	9,903	2,0029	0,99897
24	0	4	1	0	0,38325	0,04925	9,9025	4,3283	4,0069	9,903	2,0029	0,99897
25	5E+06	0	4	1	0	0,38466	0,04979	9,9012	4,3224	9,9007	1,9978	0,9972
26	0	4	2	0	0,38325	0,19728	9,9025	4,3283	3,1549	9,903	2,0029	0,99897
27	5E+06	0	4	2	0	0,38466	0,19949	9,9012	4,3224	9,9007	1,9978	0,9972
28	0	4	3	0	0,38325	0,47288	9,9025	4,3283	2,4305	9,903	2,0029	0,99897
29	5E+06	0	4	3	0	0,38466	0,47675	9,9012	4,3224	9,9007	1,9978	0,9972
30	0	4	4	0	0,38325	0,88113	9,9025	4,3283	1,8388	9,903	2,0029	0,99897
31	1	0	0	0,02774	0	0	9,3081	7,5782	4,7235	10,282	1,9851	0,98939
32	1	0	1	0,02774	0	0,07395	9,3081	7,5782	3,7975	10,282	1,9851	0,98939
33	1	0	2	0,02774	0	0,26405	9,3081	7,5782	2,9876	10,282	1,9851	0,98939
34	1	0	3	0,02774	0	0,58642	9,3081	7,5782	2,3099	10,282	1,9851	0,98939
35	1	0	4	0,02774	0	1,037	9,3081	7,5782	1,7605	10,282	1,9851	0,98939
36	1	1	0	0,02774	0,02958	0	9,3081	6,6078	4,7235	10,282	1,9851	0,98939
37	1	1	1	0,02774	0,02958	0,07395	9,3081	6,6078	3,7975	10,282	1,9851	0,98939
38	1	1	2	0,02774	0,02958	0,26405	9,3081	6,6078	2,9876	10,282	1,9851	0,98939
39	1	1	3	0,02774	0,02958	0,58642	9,3081	6,6078	2,3099	10,282	1,9851	0,98939
40	1	1	4	0,02774	0,02958	1,037	9,3081	6,6078	1,7605	10,282	1,9851	0,98939

A/A	S ₀	S ₁	S ₂	P ₀	P ₁	P ₂	D ₂	D ₃	D ₄	M ₀	M ₁	M ₂	
36	1	2	0	0,02774	0,11366	0	9,3081	5,6918	4,7235	10,282	1,9851	0,98939	
37	1	2	1	0,02774	0,11366	0,07395	9,3081	5,6918	3,7975	10,282	1,9851	0,98939	
	5E+06	1	2	1	0,02765	0,11405	0,07448	9,0932	5,5555	3,7153	10,066	1,9793	0,98879
38	1	2	2	0,02774	0,11366	0,26405	9,3081	5,6918	2,9876	10,282	1,9851	0,98939	
	5E+06	1	2	2	0,02765	0,11405	0,26688	9,0932	5,5555	2,9077	10,066	1,9793	0,98879
39	1	2	3	0,02774	0,11366	0,58642	9,3081	5,6918	2,3099	10,282	1,9851	0,98939	
40	1	2	4	0,02774	0,11366	1,037	9,3081	5,6918	1,7605	10,282	1,9851	0,98939	
41	1	3	0	0,02774	0,27181	0	9,3081	4,85	4,7235	10,282	1,9851	0,98939	
42	1	3	1	0,02774	0,27181	0,07395	9,3081	4,85	3,7975	10,282	1,9851	0,98939	
	5E+06	1	3	1	0,02765	0,27263	0,07448	9,0932	4,7141	3,7153	10,066	1,9793	0,98879
43	1	3	2	0,02774	0,27181	0,26405	9,3081	4,85	2,9876	10,282	1,9851	0,98939	
	5E+06	1	3	2	0,02765	0,27263	0,26688	9,0932	4,7141	2,9077	10,066	1,9793	0,98879
44	1	3	3	0,02774	0,27181	0,58642	9,3081	4,85	2,3099	10,282	1,9851	0,98939	
	5E+06	1	3	3	0,02765	0,27263	0,59299	9,0932	4,7141	2,2338	10,066	1,9793	0,98879
45	1	3	4	0,02774	0,27181	1,037	9,3081	4,85	1,7605	10,282	1,9851	0,98939	
46	1	4	0	0,02774	0,51541	0	9,3081	4,0936	4,7235	10,282	1,9851	0,98939	
47	1	4	1	0,02774	0,51541	0,07395	9,3081	4,0936	3,7975	10,282	1,9851	0,98939	
	5E+06	1	4	1	0,02765	0,51737	0,07448	9,0932	3,9588	3,7153	10,066	1,9793	0,98879
48	1	4	2	0,02774	0,51541	0,26405	9,3081	4,0936	2,9876	10,282	1,9851	0,98939	
	5E+06	1	4	2	0,02765	0,51737	0,26688	9,0932	3,9588	2,9077	10,066	1,9793	0,98879
49	1	4	3	0,02774	0,51541	0,58642	9,3081	4,0936	2,3099	10,282	1,9851	0,98939	
	5E+06	1	4	3	0,02765	0,51737	0,59299	9,0932	3,9588	2,2338	10,066	1,9793	0,98879
50	1	4	4	0,02774	0,51541	1,037	9,3081	4,0936	1,7605	10,282	1,9851	0,98939	
51	2	0	0	0,10218	0	0	8,0889	6,8337	4,2296	9,986	1,9604	0,97935	
52	2	0	1	0,10218	0	0,10415	8,0889	6,8337	3,3337	9,986	1,9604	0,97935	
53	2	0	2	0,10218	0	0,34439	8,0889	6,8337	2,574	9,986	1,9604	0,97935	
54	2	0	3	0,10218	0	0,72494	8,0889	6,8337	1,9545	9,986	1,9604	0,97935	
55	2	0	4	0,10218	0	1,2342	8,0889	6,8337	1,4638	9,986	1,9604	0,97935	
56	2	1	0	0,10218	0,04738	0	8,0889	5,881	4,2296	9,986	1,9604	0,97935	
57	2	1	1	0,10218	0,04738	0,10415	8,0889	5,881	3,3337	9,986	1,9604	0,97935	
	5E+06	2	1	1	0,10133	0,04621	0,10324	8,0692	5,8664	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997
58	2	1	2	0,10218	0,04738	0,34439	8,0889	5,881	2,574	9,986	1,9604	0,97935	
59	2	1	3	0,10218	0,04738	0,72494	8,0889	5,881	1,9545	9,986	1,9604	0,97935	
60	2	1	4	0,10218	0,04738	1,2342	8,0889	5,881	1,4638	9,986	1,9604	0,97935	
61	2	2	0	0,10218	0,16725	0	8,0889	5,0009	4,2296	9,986	1,9604	0,97935	
62	2	2	1	0,10218	0,16725	0,10415	8,0889	5,0009	3,3337	9,986	1,9604	0,97935	
	5E+06	2	2	1	0,10133	0,16409	0,10324	8,0692	4,9843	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997
63	2	2	2	0,10218	0,16725	0,34439	8,0889	5,0009	2,574	9,986	1,9604	0,97935	
	5E+06	2	2	2	0,10133	0,16409	0,34262	8,0692	4,9843	2,5677	9,9676	1,9609	0,97997
64	2	2	3	0,10218	0,16725	0,72494	8,0889	5,0009	1,9545	9,986	1,9604	0,97935	
65	2	2	4	0,10218	0,16725	1,2342	8,0889	5,0009	1,4638	9,986	1,9604	0,97935	
66	2	3	0	0,10218	0,37373	0	8,0889	4,2074	4,2296	9,986	1,9604	0,97935	
67	2	3	1	0,10218	0,37373	0,10415	8,0889	4,2074	3,3337	9,986	1,9604	0,97935	

A/A		S ₀	S ₁	S ₂	P ₀	P ₁	P ₂	D ₂	D ₃	D ₄	M ₀	M ₁	M ₂
	5E+06	2	3	1	0,10133	0,36822	0,10324	8,0692	4,1884	3,3284	9,9676	1,9609	0,97997
68		2	3	2	0,10218	0,37373	0,34439	8,0889	4,2074	2,574	9,986	1,9604	0,97935
	5E+06	2	3	2	0,10133	0,36822	0,34262	8,0692	4,1884	2,5677	9,9676	1,9609	0,97997
69		2	3	3	0,10218	0,37373	0,72494	8,0889	4,2074	1,9545	9,986	1,9604	0,97935
70		2	3	4	0,10218	0,37373	1,2342	8,0889	4,2074	1,4638	9,986	1,9604	0,97935
71		2	4	0	0,10218	0,67323	0	8,0889	3,5069	4,2296	9,986	1,9604	0,97935
72		2	4	1	0,10218	0,67323	0,10415	8,0889	3,5069	3,3337	9,986	1,9604	0,97935
73		2	4	2	0,10218	0,67323	0,34439	8,0889	3,5069	2,574	9,986	1,9604	0,97935
74		2	4	3	0,10218	0,67323	0,72494	8,0889	3,5069	1,9545	9,986	1,9604	0,97935
75		2	4	4	0,10218	0,67323	1,2342	8,0889	3,5069	1,4638	9,986	1,9604	0,97935
76		3	0	0	0,23579	0	0	7,1368	6,2524	3,8475	9,9014	1,9467	0,9751
77		3	0	1	0,23579	0	0,13365	7,1368	6,2524	2,9811	9,9014	1,9467	0,9751
78		3	0	2	0,23579	0	0,42193	7,1368	6,2524	2,2694	9,9014	1,9467	0,9751
79		3	0	3	0,23579	0	0,85522	7,1368	6,2524	1,7027	9,9014	1,9467	0,9751
80		3	0	4	0,23579	0	1,4135	7,1368	6,2524	1,261	9,9014	1,9467	0,9751
81		3	1	0	0,23579	0,06491	0	7,1368	5,3173	3,8475	9,9014	1,9467	0,9751
	5E+06	3	1	0	0,23233	0,06388	0	7,2714	5,402	3,8986	10,038	1,95	0,97553
82		3	1	1	0,23579	0,06491	0,13365	7,1368	5,3173	2,9811	9,9014	1,9467	0,9751
	5E+06	3	1	1	0,23233	0,06388	0,13235	7,2714	5,402	3,0309	10,038	1,95	0,97553
83		3	1	2	0,23579	0,06491	0,42193	7,1368	5,3173	2,2694	9,9014	1,9467	0,9751
84		3	1	3	0,23579	0,06491	0,85522	7,1368	5,3173	1,7027	9,9014	1,9467	0,9751
85		3	1	4	0,23579	0,06491	1,4135	7,1368	5,3173	1,261	9,9014	1,9467	0,9751
86		3	2	0	0,23579	0,21932	0	7,1368	4,4718	3,8475	9,9014	1,9467	0,9751
87		3	2	1	0,23579	0,21932	0,13365	7,1368	4,4718	2,9811	9,9014	1,9467	0,9751
	5E+06	3	2	1	0,23233	0,21595	0,13235	7,2714	4,5541	3,0309	10,038	1,95	0,97553
88		3	2	2	0,23579	0,21932	0,42193	7,1368	4,4718	2,2694	9,9014	1,9467	0,9751
	5E+06	3	2	2	0,23233	0,21595	0,41764	7,2714	4,5541	2,3162	10,038	1,95	0,97553
89		3	2	3	0,23579	0,21932	0,85522	7,1368	4,4718	1,7027	9,9014	1,9467	0,9751
90		3	2	4	0,23579	0,21932	1,4135	7,1368	4,4718	1,261	9,9014	1,9467	0,9751
91		3	3	0	0,23579	0,47155	0	7,1368	3,724	3,8475	9,9014	1,9467	0,9751
92		3	3	1	0,23579	0,47155	0,13365	7,1368	3,724	2,9811	9,9014	1,9467	0,9751
93		3	3	2	0,23579	0,47155	0,42193	7,1368	3,724	2,2694	9,9014	1,9467	0,9751
94		3	3	3	0,23579	0,47155	0,85522	7,1368	3,724	1,7027	9,9014	1,9467	0,9751
95		3	3	4	0,23579	0,47155	1,4135	7,1368	3,724	1,261	9,9014	1,9467	0,9751
96		3	4	0	0,23579	0,82181	0	7,1368	3,0743	3,8475	9,9014	1,9467	0,9751
97		3	4	1	0,23579	0,82181	0,13365	7,1368	3,0743	2,9811	9,9014	1,9467	0,9751
98		3	4	2	0,23579	0,82181	0,42193	7,1368	3,0743	2,2694	9,9014	1,9467	0,9751
99		3	4	3	0,23579	0,82181	0,85522	7,1368	3,0743	1,7027	9,9014	1,9467	0,9751
100		3	4	4	0,23579	0,82181	1,4135	7,1368	3,0743	1,261	9,9014	1,9467	0,9751
101		4	0	0	0,41546	0	0	6,5553	5,8957	3,6165	10,139	1,9414	0,97429
102		4	0	1	0,41546	0	0,15869	6,5553	5,8957	2,7752	10,139	1,9414	0,97429
103		4	0	2	0,41546	0	0,4846	6,5553	5,8957	2,1011	10,139	1,9414	0,97429

A/A	S ₀	S ₁	S ₂	P ₀	P ₁	P ₂	D ₂	D ₃	D ₄	M ₀	M ₁	M ₂
104	4	0	3	0,41546	0	0,95778	6,5553	5,8957	1,5743	10,139	1,9414	0,97429
105	4	0	4	0,41546	0	1,5526	6,5553	5,8957	1,1692	10,139	1,9414	0,97429
106	4	1	0	0,41546	0,07928	0	6,5553	4,975	3,6165	10,139	1,9414	0,97429
	5E+06	4	1	0,42523	0,0812	0	6,4922	4,945	3,5872	10,066	1,9451	0,97277
107	4	1	1	0,41546	0,07928	0,15869	6,5553	4,975	2,7752	10,139	1,9414	0,97429
	5E+06	4	1	0,42523	0,0812	0,16082	6,4922	4,945	2,748	10,066	1,9451	0,97277
108	4	1	2	0,41546	0,07928	0,4846	6,5553	4,975	2,1011	10,139	1,9414	0,97429
109	4	1	3	0,41546	0,07928	0,95778	6,5553	4,975	1,5743	10,139	1,9414	0,97429
110	4	1	4	0,41546	0,07928	1,5526	6,5553	4,975	1,1692	10,139	1,9414	0,97429
111	4	2	0	0,41546	0,26222	0	6,5553	4,1579	3,6165	10,139	1,9414	0,97429
112	4	2	1	0,41546	0,26222	0,15869	6,5553	4,1579	2,7752	10,139	1,9414	0,97429
	5E+06	4	2	0,42523	0,26695	0,16082	6,4922	4,1308	2,748	10,066	1,9451	0,97277
113	4	2	2	0,41546	0,26222	0,4846	6,5553	4,1579	2,1011	10,139	1,9414	0,97429
114	4	2	3	0,41546	0,26222	0,95778	6,5553	4,1579	1,5743	10,139	1,9414	0,97429
115	4	2	4	0,41546	0,26222	1,5526	6,5553	4,1579	1,1692	10,139	1,9414	0,97429
116	4	3	0	0,41546	0,55182	0	6,5553	3,4475	3,6165	10,139	1,9414	0,97429
117	4	3	1	0,41546	0,55182	0,15869	6,5553	3,4475	2,7752	10,139	1,9414	0,97429
118	4	3	2	0,41546	0,55182	0,4846	6,5553	3,4475	2,1011	10,139	1,9414	0,97429
119	4	3	3	0,41546	0,55182	0,95778	6,5553	3,4475	1,5743	10,139	1,9414	0,97429
120	4	3	4	0,41546	0,55182	1,5526	6,5553	3,4475	1,1692	10,139	1,9414	0,97429
121	4	4	0	0,41546	0,94263	0	6,5553	2,8384	3,6165	10,139	1,9414	0,97429
122	4	4	1	0,41546	0,94263	0,15869	6,5553	2,8384	2,7752	10,139	1,9414	0,97429
123	4	4	2	0,41546	0,94263	0,4846	6,5553	2,8384	2,1011	10,139	1,9414	0,97429
124	4	4	3	0,41546	0,94263	0,95778	6,5553	2,8384	1,5743	10,139	1,9414	0,97429
125	4	4	4	0,41546	0,94263	1,5526	6,5553	2,8384	1,1692	10,139	1,9414	0,97429

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ
ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ($\kappa_\lambda = \text{EXPO}(0.5)$)**

A/A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8546	0,5693	2,8391	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
2	0	0	0	1	0	0	0	0,2695	0,8546	0,5693	2,8391	0,8362	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
3	0	0	0	2	0	0	0	0,8381	0,8546	0,5693	2,8391	0,4049	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
4	0	0	0	3	0	0	0	1,6159	0,8546	0,5693	2,8391	0,1827	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
5	0	0	0	4	0	0	0	2,5114	0,8546	0,5693	2,8391	0,0782	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
6	0	0	1	0	0	0	0,1232	0	0,8546	0,5693	1,9623	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
7	0	0	1	1	0	0	0,1232	0,2695	0,8546	0,5693	1,9623	0,8362	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
8	0	0	1	2	0	0	0,1232	0,8381	0,8546	0,5693	1,9623	0,4049	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
9	0	0	1	3	0	0	0,1232	1,6159	0,8546	0,5693	1,9623	0,1827	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
10	0	0	1	4	0	0	0,1232	2,5114	0,8546	0,5693	1,9623	0,0782	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
11	0	0	2	0	0	0	0,4425	0	0,8546	0,5693	1,2816	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
12	0	0	2	1	0	0	0,4425	0,2695	0,8546	0,5693	1,2816	0,8362	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
13	0	0	2	2	0	0	0,4425	0,8381	0,8546	0,5693	1,2816	0,4049	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
14	0	0	2	3	0	0	0,4425	1,6159	0,8546	0,5693	1,2816	0,1827	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
15	0	0	2	4	0	0	0,4425	2,5114	0,8546	0,5693	1,2816	0,0782	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
16	0	0	3	0	0	0	0,9616	0	0,8546	0,5693	0,8008	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
17	0	0	3	1	0	0	0,9616	0,2695	0,8546	0,5693	0,8008	0,8362	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
18	0	0	3	2	0	0	0,9616	0,8381	0,8546	0,5693	0,8008	0,4049	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
19	0	0	3	3	0	0	0,9616	1,6159	0,8546	0,5693	0,8008	0,1827	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
20	0	0	3	4	0	0	0,9616	2,5114	0,8546	0,5693	0,8008	0,0782	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
21	0	0	4	0	0	0	1,6441	0	0,8546	0,5693	0,4834	1,5667	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
22	0	0	4	1	0	0	1,6441	0,2695	0,8546	0,5693	0,4834	0,8362	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
23	0	0	4	2	0	0	1,6441	0,8381	0,8546	0,5693	0,4834	0,4049	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
24	0	0	4	3	0	0	1,6441	1,6159	0,8546	0,5693	0,4834	0,1827	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
25	0	0	4	4	0	0	1,6441	2,5114	0,8546	0,5693	0,4834	0,0782	0,8545	0,5697	1,9839	0,99521
26	0	1	0	0	0	0,6039	0	0	0,8606	0,1775	2,8734	1,1373	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
27	0	1	0	1	0	0,6039	0	0,4036	0,8606	0,1775	2,8734	0,541	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
28	0	1	0	2	0	0,6039	0	1,1027	0,8606	0,1775	2,8734	0,2401	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
29	0	1	0	3	0	0,6039	0	1,9643	0,8606	0,1775	2,8734	0,1018	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
30	0	1	0	4	0	0,6039	0	2,9043	0,8606	0,1775	2,8734	0,0417	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
31	0	1	1	0	0	0,6039	0,1206	0	0,8606	0,1775	1,9941	1,1373	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
32	0	1	1	1	0	0,6039	0,1206	0,4036	0,8606	0,1775	1,9941	0,541	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
33	0	1	1	2	0	0,6039	0,1206	1,1027	0,8606	0,1775	1,9941	0,2401	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
34	0	1	1	3	0	0,6039	0,1206	1,9643	0,8606	0,1775	1,9941	0,1018	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
35	0	1	1	4	0	0,6039	0,1206	2,9043	0,8606	0,1775	1,9941	0,0417	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
36	0	1	2	0	0	0,6039	0,4365	0	0,8606	0,1775	1,31	1,1373	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
37	0	1	2	1	0	0,6039	0,4365	0,4036	0,8606	0,1775	1,31	0,541	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
38	0	1	2	2	0	0,6039	0,4365	1,1027	0,8606	0,1775	1,31	0,2401	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
39	0	1	2	3	0	0,6039	0,4365	1,9643	0,8606	0,1775	1,31	0,1018	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
40	0	1	2	4	0	0,6039	0,4365	2,9043	0,8606	0,1775	1,31	0,0417	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564

A/A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
41	0	1	3	0	0	0,6039	0,9499	0	0,8606	0,1775	0,8234	1,1373	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
42	0	1	3	1	0	0,6039	0,9499	0,4036	0,8606	0,1775	0,8234	0,541	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
43	0	1	3	2	0	0,6039	0,9499	1,1027	0,8606	0,1775	0,8234	0,2401	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
44	0	1	3	3	0	0,6039	0,9499	1,9643	0,8606	0,1775	0,8234	0,1018	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
45	0	1	3	4	0	0,6039	0,9499	2,9043	0,8606	0,1775	0,8234	0,0417	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
46	0	1	4	0	0	0,6039	1,6265	0	0,8606	0,1775	0,5	1,1373	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
47	0	1	4	1	0	0,6039	1,6265	0,4036	0,8606	0,1775	0,5	0,541	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
48	0	1	4	2	0	0,6039	1,6265	1,1027	0,8606	0,1775	0,5	0,2401	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
49	0	1	4	3	0	0,6039	1,6265	1,9643	0,8606	0,1775	0,5	0,1018	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
50	0	1	4	4	0	0,6039	1,6265	2,9043	0,8606	0,1775	0,5	0,0417	0,8596	0,5728	2,0123	0,86564
51	0	2	0	0	0	1,4771	0	0	0,8558	0,05	2,8541	1,0335	0,8565	0,572	1,995	0,948
52	0	2	0	1	0	1,4771	0	0,4349	0,8558	0,05	2,8541	0,4685	0,8565	0,572	1,995	0,948
53	0	2	0	2	0	1,4771	0	1,1661	0,8558	0,05	2,8541	0,1997	0,8565	0,572	1,995	0,948
54	0	2	0	3	0	1,4771	0	2,0479	0,8558	0,05	2,8541	0,0816	0,8565	0,572	1,995	0,948
55	0	2	0	4	0	1,4771	0	2,9987	0,8558	0,05	2,8541	0,0323	0,8565	0,572	1,995	0,948
56	0	2	1	0	0	1,4771	0,1227	0	0,8558	0,05	1,9768	1,0335	0,8565	0,572	1,995	0,948
57	0	2	1	1	0	1,4771	0,1227	0,4349	0,8558	0,05	1,9768	0,4685	0,8565	0,572	1,995	0,948
58	0	2	1	2	0	1,4771	0,1227	1,1661	0,8558	0,05	1,9768	0,1997	0,8565	0,572	1,995	0,948
59	0	2	1	3	0	1,4771	0,1227	2,0479	0,8558	0,05	1,9768	0,0816	0,8565	0,572	1,995	0,948
60	0	2	1	4	0	1,4771	0,1227	2,9987	0,8558	0,05	1,9768	0,0323	0,8565	0,572	1,995	0,948
61	0	2	2	0	0	1,4771	0,4411	0	0,8558	0,05	1,2952	1,0335	0,8565	0,572	1,995	0,948
62	0	2	2	1	0	1,4771	0,4411	0,4349	0,8558	0,05	1,2952	0,4685	0,8565	0,572	1,995	0,948
63	0	2	2	2	0	1,4771	0,4411	1,1661	0,8558	0,05	1,2952	0,1997	0,8565	0,572	1,995	0,948
64	0	2	2	3	0	1,4771	0,4411	2,0479	0,8558	0,05	1,2952	0,0816	0,8565	0,572	1,995	0,948
65	0	2	3	0	0	1,4771	0,9588	0	0,8558	0,05	0,813	1,0335	0,8565	0,572	1,995	0,948
66	0	2	3	1	0	1,4771	0,9588	0,4349	0,8558	0,05	0,813	0,4685	0,8565	0,572	1,995	0,948
67	0	2	3	2	0	1,4771	0,9588	1,1661	0,8558	0,05	0,813	0,1997	0,8565	0,572	1,995	0,948
68	0	2	3	3	0	1,4771	0,9588	2,0479	0,8558	0,05	0,813	0,0816	0,8565	0,572	1,995	0,948
69	0	2	3	4	0	1,4771	0,9588	2,9987	0,8558	0,05	0,813	0,0323	0,8565	0,572	1,995	0,948
70	0	2	4	0	0	1,4771	1,6397	0	0,8558	0,05	0,4939	1,0335	0,8565	0,572	1,995	0,948
71	0	2	4	1	0	1,4771	1,6397	0,4349	0,8558	0,05	0,4939	0,4685	0,8565	0,572	1,995	0,948
72	0	2	4	2	0	1,4771	1,6397	1,1661	0,8558	0,05	0,4939	0,1997	0,8565	0,572	1,995	0,948
73	0	2	4	3	0	1,4771	1,6397	2,0479	0,8558	0,05	0,4939	0,0816	0,8565	0,572	1,995	0,948
74	0	2	4	4	0	1,4771	1,6397	2,9987	0,8558	0,05	0,4939	0,0323	0,8565	0,572	1,995	0,948
75	0	3	0	0	0	2,4429	0	0	0,8534	0,0139	2,8466	1,011	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
76	0	3	0	1	0	2,4429	0	0,4419	0,8534	0,0139	2,8466	0,453	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
77	0	3	0	2	0	2,4429	0	1,1806	0,8534	0,0139	2,8466	0,1917	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
78	0	3	0	3	0	2,4429	0	2,0672	0,8534	0,0139	2,8466	0,0783	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
79	0	3	0	4	0	2,4429	0	3,0201	0,8534	0,0139	2,8466	0,0312	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334

A/A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
80	0	3	1	0	0	2,4429	0,1231	0	0,8534	0,0139	1,9697	1,011	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
81	0	3	1	1	0	2,4429	0,1231	0,4419	0,8534	0,0139	1,9697	0,453	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
82	0	3	1	2	0	2,4429	0,1231	1,1806	0,8534	0,0139	1,9697	0,1917	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
83	0	3	1	3	0	2,4429	0,1231	2,0672	0,8534	0,0139	1,9697	0,0783	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
84	0	3	1	4	0	2,4429	0,1231	3,0201	0,8534	0,0139	1,9697	0,0312	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
85	0	3	2	0	0	2,4429	0,4429	0	0,8534	0,0139	1,2895	1,011	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
86	0	3	2	1	0	2,4429	0,4429	0,4419	0,8534	0,0139	1,2895	0,453	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
87	0	3	2	2	0	2,4429	0,4429	1,1806	0,8534	0,0139	1,2895	0,1917	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
88	0	3	2	3	0	2,4429	0,4429	2,0672	0,8534	0,0139	1,2895	0,0783	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
89	0	3	2	4	0	2,4429	0,4429	3,0201	0,8534	0,0139	1,2895	0,0312	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
90	0	3	3	0	0	2,4429	0,9618	0	0,8534	0,0139	0,8084	1,011	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
91	0	3	3	1	0	2,4429	0,9618	0,4419	0,8534	0,0139	0,8084	0,453	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
92	0	3	3	2	0	2,4429	0,9618	1,1806	0,8534	0,0139	0,8084	0,1917	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
93	0	3	3	3	0	2,4429	0,9618	2,0672	0,8534	0,0139	0,8084	0,0783	0,8532	0,5697	1,9955	0,98334
94	0	4	0	0	0	3,4324	0	0	0,8549	0,0035	2,8653	1,002	0,855	0,571	2,0075	0,99397
95	1	0	0	0	0,4894	0	0	0	0,3501	0,5712	2,2903	1,5741	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
96	1	0	0	1	0,4894	0	0	0,2691	0,3501	0,5712	2,2903	0,8432	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
97	1	0	0	2	0,4894	0	0	0,8374	0,3501	0,5712	2,2903	0,4115	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
98	1	0	0	3	0,4894	0	0	1,6136	0,3501	0,5712	2,2903	0,1878	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
99	1	0	1	0	0,4894	0	0,2116	0	0,3501	0,5712	1,5019	1,5741	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
100	1	0	1	1	0,4894	0	0,2116	0,2691	0,3501	0,5712	1,5019	0,8432	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
101	1	0	1	2	0,4894	0	0,2116	0,8374	0,3501	0,5712	1,5019	0,4115	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
102	1	0	1	3	0,4894	0	0,2116	1,6136	0,3501	0,5712	1,5019	0,1878	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
103	1	0	2	0	0,4894	0	0,6545	0	0,3501	0,5712	0,9449	1,5741	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
104	1	0	2	1	0,4894	0	0,6545	0,2691	0,3501	0,5712	0,9449	0,8432	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
105	1	0	2	2	0,4894	0	0,6545	0,8374	0,3501	0,5712	0,9449	0,4115	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
106	1	0	2	3	0,4894	0	0,6545	1,6136	0,3501	0,5712	0,9449	0,1878	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
107	1	0	3	0	0,4894	0	1,2862	0	0,3501	0,5712	0,5766	1,5741	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
108	1	0	3	1	0,4894	0	1,2862	0,2691	0,3501	0,5712	0,5766	0,8432	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
109	1	0	3	2	0,4894	0	1,2862	0,8374	0,3501	0,5712	0,5766	0,4115	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
110	1	0	3	3	0,4894	0	1,2862	1,6136	0,3501	0,5712	0,5766	0,1878	0,8609	0,5711	1,8356	1,0053
111	1	1	0	0	0,4894	0,6051	0	0	0,3458	0,1764	2,2759	1,1362	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
112	1	1	0	1	0,4894	0,6051	0	0,4043	0,3458	0,1764	2,2759	0,5406	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
113	1	1	0	2	0,4894	0,6051	0	1,1043	0,3458	0,1764	2,2759	0,2406	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
114	1	1	0	3	0,4894	0,6051	0	1,9656	0,3458	0,1764	2,2759	0,1019	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
115	1	1	1	0	0,4894	0,6051	0,2116	0	0,3458	0,1764	1,4875	1,1362	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
116	1	1	1	1	0,4894	0,6051	0,2116	0,4043	0,3458	0,1764	1,4875	0,5406	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
117	1	1	1	2	0,4894	0,6051	0,2116	1,1043	0,3458	0,1764	1,4875	0,2406	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815

A/A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
118	1	1	1	3	0,4894	0,6051	0,2116	1,9656	0,3458	0,1764	1,4875	0,1019	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
119	1	1	2	0	0,4894	0,6051	0,6547	0	0,3458	0,1764	0,9307	1,1362	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
120	1	1	2	1	0,4894	0,6051	0,6547	0,4043	0,3458	0,1764	0,9307	0,5406	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
121	1	1	2	2	0,4894	0,6051	0,6547	1,1043	0,3458	0,1764	0,9307	0,2406	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
122	1	1	2	3	0,4894	0,6051	0,6547	1,9656	0,3458	0,1764	0,9307	0,1019	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
123	1	1	3	0	0,4894	0,6051	1,2871	0	0,3458	0,1764	0,5631	1,1362	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
124	1	1	3	1	0,4894	0,6051	1,2871	0,4043	0,3458	0,1764	0,5631	0,5406	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
125	1	1	3	2	0,4894	0,6051	1,2871	1,1043	0,3458	0,1764	0,5631	0,2406	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
126	1	1	3	3	0,4894	0,6051	1,2871	1,9656	0,3458	0,1764	0,5631	0,1019	0,8556	0,5718	1,8178	0,86815
127	1	2	0	0	0,4898	1,4781	0	0	0,3459	0,0497	2,2698	1,0269	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
128	1	2	0	1	0,4898	1,4781	0	0,4364	0,3459	0,0497	2,2698	0,4634	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
129	1	2	0	2	0,4898	1,4781	0	1,169	0,3459	0,0497	2,2698	0,196	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
130	1	2	0	3	0,4898	1,4781	0	2,0522	0,3459	0,0497	2,2698	0,0793	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
131	1	2	1	0	0,4898	1,4781	0,2122	0	0,3459	0,0497	1,482	1,0269	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
132	1	2	1	1	0,4898	1,4781	0,2122	0,4364	0,3459	0,0497	1,482	0,4634	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
133	1	2	1	2	0,4898	1,4781	0,2122	1,169	0,3459	0,0497	1,482	0,196	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
134	1	2	1	3	0,4898	1,4781	0,2122	2,0522	0,3459	0,0497	1,482	0,0793	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
135	1	2	2	0	0,4898	1,4781	0,6566	0	0,3459	0,0497	0,9264	1,0269	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
136	1	2	2	1	0,4898	1,4781	0,6566	0,4364	0,3459	0,0497	0,9264	0,4634	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
137	1	2	2	2	0,4898	1,4781	0,6566	1,169	0,3459	0,0497	0,9264	0,196	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
138	1	2	2	3	0,4898	1,4781	0,6566	2,0522	0,3459	0,0497	0,9264	0,0793	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
139	1	2	3	0	0,4898	1,4781	1,2913	0	0,3459	0,0497	0,5612	1,0269	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
140	1	2	3	1	0,4898	1,4781	1,2913	0,4364	0,3459	0,0497	0,5612	0,4634	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
141	1	2	3	2	0,4898	1,4781	1,2913	1,169	0,3459	0,0497	0,5612	0,196	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
142	1	2	3	3	0,4898	1,4781	1,2913	2,0522	0,3459	0,0497	0,5612	0,0793	0,8549	0,5718	1,8159	0,94321
143	1	3	0	0	0,4894	2,4418	0	0	0,345	0,0136	2,2661	1,005	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
144	1	3	0	1	0,4894	2,4418	0	0,4423	0,345	0,0136	2,2661	0,4474	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
145	1	3	0	2	0,4894	2,4418	0	1,181	0,345	0,0136	2,2661	0,1861	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
146	1	3	0	3	0,4894	2,4418	0	2,0688	0,345	0,0136	2,2661	0,0739	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
147	1	3	1	0	0,4894	2,4418	0,2112	0	0,345	0,0136	1,4773	1,005	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
148	1	3	1	1	0,4894	2,4418	0,2112	0,4423	0,345	0,0136	1,4773	0,4474	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
149	1	3	1	2	0,4894	2,4418	0,2112	1,181	0,345	0,0136	1,4773	0,1861	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
150	1	3	1	3	0,4894	2,4418	0,2112	2,0688	0,345	0,0136	1,4773	0,0739	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
151	1	3	2	0	0,4894	2,4418	0,6562	0	0,345	0,0136	0,9224	1,005	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
152	1	3	2	1	0,4894	2,4418	0,6562	0,4423	0,345	0,0136	0,9224	0,4474	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
153	1	3	2	2	0,4894	2,4418	0,6562	1,181	0,345	0,0136	0,9224	0,1861	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
154	1	3	2	3	0,4894	2,4418	0,6562	2,0688	0,345	0,0136	0,9224	0,0739	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355

A/A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
155	1	3	3	0	0,4894	2,4418	1,2914	0	0,345	0,0136	0,5576	1,005	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
156	1	3	3	1	0,4894	2,4418	1,2914	0,4423	0,345	0,0136	0,5576	0,4474	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
157	1	3	3	2	0,4894	2,4418	1,2914	1,181	0,345	0,0136	0,5576	0,1861	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
158	1	3	3	3	0,4894	2,4418	1,2914	2,0688	0,345	0,0136	0,5576	0,0739	0,8539	0,5723	1,8113	0,98355
159	2	0	0	0	1,2744	0	0	0	0,131	0,5683	2,0736	1,5673	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
160	2	0	0	1	1,2744	0	0	0,2699	0,131	0,5683	2,0736	0,8372	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
161	2	0	0	2	1,2744	0	0	0,839	0,131	0,5683	2,0736	0,4063	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
162	2	0	0	3	1,2744	0	0	1,6163	0,131	0,5683	2,0736	0,1836	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
163	2	0	1	0	1,2744	0	0,24	0	0,131	0,5683	1,3136	1,5673	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
164	2	0	1	1	1,2744	0	0,24	0,2699	0,131	0,5683	1,3136	0,8372	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
165	2	0	1	2	1,2744	0	0,24	0,839	0,131	0,5683	1,3136	0,4063	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
166	2	0	1	3	1,2744	0	0,24	1,6163	0,131	0,5683	1,3136	0,1836	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
167	2	0	2	0	1,2744	0	0,7256	0	0,131	0,5683	0,7992	1,5673	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
168	2	0	2	1	1,2744	0	0,7256	0,2699	0,131	0,5683	0,7992	0,8372	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
169	2	0	2	2	1,2744	0	0,7256	0,839	0,131	0,5683	0,7992	0,4063	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
170	2	0	2	3	1,2744	0	0,7256	1,6163	0,131	0,5683	0,7992	0,1836	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
171	2	0	3	0	1,2744	0	1,3987	0	0,131	0,5683	0,4724	1,5673	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
172	2	0	3	1	1,2744	0	1,3987	0,2699	0,131	0,5683	0,4724	0,8372	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
173	2	0	3	2	1,2744	0	1,3987	0,839	0,131	0,5683	0,4724	0,4063	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
174	2	0	3	3	1,2744	0	1,3987	1,6163	0,131	0,5683	0,4724	0,1836	0,8559	0,5697	1,8944	0,99834
175	2	1	0	0	1,2738	0,6048	0	0	0,1319	0,1759	2,0653	1,1286	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
176	2	1	0	1	1,2738	0,6048	0	0,406	0,1319	0,1759	2,0653	0,5347	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
177	2	1	0	2	1,2738	0,6048	0	1,1076	0,1319	0,1759	2,0653	0,2363	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
178	2	1	0	3	1,2738	0,6048	0	1,9708	0,1319	0,1759	2,0653	0,0995	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
179	2	1	1	0	1,2738	0,6048	0,24	0	0,1319	0,1759	1,3053	1,1286	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
180	2	1	1	1	1,2738	0,6048	0,24	0,406	0,1319	0,1759	1,3053	0,5347	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
181	2	1	1	2	1,2738	0,6048	0,24	1,1076	0,1319	0,1759	1,3053	0,2363	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
182	2	1	1	3	1,2738	0,6048	0,24	1,9708	0,1319	0,1759	1,3053	0,0995	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
183	2	1	2	0	1,2738	0,6048	0,7267	0	0,1319	0,1759	0,792	1,1286	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
184	2	1	2	1	1,2738	0,6048	0,7267	0,406	0,1319	0,1759	0,792	0,5347	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
185	2	1	2	2	1,2738	0,6048	0,7267	1,1076	0,1319	0,1759	0,792	0,2363	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
186	2	1	2	3	1,2738	0,6048	0,7267	1,9708	0,1319	0,1759	0,792	0,0995	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
187	2	1	3	0	1,2738	0,6048	1,4019	0	0,1319	0,1759	0,4672	1,1286	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
188	2	1	3	1	1,2738	0,6048	1,4019	0,406	0,1319	0,1759	0,4672	0,5347	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
189	2	1	3	2	1,2738	0,6048	1,4019	1,1076	0,1319	0,1759	0,4672	0,2363	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
190	2	1	3	3	1,2738	0,6048	1,4019	1,9708	0,1319	0,1759	0,4672	0,0995	0,8599	0,5719	1,8825	0,86001
191	2	2	0	0	1,2723	1,4786	0	0	0,1327	0,0509	2,087	1,0292	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
192	2	2	0	1	1,2723	1,4786	0	0,4361	0,1327	0,0509	2,087	0,4653	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384

A/A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
193	2	2	0	2	1,2723	1,4786	0	1,1682	0,1327	0,0509	2,087	0,1974	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
194	2	2	0	3	1,2723	1,4786	0	2,0514	0,1327	0,0509	2,087	0,0807	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
195	2	2	1	0	1,2723	1,4786	0,2384	0	0,1327	0,0509	1,3254	1,0292	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
196	2	2	1	1	1,2723	1,4786	0,2384	0,4361	0,1327	0,0509	1,3254	0,4653	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
197	2	2	1	2	1,2723	1,4786	0,2384	1,1682	0,1327	0,0509	1,3254	0,1974	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
198	2	2	1	3	1,2723	1,4786	0,2384	2,0514	0,1327	0,0509	1,3254	0,0807	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
199	2	2	2	0	1,2723	1,4786	0,722	0	0,1327	0,0509	0,809	1,0292	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
200	2	2	2	1	1,2723	1,4786	0,722	0,4361	0,1327	0,0509	0,809	0,4653	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
201	2	2	2	2	1,2723	1,4786	0,722	1,1682	0,1327	0,0509	0,809	0,1974	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
202	2	2	2	3	1,2723	1,4786	0,722	2,0514	0,1327	0,0509	0,809	0,0807	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
203	2	2	3	0	1,2723	1,4786	1,3937	0	0,1327	0,0509	0,4808	1,0292	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
204	2	2	3	1	1,2723	1,4786	1,3937	0,4361	0,1327	0,0509	0,4808	0,4653	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
205	2	2	3	2	1,2723	1,4786	1,3937	1,1682	0,1327	0,0509	0,4808	0,1974	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
206	2	2	3	3	1,2723	1,4786	1,3937	2,0514	0,1327	0,0509	0,4808	0,0807	0,8608	0,5717	1,9049	0,94384
207	2	3	0	0	1,2717	2,4403	0	0	0,1323	0,0134	2,0838	1,0043	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
208	2	3	0	1	1,2717	2,4403	0	0,443	0,1323	0,0134	2,0838	0,4473	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
209	2	3	0	2	1,2717	2,4403	0	1,1817	0,1323	0,0134	2,0838	0,186	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
210	2	3	0	3	1,2717	2,4403	0	2,0698	0,1323	0,0134	2,0838	0,0741	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
211	2	3	1	0	1,2717	2,4403	0,2385	0	0,1323	0,0134	1,3223	1,0043	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
212	2	3	1	1	1,2717	2,4403	0,2385	0,443	0,1323	0,0134	1,3223	0,4473	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
213	2	3	1	2	1,2717	2,4403	0,2385	1,1817	0,1323	0,0134	1,3223	0,186	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
214	2	3	1	3	1,2717	2,4403	0,2385	2,0698	0,1323	0,0134	1,3223	0,0741	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
215	2	3	2	0	1,2717	2,4403	0,7221	0	0,1323	0,0134	0,806	1,0043	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
216	2	3	2	1	1,2717	2,4403	0,7221	0,443	0,1323	0,0134	0,806	0,4473	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
217	2	3	2	2	1,2717	2,4403	0,7221	1,1817	0,1323	0,0134	0,806	0,186	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
218	2	3	2	3	1,2717	2,4403	0,7221	2,0698	0,1323	0,0134	0,806	0,0741	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
219	2	3	3	0	1,2717	2,4403	1,3943	0	0,1323	0,0134	0,4783	1,0043	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
220	2	3	3	1	1,2717	2,4403	1,3943	0,443	0,1323	0,0134	0,4783	0,4473	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
221	2	3	3	2	1,2717	2,4403	1,3943	1,1817	0,1323	0,0134	0,4783	0,186	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
222	2	3	3	3	1,2717	2,4403	1,3943	2,0698	0,1323	0,0134	0,4783	0,0741	0,8615	0,5717	1,899	0,97742
223	3	0	0	0	2,1915	0	0	0	0,0471	0,5706	2,0241	1,5722	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
224	3	0	0	1	2,1915	0	0	0,2685	0,0471	0,5706	2,0241	0,8407	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
225	3	0	0	2	2,1915	0	0	0,8355	0,0471	0,5706	2,0241	0,4077	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
226	3	0	0	3	2,1915	0	0	1,6119	0,0471	0,5706	2,0241	0,1841	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
227	3	0	1	0	2,1915	0	0,2464	0	0,0471	0,5706	1,2706	1,5722	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
228	3	0	1	1	2,1915	0	0,2464	0,2685	0,0471	0,5706	1,2706	0,8407	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
229	3	0	1	2	2,1915	0	0,2464	0,8355	0,0471	0,5706	1,2706	0,4077	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
230	3	0	1	3	2,1915	0	0,2464	1,6119	0,0471	0,5706	1,2706	0,1841	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019

A/A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
231	3	0	2	0	2,1915	0	0,7422	0	0,0471	0,5706	0,7664	1,5722	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
232	3	0	2	1	2,1915	0	0,7422	0,2685	0,0471	0,5706	0,7664	0,8407	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
233	3	0	2	2	2,1915	0	0,7422	0,8355	0,0471	0,5706	0,7664	0,4077	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
234	3	0	2	3	2,1915	0	0,7422	1,6119	0,0471	0,5706	0,7664	0,1841	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
235	3	0	3	0	2,1915	0	1,4258	0	0,0471	0,5706	0,45	1,5722	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
236	3	0	3	1	2,1915	0	1,4258	0,2685	0,0471	0,5706	0,45	0,8407	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
237	3	0	3	2	2,1915	0	1,4258	0,8355	0,0471	0,5706	0,45	0,4077	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
238	3	0	3	3	2,1915	0	1,4258	1,6119	0,0471	0,5706	0,45	0,1841	0,8559	0,5704	1,9565	1,0019
239	3	1	0	0	2,1892	0,6042	0	0	0,0475	0,1757	2,015	1,1367	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
240	3	1	0	1	2,1892	0,6042	0	0,4042	0,0475	0,1757	2,015	0,5409	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
241	3	1	0	2	2,1892	0,6042	0	1,1037	0,0475	0,1757	2,015	0,2405	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
242	3	1	0	3	2,1892	0,6042	0	1,965	0,0475	0,1757	2,015	0,1018	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
243	3	1	1	0	2,1892	0,6042	0,2466	0	0,0475	0,1757	1,2616	1,1367	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
244	3	1	1	1	2,1892	0,6042	0,2466	0,4042	0,0475	0,1757	1,2616	0,5409	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
245	3	1	1	2	2,1892	0,6042	0,2466	1,1037	0,0475	0,1757	1,2616	0,2405	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
246	3	1	1	3	2,1892	0,6042	0,2466	1,965	0,0475	0,1757	1,2616	0,1018	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
247	3	1	2	0	2,1892	0,6042	0,7423	0	0,0475	0,1757	0,7574	1,1367	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
248	3	1	2	1	2,1892	0,6042	0,7423	0,4042	0,0475	0,1757	0,7574	0,5409	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
249	3	1	2	2	2,1892	0,6042	0,7423	1,1037	0,0475	0,1757	0,7574	0,2405	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
250	3	1	2	3	2,1892	0,6042	0,7423	1,965	0,0475	0,1757	0,7574	0,1018	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
251	3	1	3	0	2,1892	0,6042	1,4267	0	0,0475	0,1757	0,4418	1,1367	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
252	3	1	3	1	2,1892	0,6042	1,4267	0,4042	0,0475	0,1757	0,4418	0,5409	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
253	3	1	3	2	2,1892	0,6042	1,4267	1,1037	0,0475	0,1757	0,4418	0,2405	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
254	3	1	3	3	2,1892	0,6042	1,4267	1,965	0,0475	0,1757	0,4418	0,1018	0,8578	0,5717	1,9484	0,86983
255	3	2	0	0	2,1918	1,4769	0	0	0,0465	0,0512	2,0148	1,0355	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
256	3	2	0	1	2,1918	1,4769	0	0,4342	0,0465	0,0512	2,0148	0,4698	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
257	3	2	0	2	2,1918	1,4769	0	1,1646	0,0465	0,0512	2,0148	0,2002	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
258	3	2	0	3	2,1918	1,4769	0	2,0459	0,0465	0,0512	2,0148	0,0815	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
259	3	2	1	0	2,1918	1,4769	0,2474	0	0,0465	0,0512	1,2622	1,0355	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
260	3	2	1	1	2,1918	1,4769	0,2474	0,4342	0,0465	0,0512	1,2622	0,4698	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
261	3	2	1	2	2,1918	1,4769	0,2474	1,1646	0,0465	0,0512	1,2622	0,2002	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
262	3	2	1	3	2,1918	1,4769	0,2474	2,0459	0,0465	0,0512	1,2622	0,0815	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
263	3	2	2	0	2,1918	1,4769	0,7443	0	0,0465	0,0512	0,7592	1,0355	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
264	3	2	2	1	2,1918	1,4769	0,7443	0,4342	0,0465	0,0512	0,7592	0,4698	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
265	3	2	2	2	2,1918	1,4769	0,7443	1,1646	0,0465	0,0512	0,7592	0,2002	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
266	3	2	2	3	2,1918	1,4769	0,7443	2,0459	0,0465	0,0512	0,7592	0,0815	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
267	3	2	3	0	2,1918	1,4769	1,4293	0	0,0465	0,0512	0,4442	1,0355	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088

A/A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
268	3	2	3	1	2,1918	1,4769	1,4293	0,4342	0,0465	0,0512	0,4442	0,4698	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
269	3	2	3	2	2,1918	1,4769	1,4293	1,1646	0,0465	0,0512	0,4442	0,2002	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
270	3	2	3	3	2,1918	1,4769	1,4293	2,0459	0,0465	0,0512	0,4442	0,0815	0,8535	0,5743	1,9473	0,95088
271	3	3	0	0	2,1881	2,4402	0	0	0,049	0,0141	2,0263	1,0026	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
272	3	3	0	1	2,1881	2,4402	0	0,4432	0,049	0,0141	2,0263	0,4458	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
273	3	3	0	2	2,1881	2,4402	0	1,1833	0,049	0,0141	2,0263	0,186	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
274	3	3	0	3	2,1881	2,4402	0	2,0719	0,049	0,0141	2,0263	0,0746	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
275	3	3	1	0	2,1881	2,4402	0,2478	0	0,049	0,0141	1,2741	1,0026	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
276	3	3	1	1	2,1881	2,4402	0,2478	0,4432	0,049	0,0141	1,2741	0,4458	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
277	3	3	1	2	2,1881	2,4402	0,2478	1,1833	0,049	0,0141	1,2741	0,186	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
278	3	3	1	3	2,1881	2,4402	0,2478	2,0719	0,049	0,0141	1,2741	0,0746	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
279	3	3	2	0	2,1881	2,4402	0,7433	0	0,049	0,0141	0,7697	1,0026	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
280	3	3	2	1	2,1881	2,4402	0,7433	0,4432	0,049	0,0141	0,7697	0,4458	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
281	3	3	2	2	2,1881	2,4402	0,7433	1,1833	0,049	0,0141	0,7697	0,186	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
282	3	3	2	3	2,1881	2,4402	0,7433	2,0719	0,049	0,0141	0,7697	0,0746	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
283	3	3	3	0	2,1881	2,4402	1,4257	0	0,049	0,0141	0,4521	1,0026	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
284	3	3	3	1	2,1881	2,4402	1,4257	0,4432	0,049	0,0141	0,4521	0,4458	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
285	3	3	3	2	2,1881	2,4402	1,4257	1,1833	0,049	0,0141	0,4521	0,186	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824
286	3	3	3	3	2,1881	2,4402	1,4257	2,0719	0,049	0,0141	0,4521	0,0746	0,8612	0,5744	1,9579	0,97824

Παράρτημα Δ : Αποτελέσματα προσομοιώσεων για σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη
($\kappa_\lambda = \text{EXPO}(1)$)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ
ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΡΞΗ ($\kappa_\lambda = \text{EXPO}(1)$)**

Παράρτημα Δ : Αποτελέσματα προσομοιώσεων για σύστημα με διαφοροποίηση από την έναρξη
(κλ=EXPO(1))

λ	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
1	0	0	0	0	0	0	0	0	5,9436	3,9589	7,9451	4,9576	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
2	0	0	0	1	0	0	0	0,0493	5,9436	3,9589	7,9451	4,0069	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
3	0	0	0	2	0	0	0	0,1973	5,9436	3,9589	7,9451	3,1549	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
4	0	0	0	3	0	0	0	0,4729	5,9436	3,9589	7,9451	2,4305	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
5	0	0	1	0	0	0	0,016	0	5,9436	3,9589	6,9611	4,9576	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
6	0	0	1	1	0	0	0,016	0,0493	5,9436	3,9589	6,9611	4,0069	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
7	0	0	1	2	0	0	0,016	0,1973	5,9436	3,9589	6,9611	3,1549	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
8	0	0	1	3	0	0	0,016	0,4729	5,9436	3,9589	6,9611	2,4305	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
9	0	0	2	0	0	0	0,0711	0	5,9436	3,9589	6,0162	4,9576	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
10	0	0	2	1	0	0	0,0711	0,0493	5,9436	3,9589	6,0162	4,0069	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
11	0	0	2	2	0	0	0,0711	0,1973	5,9436	3,9589	6,0162	3,1549	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
12	0	0	2	3	0	0	0,0711	0,4729	5,9436	3,9589	6,0162	2,4305	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
13	0	0	3	0	0	0	0,188	0	5,9436	3,9589	5,1331	4,9576	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
14	0	0	3	1	0	0	0,188	0,0493	5,9436	3,9589	5,1331	4,0069	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
15	0	0	3	2	0	0	0,188	0,1973	5,9436	3,9589	5,1331	3,1549	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
16	0	0	3	2	0	0	0,1884	0,1995	5,9398	3,9614	5,1262	3,1581	5,9391	3,9615	1,9978	0,997
17	0	0	3	3	0	0	0,188	0,4729	5,9436	3,9589	5,1331	2,4305	5,9431	3,9598	2,0029	0,9989
18	0	1	0	0	0	0,11085	0	0	6,0113	3,1096	8,0083	4,0927	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
19	0	1	0	1	0	0,11085	0	0,1214	6,0113	3,1096	8,0083	3,2142	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
20	0	1	0	2	0	0,11085	0	0,3855	6,0113	3,1096	8,0083	2,4783	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
21	0	1	0	3	0	0,11085	0	0,7882	6,0113	3,1096	8,0083	1,881	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
22	0	1	1	0	0	0,11085	0,0157	0	6,0113	3,1096	7,024	4,0927	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
23	0	1	1	1	0	0,11085	0,0157	0,1214	6,0113	3,1096	7,024	3,2142	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
24	0	1	1	2	0	0,11085	0,0157	0,3855	6,0113	3,1096	7,024	2,4783	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
25	0	1	1	3	0	0,11085	0,0157	0,7882	6,0113	3,1096	7,024	1,881	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
26	0	1	2	0	0	0,11085	0,0708	0	6,0113	3,1096	6,079	4,0927	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
27	0	1	2	1	0	0,11085	0,0708	0,1214	6,0113	3,1096	6,079	3,2142	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
28	0	1	2	2	0	0,11085	0,0708	0,3855	6,0113	3,1096	6,079	2,4783	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
29	0	1	2	3	0	0,11085	0,0708	0,7882	6,0113	3,1096	6,079	1,881	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
30	0	1	3	0	0	0,11085	0,188	0	6,0113	3,1096	5,1963	4,0927	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
31	0	1	3	1	0	0,11085	0,188	0,1214	6,0113	3,1096	5,1963	3,2142	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
32	0	1	3	1	0	0,11024	0,1849	0,1206	6,0349	3,1228	5,2204	3,2261	6,0351	4,0121	2,0001	0,9157
33	0	1	3	2	0	0,11085	0,188	0,3855	6,0113	3,1096	5,1963	2,4783	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
34	0	1	3	3	0	0,11085	0,188	0,7882	6,0113	3,1096	5,1963	1,881	6,0132	3,9975	1,9973	0,914
35	0	2	0	0	0	0,36636	0	0	6,0576	2,418	8,0577	3,3855	6,056	4,0517	1,998	0,9095
36	0	2	0	1	0	0,36636	0	0,1902	6,0576	2,418	8,0577	2,5757	6,056	4,0517	1,998	0,9095
37	0	2	0	2	0	0,36636	0	0,5582	6,0576	2,418	8,0577	1,9437	6,056	4,0517	1,998	0,9095
38	0	2	0	3	0	0,36636	0	1,0697	6,0576	2,418	8,0577	1,4553	6,056	4,0517	1,998	0,9095

A	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
17	0	2	1	0	0	0,36636	0,0156	0	6,0576	2,418	7,0733	3,3855	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
18	0	2	1	1	0	0,36636	0,0156	0,1902	6,0576	2,418	7,0733	2,5757	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
19	0	2	1	2	0	0,36636	0,0156	0,5582	6,0576	2,418	7,0733	1,9437	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
10	0	2	1	3	0	0,36636	0,0156	1,0697	6,0576	2,418	7,0733	1,4553	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
11	0	2	2	0	0	0,36636	0,0698	0	6,0576	2,418	6,1276	3,3855	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
12	0	2	2	1	0	0,36636	0,0698	0,1902	6,0576	2,418	6,1276	2,5757	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
13	0	2	2	2	0	0,36636	0,0698	0,5582	6,0576	2,418	6,1276	1,9437	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
14	0	2	2	3	0	0,36636	0,0698	1,0697	6,0576	2,418	6,1276	1,4553	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
15	0	2	3	0	0	0,36636	0,1847	0	6,0576	2,418	5,2424	3,3855	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
16	0	2	3	1	0	0,36636	0,1847	0,1902	6,0576	2,418	5,2424	2,5757	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
17	0	2	3	2	0	0,36636	0,1847	0,5582	6,0576	2,418	5,2424	1,9437	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
18	0	2	3	3	0	0,36636	0,1847	1,0697	6,0576	2,418	5,2424	1,4553	6,056	4,0517	1,998	0,9095:
19	0	3	0	0	0	0,7836	0	0	5,9343	1,7349	7,9287	2,6996	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
20	0	3	0	1	0	0,7836	0	0,2527	5,9343	1,7349	7,9287	1,9523	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
21	0	3	0	2	0	0,7836	0	0,7152	5,9343	1,7349	7,9287	1,4147	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
22	0	3	0	3	0	0,7836	0	1,326	5,9343	1,7349	7,9287	1,0256	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
23	0	3	1	0	0	0,7836	0,0161	0	5,9343	1,7349	6,9448	2,6996	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
24	0	3	1	1	0	0,7836	0,0161	0,2527	5,9343	1,7349	6,9448	1,9523	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
25	0	3	1	2	0	0,7836	0,0161	0,7152	5,9343	1,7349	6,9448	1,4147	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
26	0	3	1	3	0	0,7836	0,0161	1,326	5,9343	1,7349	6,9448	1,0256	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
27	0	3	2	0	0	0,7836	0,0719	0	5,9343	1,7349	6,0006	2,6996	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
28	0	3	2	1	0	0,7836	0,0719	0,2527	5,9343	1,7349	6,0006	1,9523	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
29	0	3	2	2	0	0,7836	0,0719	0,7152	5,9343	1,7349	6,0006	1,4147	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
30	0	3	2	3	0	0,7836	0,0719	1,326	5,9343	1,7349	6,0006	1,0256	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
31	0	3	3	0	0	0,7836	0,1898	0	5,9343	1,7349	5,1185	2,6996	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
32	0	3	3	1	0	0,7836	0,1898	0,2527	5,9343	1,7349	5,1185	1,9523	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
33	0	3	3	2	0	0,7836	0,1898	0,7152	5,9343	1,7349	5,1185	1,4147	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
34	0	3	3	3	0	0,7836	0,1898	1,326	5,9343	1,7349	5,1185	1,0256	5,9332	3,9505	1,9954	0,9151
35	1	0	0	0	0,06377	0	0	0	4,9891	3,9466	6,9557	4,946	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
36	1	0	0	1	0,06377	0	0	0,0502	4,9891	3,9466	6,9557	3,9962	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
37	1	0	0	2	0,06377	0	0	0,2002	4,9891	3,9466	6,9557	3,1463	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
38	1	0	0	3	0,06377	0	0	0,4778	4,9891	3,9466	6,9557	2,4239	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
69	1	0	1	0	0,06377	0	0,0439	0	4,9891	3,9466	5,9995	4,946	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
70	1	0	1	1	0,06377	0	0,0439	0,0502	4,9891	3,9466	5,9995	3,9962	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
71	1	0	1	2	0,06377	0	0,0439	0,2002	4,9891	3,9466	5,9995	3,1463	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
72	1	0	1	3	0,06377	0	0,0439	0,4778	4,9891	3,9466	5,9995	2,4239	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
73	1	0	2	0	0,06377	0	0,1557	0	4,9891	3,9466	5,1114	4,946	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:
74	1	0	2	1	0,06377	0	0,1557	0,0502	4,9891	3,9466	5,1114	3,9962	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985:

	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
5	1	0	2	2	0,06377	0	0,1557	0,2002	4,9891	3,9466	5,1114	3,1463	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985
5E+06	1	0	2	2	0,06219	0	0,1524	0,1971	5,0658	4,0041	5,1956	3,2032	6,0046	4,0041	1,9278	1,0021
6	1	0	2	3	0,06377	0	0,1557	0,4778	4,9891	3,9466	5,1114	2,4239	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985
7	1	0	3	0	0,06377	0	0,3505	0	4,9891	3,9466	4,3061	4,946	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985
8	1	0	3	1	0,06377	0	0,3505	0,0502	4,9891	3,9466	4,3061	3,9962	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985
9	1	0	3	2	0,06377	0	0,3505	0,2002	4,9891	3,9466	4,3061	3,1463	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985
0	1	0	3	3	0,06377	0	0,3505	0,4778	4,9891	3,9466	4,3061	2,4239	5,9259	3,9465	1,9164	0,9985
1	1	1	0	0	0,06468	0,11449	0	0	4,9532	3,0438	6,922	4,0276	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
2	1	1	0	1	0,06468	0,11449	0	0,1252	4,9532	3,0438	6,922	3,1528	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
3	1	1	0	2	0,06468	0,11449	0	0,3952	4,9532	3,0438	6,922	2,4229	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
4	1	1	0	3	0,06468	0,11449	0	0,806	4,9532	3,0438	6,922	1,8336	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
5	1	1	1	0	0,06468	0,11449	0,0443	0	4,9532	3,0438	5,9663	4,0276	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
6	1	1	1	1	0,06468	0,11449	0,0443	0,1252	4,9532	3,0438	5,9663	3,1528	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
7	1	1	1	2	0,06468	0,11449	0,0443	0,3952	4,9532	3,0438	5,9663	2,4229	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
8	1	1	1	3	0,06468	0,11449	0,0443	0,806	4,9532	3,0438	5,9663	1,8336	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
9	1	1	2	0	0,06468	0,11449	0,1573	0	4,9532	3,0438	5,0793	4,0276	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
0	1	1	2	1	0,06468	0,11449	0,1573	0,1252	4,9532	3,0438	5,0793	3,1528	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
5E+06	1	1	2	1	0,0626	0,11145	0,1521	0,1223	5,0486	3,1039	5,1853	3,2098	5,9853	3,9925	1,9336	0,9161
1	1	1	2	2	0,06468	0,11449	0,1573	0,3952	4,9532	3,0438	5,0793	2,4229	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
2	1	1	2	3	0,06468	0,11449	0,1573	0,806	4,9532	3,0438	5,0793	1,8336	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
3	1	1	3	0	0,06468	0,11449	0,3533	0	4,9532	3,0438	4,2753	4,0276	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
4	1	1	3	1	0,06468	0,11449	0,3533	0,1252	4,9532	3,0438	4,2753	3,1528	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
5	1	1	3	2	0,06468	0,11449	0,3533	0,3952	4,9532	3,0438	4,2753	2,4229	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
6	1	1	3	3	0,06468	0,11449	0,3533	0,806	4,9532	3,0438	4,2753	1,8336	5,888	3,9291	1,9141	0,9154
7	1	2	0	0	0,06211	0,36928	0	0	5,069	2,3867	7,0605	3,3638	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
8	1	2	0	1	0,06211	0,36928	0	0,1907	5,069	2,3867	7,0605	2,5545	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
9	1	2	0	2	0,06211	0,36928	0	0,5584	5,069	2,3867	7,0605	1,9222	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
0	1	2	0	3	0,06211	0,36928	0	1,0703	5,069	2,3867	7,0605	1,4341	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
1	1	2	1	0	0,06211	0,36928	0,0427	0	5,069	2,3867	6,1031	3,3638	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
2	1	2	1	1	0,06211	0,36928	0,0427	0,1907	5,069	2,3867	6,1031	2,5545	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
3	1	2	1	2	0,06211	0,36928	0,0427	0,5584	5,069	2,3867	6,1031	1,9222	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
4	1	2	1	3	0,06211	0,36928	0,0427	1,0703	5,069	2,3867	6,1031	1,4341	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
5	1	2	2	0	0,06211	0,36928	0,1519	0	5,069	2,3867	5,2124	3,3638	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
6	1	2	2	1	0,06211	0,36928	0,1519	0,1907	5,069	2,3867	5,2124	2,5545	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
7	1	2	2	2	0,06211	0,36928	0,1519	0,5584	5,069	2,3867	5,2124	1,9222	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
8	1	2	2	3	0,06211	0,36928	0,1519	1,0703	5,069	2,3867	5,2124	1,4341	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
9	1	2	3	0	0,06211	0,36928	0,3425	0	5,069	2,3867	4,403	3,3638	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
0	1	2	3	1	0,06211	0,36928	0,3425	0,1907	5,069	2,3867	4,403	2,5545	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187

λ	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
1	1	2	3	2	0,06211	0,36928	0,3425	0,5584	5,069	2,3867	4,403	1,9222	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
2	1	2	3	3	0,06211	0,36928	0,3425	1,0703	5,069	2,3867	4,403	1,4341	6,0075	4,0171	1,9412	0,9187
3	1	3	0	0	0,06373	0,78925	0	0	5,0027	1,7556	6,9847	2,7232	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
4	1	3	0	1	0,06373	0,78925	0	0,2537	5,0027	1,7556	6,9847	1,977	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
5	1	3	0	2	0,06373	0,78925	0	0,7154	5,0027	1,7556	6,9847	1,4386	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
6	1	3	0	3	0,06373	0,78925	0	1,3232	5,0027	1,7556	6,9847	1,0465	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
7	1	3	1	0	0,06373	0,78925	0,0437	0	5,0027	1,7556	6,0284	2,7232	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
8	1	3	1	1	0,06373	0,78925	0,0437	0,2537	5,0027	1,7556	6,0284	1,977	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
9	1	3	1	2	0,06373	0,78925	0,0437	0,7154	5,0027	1,7556	6,0284	1,4386	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
0	1	3	1	3	0,06373	0,78925	0,0437	1,3232	5,0027	1,7556	6,0284	1,0465	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
1	1	3	2	0	0,06373	0,78925	0,1551	0	5,0027	1,7556	5,1398	2,7232	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
2	1	3	2	1	0,06373	0,78925	0,1551	0,2537	5,0027	1,7556	5,1398	1,977	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
3	1	3	2	2	0,06373	0,78925	0,1551	0,7154	5,0027	1,7556	5,1398	1,4386	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
4	1	3	2	3	0,06373	0,78925	0,1551	1,3232	5,0027	1,7556	5,1398	1,0465	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
5	1	3	3	0	0,06373	0,78925	0,349	0	5,0027	1,7556	4,3337	2,7232	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
6	1	3	3	1	0,06373	0,78925	0,349	0,2537	5,0027	1,7556	4,3337	1,977	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
7	1	3	3	2	0,06373	0,78925	0,349	0,7154	5,0027	1,7556	4,3337	1,4386	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
8	1	3	3	3	0,06373	0,78925	0,349	1,3232	5,0027	1,7556	4,3337	1,0465	5,9394	3,9659	1,9322	0,9174
9	2	0	0	0	0,22166	0	0	0	4,2139	4,0049	6,1654	5,0014	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
0	2	0	0	1	0,22166	0	0	0,0498	4,2139	4,0049	6,1654	4,0512	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
1	2	0	0	2	0,22166	0	0	0,1992	4,2139	4,0049	6,1654	3,2006	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
2	2	0	0	3	0,22166	0	0	0,4754	4,2139	4,0049	6,1654	2,4768	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
3	2	0	1	0	0,22166	0	0,0733	0	4,2139	4,0049	5,2388	5,0014	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
4	2	0	1	1	0,22166	0	0,0733	0,0498	4,2139	4,0049	5,2388	4,0512	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
5	2	0	1	2	0,22166	0	0,0733	0,1992	4,2139	4,0049	5,2388	3,2006	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
6	2	0	1	3	0,22166	0	0,0733	0,4754	4,2139	4,0049	5,2388	2,4768	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
7	2	0	2	0	0,22166	0	0,242	0	4,2139	4,0049	4,4075	5,0014	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
8	2	0	2	1	0,22166	0	0,242	0,0498	4,2139	4,0049	4,4075	4,0512	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
9	2	0	2	2	0,22166	0	0,242	0,1992	4,2139	4,0049	4,4075	3,2006	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
0	2	0	2	3	0,22166	0	0,242	0,4754	4,2139	4,0049	4,4075	2,4768	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
1	2	0	3	0	0,22166	0	0,5101	0	4,2139	4,0049	3,6755	5,0014	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
2	2	0	3	1	0,22166	0	0,5101	0,0498	4,2139	4,0049	3,6755	4,0512	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
3	2	0	3	2	0,22166	0	0,5101	0,1992	4,2139	4,0049	3,6755	3,2006	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
4	2	0	3	3	0,22166	0	0,5101	0,4754	4,2139	4,0049	3,6755	2,4768	5,9912	4,0048	1,9007	0,9912
5	2	1	0	0	0,22227	0,11202	0	0	4,15	3,0602	6,1075	4,0378	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
6	2	1	0	1	0,22227	0,11202	0	0,123	4,15	3,0602	6,1075	3,1609	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
7	2	1	0	2	0,22227	0,11202	0	0,3896	4,15	3,0602	6,1075	2,4275	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
8	2	1	0	3	0,22227	0,11202	0	0,7962	4,15	3,0602	6,1075	1,8341	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082

	S ₀₁	S ₀₂	S ₁	S ₂	P ₀₁	P ₀₂	P ₁	P ₂	D ₂₁	D ₂₂	D ₃	D ₄	M ₀₁	M ₀₂	M ₁	M ₂
9	2	1	1	0	0,22227	0,11202	0,074	0	4,15	3,0602	5,1815	4,0378	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
0	2	1	1	1	0,22227	0,11202	0,074	0,123	4,15	3,0602	5,1815	3,1609	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
1	2	1	1	2	0,22227	0,11202	0,074	0,3896	4,15	3,0602	5,1815	2,4275	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
2	2	1	1	3	0,22227	0,11202	0,074	0,7962	4,15	3,0602	5,1815	1,8341	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
3	2	1	2	0	0,22227	0,11202	0,2425	0	4,15	3,0602	4,35	4,0378	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
4	2	1	2	1	0,22227	0,11202	0,2425	0,123	4,15	3,0602	4,35	3,1609	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
5	2	1	2	2	0,22227	0,11202	0,2425	0,3896	4,15	3,0602	4,35	2,4275	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
6	2	1	2	3	0,22227	0,11202	0,2425	0,7962	4,15	3,0602	4,35	1,8341	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
7	2	1	3	0	0,22227	0,11202	0,5113	0	4,15	3,0602	3,6188	4,0378	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
8	2	1	3	1	0,22227	0,11202	0,5113	0,123	4,15	3,0602	3,6188	3,1609	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
9	2	1	3	2	0,22227	0,11202	0,5113	0,3896	4,15	3,0602	3,6188	2,4275	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
0	2	1	3	3	0,22227	0,11202	0,5113	0,7962	4,15	3,0602	3,6188	1,8341	5,9264	3,9489	1,9081	0,9082
1	2	2	0	0	0,22042	0,37437	0	0	4,1462	2,3122	6,0961	3,2789	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
2	2	2	0	1	0,22042	0,37437	0	0,193	4,1462	2,3122	6,0961	2,4718	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
3	2	2	0	2	0,22042	0,37437	0	0,5666	4,1462	2,3122	6,0961	1,8455	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
4	2	2	0	3	0,22042	0,37437	0	1,0863	4,1462	2,3122	6,0961	1,3652	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
5	2	2	1	0	0,22042	0,37437	0,0731	0	4,1462	2,3122	5,1692	3,2789	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
6	2	2	1	1	0,22042	0,37437	0,0731	0,193	4,1462	2,3122	5,1692	2,4718	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
7	2	2	1	2	0,22042	0,37437	0,0731	0,5666	4,1462	2,3122	5,1692	1,8455	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
8	2	2	1	3	0,22042	0,37437	0,0731	1,0863	4,1462	2,3122	5,1692	1,3652	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
9	2	2	2	0	0,22042	0,37437	0,2415	0	4,1462	2,3122	4,3376	3,2789	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
0	2	2	2	1	0,22042	0,37437	0,2415	0,193	4,1462	2,3122	4,3376	2,4718	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
1	2	2	2	2	0,22042	0,37437	0,2415	0,5666	4,1462	2,3122	4,3376	1,8455	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
2	2	2	2	3	0,22042	0,37437	0,2415	1,0863	4,1462	2,3122	4,3376	1,3652	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
3	2	2	3	0	0,22042	0,37437	0,5095	0	4,1462	2,3122	3,6056	3,2789	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
4	2	2	3	1	0,22042	0,37437	0,5095	0,193	4,1462	2,3122	3,6056	2,4718	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
5	2	2	3	2	0,22042	0,37437	0,5095	0,5666	4,1462	2,3122	3,6056	1,8455	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
6	2	2	3	3	0,22042	0,37437	0,5095	1,0863	4,1462	2,3122	3,6056	1,3652	5,9266	3,9388	1,8988	0,9071
7	2	3	0	0	0,21836	0,77764	0	0	4,1867	1,7536	6,1396	2,7123	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100
8	2	3	0	1	0,21836	0,77764	0	0,2519	4,1867	1,7536	6,1396	1,9642	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100
9	2	3	0	2	0,21836	0,77764	0	0,7108	4,1867	1,7536	6,1396	1,4232	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100
0	2	3	0	3	0,21836	0,77764	0	1,3167	4,1867	1,7536	6,1396	1,0291	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100
1	2	3	1	0	0,21836	0,77764	0,0727	0	4,1867	1,7536	5,2123	2,7123	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100
2	2	3	1	1	0,21836	0,77764	0,0727	0,2519	4,1867	1,7536	5,2123	1,9642	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100
3	2	3	1	2	0,21836	0,77764	0,0727	0,7108	4,1867	1,7536	5,2123	1,4232	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100
4	2	3	1	3	0,21836	0,77764	0,0727	1,3167	4,1867	1,7536	5,2123	1,0291	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100
5	2	3	2	0	0,21836	0,77764	0,2395	0	4,1867	1,7536	4,3791	2,7123	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100

λ	S_{01}	S_{02}	S_1	S_2	P_{01}	P_{02}	P_1	P_2	D_{21}	D_{22}	D_3	D_4	M_{01}	M_{02}	M_1	M_2
6	2	3	2	1	0,21836	0,77764	0,2395	0,2519	4,1867	1,7536	4,3791	1,9642	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100:
7	2	3	2	2	0,21836	0,77764	0,2395	0,7108	4,1867	1,7536	4,3791	1,4232	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100:
8	2	3	2	3	0,21836	0,77764	0,2395	1,3167	4,1867	1,7536	4,3791	1,0291	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100:
9	2	3	3	0	0,21836	0,77764	0,5059	0	4,1867	1,7536	3,6455	2,7123	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100:
0	2	3	3	1	0,21836	0,77764	0,5059	0,2519	4,1867	1,7536	3,6455	1,9642	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100:
1	2	3	3	2	0,21836	0,77764	0,5059	0,7108	4,1867	1,7536	3,6455	1,4232	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100:
2	2	3	3	3	0,21836	0,77764	0,5059	1,3167	4,1867	1,7536	3,6455	1,0291	5,9679	3,9751	1,9017	0,9100:
3	3	0	0	0	0,48042	0	0	0	3,4886	4,0118	5,4281	5,0105	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
4	3	0	0	1	0,48042	0	0	0,0492	3,4886	4,0118	5,4281	4,0597	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
5	3	0	0	2	0,48042	0	0	0,197	3,4886	4,0118	5,4281	3,2076	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
6	3	0	0	3	0,48042	0	0	0,4715	3,4886	4,0118	5,4281	2,4821	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
7	3	0	1	0	0,48042	0	0,1012	0	3,4886	4,0118	4,5293	5,0105	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
8	3	0	1	1	0,48042	0	0,1012	0,0492	3,4886	4,0118	4,5293	4,0597	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
9	3	0	1	2	0,48042	0	0,1012	0,197	3,4886	4,0118	4,5293	3,2076	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
0	3	0	1	3	0,48042	0	0,1012	0,4715	3,4886	4,0118	4,5293	2,4821	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
1	3	0	2	0	0,48042	0	0,3224	0	3,4886	4,0118	3,7504	5,0105	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
2	3	0	2	1	0,48042	0	0,3224	0,0492	3,4886	4,0118	3,7504	4,0597	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
3	3	0	2	2	0,48042	0	0,3224	0,197	3,4886	4,0118	3,7504	3,2076	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
4	3	0	2	3	0,48042	0	0,3224	0,4715	3,4886	4,0118	3,7504	2,4821	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
5	3	0	3	0	0,48042	0	0,6581	0	3,4886	4,0118	3,0861	5,0105	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
6	3	0	3	1	0,48042	0	0,6581	0,0492	3,4886	4,0118	3,0861	4,0597	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
7	3	0	3	2	0,48042	0	0,6581	0,197	3,4886	4,0118	3,0861	3,2076	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
8	3	0	3	3	0,48042	0	0,6581	0,4715	3,4886	4,0118	3,0861	2,4821	6,0075	4,0111	1,8908	0,9963
9	3	1	0	0	0,48415	0,11148	0	0	3,4749	3,0991	5,4117	4,0816	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
0	3	1	0	1	0,48415	0,11148	0	0,1228	3,4749	3,0991	5,4117	3,2044	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
1	3	1	0	2	0,48415	0,11148	0	0,3878	3,4749	3,0991	5,4117	2,4694	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
2	3	1	0	3	0,48415	0,11148	0	0,7927	3,4749	3,0991	5,4117	1,8743	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
3	3	1	1	0	0,48415	0,11148	0,1021	0	3,4749	3,0991	4,5138	4,0816	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
4	3	1	1	1	0,48415	0,11148	0,1021	0,1228	3,4749	3,0991	4,5138	3,2044	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
5	3	1	1	2	0,48415	0,11148	0,1021	0,3878	3,4749	3,0991	4,5138	2,4694	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
6	3	1	1	3	0,48415	0,11148	0,1021	0,7927	3,4749	3,0991	4,5138	1,8743	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
7	3	1	2	0	0,48415	0,11148	0,325	0	3,4749	3,0991	3,7366	4,0816	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
8	3	1	2	1	0,48415	0,11148	0,325	0,1228	3,4749	3,0991	3,7366	3,2044	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
9	3	1	2	2	0,48415	0,11148	0,325	0,3878	3,4749	3,0991	3,7366	2,4694	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
0	3	1	2	3	0,48415	0,11148	0,325	0,7927	3,4749	3,0991	3,7366	1,8743	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
1	3	1	3	0	0,48415	0,11148	0,6633	0	3,4749	3,0991	3,0749	4,0816	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
2	3	1	3	1	0,48415	0,11148	0,6633	0,1228	3,4749	3,0991	3,0749	3,2044	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
3	3	1	3	2	0,48415	0,11148	0,6633	0,3878	3,4749	3,0991	3,0749	2,4694	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159

λ	S_{01}	S_{02}	S_1	S_2	P_{01}	P_{02}	P_1	P_2	D_{21}	D_{22}	D_3	D_4	M_{01}	M_{02}	M_1	M_2
4	3	1	3	3	0,48415	0,11148	0,6633	0,7927	3,4749	3,0991	3,0749	1,8743	5,9895	3,9877	1,8877	0,9159
5	3	2	0	0	0,4927	0,37993	0	0	3,3797	2,2908	5,3073	3,2545	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
6	3	2	0	1	0,4927	0,37993	0	0,1953	3,3797	2,2908	5,3073	2,4498	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
7	3	2	0	2	0,4927	0,37993	0	0,5711	3,3797	2,2908	5,3073	1,8256	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
8	3	2	0	3	0,4927	0,37993	0	1,0933	3,3797	2,2908	5,3073	1,3479	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
9	3	2	1	0	0,4927	0,37993	0,1043	0	3,3797	2,2908	4,4116	3,2545	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
10	3E+06	3	2	1	0,47924	0,36911	0,1016	0	3,4906	2,374	4,5321	3,3426	6,0114	4,0054	1,8926	0,908
11	3	2	1	1	0,4927	0,37993	0,1043	0,1953	3,3797	2,2908	4,4116	2,4498	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
12	3	2	1	2	0,4927	0,37993	0,1043	0,5711	3,3797	2,2908	4,4116	1,8256	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
13	3	2	1	3	0,4927	0,37993	0,1043	1,0933	3,3797	2,2908	4,4116	1,3479	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
14	3	2	2	0	0,4927	0,37993	0,3321	0	3,3797	2,2908	3,6394	3,2545	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
15	3	2	2	1	0,4927	0,37993	0,3321	0,1953	3,3797	2,2908	3,6394	2,4498	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
16	3	2	2	2	0,4927	0,37993	0,3321	0,5711	3,3797	2,2908	3,6394	1,8256	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
17	3	2	2	3	0,4927	0,37993	0,3321	1,0933	3,3797	2,2908	3,6394	1,3479	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
18	3	2	3	0	0,4927	0,37993	0,6763	0	3,3797	2,2908	2,9836	3,2545	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
19	3	2	3	1	0,4927	0,37993	0,6763	0,1953	3,3797	2,2908	2,9836	2,4498	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
20	3	2	3	2	0,4927	0,37993	0,6763	0,5711	3,3797	2,2908	2,9836	1,8256	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
21	3	2	3	3	0,4927	0,37993	0,6763	1,0933	3,3797	2,2908	2,9836	1,3479	5,8865	3,9106	1,8795	0,9038
22	3	3	0	0	0,48569	0,78536	0	0	3,4656	1,7714	5,402	2,7389	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
23	3	3	0	1	0,48569	0,78536	0	0,2519	3,4656	1,7714	5,402	1,9908	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
24	3	3	0	2	0,48569	0,78536	0	0,7126	3,4656	1,7714	5,402	1,4515	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
25	3	3	0	3	0,48569	0,78536	0	1,3202	3,4656	1,7714	5,402	1,0591	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
26	3	3	1	0	0,48569	0,78536	0,1029	0	3,4656	1,7714	4,5049	2,7389	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
27	3	3	1	1	0,48569	0,78536	0,1029	0,2519	3,4656	1,7714	4,5049	1,9908	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
28	3	3	1	2	0,48569	0,78536	0,1029	0,7126	3,4656	1,7714	4,5049	1,4515	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
29	3	3	1	3	0,48569	0,78536	0,1029	1,3202	3,4656	1,7714	4,5049	1,0591	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
30	3	3	2	0	0,48569	0,78536	0,3261	0	3,4656	1,7714	3,7281	2,7389	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
31	3	3	2	1	0,48569	0,78536	0,3261	0,2519	3,4656	1,7714	3,7281	1,9908	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
32	3	3	2	2	0,48569	0,78536	0,3261	0,7126	3,4656	1,7714	3,7281	1,4515	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
33	3	3	2	3	0,48569	0,78536	0,3261	1,3202	3,4656	1,7714	3,7281	1,0591	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
34	3	3	3	0	0,48569	0,78536	0,664	0	3,4656	1,7714	3,0659	2,7389	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
35	3	3	3	1	0,48569	0,78536	0,664	0,2519	3,4656	1,7714	3,0659	1,9908	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
36	3	3	3	2	0,48569	0,78536	0,664	0,7126	3,4656	1,7714	3,0659	1,4515	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164
37	3	3	3	3	0,48569	0,78536	0,664	1,3202	3,4656	1,7714	3,0659	1,0591	5,9806	3,9862	1,8914	0,9164



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ REPORT ΤΟΥ ARENA

S01=2, S02=2, S1=3, S2=0
 ARENA Simulation Results
 Systems Modeling <user unknown> - License #9810727

Summary for Replication 1 of 1

Project: DIPLOMATIKI Run execution date : 9/ 9/2000
 Analyst: PANAGITSAS PANAG Model revision date: 25/ 5/2000

Replication ended at time : 1e+006.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Delay in Machines0	1.7169	.00574	.00104	15.486	834386
Delay in Machines1	3.9003	.02981	.00250	24.946	501073
Deley in Machines2	2.9351	.01350	.00342	20.296	333310
P01 Queue Time	2.5392	.01212	.00000	35.669	501076
P02 Queue Time	4.4361	.03023	.00000	46.059	333312
P1 Queue Time	2.7814	(Corr)	.00000	34.329	501076
P2 Queue Time	.00000	.00000	.00000	.00000	333310
D21 Queue Time	1.2224	.01352	2.7331E-05	11.790	108546
D22 Queue Time	1.2050	(Corr)	1.3939E-04	11.143	42224
D3 Queue Time	2.9253	.04067	3.9797E-05	22.741	164353
D4 Queue Time	3.0878	.01444	.00342	22.211	333310
Delay order1	.95952	.02488	.00000	22.741	501076
Delay order2	3.0878	.01444	.00342	22.211	333310

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
# in P01	1.2723	.00295	.00000	2.0000	1.0000
# in P02	1.4786	.00300	.00000	3.0000	1.0000
# in P1	1.3937	(Corr)	.00000	3.0000	.00000
# in P2	.00000	.00000	.00000	1.0000	.00000
# in D21	.13269	.00224	.00000	11.000	.00000
# in D22	.05088	.00156	.00000	9.0000	.00000
# in D3	.48079	.01277	.00000	18.000	.00000
# in D4	1.0292	(Corr)	.00000	14.000	2.0000
M01 value	.86084	.00499	.00000	13.000	2.0000
M02 value	.57172	.00465	.00000	10.000	.00000
M1 value	1.9049	.01799	.00000	19.000	2.0000
M2 value	.94384	.00758	.00000	13.000	1.0000
# in Machine 1_R_Q	.29837	.00312	.00000	16.000	.00000
# in Machine 2_R_Q	.30005	.00343	.00000	14.000	.00000
# in Machine 3_R_Q	.46195	.00857	.00000	15.000	1.0000
# in Machine 4_R_Q	.48918	(Corr)	.00000	17.000	.00000
# in Machine 5_R_Q	.14964	.00299	.00000	10.000	.00000
# in Machine 6_R_Q	.16126	.00344	.00000	11.000	.00000
Machine 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 5_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 1_R Busy	.41710	.00138	.00000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Busy	.41708	.00140	.00000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Busy	.50250	.00204	.00000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Busy	.50074	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
Machine 5_R Busy	.33372	.00183	.00000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Busy	.33370	.00157	.00000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
C1	501076	Infinite
C2	501075	Infinite

C3	501077	Infinite
C4	333313	Infinite
C5	501076	Infinite
C6	501076	Infinite
C7	501073	Infinite
C8	501076	Infinite
C9	501076	Infinite
C10	333312	Infinite
C11	333312	Infinite
C12	333310	Infinite
C13	333310	Infinite
C14	333310	Infinite
C15	164353	Infinite
C16	164353	Infinite
C17	333312	Infinite
C18	333310	Infinite
C19	501076	Infinite
C20	333312	Infinite
c21	501076	Infinite
c22	333312	Infinite
C23	333312	Infinite
C24	333311	Infinite
ORDERS 1_C	501076	Infinite
ORDERS 2_C	333312	Infinite

Simulation run time: 6.40 minutes.

Simulation run complete.

S01=2, S02=3, S1=1, S2=1

ARENA Simulation Results
Systems Modeling <user unknown> - License #9810727

Summary for Replication 1 of 1

Project: DIPLOMATIKI Run execution date : 9/11/2000
Analyst: PANAGITSAS PANAG Model revision date: 25/ 5/2000

Replication ended at time : 1e+006.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Delay in Machines0	1.7181	.00827	9.8708E-04	12.532	834373
Delay in Machines1	3.8946	.02535	.00313	30.078	501092
Deley in Machines2	2.9732	.01570	.00296	20.051	333281
P01 Queue Time	2.5379	.01192	.00000	39.745	501092
P02 Queue Time	7.3222	.03387	.00000	47.851	333285
P1 Queue Time	.47589	.00481	.00000	26.491	501092
P2 Queue Time	1.3290	.00893	.00000	35.380	333282
D21 Queue Time	1.2206	.01693	5.4782E-06	9.9160	108404
D22 Queue Time	1.1085	.02883	4.9883E-05	7.8770	12075
D3 Queue Time	3.4718	.02414	4.1466E-05	28.135	380876
D4 Queue Time	2.4110	.01901	9.9035E-07	19.699	185511
Delay order1	2.6389	.02742	.00000	28.135	501092
Delay order2	1.3420	.01369	.00000	19.699	333282

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
# in P01	1.2717	.00252	.00000	2.0000	1.0000
# in P02	2.4403	.00329	.00000	4.0000	.00000
# in P1	.23847	.00181	.00000	1.0000	1.0000
# in P2	.44296	.00156	.00000	2.0000	.00000
# in D21	.13233	.00280	.00000	10.000	.00000
# in D22	.01339	7.2797E-04	.00000	8.0000	.00000
# in D3	1.3223	.01537	.00000	22.000	.00000
# in D4	.44728	.00585	.00000	12.000	3.0000
M01 value	.86150	.00514	.00000	11.000	1.0000
M02 value	.57174	.00395	.00000	10.000	2.0000
M1 value	1.8990	.01644	.00000	22.000	.00000
M2 value	.97742	.00868	.00000	12.000	3.0000
# in Machine 1_R_Q	.29835	.00361	.00000	15.000	2.0000
# in Machine 2_R_Q	.30018	.00378	.00000	13.000	.00000
# in Machine 3_R_Q	.45972	.00671	.00000	17.000	.00000
# in Machine 4_R_Q	.48937	.00800	.00000	20.000	.00000
# in Machine 5_R_Q	.16025	.00341	.00000	11.000	2.0000
# in Machine 6_R_Q	.16433	.00270	.00000	10.000	.00000
Machine 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 5_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 1_R Busy	.41709	.00108	.00000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Busy	.41797	.00154	.00000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Busy	.50135	.00198	.00000	1.0000	.00000
Machine 4_R Busy	.50112	.00178	.00000	1.0000	.00000
Machine 5_R Busy	.33331	.00147	.00000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Busy	.33305	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
C1	501092	Infinite
C2	501091	Infinite

C3	501093	Infinite
C4	333285	Infinite
C5	501092	Infinite
C6	501092	Infinite
C7	501092	Infinite
C8	501093	Infinite
C9	501092	Infinite
C10	333285	Infinite
C11	333285	Infinite
C12	333281	Infinite
C13	333282	Infinite
C14	333282	Infinite
C15	380876	Infinite
C16	380876	Infinite
C17	185514	Infinite
C18	185511	Infinite
C19	501092	Infinite
C20	333285	Infinite
c21	501092	Infinite
c22	333285	Infinite
C23	333285	Infinite
C24	333282	Infinite
ORDERS 1_C	501092	Infinite
ORDERS 2_C	333285	Infinite

Simulation run time: 6.08 minutes.

Simulation run complete.

S01=3, S02=1, S1=3 S2=2

ARENA Simulation Results
Systems Modeling <user unknown> - License #9810727

Summary for Replication 1 of 1

Project: DIPLOMATIKI Run execution date : 9/11/2000
Analyst: PANAGITSAS PANAG Model revision date: 25/ 5/2000

Replication ended at time : 1e+006.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Delay in Machines0	1.7139	.00643	9.8708E-04	13.219	834178
Delay in Machines1	3.9326	.02579	.00870	30.112	500332
Deley in Machines2	2.8787	(Corr)	.00142	23.691	333846
P01 Queue Time	4.3754	.02053	.00000	42.144	500332
P02 Queue Time	1.8098	.00961	.00000	41.331	333846
P1 Queue Time	2.8514	.02244	.00000	38.398	500332
P2 Queue Time	3.3060	.02242	.00000	46.805	333846
D21 Queue Time	1.1274	.02301	2.2924E-05	9.1660	42087
D22 Queue Time	1.3318	.00971	9.8953E-08	11.219	131910
D3 Queue Time	2.8050	.03309	5.6320E-05	26.838	157500
D4 Queue Time	2.3986	(Corr)	1.5622E-05	20.500	100248
Delay order1	.88302	.01832	.00000	26.838	500332
Delay order2	.72026	(Corr)	.00000	20.500	333846

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
# in P01	2.1892	.00454	.00000	3.0000	3.0000
# in P02	.60421	.00139	.00000	2.0000	1.0000
# in P1	1.4267	.00770	.00000	3.0000	3.0000
# in P2	1.1037	.00395	.00000	3.0000	2.0000
# in D21	.04745	.00139	.00000	10.000	.00000
# in D22	.17569	.00214	.00000	10.000	.00000
# in D3	.44180	.00964	.00000	19.000	.00000
# in D4	.24046	(Corr)	.00000	13.000	.00000
M01 value	.85780	.00517	.00000	13.000	.00000
M02 value	.57168	(Corr)	.00000	10.000	.00000
M1 value	1.9484	.01661	.00000	20.000	.00000
M2 value	.86983	.00834	.00000	13.000	4.0000
# in Machine 1_R_Q	.29757	.00336	.00000	13.000	.00000
# in Machine 2_R_Q	.29812	.00315	.00000	14.000	.00000
# in Machine 3_R_Q	.47760	.00777	.00000	18.000	.00000
# in Machine 4_R_Q	.48870	.00735	.00000	15.000	.00000
# in Machine 5_R_Q	.13819	.00286	.00000	10.000	.00000
# in Machine 6_R_Q	.15426	.00293	.00000	12.000	.00000
Machine 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 5_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 1_R Busy	.41707	.00147	.00000	1.0000	.00000
Machine 2_R Busy	.41694	.00126	.00000	1.0000	.00000
Machine 3_R Busy	.50133	.00237	.00000	1.0000	.00000
Machine 4_R Busy	.50002	.00166	.00000	1.0000	.00000
Machine 5_R Busy	.33447	.00183	.00000	1.0000	.00000
Machine 6_R Busy	.33412	.00148	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
C1	500332	Infinite
C2	500332	Infinite

C3	500335	Infinite
C4	333847	Infinite
C5	500332	Infinite
C6	500332	Infinite
C7	500332	Infinite
C8	500335	Infinite
C9	500332	Infinite
C10	333846	Infinite
C11	333846	Infinite
C12	333846	Infinite
C13	333848	Infinite
C14	333846	Infinite
C15	157500	Infinite
C16	157500	Infinite
C17	100248	Infinite
C18	100248	Infinite
C19	500332	Infinite
C20	333846	Infinite
c21	500332	Infinite
c22	333846	Infinite
C23	333846	Infinite
C24	333846	Infinite
ORDERS 1_C	500332	Infinite
ORDERS 2_C	333846	Infinite

Simulation run time: 6.42 minutes.
Simulation run complete.

S01=3, S02=1, S1=0, S2=2

ARENA Simulation Results
Systems Modeling <user unknown> - License #9810727

Summary for Replication 1 of 1

Project: DIPLOMATIKI Run execution date : 9/11/2000
Analyst: PANAGITSAS PANAG Model revision date: 25/ 5/2000

Replication ended at time : 1e+006.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Delay in Machines0	1.7139	.00643	9.8708E-04	13.219	834178
Delay in Machines1	3.9326	.02579	.00870	30.112	500332
Deley in Machines2	2.8787	(Corr)	.00142	23.691	333846
P01 Queue Time	4.3754	.02053	.00000	42.144	500332
P02 Queue Time	1.8098	.00961	.00000	41.331	333846
P1 Queue Time	.00000	.00000	.00000	.00000	500332
P2 Queue Time	3.3060	.02242	.00000	46.805	333846
D21 Queue Time	1.1274	.02301	2.2924E-05	9.1660	42087
D22 Queue Time	1.3318	.00971	9.8953E-08	11.219	131910
D3 Queue Time	4.0275	.02610	.00870	30.113	500332
D4 Queue Time	2.3986	(Corr)	1.5622E-05	20.500	100248
Delay order1	4.0275	.02610	.00870	30.113	500332
Delay order2	.72026	(Corr)	.00000	20.500	333846

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
# in P01	2.1892	.00454	.00000	3.0000	3.0000
# in P02	.60421	.00139	.00000	2.0000	1.0000
# in P1	.00000	.00000	.00000	1.0000	.00000
# in P2	1.1037	.00395	.00000	3.0000	2.0000
# in D21	.04745	.00139	.00000	10.000	.00000
# in D22	.17569	.00214	.00000	10.000	.00000
# in D3	2.0150	.01618	.00000	22.000	.00000
# in D4	.24046	(Corr)	.00000	13.000	.00000
M01 value	.85780	.00517	.00000	13.000	.00000
M02 value	.57168	(Corr)	.00000	10.000	.00000
M1 value	1.9484	.01661	.00000	20.000	.00000
M2 value	.86983	.00834	.00000	13.000	4.0000
# in Machine 1_R_Q	.29757	.00336	.00000	13.000	.00000
# in Machine 2_R_Q	.29812	.00315	.00000	14.000	.00000
# in Machine 3_R_Q	.47760	.00777	.00000	18.000	.00000
# in Machine 4_R_Q	.48870	.00735	.00000	15.000	.00000
# in Machine 5_R_Q	.13819	.00286	.00000	10.000	.00000
# in Machine 6_R_Q	.15426	.00293	.00000	12.000	.00000
Machine 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 5_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 1_R Busy	.41707	.00147	.00000	1.0000	.00000
Machine 2_R Busy	.41694	.00126	.00000	1.0000	.00000
Machine 3_R Busy	.50133	.00237	.00000	1.0000	.00000
Machine 4_R Busy	.50002	.00166	.00000	1.0000	.00000
Machine 5_R Busy	.33447	.00183	.00000	1.0000	.00000
Machine 6_R Busy	.33412	.00148	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
C1	500332	Infinite
C2	500332	Infinite

C3	500335	Infinite
C4	333847	Infinite
C5	500332	Infinite
C6	500332	Infinite
C7	500332	Infinite
C8	500332	Infinite
C9	500332	Infinite
C10	333846	Infinite
C11	333846	Infinite
C12	333846	Infinite
C13	333848	Infinite
C14	333846	Infinite
C15	500332	Infinite
C16	500332	Infinite
C17	100248	Infinite
C18	100248	Infinite
C19	500332	Infinite
C20	333846	Infinite
c21	500332	Infinite
c22	333846	Infinite
C23	333846	Infinite
C24	333846	Infinite
ORDERS 1_C	500332	Infinite
ORDERS 2_C	333846	Infinite

Simulation run time: 6.08 minutes.

Simulation run complete.

S01=3, S02=1, S1=2, S2=3

ARENA Simulation Results
Systems Modeling <user unknown> - License #9810727

Summary for Replication 1 of 1

Project: DIPLOMATIKI Run execution date : 9/11/2000
Analyst: PANAGITSAS PANAG Model revision date: 25/ 5/2000

Replication ended at time : 1e+006.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Delay in Machines0	1.7139	.00643	9.8708E-04	13.219	834178
Delay in Machines1	3.9326	.02579	.00870	30.112	500332
Deley in Machines2	2.8787	(Corr)	.00142	23.691	333846
P01 Queue Time	4.3754	.02053	.00000	42.144	500332
P02 Queue Time	1.8098	.00961	.00000	41.331	333846
P1 Queue Time	1.4835	.01335	.00000	37.836	500332
P2 Queue Time	5.8859	.03536	.00000	48.976	333846
D21 Queue Time	1.1274	.02301	2.2924E-05	9.1660	42087
D22 Queue Time	1.3318	.00971	9.8953E-08	11.219	131910
D3 Queue Time	3.0136	.02904	1.3285E-05	28.631	251320
D4 Queue Time	2.1993	(Corr)	7.4580E-05	20.102	46269
Delay order1	1.5137	.02267	.00000	28.631	500332
Delay order2	.30482	(Corr)	.00000	20.102	333846

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
# in P01	2.1892	.00454	.00000	3.0000	3.0000
# in P02	.60421	.00139	.00000	2.0000	1.0000
# in P1	.74229	.00479	.00000	2.0000	2.0000
# in P2	1.9650	.00555	.00000	4.0000	3.0000
# in D21	.04745	.00139	.00000	10.000	.00000
# in D22	.17569	.00214	.00000	10.000	.00000
# in D3	.75738	.01232	.00000	20.000	.00000
# in D4	.10176	(Corr)	.00000	12.000	.00000
M01 value	.85780	.00517	.00000	13.000	.00000
M02 value	.57168	(Corr)	.00000	10.000	.00000
M1 value	1.9484	.01661	.00000	20.000	.00000
M2 value	.86983	.00834	.00000	13.000	4.0000
# in Machine 1_R_Q	.29757	.00336	.00000	13.000	.00000
# in Machine 2_R_Q	.29812	.00315	.00000	14.000	.00000
# in Machine 3_R_Q	.47760	.00777	.00000	18.000	.00000
# in Machine 4_R_Q	.48870	.00735	.00000	15.000	.00000
# in Machine 5_R_Q	.13819	.00286	.00000	10.000	.00000
# in Machine 6_R_Q	.15426	.00293	.00000	12.000	.00000
Machine 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 5_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 1_R Busy	.41707	.00147	.00000	1.0000	.00000
Machine 2_R Busy	.41694	.00126	.00000	1.0000	.00000
Machine 3_R Busy	.50133	.00237	.00000	1.0000	.00000
Machine 4_R Busy	.50002	.00166	.00000	1.0000	.00000
Machine 5_R Busy	.33447	.00183	.00000	1.0000	.00000
Machine 6_R Busy	.33412	.00148	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
C1	500332	Infinite
C2	500332	Infinite

C3	500335	Infinite
C4	333847	Infinite
C5	500332	Infinite
C6	500332	Infinite
C7	500332	Infinite
C8	500334	Infinite
C9	500332	Infinite
C10	333846	Infinite
C11	333846	Infinite
C12	333846	Infinite
C13	333849	Infinite
C14	333846	Infinite
C15	251320	Infinite
C16	251320	Infinite
C17	46269	Infinite
C18	46269	Infinite
C19	500332	Infinite
C20	333846	Infinite
c21	500332	Infinite
c22	333846	Infinite
C23	333846	Infinite
C24	333846	Infinite
ORDERS 1_C	500332	Infinite
ORDERS 2_C	333846	Infinite

Simulation run time: 6.23 minutes.

Simulation run complete.

S01=2, S02=0, S1=3, S2=2

ARENA Simulation Results
Systems Modeling <user unknown> - License #9810727

Summary for Replication 1 of 1

Project: DIPLOMATIKI Run execution date : 9/ 9/2000
Analyst: PANAGITSAS PANAG Model revision date: 25/ 5/2000

Replication ended at time : 1e+006.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Delay in Machines0	1.7103	.00781	.00118	15.100	833008
Delay in Machines1	3.8841	.02639	.00142	31.779	500152
Deley in Machines2	3.0014	.01922	7.4193E-04	23.428	332855
P01 Queue Time	2.5481	.01353	.00000	30.285	500155
P02 Queue Time	.00000	.00000	.00000	.00000	332855
P1 Queue Time	2.7966	.02296	.00000	33.906	500155
P2 Queue Time	4.8558	.04078	.00000	55.834	332857
D21 Queue Time	1.2126	.01260	4.1991E-06	13.238	107996
D22 Queue Time	1.7071	.00839	.00207	13.496	332855
D3 Queue Time	2.8845	.04550	5.7856E-06	24.287	163761
D4 Queue Time	2.4784	.03746	9.2860E-06	19.144	74076
Delay order1	.94446	.02092	.00000	24.287	500155
Delay order2	.55157	.01566	.00000	19.144	332857

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
# in P01	1.2744	.00285	.00000	2.0000	.00000
# in P02	.00000	.00000	.00000	1.0000	.00000
# in P1	1.3987	.00784	.00000	3.0000	.00000
# in P2	1.6163	.00703	.00000	4.0000	1.0000
# in D21	.13096	.00266	.00000	11.000	2.0000
# in D22	.56825	.00428	.00000	9.0000	2.0000
# in D3	.47237	.01140	.00000	18.000	2.0000
# in D4	.18359	.00551	.00000	12.000	.00000
M01 value	.85587	.00502	.00000	13.000	3.0000
M02 value	.56971	.00450	.00000	9.0000	2.0000
M1 value	1.8944	.01625	.00000	19.000	2.0000
M2 value	.99834	.00958	.00000	13.000	.00000
# in Machine 1_R_Q	.29630	.00394	.00000	16.000	5.0000
# in Machine 2_R_Q	.29538	.00340	.00000	13.000	.00000
# in Machine 3_R_Q	.45741	.00818	.00000	16.000	2.0000
# in Machine 4_R_Q	.48476	.00692	.00000	15.000	.00000
# in Machine 5_R_Q	.16720	.00352	.00000	10.000	.00000
# in Machine 6_R_Q	.16640	.00307	.00000	11.000	.00000
Machine 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 5_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 1_R Busy	.41663	.00146	.00000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Busy	.41645	.00116	.00000	1.0000	.00000
Machine 3_R Busy	.50019	.00206	.00000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Busy	.50032	.00169	.00000	1.0000	.00000
Machine 5_R Busy	.33306	.00186	.00000	1.0000	.00000
Machine 6_R Busy	.33239	.00155	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
C1	500157	Infinite
C2	500153	Infinite

C3	500155	Infinite
C4	332855	Infinite
C5	500155	Infinite
C6	500155	Infinite
C7	500152	Infinite
C8	500155	Infinite
C9	500155	Infinite
C10	332855	Infinite
C11	332855	Infinite
C12	332855	Infinite
C13	332858	Infinite
C14	332857	Infinite
C15	163763	Infinite
C16	163761	Infinite
C17	74076	Infinite
C18	74076	Infinite
C19	500155	Infinite
C20	332855	Infinite
c21	500155	Infinite
c22	332855	Infinite
C23	332857	Infinite
C24	332855	Infinite
ORDERS 1_C	500157	Infinite
ORDERS 2_C	332857	Infinite

Simulation run time: 6.12 minutes.

Simulation run complete.

S01=3, S02=3, S1=1, S2=0

ARENA Simulation Results
Systems Modeling <user unknown> - License #9810727

Summary for Replication 1 of 1

Project: DIPLOMATIKI Run execution date : 9/ 9/2000
Analyst: PANAGITSAS PANAG Model revision date: 25/ 5/2000

Replication ended at time : 1e+006.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Delay in Machines0	1.7209	.00666	.00223	13.290	833733
Delay in Machines1	3.9526	.02686	.00306	30.817	500246
Deley in Machines2	2.9645	.01596	.00313	21.141	333478
P01 Queue Time	4.3739	.02061	.00000	41.521	500253
P02 Queue Time	7.3173	.03497	.00000	54.036	333480
P1 Queue Time	.49533	.00571	.00000	25.518	500247
P2 Queue Time	.00000	.00000	.00000	.00000	333478
D21 Queue Time	1.1480	.02218	1.3364E-05	10.170	42704
D22 Queue Time	1.1321	.03936	3.4560E-04	8.8627	12428
D3 Queue Time	3.3853	.03355	3.8171E-06	30.970	376357
D4 Queue Time	3.0067	.01614	.00313	21.335	333478
Delay order1	2.5469	.02688	.00000	30.970	500247
Delay order2	3.0067	.01614	.00313	21.335	333478

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
# in P01	2.1881	.00457	.00000	3.0000	3.0000
# in P02	2.4402	.00303	.00000	4.0000	3.0000
# in P1	.24779	.00226	.00000	1.0000	.00000
# in P2	.00000	.00000	.00000	1.0000	.00000
# in D21	.04902	.00187	.00000	9.0000	.00000
# in D22	.01407	7.2205E-04	.00000	7.0000	.00000
# in D3	1.2741	.01622	.00000	21.000	6.0000
# in D4	1.0026	.00867	.00000	16.000	2.0000
M01 value	.86121	.00637	.00000	12.000	.00000
M02 value	.57441	.00405	.00000	10.000	.00000
M1 value	1.9579	.01829	.00000	21.000	6.0000
M2 value	.97824	.00951	.00000	13.000	1.0000
# in Machine 1_R_Q	.29924	.00316	.00000	14.000	.00000
# in Machine 2_R_Q	.30114	.00421	.00000	15.000	.00000
# in Machine 3_R_Q	.48344	.00896	.00000	16.000	6.0000
# in Machine 4_R_Q	.49302	.00837	.00000	17.000	.00000
# in Machine 5_R_Q	.15939	.00321	.00000	10.000	.00000
# in Machine 6_R_Q	.16315	.00266	.00000	10.000	.00000
Machine 1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 3_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 5_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Machine 1_R Busy	.41709	.00148	.00000	1.0000	.00000
Machine 2_R Busy	.41734	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
Machine 3_R Busy	.50096	.00236	.00000	1.0000	1.0000
Machine 4_R Busy	.49991	.00237	.00000	1.0000	.00000
Machine 5_R Busy	.33260	.00222	.00000	1.0000	1.0000
Machine 6_R Busy	.33347	.00159	.00000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
C1	500253	Infinite
C2	500253	Infinite

C3	500256	Infinite
C4	333483	Infinite
C5	500253	Infinite
C6	500253	Infinite
C7	500246	Infinite
C8	500247	Infinite
C9	500247	Infinite
C10	333480	Infinite
C11	333480	Infinite
C12	333478	Infinite
C13	333478	Infinite
C14	333478	Infinite
C15	376363	Infinite
C16	376357	Infinite
C17	333480	Infinite
C18	333478	Infinite
C19	500253	Infinite
C20	333480	Infinite
c21	500253	Infinite
c22	333480	Infinite
C23	333480	Infinite
C24	333480	Infinite
ORDERS 1_C	500253	Infinite
ORDERS 2_C	333480	Infinite

Simulation run time: 6.25 minutes.

Simulation run complete.