

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

& ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

*ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ*

*ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ*

**ΔΡ Γ. ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΝΙΚ. ΚΩΝ. ΔΗΜΑΔΗΣ**

**ΒΟΛΟΣ 1999**

... 147 / Π.Α. ....



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000046567



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

Αριθ. Εισ.: 1531/1

Ημερ. Εισ.: \_\_\_\_\_

Δωρεά: Συγγραφέα

Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΜΒ

1999

ΔΗΜ

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>3</b>
1.1 Σύνοψη Διπλωματικής Εργασίας .....	3
1.2 Εργαλεία Ανάλυσης .....	4
1.2.1 Εισαγωγή στο λογισμικό προσομοίωσης SIMFACTORY .....	4
1.2.2 Ανάλυση Αναφοράς (Report).....	4
1.2.3 Υπολογισμός των Παραμέτρων του Κόστους.....	5
<b>2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΟΣ ΣΤΑΔΙΟΥ .....</b>	<b>7</b>
2.1 Εισαγωγή.....	7
2.2 KCS (Kanban Control System) .....	7
2.2.1 Περιγραφή Συστήματος.....	7
2.2.2 KCS Ενός Σταδίου με Μια Μηχανή.....	8
2.3 GKCS (Generalized Kanban Control System).....	15
2.3.1 Περιγραφή Συστήματος.....	16
2.3.2 GKCS Ενός Σταδίου με Μια Μηχανή.....	17
2.3.3 GKCS Ενός Σταδίου με Τέσσερις Μηχανές.....	24
<b>3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΙ ΕΝΑ ΣΤΑΔΙΟ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....</b>	<b>37</b>
3.1 Εισαγωγή.....	37
3.2 Περιγραφή του Συστήματος SEKCS.....	37
3.3 Περιγραφή του Συστήματος ΙEKCS .....	39
3.4 Συγκρίσεις των SEKCS και ΙEKCS .....	40
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>54</b>
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>55</b>
<b>6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ- ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>56</b>

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Σύνοψη Διπλωματικής Εργασίας

Τα συστήματα παραγωγής αποτελούνται από σταθμούς εργασίας στους οποίους εργασίες όπως μηχανουργικές κατεργασίες, συναρμολόγηση, επιθεώρηση, έλεγχος κλπ, λαμβάνουν χώρα σε κομμάτια, προϊόντα και συναρμολογημένα εξαρτήματα με σκοπό τη δημιουργία προϊόντων ετοιμών να παραδοθούν στους πελάτες. Με δεδομένο ότι η πλειοψηφία των σημερινών εργοστασίων υποφέρει από μεγάλα αποθέματα, μεγάλους χώρους αποθήκευσης και συχνά χαοτική ροή των υλικών, η αποτελεσματική διαχείριση της ροής των υλικών διαμέσου ενός συστήματος παραγωγής είναι εξέχουσας σημασίας. Η διαχείριση της ροής των υλικών είναι ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης στο οποίο πρέπει να αποφασισθεί πότε και πόσα τεμάχια να κατασκευασθούν ώστε να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών, με όσο το δυνατόν χαμηλότερα αποθέματα. Οι δυσκολίες στη διαχείριση προέρχονται κυρίως από τη μεταβλητότητα που χαρακτηρίζει την ικανότητα παραγωγής των μηχανών και την άφιξη των ζητήσεων.

Μια πρακτική προσέγγιση επίλυσης του προβλήματος διαχείρισης της ροής των υλικών είναι να ομαδοποιηθούν διάφορα τμήματα της παραγωγής σε στάδια και να ελέγχεται η ροή των υλικών μόνο μεταξύ των σταδίων. Ο καταμερισμός των λειτουργιών και των διαφόρων πόρων σε στάδια είναι ένα πολύ σημαντικό μέρος της διαδικασίας σχεδιασμού του συστήματος διαχείρισης της ροής των υλικών. Μια εξίσου σημαντική απόφαση σχεδιασμού του συστήματος διαχείρισης είναι ο καθορισμός του μηχανισμού συντονισμού μεταξύ των σταδίων. Πολλά συστήματα παραγωγής χρησιμοποιούν έναν «ελκόμενο» (pull) μηχανισμό ελέγχου για να συντονίσουν τα διάφορα στάδια παραγωγής. Σε ένα σύστημα που η παραγωγή ελέγχεται με έναν ελκόμενο μηχανισμό, το έναυσμα για την κατασκευή ενός νέου τεμαχίου ενός σταδίου το δίνει η άφιξη μιας ζήτησης για ένα τέτοιο τεμάχιο. Με τον όρο «τεμάχιο» εννοούμε είτε ένα απλό εξάρτημα είτε μια τυποποιημένη παρτίδα εξαρτημάτων.

Η παρούσα διπλωματική χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος μελετούμε την επίδραση της μεταβλητότητας των χρόνων επεξεργασίας και των χρόνων άφιξης στα μέτρα απόδοσης των συστημάτων ενός σταδίου που ελέγχονται με τους μηχανισμούς Kanban και Generalized Kanban. Στο δεύτερο μέρος μελετούμε τον μηχανισμό ελέγχου Extended Kanban σε δύο του εκδοχές για συστήματα παραγωγής

με συναρμολόγηση. Οι δύο εκδοχές διαφέρουν στο κατά πόσο τα εξαρτήματα προς συναρμολόγηση και τα Kanban (κάρτες εξουσιοδότησης της παραγωγής) απελευθερώνονται ταυτόχρονα ή ανεξάρτητα πριν την συναρμολόγηση. Ο μικρός αριθμός των παραμέτρων του μηχανισμού ελέγχου στο πρώτο μέρος μας επιτρέπει να προβούμε σε βελτιστοποίησή τους. Αντίθετα, ο μεγάλος αριθμός των παραμέτρων των δύο μηχανισμών ελέγχου στο δεύτερο μέρος μας οδηγεί στο να συγκρίνουμε μερικές μόνο περιπτώσεις των δύο μηχανισμών και όχι να βελτιστοποιήσουμε τις παραμέτρους τους.

## **1.2 Εργαλεία Ανάλυσης**

### **1.2.1 Εισαγωγή στο λογισμικό προσομοίωσης SIMFACTORY**

Για την ανάλυση των συστημάτων που εξετάζουμε χρησιμοποιούμε το λογισμικό προσομοίωσης SIMFACTORY II5 for Windows Release 7.1 [1]. Το πρόγραμμα αυτό παρέχει μια σειρά από ευκολίες έναντι μιας συμβατικής γλώσσας προγραμματισμού όπως: 1) μια σειρά ετοιμών συναρτήσεων κατανομής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην είσοδο του μοντέλου, 2) γραφικό περιβάλλον, 3) ευκολίες στη μοντελοποίηση συστήματος ουρών λόγω της ύπαρξης εντολών όπως RELEASE και REQUEST που απλοποιούν την διαδικασία προγραμματισμού της μεταφοράς των κομματιών διαμέσου του συστήματος, 4) αυτόματη εξαγωγή αναφοράς στο τέλος της προσομοίωσης, σε μορφή γραφήματος ή κειμένου, που συμπεριλαμβάνει όλα τα βασικά μεγέθη, μαζί με τις μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις τους, όπως την ποσότητα των κομματιών στα διάφορα τμήματα (ουρές, σταθμούς εργασίας, κλπ), τους χρόνους που καθυστερούν στα τμήματα αυτά και το χρόνο που χρειάζεται μια εργασία να ολοκληρωθεί και 5) εύκολη διαμόρφωση των μεταβλητών του μοντέλου μια και η εισαγωγή των χαρακτηριστικών τους, όπως αρχικές τιμές προϊόντων στα διάφορα τμήματα του συστήματος, χωρητικότητα των τμημάτων αυτών, γίνεται με εύκολο τρόπο με τη βοήθεια παραθύρων (Windows).

### **1.2.2 Ανάλυση Αναφοράς (Report)**

Μετά το τέλος της προσομοίωσης το SIMFACTORY μας παρέχει την δυνατότητα της παρουσίασης πολλών από τις μεταβλητές που εμπλέκονται στο σύστημα με τη μορφή μιας αναφοράς (report) για περαιτέρω μελέτη. Για καλλίτερη μελέτη της αναφοράς αυτής το πρόγραμμα έχει την επιλογή της μετατροπής της αναφοράς αυτής σε διάφορες μορφές όπως ιστογράμματα η απλό κείμενο. Τέτοιες

αναφορές απλού κειμένου φαίνονται στο παράρτημα Β. Στη συγκεκριμένη αναφορά κειμένου (text report) για κάθε τμήμα του συστήματος όπως οι ουρές ή οι σταθμοί εργασίας δίνονται τα εξής χαρακτηριστικά:

- LEVEL: ο αριθμός των κομματιών που περιέχονται στην ουρά ή στο σταθμό.
- DELAY: ο χρόνος που παρέμεινε το κάθε κομμάτι στη συγκεκριμένη ουρά (ή σταθμό) όπως επίσης και μια αναφορά του ποσοστού των κομματιών που παρέμειναν στο σύστημα για ένα συγκεκριμένο χρονικό πεδίο.
- NO. RELEASE: ο αριθμός των κομματιών που εξήλθαν αυτής της ουράς
- STATE: το ποσοστό του χρόνου στον οποίο βρίσκεται ένας σταθμός εργασίας η μια διεργασία σε κατάσταση εργασίας (busy), αδράνειας (idle), ζήτησης (REQUEST) ή δέσμευσης (blocked).
- NO. CREATE και NO. EXIT : ο αριθμός των κομματιών που άρχισαν την συγκεκριμένη διεργασία και ο αριθμός των κομματιών που την ολοκλήρωσε.
- MAKESPAN: ο χρόνος που κράτησε η διεργασία.

Εδώ αξίζει να σημειώσουμε ένα πρόβλημα του προγράμματος. Ένα από τα σημαντικότερα από τα μεγέθη που προαναφέρθηκαν είναι σίγουρα το επίπεδο των κομματιών που περιέχεται σε μια ουρά ή σταθμό (LEVEL). Το εξαιρετικά χρήσιμο αυτό χαρακτηριστικό παρατηρήθηκε ότι επανειλημμένα σε διάφορες προσομοιώσεις έδινε εσφαλμένα αποτελέσματα. Μετά μάλιστα από ερώτημα στην εταιρία παραγωγής του SIMFACTORY μας έγινε γνωστό ότι αυτό αποτελεί σφάλμα του προγράμματος. Αυτό είχε αποτέλεσμα στη συνέχεια να μην χρησιμοποιούμε τα στοιχεία που μας δίνει το LEVEL αλλά ο υπολογισμός του αριθμού των κομματιών σε κάποιο σημείο του συστήματος να γίνεται με έμμεσους τρόπους, όπως πολλαπλασιάζοντας την καθυστέρηση των κομματιών στο σημείο αυτό με τον ρυθμό που διέρχονται τα κομμάτια από το σημείο αυτό, σύμφωνα με τον νόμο του Little [6].

### **1.2.3 Υπολογισμός των Παραμέτρων του Κόστους**

Τα μεγέθη που συνήθως μας απασχολούν για τον υπολογισμό του κόστους είναι το μέσο απόθεμα των ημιετοιμών κομματιών στο σύστημα, το μέσο απόθεμα των ετοιμών προϊόντων στην έξοδο του συστήματος, ο μέσος αριθμός των ζητήσεων σε αναμονή μιας και αυτά τα τρία μεγέθη επηρεάζουν το συνολικό κόστος του συστήματος. Ο τρόπος που τα υπολογίζουμε είναι ο εξής: 1) Το μέσο απόθεμα των ημιετοιμών είναι το γινόμενο του μέσου χρόνου που κράτησε η διεργασία

κατασκευής του προϊόντος (WIP MAKESPAN) επί του αριθμού των κομματιών που διακινούνται μέσω του συστήματος στη μονάδα του χρόνου ο οποίος δεν είναι άλλος από τον ρυθμό αφίξεων των ζητήσεων στο σύστημα. 2) Το μέσο απόθεμα των ετοιμών προϊόντων υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τον μέσο χρόνο που παραμένουν τα κομμάτια στο σύστημα (PRODUCT MAKESPAN) επί του αριθμού των κομματιών που διακινούνται μέσω του συστήματος και 3) Ο μέσος αριθμός των ζητήσεων σε αναμονή είναι το γινόμενο του μέσου χρόνου παραμονής των ζητήσεων στο σύστημα (ORDER MAKESPAN) επί του αριθμού των κομματιών που διακινούνται μέσω του συστήματος.

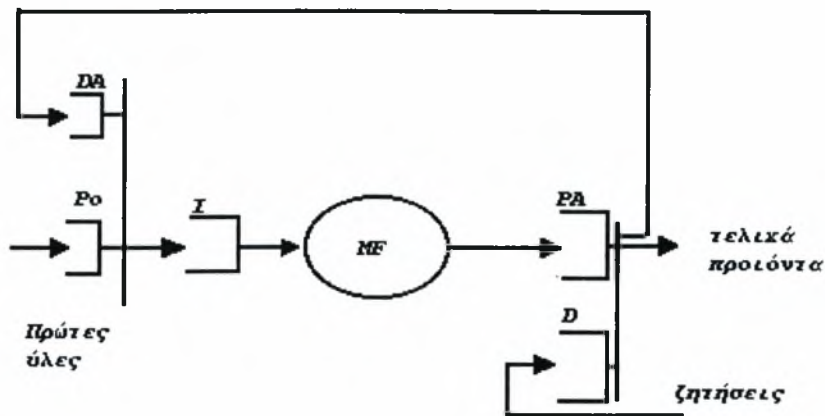
## 2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΟΣ ΣΤΑΔΙΟΥ

### 2.1 Εισαγωγή

Στο μέρος αυτό εξετάζουμε συστήματα ελέγχου ροής της παραγωγής ενός σταδίου. Συγκεκριμένα, μελετούμε την επίδραση της μεταβλητότητας των χρόνων επεξεργασίας και των χρόνων άφιξης σε μέτρα απόδοσης συστημάτων ενός σταδίου που ελέγχονται με τους μηχανισμούς Kanban Control System (KCS) και Generalized Kanban Control System (GKCS) (βλ. [1]-[6])

Στην αρχή εξετάζουμε ένα απλό σύστημα με μία μόνο μηχανή και στη συνέχεια ένα πιο πολύπλοκο σύστημα με τέσσερις μηχανές στη σειρά.

### 2.2 KCS (Kanban Control System)



Εικόνα 2.1 KCS ενός σταδίου

#### 2.2.1 Περιγραφή Συστήματος

Το σύστημα KCS ενός σταδίου φαίνεται στο σχήμα 2.1. Το σύστημα έχει  $K$  εξουσιοδοτήσεις παραγωγής ή Kanban. Η ουρά  $PA$  αναπαριστάει το χώρο αποθήκευσης εξερχόμενων υλών και περιέχει ζεύγη Kanban και τελειωμένων εξαρτημάτων του συστήματος. Η ουρά  $DA$  περιέχει ζεύγη Kanban και ζητήσεων για την παραγωγή εξαρτημάτων του συστήματος. Η ουρά  $Po$  αναπαριστάει το χώρο αποθήκευσης πρώτων υλών και η ουρά  $D$  περιέχει ζητήσεις για τελικά προϊόντα. Η ουρά  $I$  αναπαριστάει το χώρο αποθήκευσης εισερχομένων υλών και με  $MF$  αναπαριστάει το σύστημα παραγωγής του σταδίου. Όταν το σύστημα βρίσκεται στην αρχική του κατάσταση, δηλαδή προτού φτάσουν οποιοσδήποτε ζητήσεις στο σύστημα, η ουρά  $Po$  θεωρούμε ότι περιέχει μεγάλο αριθμό (πρακτικά άπειρο)



πρώτων υλών, η ουρά PA περιέχει K τελειωμένα εξαρτήματα όπου κάθε εξάρτημα έχει επικολλημένο ένα Kanban, και όλες οι άλλες ουρές του συστήματος είναι άδειες. Το K είναι η μόνη παράμετρος ελέγχου του συστήματος.

Το σύστημα KCS λειτουργεί ως εξής. Όταν μια ζήτηση ενός πελάτη φτάσει στο σύστημα εισέρχεται στην ουρά D ζητώντας την παράδοση ενός τελειωμένου προϊόντος από την ουρά PA στον πελάτη. Εάν υπάρχει ένα τελειωμένο προϊόν, παραδίδεται στον πελάτη αφού πρώτα απελευθερώσει το Kanban του. Το Kanban αυτό αποστέλλεται πίσω στην ουρά DA μεταφέροντας μαζί του μια ζήτηση για την παραγωγή ενός νέου εξαρτήματος και εξουσιοδοτώντας την εισαγωγή ενός εξαρτήματος από την ουρά Po στην ουρά I. Κατά αυτόν τον τρόπο η ζήτηση του πελάτη που αρχικά έφτασε στην ουρά D μεταφέρεται προς τα ανάντη του συστήματος μέσω των Kanban.

Η φιλοσοφία του KCS είναι ότι μια ζήτηση μεταφέρεται προς τα ανάντη του συστήματος μόνο όταν ένα τελικό προϊόν μεταφερθεί προς τα κατάντη του συστήματος. Μία επωφελής συνέπεια της λειτουργίας του KCS είναι ότι ο αριθμός των εξαρτημάτων στο σύστημα περιορίζεται από τον αριθμό των K που υπάρχουν στο σύστημα. Το μειονέκτημα είναι ότι δεν μπορεί να διαχωριστεί ο αριθμός του αρχικού αποθέματος έτοιμων προϊόντων από τον αριθμό των εξουσιοδοτήσεων για την παραγωγή νέων προϊόντων αφού ο αριθμός K καθορίζει και τα δύο αυτά μεγέθη.

### **2.2.2 KCS Ενός Σταδίου με Μια Μηχανή**

Θεωρούμαι ένα σύστημα KCS ενός σταδίου με ένα σταθμό εργασίας του οποίου ο χρόνος εξυπηρέτησης ακολουθεί την εκθετική κατανομή με μέση τιμή ίση με 1. Η χωρητικότητα της μηχανής είναι ένα κομμάτι ενώ όλες οι ουρές έχουν άπειρη χωρητικότητα. Ο χρόνος μεταξύ δύο αφίξεων της ζήτησης ακολουθεί λογοκανονική (lognormal) κατανομή με μέση τιμή 1,25. Η τυπική απόκλιση της λογοκανονικής κατανομής είναι στην πρώτη περίπτωση 1,25 και στην δεύτερη περίπτωση 5.

Η διάρκεια της προσομοίωσης είναι 10.000 χρονικές μονάδες (περίπου 8000 αφίξεις) με 5 επαναλήψεις. Επαναλαμβάνουμε την προσομοίωση για διάφορες τιμές του K (αριθμός Kanbans) που είναι η παράμετρος σχεδιασμού του συστήματος για την οποία αναζητούμε την ιδανική τιμή. Στη συνέχεια συγκεντρώνουμε από τις αναφορές τα στοιχεία που απαιτούνται για τον υπολογισμό του κόστους για διάφορες τιμές του K. Τα στοιχεία αυτά είναι: 1) WIP MAKESPAN που είναι ο χρόνος παραμονής των ημετοίμων στο σύστημα, 2) ORDER MAKESPAN που είναι ο

χρόνος που παραμένουν οι ζητήσεις στο σύστημα και 3) PRODUCT MAKESPAN που είναι ο χρόνος που παραμένουν τα έτοιμα προϊόντα στο σύστημα.

Το συνολικό κόστος υπολογίζεται αθροίζοντας το κόστος διατήρησης του αποθέματος των ημιετοιμών που παραμένουν στο σύστημα, το κόστος του αποθέματος των ετοιμών που βρίσκονται στη ουρά εξόδου του συστήματος και το κόστος των ζητήσεων που εξυπηρετούνται με καθυστέρηση. Για απλοποίηση θεωρούμε ότι τα κόστη αυτά είναι γραμμική συνάρτηση του πλήθους των ημιετοιμών, των προϊόντων και των ζητήσεων σε αναμονή αντίστοιχα. Το πλήθος των ημιετοιμών, των ετοιμών προϊόντων και των ζητήσεων σε αναμονή υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ποσότητα των κομματιών που διακινήθηκαν στο σύστημα με τον χρόνο παραμονής στο σύστημα των ημιετοιμών, των ετοιμών προϊόντων και των ζητήσεων σε αναμονή αντίστοιχα. Συνεπώς το συνολικό κόστος υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$C(K) = WIP + FP + \alpha Qd$$

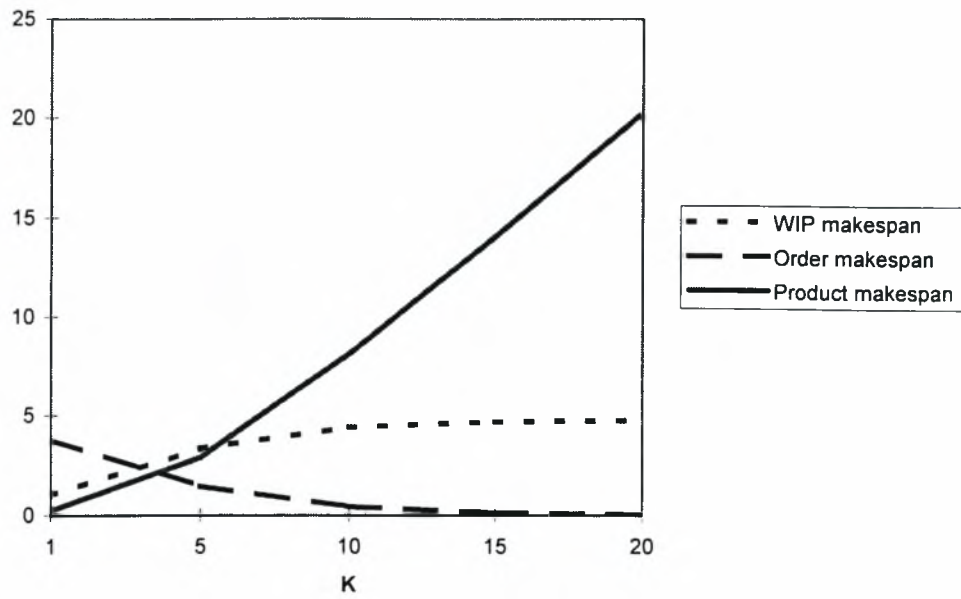
$$= (WIP \text{ MAKESPAN}) * \lambda + (PRODUCT \text{ MAKESPAN}) * \lambda + \alpha * (ORDER \text{ MAKESPAN}) * \lambda,$$

όπου  $\alpha$  είναι ο συντελεστής βαρύτητας του κόστους των ζητήσεων σε αναμονή στο συνολικό κόστος για το οποίο επιλέχτηκε  $\alpha=5$  και  $\lambda$  ο ρυθμός άφιξης των ζητήσεων με  $\lambda=1/1,25=0,8$  αφίξεις ανά χρονική μονάδα.

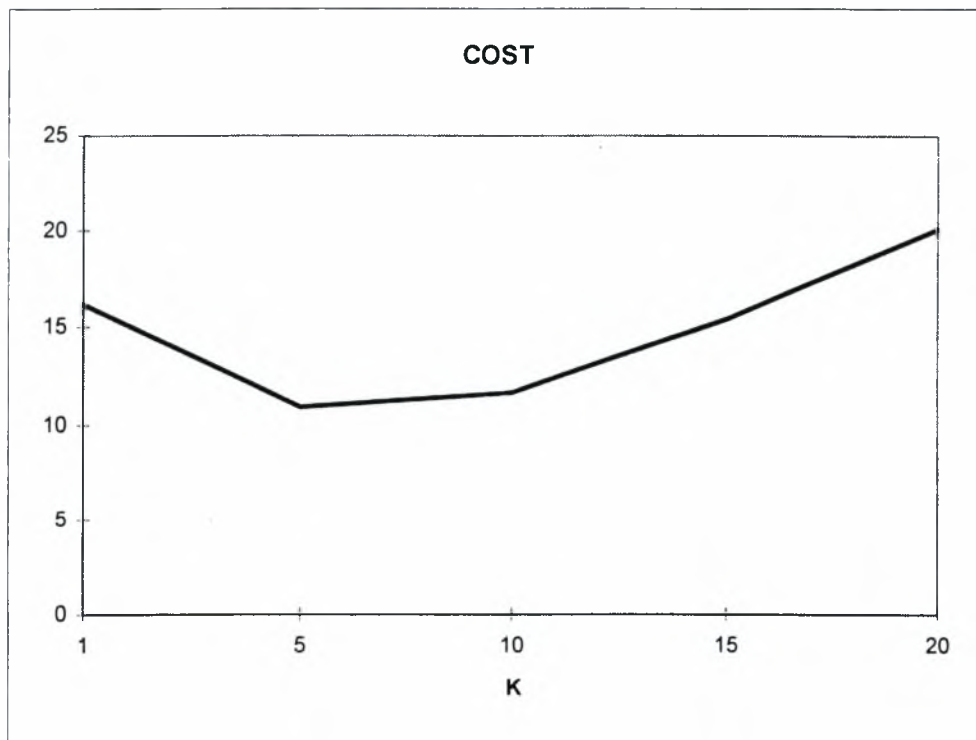
Τα αποτελέσματα φαίνονται στους Πίνακες και τα Διαγράμματα που ακολουθούν.

K	WIP MAKESPAN	ORDER MAKESPAN	PRODUCT MAKESPAN	COST
1	1,003	3,812	0,247	16,248
5	3,349	1,465	2,904	10,8624
10	4,392	0,422	8,115	11,6936
15	4,69	0,125	14,071	15,5088
20	4,784	0,031	20,233	20,1376

**Πίνακας 2.1 Απόδοση του KCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-1,25]$ .**



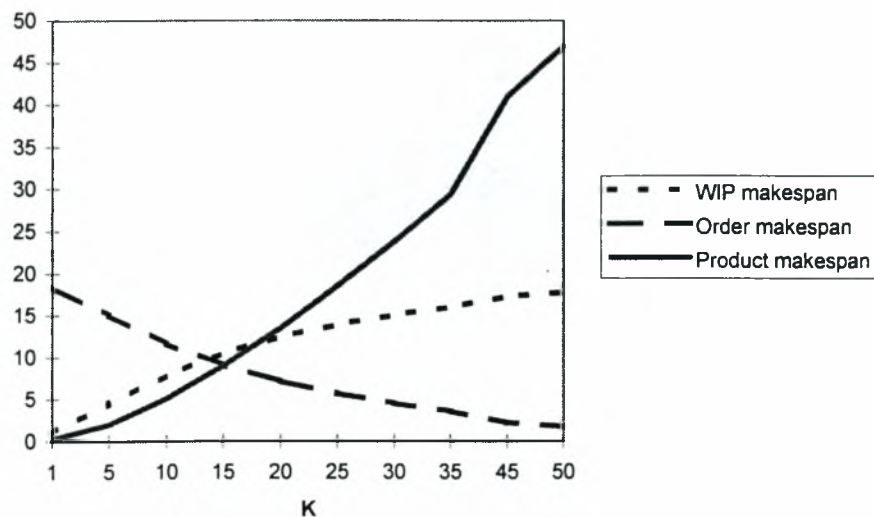
**Διάγραμμα 2.1** Απόδοση του KCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-1,25]$ .



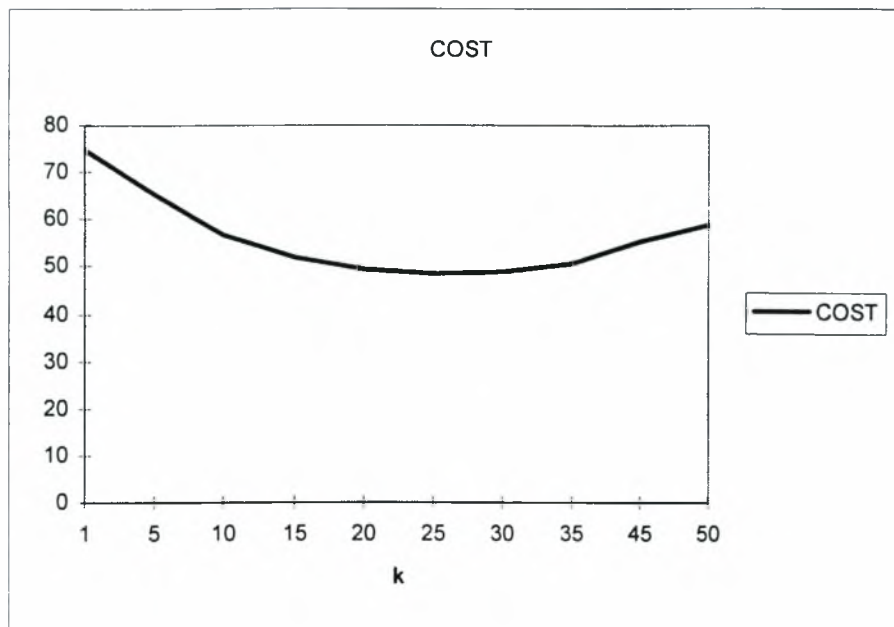
**Διάγραμμα 2.2** Συνολικό κόστος για KCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-1,25]$

K	WIP MAKESPAN	ORDER MAKESPAN	PRODUCT MAKESPAN	COST
1	0,996	18,445	0,298	74,8152
5	4,468	14,991	1,997	65,136
10	7,842	11,629	5,087	56,8592
15	10,413	9,062	8,982	51,764
20	12,365	7,113	13,498	49,1424
25	13,854	5,624	18,476	48,36
30	15,01	4,468	23,787	48,9096
35	15,928	3,55	29,336	50,4112
45	17,287	2,193	40,91	55,3296
50	17,742	1,74	46,918	58,688

**Πίνακας 2.2 Απόδοση του KCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-5]$ .**



**Διάγραμμα 2.3 Απόδοση του KCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-5]$ .**



**Διάγραμμα 2.4** Συνολικό κόστος για KCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-5]$

Τα Διαγράμματα μας οδηγούν να κάνουμε τρεις παρατηρήσεις. Η πρώτη παρατήρηση είναι ότι ο χρόνος που παραμένουν οι ζητήσεις στο σύστημα είναι φθίνουσα συνάρτηση του  $K$  που για  $K$  τείνει στο άπειρο προσεγγίζει το  $(0)$ . Η δεύτερη παρατήρηση είναι ότι ο χρόνος παραμονής των ημιετοιμών προϊόντων είναι αύξουσα συνάρτηση του  $K$  που όμως δεν ξεπερνάει ένα όριο καθώς το  $K$  τείνει στο άπειρο. Αυτό είναι φυσιολογικό αφού καθώς το  $K$  τείνει στο άπειρο, ουσιαστικά είναι σαν να μη χρειάζονται εξουσιοδοτήσεις για την εισαγωγή νέων πρώτων υλών στο σύστημα, οπότε οι πρώτες ύλες εισέρχονται μαζί με την άφιξη των ζητήσεων. Η τρίτη παρατήρηση είναι ότι ο χρόνος που παραμένουν τα έτοιμα προϊόντα στο σύστημα είναι αύξουσα συνάρτηση του  $K$ , που για μεγάλες τιμές του  $K$  τείνει στο άπειρο. Αυτό είναι φυσιολογικό αφού καθώς το  $K$  τείνει στο άπειρο ο αρχικός αριθμός των ετοιμών προϊόντων τείνει επίσης στο άπειρο.

Για τις τιμές του  $K$  που επιλέχθηκαν, το ελάχιστο κόστος για την περίπτωση όπου η τ.α του χρόνου μεταξύ αφίξεων είναι 1,25 (Πίνακας 2.1) είναι  $C=10,864$  και αντιστοιχεί σε  $K=5$ . Αντίστοιχα το ελάχιστο κόστος για την περίπτωση όπου η τ.α του χρόνου μεταξύ αφίξεων είναι 5 (Πίνακας 2.2) είναι  $C=48,36$  και αντιστοιχεί σε  $K=25$ .

Στα Διαγράμματα 2.5-2.7 που ακολουθούν δείχνονται τα τρία μέτρα απόδοσης για τις δύο περιπτώσεις της τ.α του χρόνου μεταξύ αφίξεων καθώς και για

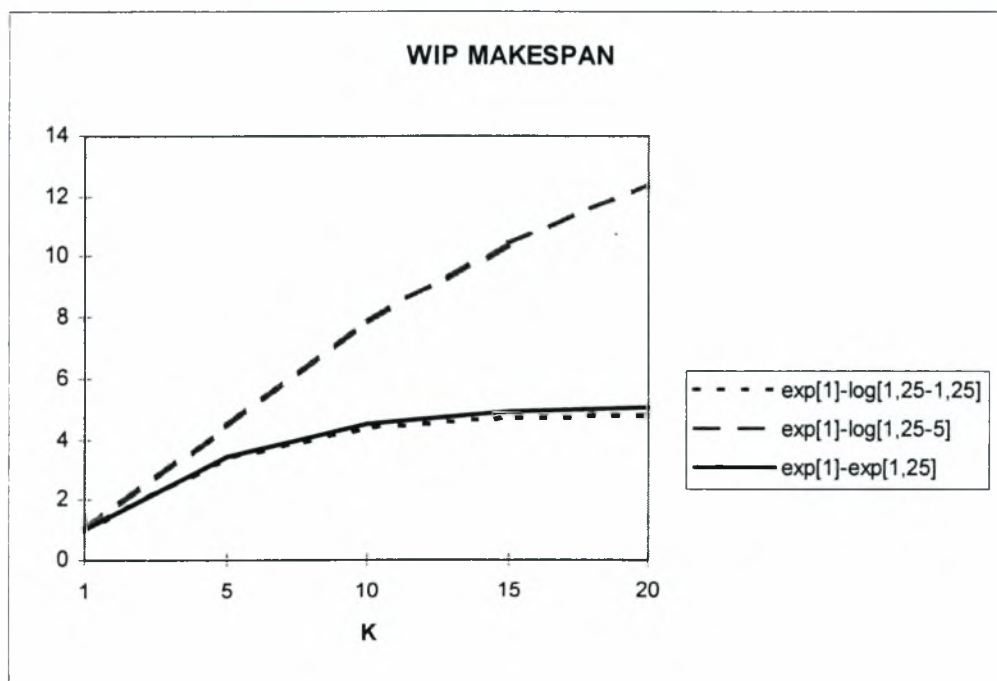
την περίπτωση όπου ο χρόνος μεταξύ αφίξεων έχει εκθετική κατανομή με μέση τιμή 1,25. Για την τελευταία περίπτωση υπάρχουν αναλυτικές λύσεις για τον υπολογισμό των μέτρων απόδοσης [5]. Συνοπτικά, οι αναλυτικές αυτές λύσεις είναι οι εξής.

$$\text{WIP MAKESPAN} = \frac{1 - \rho^\kappa}{1 - \rho} * \frac{1}{\mu}$$

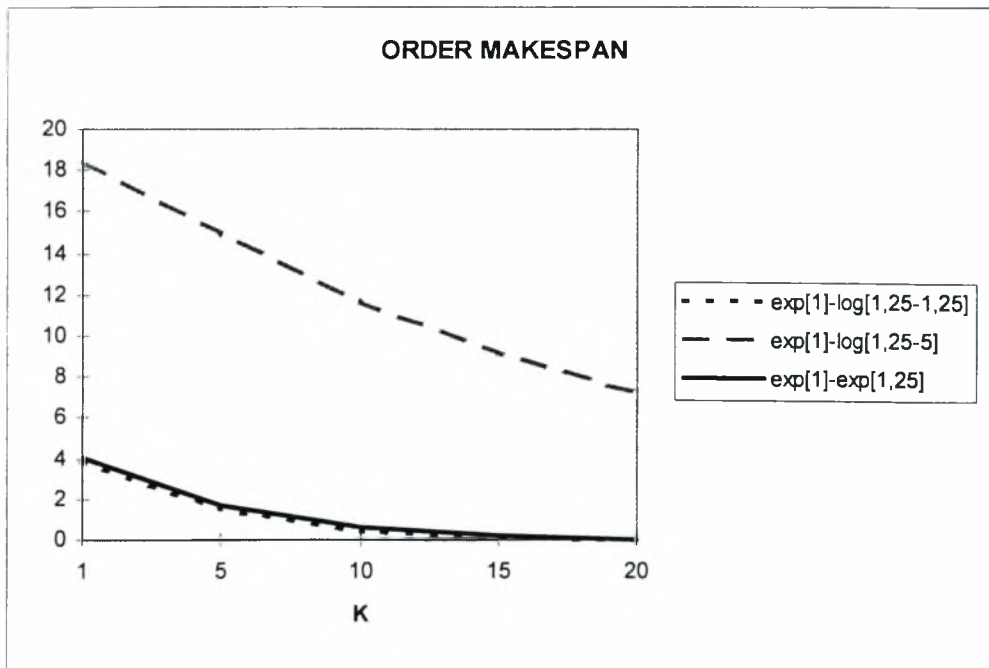
$$\text{ORDER MAKESPAN} = \frac{\rho^\kappa}{1 - \rho} * \frac{1}{\mu}$$

$$\text{PRODUCT MAKESPAN} = \left( \frac{\kappa}{\rho} - \frac{1 - \rho^\kappa}{1 - \rho} \right) * \frac{1}{\mu} ,$$

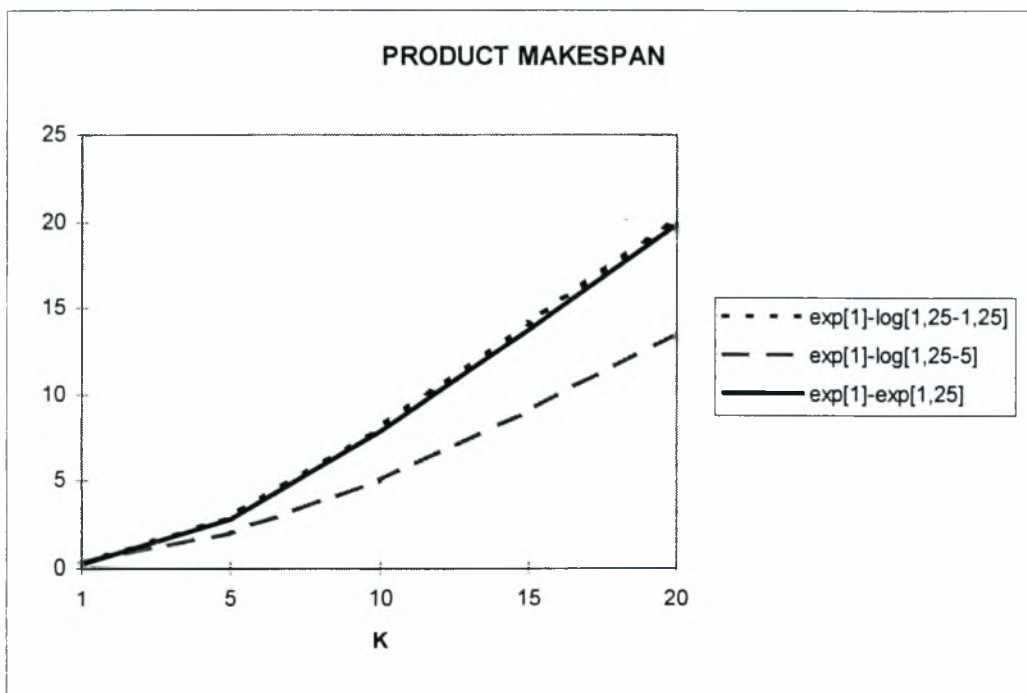
όπου  $\mu$  είναι ο μέσος ρυθμός εξυπηρέτησης και  $\rho$  είναι η απασχόληση του σταθμού και ισούται με  $\lambda/\mu$ . Στην περίπτωσή μας  $\mu=1$  και  $\rho=0,8$ .



Διάγραμμα 2.5 Συγκρίσεις για το WIP MAKESPAN



**Διάγραμμα 2.6 Συγκρίσεις για ORDER MAKESPAN**



**Διάγραμμα 2.7 Συγκρίσεις για PRODUCT MAKESPAN**

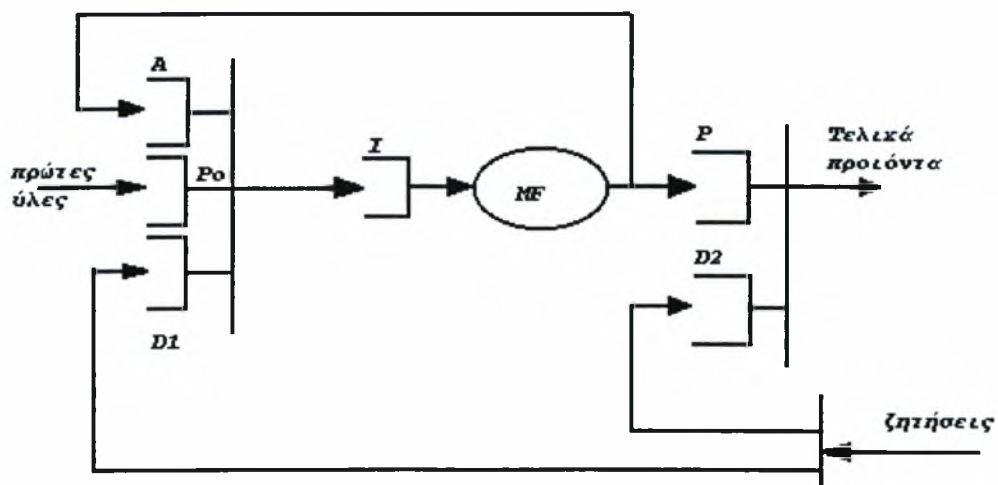
Παρατηρούμε από τα Διαγράμματα 2.5, 2.6 και 2.7 ότι αν αλλάξουμε την κατανομή του χρόνου μεταξύ δύο αφίξεων από εκθετική με μέση τιμή 1,25 δηλ.  $\exp[1,25]$  σε λογοκανονική με μέση τιμή 1,25 και τυπική απόκλιση 1,25 δηλ.  $\log[1,25-1,25]$  τότε ο μέσος χρόνος των ημιέτοιμων κομματιών στο σύστημα δηλ. το

WIP MAKESPAN, ο μέσος χρόνος των ανικανοποίητων ζητήσεων στο σύστημα δηλ. το ORDER MAKESPAN και ο μέσος χρόνος των έτοιμων προϊόντων που κάθονται στο σύστημα δηλ. το PRODUCT MAKESPAN είναι περίπου τα ίδια. Αυτό είναι λογικό εφόσον και η διακύμανση του χρόνου μεταξύ των αφίξεων παραμένει η ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Περαιτέρω αύξηση της τυπικής απόκλισης από 1,25 σε 5 στην λογοκανονική κατανομή άφιξης των ζητήσεων έχει ως αποτέλεσμα το WIP MAKESPAN και το ORDER MAKESPAN να αυξάνονται ενώ το PRODUCT MAKESPAN μειώνεται. Αυτό γίνεται διότι, όταν αυξάνεται η μεταβλητότητα της ζήτησης, αυξάνεται η μεταβλητότητα στις αφίξεις των τεμαχίων στο σύστημα δηλαδή αυξάνεται ο χρόνος παραμονής των ημιέτοιμων κομματιών στο χώρο επεξεργασίας καθώς και ο χρόνος αναμονής των ζητήσεων [5]. Αυτό έχει σαν συνέπεια να μειώνεται ο χρόνος παραμονής των έτοιμων κομματιών.

Μάλιστα για τετραπλασιασμό της τ.α. (από 1,25 σε 5) για  $K=1$  το WIP και το PRODUCT MAKESPAN παραμένουν στα ίδια επίπεδα ενώ το ORDER MAKESPAN αυξάνεται περίπου 4,8 φορές. Αντίθετα για  $K=20$  το WIP MAKESPAN αυξάνεται περίπου 2,5 φορές, το PRODUCT MAKESPAN μειώνεται περίπου 1,5 φορά, ενώ το ORDER MAKESPAN αυξάνεται περίπου 230 φορές.

Η επίδραση της αύξησης της τ.α. του χρόνου μεταξύ αφίξεων φαίνεται να είναι εντονότερη στον χρόνο αναμονής ανικανοποίητων ζητήσεων και άρα στο επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών.

### 2.3 GKCS (Generalized Kanban Control System)



Σχήμα 2.2 Σύστημα GKCS ενός σταδίου με μία μηχανή.



### 2.3.1 Περιγραφή Συστήματος

Το σύστημα GKCS ενός σταδίου με μία μηχανή στο στάδιο φαίνεται στο σχήμα 2.2. Με D2 συμβολίζουμε την ουρά όπου συγκεντρώνονται οι ζητήσεις για τα έτοιμα προϊόντα, με D1 την ουρά όπου αποθηκεύονται οι ζητήσεις για έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας, με P0 το χώρο των πρώτων υλών, με A την ουρά όπου μαζεύονται τα Kanbans, με I το χώρο αποθήκευσης των εισερχομένων υλών, με MF το σύστημα παραγωγής, και με P το χώρο αποθήκευσης των τελειωμένων προϊόντων.

Αρχικά, πριν έρθει η πρώτη ζήτηση στο σύστημα, στην ουρά P βρίσκεται ένα απόθεμα S έτοιμων προϊόντων, στην ουρά A βρίσκονται K Kanbans, ενώ στην ουρά P0 θεωρητικά άπειρο απόθεμα πρώτων υλών. Όλες οι υπόλοιπες ουρές είναι άδειες. Η παραγωγή προκαλείται από τις ζητήσεις που καταφθάνουν στο σύστημα. Κατά την άφιξη μιας ζήτησης στο σύστημα, μια ζήτηση για ένα έτοιμο προϊόν εισέρχεται στην ουρά D2 και μια εντολή για παραγωγή νέου προϊόντος στην ουρά D1. Οι ουρές P και D2 τροφοδοτούν ένα σταθμό συγχρονισμού. Με αυτό τον τρόπο όταν μια ζήτηση φθάσει στην ουρά D2 και υπάρχει ένα έτοιμο προϊόν στην ουρά P τότε αυτό παραδίδεται στον πελάτη και η ζήτηση στην D2 ικανοποιείται. Αν αντίθετα τη στιγμή που εισέλθει η ζήτηση στην ουρά D2 δεν υπάρχει έτοιμο προϊόν στην ουρά P τότε η ζήτηση παραμένει στην D2 (ζήτηση σε αναμονή) μέχρι κάποιο έτοιμο κομμάτι εισέλθει στην ουρά P. Επίσης και οι ουρές A, P0 και D1 οδηγούνται σε σταθμό συγχρονισμού. Αν κάποια στιγμή μια ζήτηση για κατασκευή νέου προϊόντος εισέλθει στην ουρά D1 και υπάρχει Kanban στην ουρά A τότε το Kanban προσκολλάται στην πρώτη ύλη εγκρίνοντας την επεξεργασία του στον σταθμό MF. Αφού υποστεί την επεξεργασία στους σταθμούς του MF το έτοιμο πλέον κομμάτι εισέρχεται στην ουρά P. Λίγο πριν εισέλθει στην ουρά αυτή αποκολλάται από πάνω του το Kanban το οποίο μεταφέρεται αντίθετα της πορείας επεξεργασίας και εναποτίθεται στην ουρά A. Αν αντίθετως κατά την άφιξη μιας ζήτησης στην ουρά D1 δεν υπάρχει κανένα Kanban στην ουρά A τότε παραμένει η ζήτηση στην D1 και ικανοποιείται όταν το πρώτο Kanban έλθει στην A.

#### Χαρακτηριστικά Συστήματος:

Οι παράμετροι ελέγχου του GKCS είναι ο αριθμός των Kanbans (K) και το αρχικό απόθεμα ετοιμών προϊόντων (S). Σε αντίθεση με το KCS ο αριθμός K έχει μοναδικό ρόλο τον καθορισμό του πλήθους των κομματιών που βρίσκονται στο

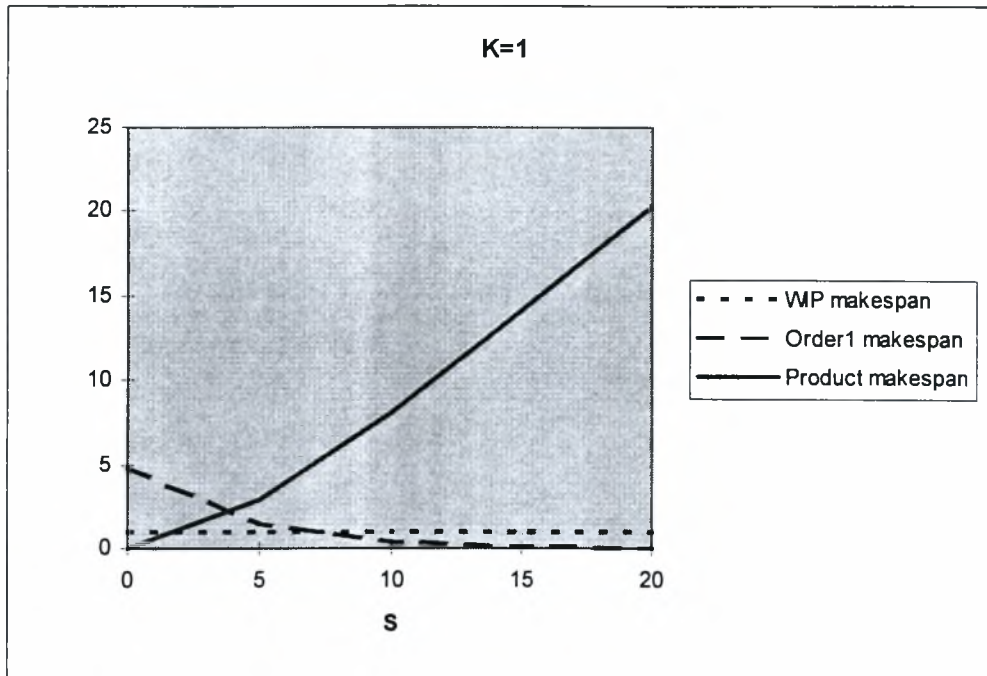
στάδιο της επεξεργασίας (στο στάδιο MF και I) αφού το αρχικό απόθεμα έτοιμων κομματιών που βρίσκεται στην ουρά P καθορίζεται από το S.

### 2.3.2 GKCS Ενός Σταδίου με Μια Μηχανή.

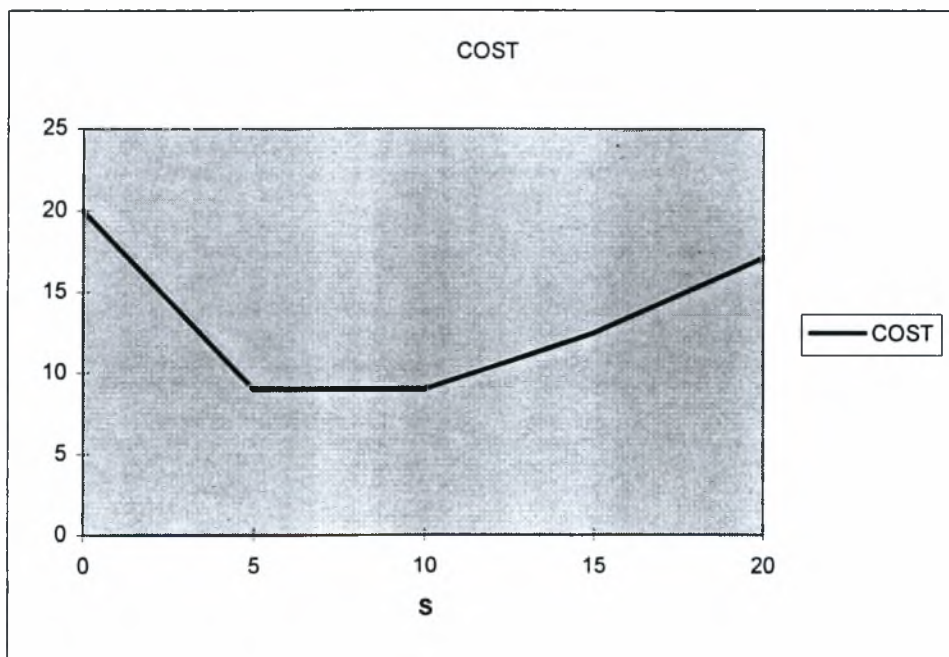
Θεωρούμε το σύστημα GKCS όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2. Η μηχανή μπορεί να επεξεργάζεται μόνο ένα κομμάτι κάθε μια φορά την και ο χρόνος εξυπηρέτησης της μηχανής ακολουθεί εκθετική κατανομή με μέση τιμή 1. Ο χρόνος μεταξύ δύο αφίξεων της ζήτησης για έτοιμα κομμάτια ακολουθεί λογοκανονική κατανομή με μέση τιμή 1,25 και τυπική απόκλιση 1,25 την πρώτη φορά και 5 την δεύτερη. Η χρονική περίοδος προσομοίωσης είναι 10000 χρονικές μονάδες με πέντε επαναλήψεις. Όπως είπαμε οι παράμετροι ελέγχου του συστήματος είναι το K και το S. Για αυτό το απλό σύστημα το ελάχιστο επιτυγχάνεται για K=1. Αυτό συμβαίνει γιατί οποιοδήποτε K μεγαλύτερο του 1 το μόνο που επιτυγχάνει είναι να αυξήσει το μέσο απόθεμα της ουράς I και τον χρόνο αναμονής των πρώτων υλών στην ουρά I χωρίς να αυξάνει ταυτόχρονα την ταχύτητα αντίδρασης του συστήματος στην ζήτηση. Τα αποτελέσματα που παίρνουμε για K=1 και διάφορες τιμές του S για τις δύο περιπτώσεις της τ.α. του χρόνου άφιξης φαίνονται στους παρακάτω Πίνακες και Διαγράμματα

S	WIP MAKESPAN	ORDER1 MAKESPAN	PRODUCT MAKESPAN	COST
0	1,003	4,815	0	20,0624
5	1,003	1,465	2,904	8,9856
10	1,003	0,422	8,115	8,9824
15	1,003	0,125	14,071	12,5592
20	1,003	0,031	20,233	17,1128

**Πίνακας 2.3 Απόδοση του GKCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-1,25]$ .**



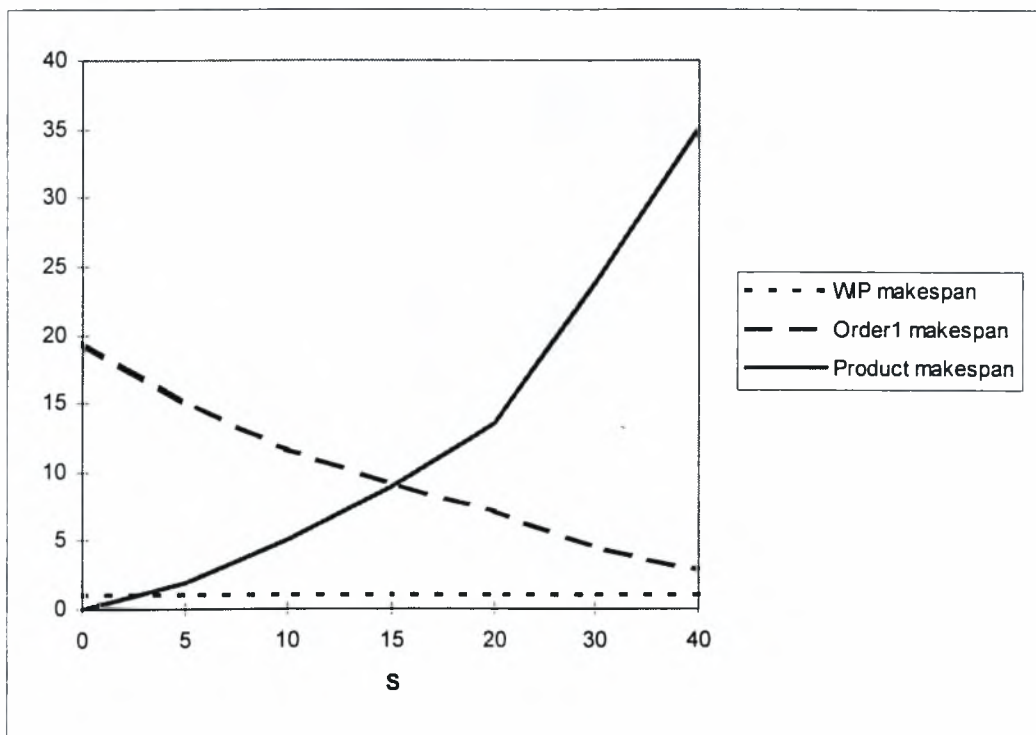
Διάγραμμα 2.7 Απόδοση του GKCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-1,25]$ .



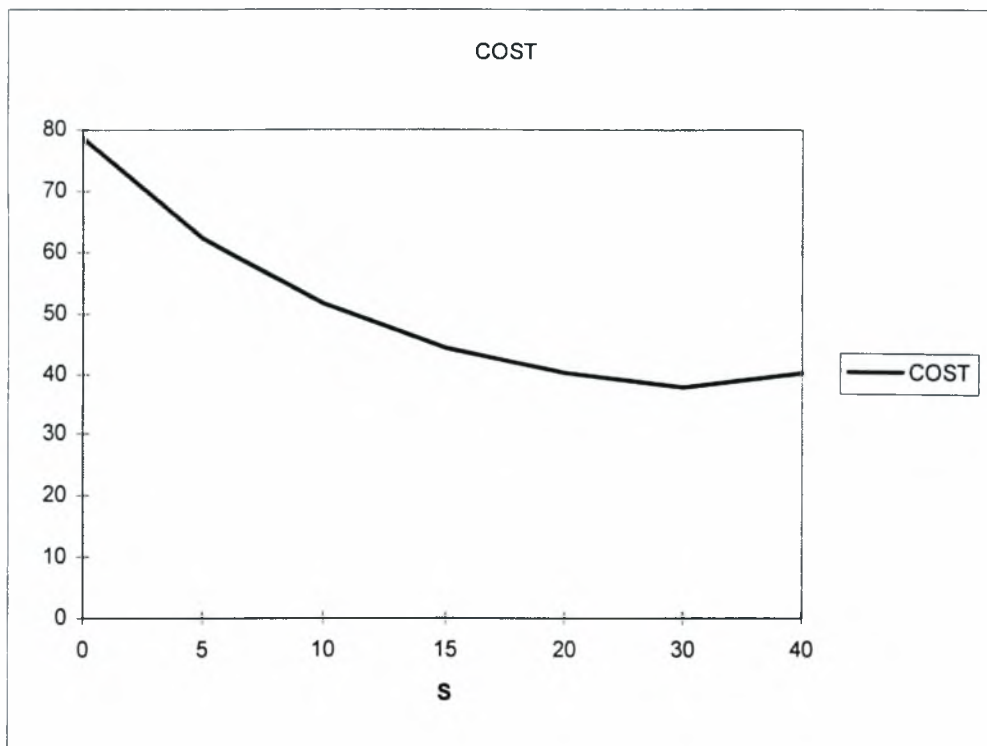
Διάγραμμα 2.8 Συνολικό κόστος για GKCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-1,25]$

S	WIP MAKESPAN	ORDER1 MAKESPAN	PRODUCT MAKESPAN	COST
0	0,996	19,435	0	78,5368
5	0,996	14,991	1,997	62,3584
10	0,996	11,629	5,087	51,3824
15	0,996	9,062	8,982	44,2304
20	0,996	7,113	13,498	40,0472
30	0,996	4,468	23,787	37,6984
40	0,996	2,796	35,048	40,0192

**Πίνακας 2.4** Απόδοση του GKCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-5]$ .



**Διάγραμμα 2.9** Απόδοση του GKCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-5]$ .



**Διάγραμμα 2.10** Συνολικό κόστος για GKCS ενός σταδίου με μια μηχανή με χρόνο εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και χρόνο μεταξύ αφίξεων  $\log[1,25-5]$

Για τις τιμές του  $S$  που εξετάζονται, για την περίπτωση όπου η τ.α. του χρόνου ανάμεσα στις ζητήσεις είναι 1,25 (Πίνακας 2.3) το ελάχιστο κόστος είναι  $C=8,9824$  και αντιστοιχεί σε  $S=10$ .

Για την περίπτωση όπου η τυπική απόκλιση του χρόνου ανάμεσα στις αφίξεις είναι 5 (Πίνακας 2.4) το ελάχιστο κόστος είναι  $C=37,6984$  και αντιστοιχεί σε  $S=30$ .

Όπως είπαμε παραπάνω, το ελάχιστο κόστος επιτυγχάνεται για  $K=1$ . Όμως για λόγους σύγκρισης υπολογίζουμε τα τρία μεγέθη απόδοσης και για τιμές  $K>1$  για τις δυο περιπτώσεις της τ.α. του χρόνου μεταξύ καθώς και για την περίπτωση όπου ο χρόνος μεταξύ αφίξεων έχει εκθετική κατανομή με μέση τιμή 1,25. Για την τελευταία περίπτωση υπάρχουν οι εξής αναλυτικές λύσεις για τον υπολογισμό των μέτρων απόδοσης.

$$\text{WIP MAKESPAN} = \frac{1 - \rho^k}{1 - \rho} * \frac{1}{\mu}$$

$$\text{ORDER MAKESPAN} = \frac{\rho^S}{1 - \rho} * \frac{1}{\mu}$$

$$\text{PRODUCT MAKESPAN} = \left( \frac{S}{\rho} - \frac{1 - \rho^S}{1 - \rho} \right) * \frac{1}{\mu}$$

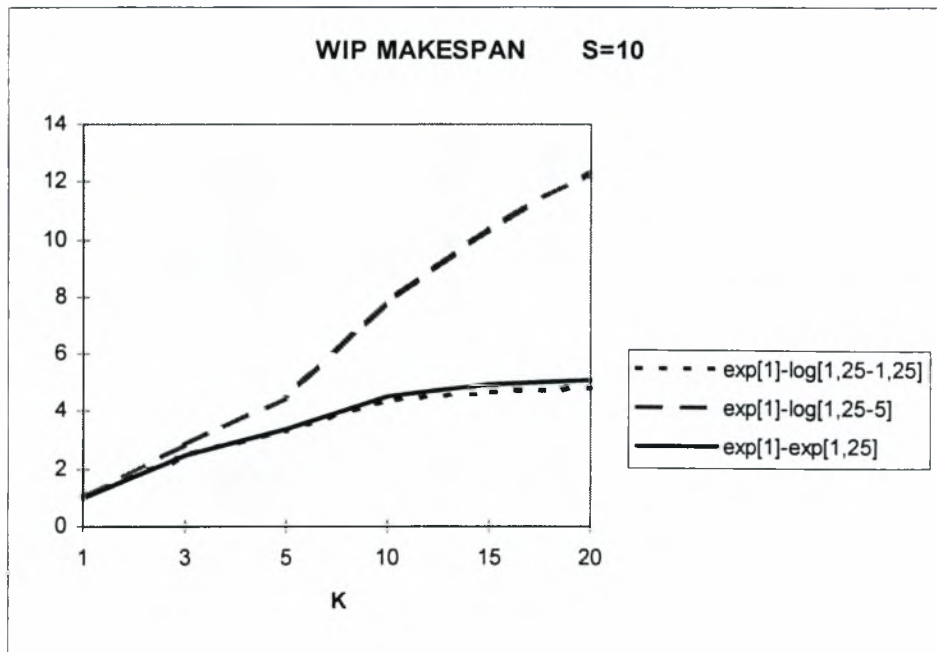
Στην περίπτωση μας  $\mu=1$  και  $\rho=0,8$ .

Στον Πίνακα και στα Διαγράμματα 2.11, 2.12, και 2.13 που ακολουθούν δείχνονται τα τρία μέτρα απόδοσης για τις τρεις περιπτώσεις.

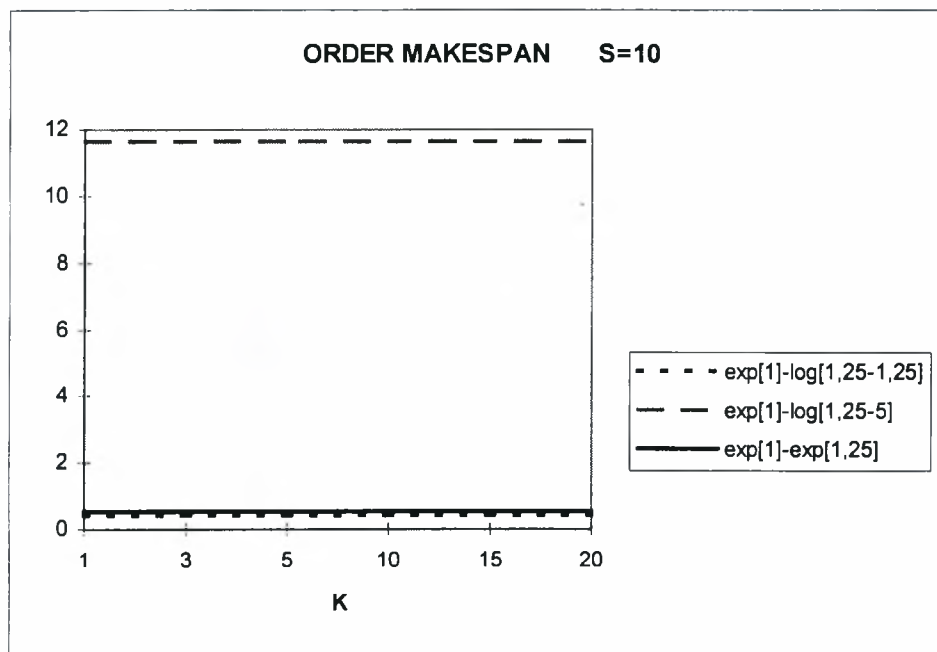
S=10	WIP MAKESPAN		
K	$\exp[1]-\log[1,25-1,25]$	$\exp[1]-\log[1,25-5]$	$\exp[1]-\exp[1,25]$
1	1,003	0,996	1
3	2,441	2,83	2,44
5	3,349	4,468	3,3616
10	4,392	7,842	4,4631
15	4,69	10,413	4,824
20	4,784	12,365	4,942

S=10	ORDER MAKESPAN		
K	$\exp[1]-\log[1,25-1,25]$	$\exp[1]-\log[1,25-5]$	$\exp[1]-\exp[1,25]$
1	0,422	11,629	0,536
3	0,422	11,629	0,536
5	0,422	11,629	0,536
10	0,422	11,629	0,536
15	0,422	11,629	0,536
20	0,422	11,629	0,536

S=10	PRODUCT MAKESPAN		
K	$\exp[1]-\log[1,25-1,25]$	$\exp[1]-\log[1,25-5]$	$\exp[1]-\exp[1,25]$
1	8,115	5,085	8,036
3	8,115	5,085	8,036
5	8,115	5,085	8,036
10	8,115	5,085	8,036
15	8,115	5,085	8,036
20	8,115	5,085	8,036



Διάγραμμα 2.11 Συγκρίσεις στο GKCS για WIP MAKESPAN.

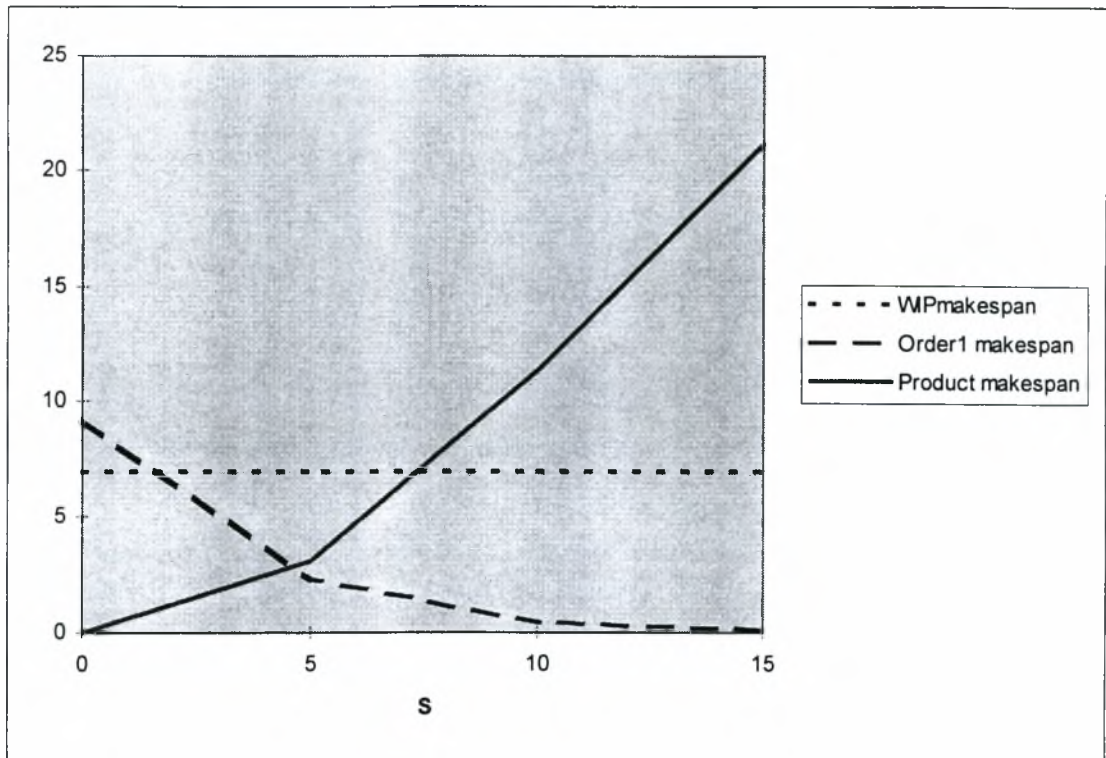


Διάγραμμα 2.12 Συγκρίσεις στο GKCS για το ORDER MAKESPAN.

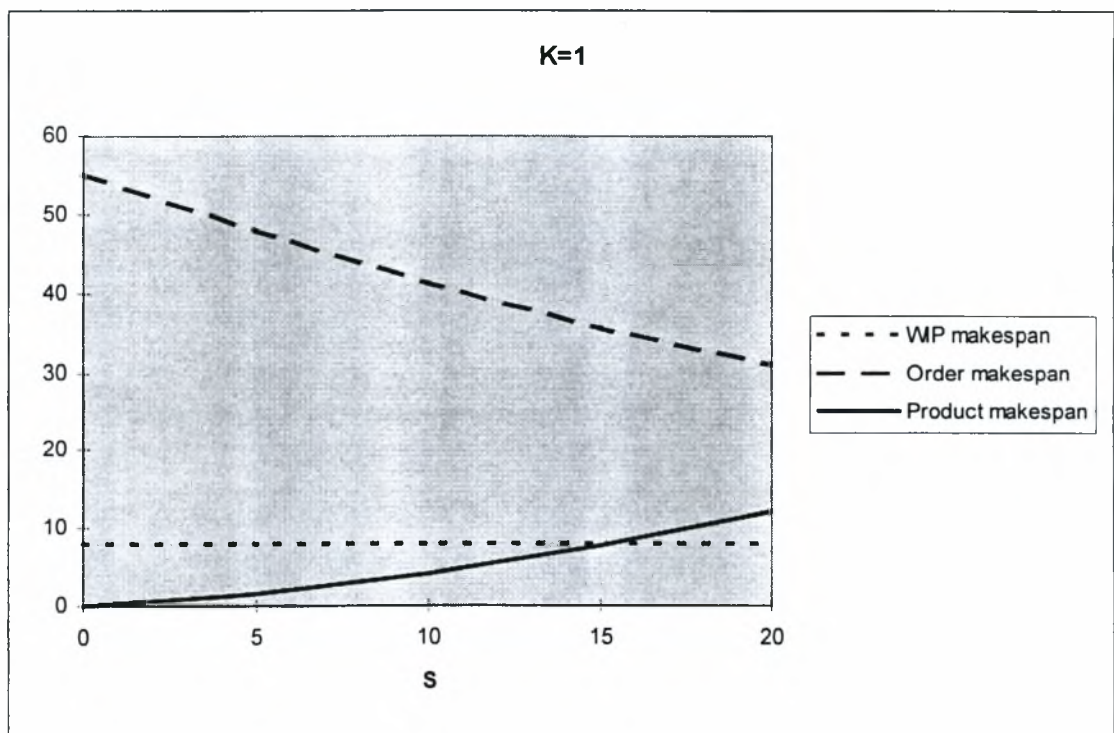
K=5	WIP		ORDER		PRODUCT	
	MAKESPAN		MAKESPAN		MAKESPAN	
S	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
0	6,966	7,908	9,237	55,236	0	0
5	6,966	7,908	2,271	47,786	3,111	1,605
10	6,966	7,908	0,464	41,284	11,378	4,227
15	6,966	7,908	0,102	35,665	21,092	7,782
20	6,966	7,908	0,03	30,821	31,094	12,17
K=10	WIP		ORDER		PRODUCT	
	MAKESPAN		MAKESPAN		MAKESPAN	
S	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
0	7,561	11,739	7,626	21,218	0	0
5	7,561	11,739	1,141	14,421	3,513	3,227
10	7,561	11,739	0,065	9,474	12,433	8,303
15	7,561	11,739	0	6,115	22,367	14,963
20	7,561	11,739	0	3,913	32,368	22,782
K=15	WIP		ORDER		PRODUCT	
	MAKESPAN		MAKESPAN		MAKESPAN	
S	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
0	7,666	14,125	7,669	18,241	0	0
5	7,666	14,125	1,187	11,587	3,539	3,439
10	7,666	14,125	0,068	7,015	12,439	8,96
15	7,666	14,125	0,002	4,114	22,391	16,149
20	7,666	14,125	0	2,362	32,405	24,485
K=20	WIP		ORDER		PRODUCT	
	MAKESPAN		MAKESPAN		MAKESPAN	
S	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
0	7,67	15,663	7,67	17,978	0	0
5	7,67	15,663	1,182	11,403	3,539	3,911
10	7,67	15,663	0,068	6,973	12,453	9,968
15	7,67	15,663	0,002	4,095	22,412	17,575
20	7,67	15,663	0	2,317	32,431	26,281

**Πίνακας 2.6.** Απόδοση GKCS ενός σταδίου με 4 μηχανές με κατανομή χρόνου εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και κατανομές χρόνου μεταξύ αφίξεων  $\log[2-2]$  και  $\log[2-10]$  αντίστοιχα.





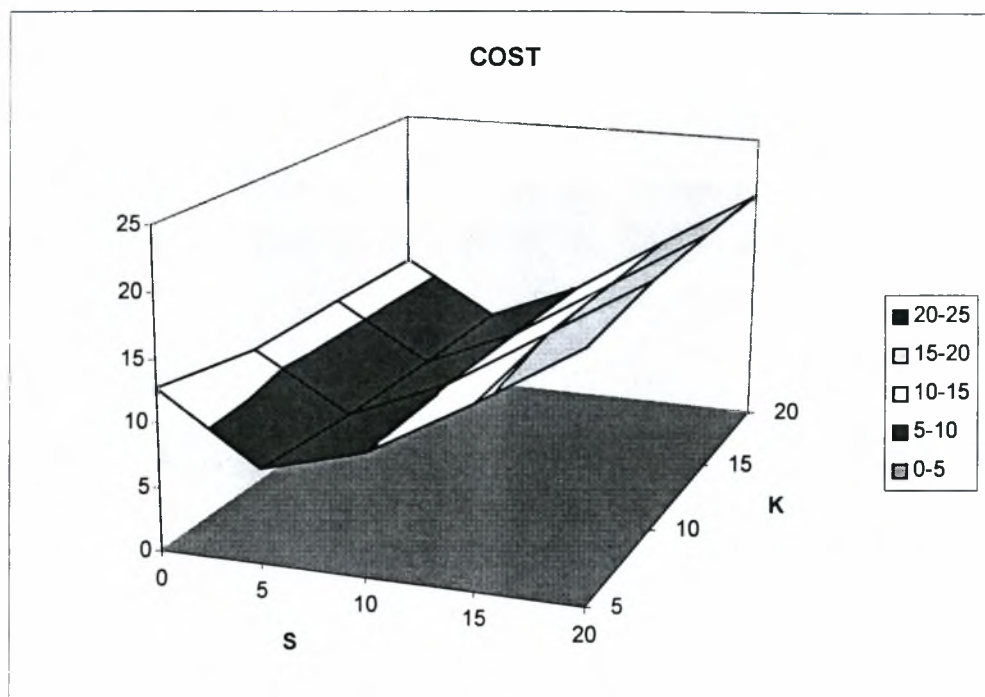
Διάγραμμα 2.14 Απόδοση GKCS ενός σταδίου με 4 μηχανές με κατανομή χρόνου εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και κατανομή χρόνου μεταξύ αφίξεων  $\log[2-2]$



Διάγραμμα 2.15 Απόδοση GKCS ενός σταδίου με 4 μηχανές με κατανομή χρόνου εξυπηρέτησης  $\exp[1]$  και κατανομή χρόνου μεταξύ αφίξεων  $\log[2-10]$

S\K	5	10	15	20
0	12,72	11,4065	11,502	11,505
5	7,3095	6,678	6,7895	6,7865
10	9,636	10,062	10,1205	10,1295
15	14,131	14,964	15,0305	15,043
20	19,06	19,9645	20,0355	20,0505

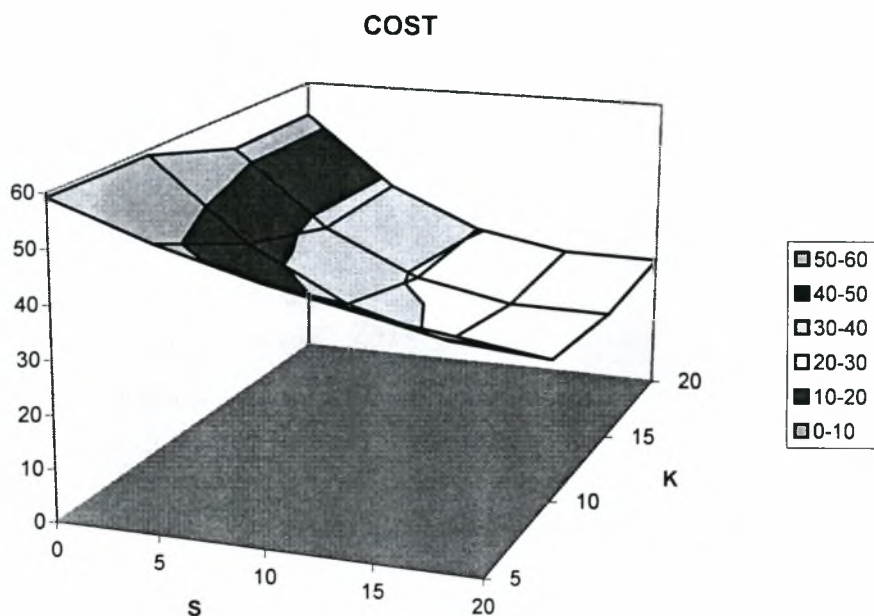
**Πίνακας 2.6 Κόστη για  $\sigma_1=2$**



**Διάγραμμα 2.16 Μεταβολή κόστους για  $\sigma_1=2$**

S\K	5	10	15	20
0	59,19	58,9145	52,665	52,7765
5	52,5425	43,5355	37,7495	38,2945
10	47,3515	33,706	29,08	30,248
15	43,51	28,6385	25,422	26,8565
20	40,86	27,043	25,21	26,7645

**Πίνακας 2.7 Κόστη για  $\sigma_2=10$**



**Διάγραμμα 2.17 Μεταβολή κόστους για  $\sigma_2=10$**

Για τις τιμές των  $K$  και  $S$  που εξετάζονται για την περίπτωση όπου η τ.α του χρόνου ανάμεσα στις ζητήσεις είναι 2 το ελάχιστο κόστος είναι  $C=6,678$  και αντιστοιχεί σε  $K=10$  και  $S=5$ . Στην περίπτωση όπου η τ.α =10 τότε το ελάχιστο κόστος το βρίσκουμε για  $K=15$  και  $S=20$  και είναι  $C=25,21$ .

Από τα Διαγράμματα 3.1 και 3.2 προκύπτει ότι το WIP MAKESPAN παραμένει σταθερό που σημαίνει είναι ανεξάρτητο του  $S$  και εξαρτάται μόνο από το  $K$ . Το ORDER MAKESPAN όπως είναι φυσικό μειώνεται καθώς αυξάνεται το αρχικό απόθεμα  $S$  ενώ το PRODUCT MAKESPAN αυξάνεται με την αύξηση του αρχικού αποθέματος τελικών κομματιών.

Μάλιστα πενταπλασιάζοντας την τυπική απόκλιση του χρόνου μεταξύ αφίξεων για  $K=1$  και  $S=0$  το WIP MAKESPAN και το PRODUCT MAKESPAN μεταβάλλονται ελάχιστα ενώ το ORDER MAKESPAN αυξάνεται περίπου 6 φορές.

Αντίστοιχα για  $K=1$ , και  $S=20$  το WIP MAKESPAN αυξάνεται ελάχιστα, το PRODUCT MAKESPAN μειώνεται περίπου 2,5 φορές ενώ το ORDER MAKESPAN αυξάνεται 1000 φορές

Για  $K=20$ ,  $S=0$  το WIP MAKESPAN αυξάνεται περίπου 2 φορές το PRODUCT MAKESPAN δεν μεταβάλλεται ενώ το ORDER MAKESPAN αυξάνεται περίπου 2,5 φορές.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η επίδραση της αύξησης της τ.α είναι εντονότερη στον χρόνο αναμονής ανικανοποίητων ζητήσεων και άρα στο επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών

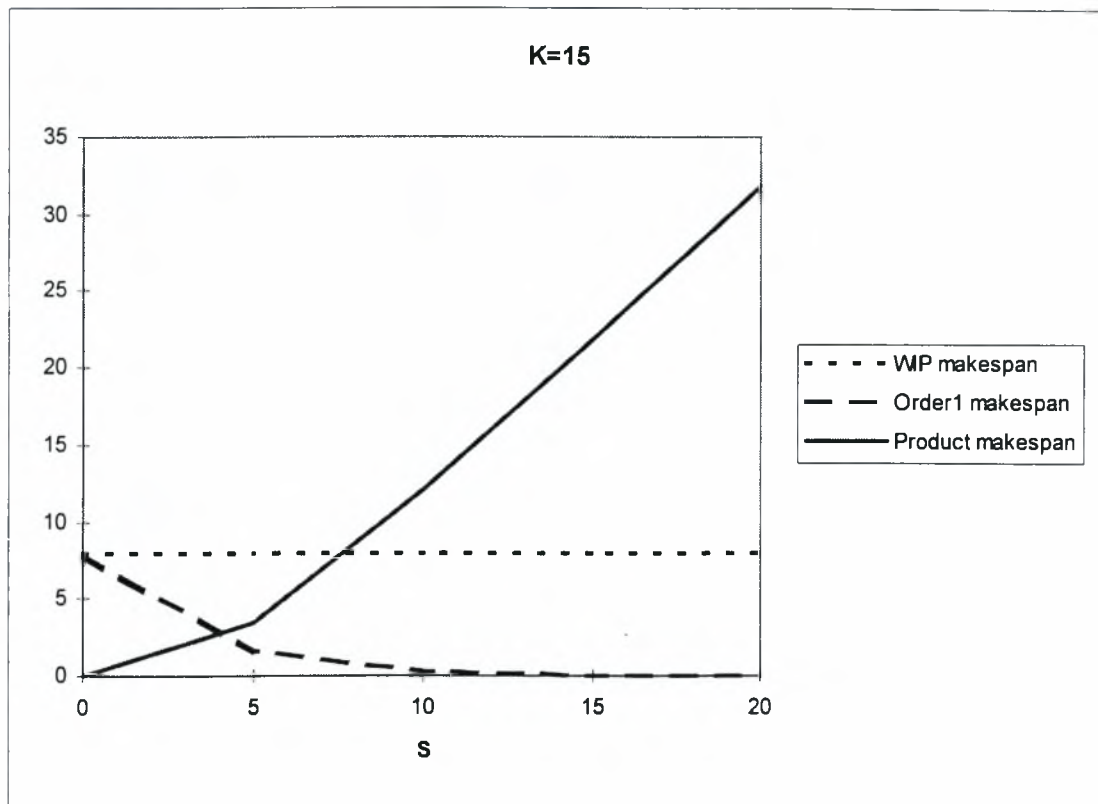
Κατόπιν μελετούμε το ίδιο σύστημα GKCS ενός σταδίου με 4 μηχανές. Με τη διαφορά ότι ο χρόνος άφιξης μεταξύ δύο αφίξεων ακολουθεί εκθετική κατανομή με μέση τιμή 2 ενώ ο χρόνος εξυπηρέτησης ακολουθεί λογοκανονική κατανομή με μέση τιμή 1 και τυπικές αποκλίσεις για  $\sigma_1=1$  και  $\sigma_2=2$ . Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα και Διαγράμματα.

<b>K=5 WIP MAKESPAN ORDER MAKESPAN</b>					<b>PRODUCT MAKESPAN</b>	
<b>S</b>	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
0	6,885	10,176	9,666	168,06	0	0
5	6,885	10,176	2,781	164,44	3,145	0,084
10	6,885	10,176	0,723	160,83	11,12	0,383
15	6,885	10,176	0,198	157,29	20,63	0,89
20	6,885	10,176	0,055	153,87	30,519	1,635
<b>K=10 WIP MAKESPAN ORDER MAKESPAN</b>					<b>PRODUCT MAKESPAN</b>	
<b>S</b>	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
0	7,878	13,148	8,111	21,699	0	0
5	7,878	13,148	1,658	13,53	3,51	1,71
10	7,878	13,148	0,233	8,564	12,047	6,626
15	7,878	13,148	0,024	5,634	21,8	13,578
20	7,878	13,148	0,001	3,822	31,737	21,647
<b>K=15 WIP MAKESPAN ORDER MAKESPAN</b>					<b>PRODUCT MAKESPAN</b>	
<b>S</b>	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
0	7,955	14,908	7,986	18,167	0	0
5	7,955	14,908	1,545	10,156	3,503	1,99
10	7,955	14,908	0,199	5,664	12,101	7,496
15	7,955	14,908	0,031	3,255	21,879	15,087
20	7,955	14,908	0,008	1,957	31,804	23,788
<b>K=20 WIP MAKESPAN ORDER MAKESPAN</b>					<b>PRODUCT MAKESPAN</b>	
<b>S</b>	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
0	7,938	15,605	7,939	17,205	0	0
5	7,938	15,605	1,513	9,324	3,508	2,027
10	7,938	15,605	0,184	4,986	12,116	7,597
15	7,938	15,605	0,02	2,734	21,89	15,255
20	7,938	15,605	0,001	1,6	31,805	24,031

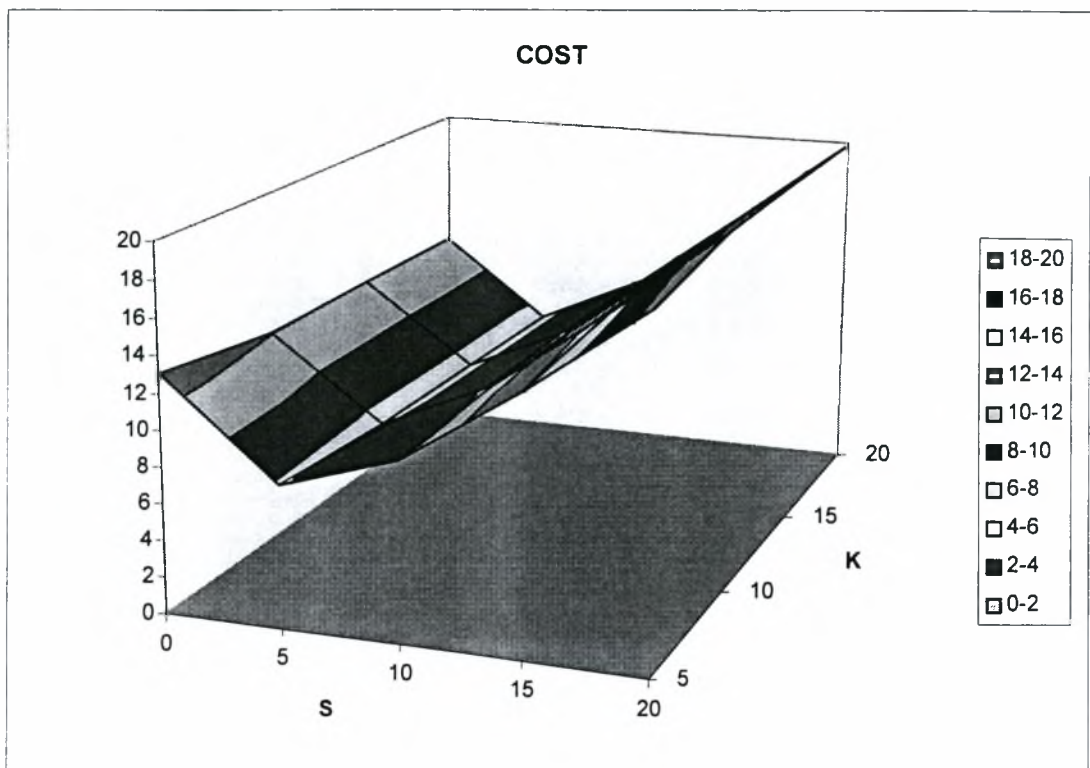
**Πίνακας 2.8 Απόδοση GKCS ενός σταδίου με 4 μηχανές με κατανομές χρόνου εξυπηρέτησης  $\log[1-1]$  και  $\log[1-2]$  και κατανομή χρόνου μεταξύ αφίξεων  $\exp[2]$**

S\K	5	10	15	20
0	13,1085	12,05	11,9635	11,908
5	7,796	7,352	7,274	7,236
10	9,7255	10,1955	10,227	10,211
15	13,9555	14,863	14,948	14,934
20	18,757	19,8085	19,8875	19,8725

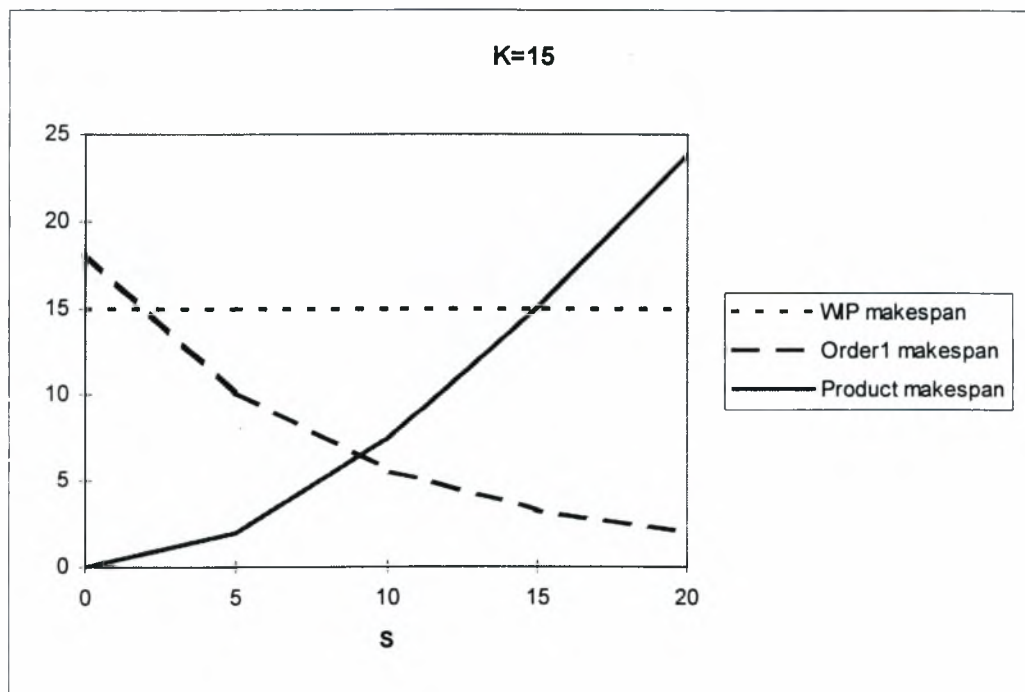
Πίνακας 2.9. Κόστη για  $\tau.a=1$



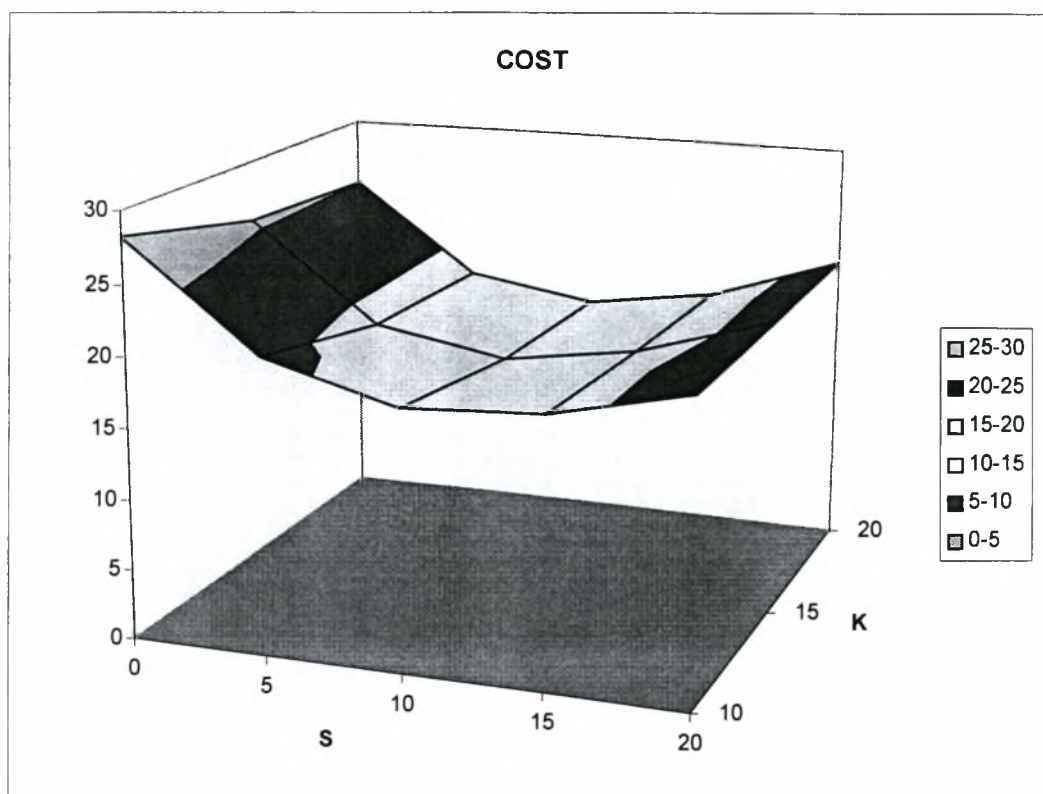
Διάγραμμα 2.17 Απόδοση GKCS ενός σταδίου με 4 μηχανές με κατανομή χρόνου εξυπηρέτησης  $\log[1-1]$  και κατανομή χρόνου μεταξύ αφίξεων  $\exp[2]$



Διάγραμμα 2.18 Συνολικό κόστος για  $\tau.a = 1$



Διάγραμμα 2.19 Απόδοση GKCS ενός σταδίου με 4 μηχανές με κατανομή χρόνου εξυπηρέτησης  $\log[1-2]$  και κατανομή χρόνου μεταξύ αφίξεων  $\exp[2]$



**Διάγραμμα 2.20** Συνολικό κόστος για  $\tau.a=2$

S\K	5	10	15	20
0	173,148	28,273	25,621	25,0075
5	169,57	20,959	18,605	18,14
10	166,1095	18,451	16,866	16,587
15	162,823	18,997	18,2525	18,164
20	159,7755	21,2195	21,305	21,418

**Πίνακας 2.10.** Κόστη για  $\tau.a=2$

Στο Διάγραμμα 2.18 φαίνεται η μεταβολή του κόστους συναρτήσει του S και του K. Το βέλτιστο κόστος το βρίσκουμε για S=5 και K=20 και είναι C=7,236.

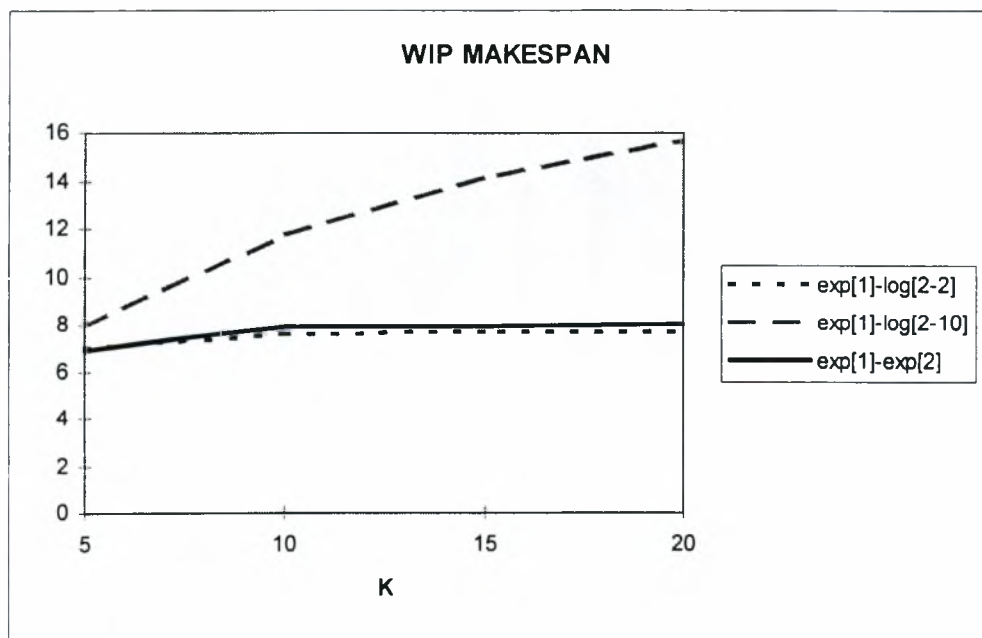
Στο Διάγραμμα 2.20 φαίνεται η μεταβολή του κόστους συναρτήσει των K και S. Το βέλτιστο κόστος το βρίσκουμε για S=10 και K=20 και είναι C= 16,587.

Παρατηρούμε ότι διπλασιάζοντας την τυπική απόκλιση του χρόνου εξυπηρέτησης των μηχανών για K=5 και S=0 το WIP MAKESPAN αυξάνεται 1,5 φορά, το PRODUCT MAKESPAN δεν μεταβάλλεται καθόλου ενώ το ORDER MAKESPAN αυξάνεται περίπου 17 φορές.

Αντίστοιχα για  $K=5$ , και  $S=20$  το WIP MAKESPAN και το ORDER MAKESPAN ενώ το PRODUCT MAKESPAN μειώνεται 25 περίπου φορές.

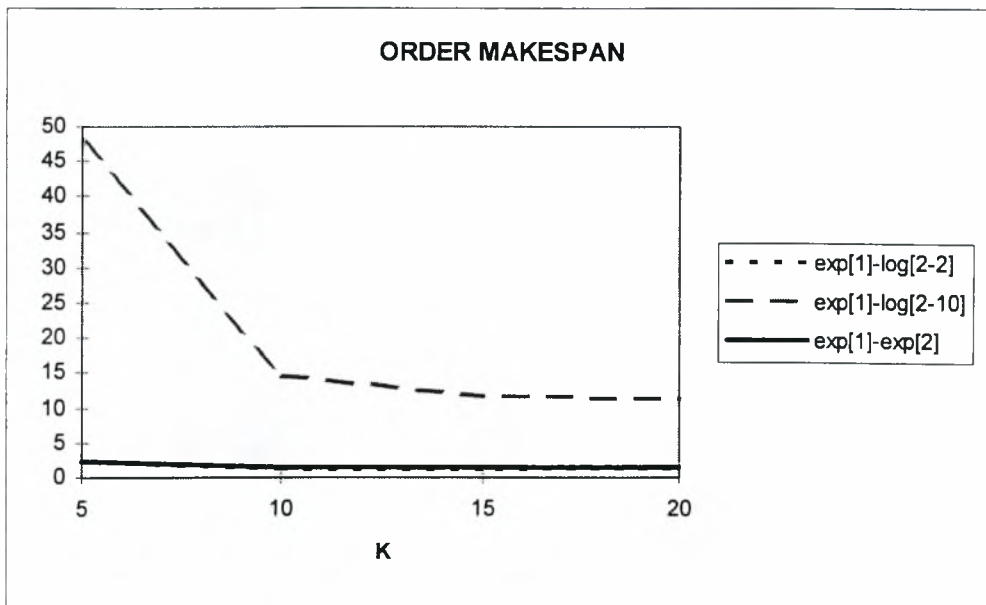
Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η επίδραση της αύξησης της τ.α είναι εντονότερη στον χρόνο αναμονής ανικανοποίητων ζητήσεων και άρα στο επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών.

Τα αποτελέσματα που βρήκαμε πιο πάνω θα τα συγκρίνουμε με αποτελέσματα προηγούμενης εργασίας στην οποία εξετάστηκε το σύστημα GKCS με 4 μηχανές, όπου στην κάθε μηχανή ο χρόνος εξυπηρέτησης ακολουθεί εκθετική κατανομή με μέση τιμή 1 ενώ ο χρόνος μεταξύ δύο αφίξεων της ζήτησης ακολουθεί και αυτός εκθετική κατανομή με μέση τιμή 2. Έτσι θα συγκρίνουμε αυτό το σύστημα καταρχάς με σύστημα GKCS με 4 μηχανές στις οποίες ο χρόνος εξυπηρέτησης ακολουθεί εκθετική κατανομή με μέση τιμή 1 ενώ ο χρόνος μεταξύ δύο αφίξεων της ζήτησης ακολουθεί λογοκανονική κατανομή με μέση τιμή 2 και τυπική απόκλιση α)  $\sigma_1=2$  και β)  $\sigma_2=10$ . Κατόπιν θα συγκρίνουμε το αρχικό σύστημα με το GKCS 4 μηχανών, των οποίων ο χρόνος εξυπηρέτησης ακολουθεί λογοκανονική κατανομή με μέση τιμή 1 και τυπικές αποκλίσεις α)  $\sigma_1=1$  και β)  $\sigma_2=2$ . Ο χρόνος μεταξύ δύο αφίξεων της ζήτησης ακολουθεί εκθετική κατανομή με μέση τιμή 2. Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων φαίνονται στα παρακάτω Διαγράμματα.

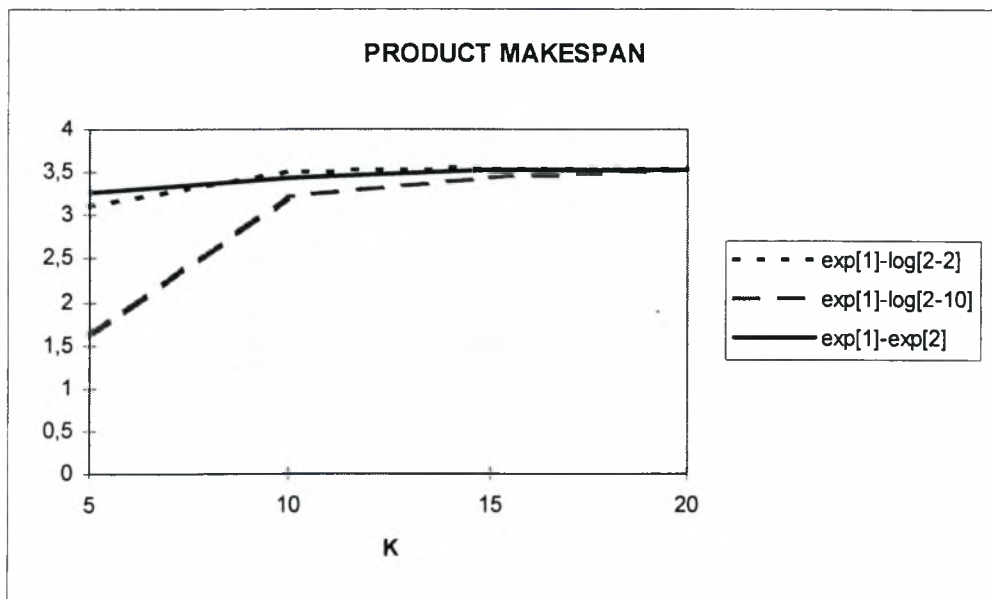


Διάγραμμα 2.21 Συγκρίσεις στο WIP MAKESPAN



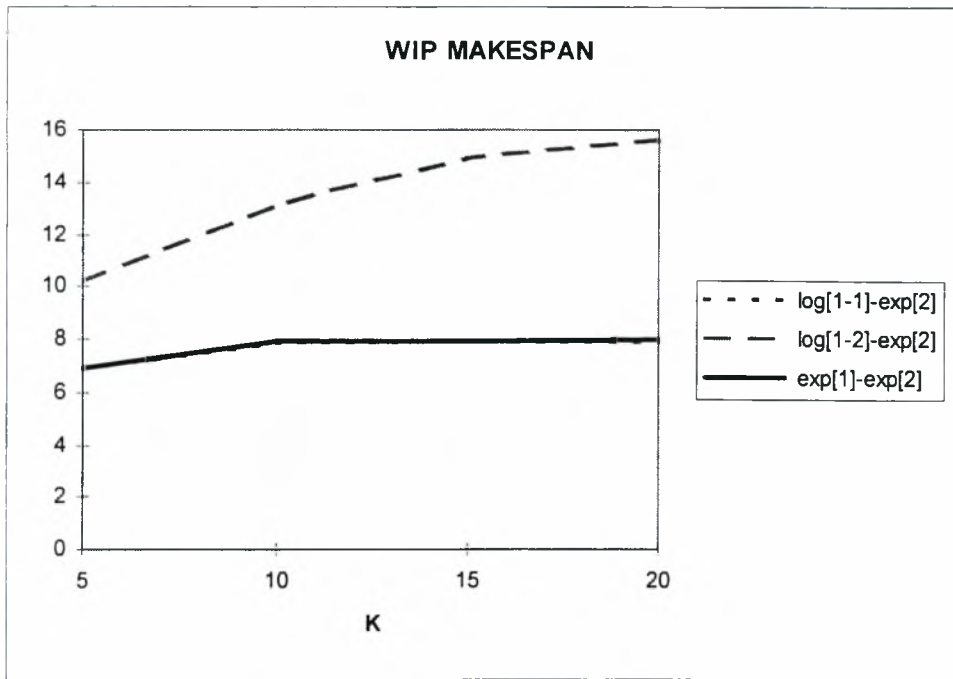


**Διάγραμμα 2.22 Συγκρίσεις στο ORDER MAKESPAN**

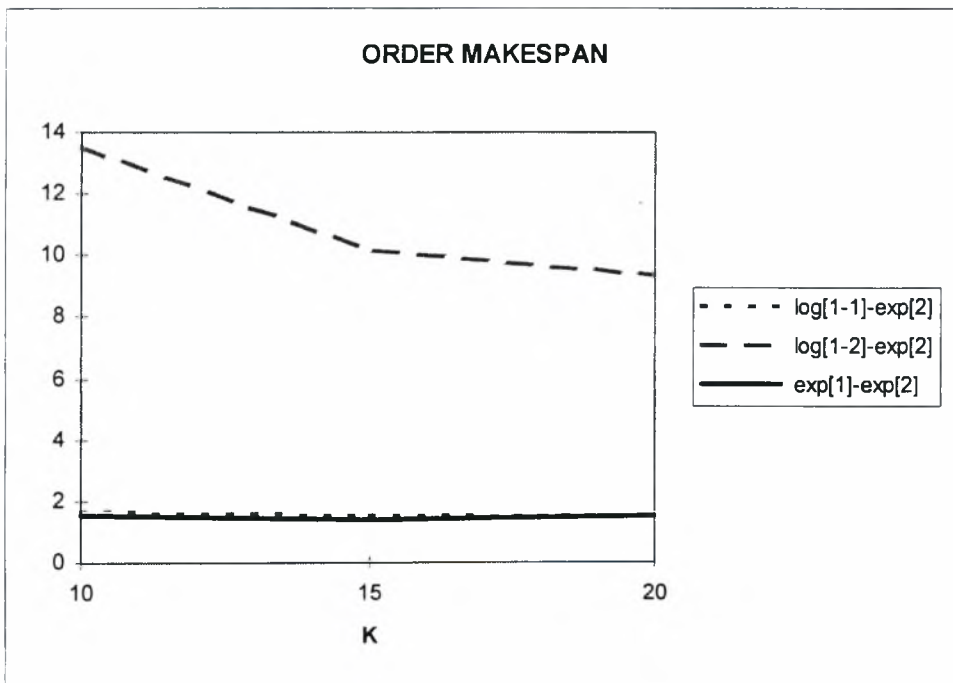


**Διάγραμμα 2.23 Συγκρίσεις στο PRODUCT MAKESPAN**

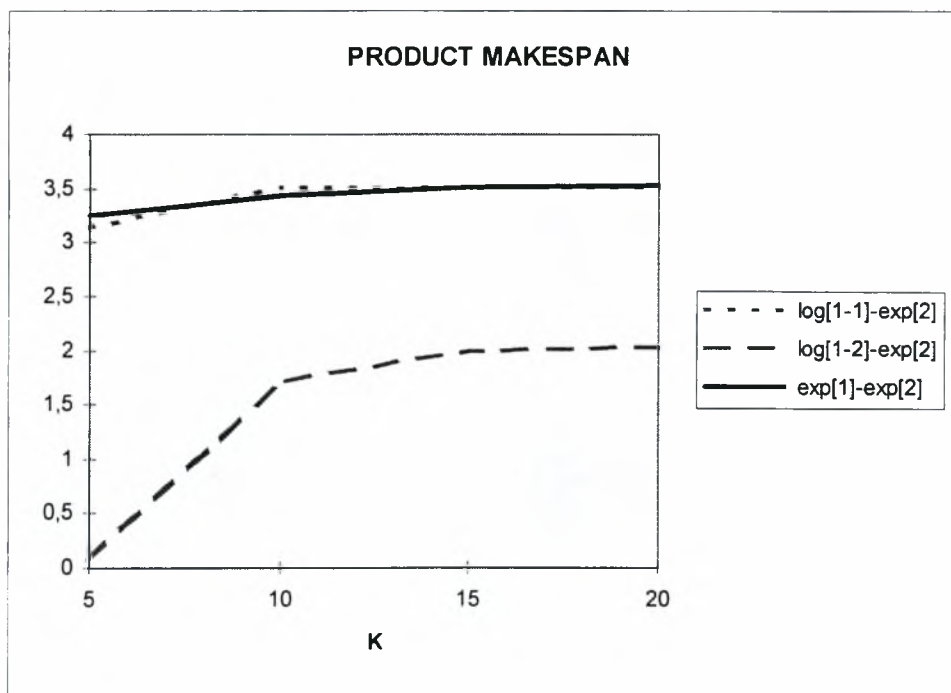
Από τα Διαγράμματα 2.21, 2.22 και 2.23 παρατηρούμε ότι αν αλλάξουμε την κατανομή άφιξης από εκθετική σε λογοκανονική τότε τα μεγέθη είναι περίπου ίδια. Ακόμη, αν αυξήσουμε την τυπική απόκλιση της λογοκανονικής κατανομής τότε θα έχουμε αύξηση του WIP MAKESPAN και του ORDER MAKESPAN ενώ μείωση του PRODUCT MAKESPAN (βλέπε 2.2).



**Διάγραμμα 2.24 Συγκρίσεις στο WIP MAKESPAN**



**Διάγραμμα 2.25 Συγκρίσεις στο ORDER MAKESPAN**



**Διάγραμμα 2.26 Συγκρίσεις στο PRODUCT MAKESPAN**

Από τα Διαγράμματα 2.24, 2.25 και 2.26 παρατηρούμε ότι αν αλλάξουμε την κατανομή του χρόνου εξυπηρέτησης της κάθε μηχανής από εκθετική σε λογοκανονική τότε στο WIP στο ORDER MAKESPAN και στο PRODUCT MAKESPAN τα αποτελέσματα είναι παραπλήσια. Αν αυξήσουμε την τυπική απόκλιση της λογοκανονικής κατανομής τότε θα έχουμε αύξηση για τα WIP και ORDER MAKESPAN και μείωση για το PRODUCT MAKESPAN. Αυτό γίνεται διότι, όταν αυξάνεται η τυπική απόκλιση του χρόνου εξυπηρέτησης των μηχανών τότε αυξάνεται ο κίνδυνος να μαζευτούν πολλά ημιέτοιμα κομμάτια στο χώρο επεξεργασίας [5] άρα και το WIP MAKESPAN αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του PRODUCT MAKESPAN και αύξηση του ORDER MAKESPAN

### **3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΙ ΕΝΑ ΣΤΑΔΙΟ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.**

#### **3.1 Εισαγωγή**

Στο Κεφάλαιο 2 μελετήσαμε συστήματα ενός σταδίου όπου έγινε βελτιστοποίηση κόστους, στην παραγωγή τελικών κομματιών, κατά πρώτο λόγο, και αφετέρου σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά προηγούμενης εργασίας. Στο παρόν κεφάλαιο μελετούμε τον μηχανισμό ελέγχου Extended Kanban [7] σε δύο του εκδοχές για συστήματα παραγωγής με συναρμολόγηση. Οι δύο εκδοχές διαφέρουν στο κατά πόσο τα εξαρτήματα προς συναρμολόγηση και τα Kanban (κάρτες εξουσιοδότησης της παραγωγής) απελευθερώνονται ταυτόχρονα ή ανεξάρτητα πριν την συναρμολόγηση [8].

#### **3.2 Περιγραφή του Συστήματος SEKCS**

Το πρώτο σύστημα που θα περιγράψουμε είναι το SEKCS (Simultaneous Extended Kanban Control System) και φαίνεται στο σχήμα 4.1. Οι ουρές PA1, PA2 και PA3 αναπαριστούν το χώρο αποθήκευσης εξερχόμενων υλών των σταδίων 1,2 και 3 αντίστοιχα, και περιέχουν ζεύγη Kanban και τελειωμένων κομματιών των σταδίων 1,2 και 3. Δηλαδή στην ουρά PA1, περιέχεται το ζεύγος K1 και PRODUCT1, στην PA2 το ζεύγος K2 και PRODUCT2 και στη PA3 το ζεύγος K3 και PRODUCT3. Στην ουρά D4 μαζεύονται οι ζητήσεις για τα τελικά κομμάτια PRODUCT3. Στις ουρές D1, D2 και D3 μαζεύονται οι ζητήσεις για έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας στα στάδια 1, 2 και 3 και παραγωγή των PRODUCT1, PRODUCT2 και PRODUCT3 αντίστοιχα. Στις ουρές A1, A2 και A3 συγκεντρώνονται τα ελεύθερα Kanbans K1, K2 και K3 αντίστοιχα. Στις ουρές P01 και P02 οι πρώτες ύλες για τα στάδια 1 και 2 αντίστοιχα, όπου και τις θεωρούμε σχεδόν άπειρες. Στις ουρές I11, I12, I13, I14, I21, I22, I23, I24, I31, I32, I33 και I34 αποθηκεύονται τα ημιτέτοιμα κομμάτια προς επεξεργασία στις μηχανές MF11, MF12, MF13, MF14, MF21, MF22, MF23, MF24, MF31, MF32, MF33 και MF34 αντίστοιχα.

Αρχικά, πριν έλθει η πρώτη ζήτηση στο σύστημα, στις ουρές PA1, PA2 και PA3 βρίσκονται αποθέματα S1, S2 και S3 κομματιών PRODUCT1, PRODUCT2 και PRODUCT3 με επικολλημένα Kanbans K1, K2 και K3 αντίστοιχα. Στις ουρές A1, A2 και A3 βρίσκονται ένας αριθμός ελεύθερων Kanbans K1, K2 και K3 αντίστοιχα.

Το άθροισμα των επικολλημένων K1, K2, K3 και των ελεύθερων K1, K2, K3 είναι το σύνολο των K1, K2, K3 που βρίσκονται στο σύστημα. Όλες οι άλλες ουρές, (εκτός των P01 και P02), είναι άδειες. Καθώς έρχεται μια ζήτηση ενός πελάτη, εισέρχεται στην ουρά D4, ζητώντας την παράδοση ενός τελειωμένου κομματιού PRODUCT3 από την ουρά PA3. Αν υπάρχει στην ουρά PA3 κομμάτι PRODUCT3 η ζήτηση ικανοποιείται ελευθερώνοντας ένα Kanban K3. Το K3 με τη σειρά του επιστρέφει στην ουρά A3. Αν δεν υπάρχει κομμάτι PRODUCT3 τότε η ζήτηση παραμένει ανικανοποίητη στην ουρά D4. Συγχρόνως η ίδια ζήτηση δημιουργεί ζητήσεις, στις ουρές D1, D2 και D3, για έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας, στα στάδια 1, 2 και 3, και παραγωγή των PRODUCT1, PRODUCT2 και PRODUCT3 αντίστοιχα. Έτσι η ζήτηση που φθάνει στην D1 θα ικανοποιηθεί αν υπάρχει πρώτη ύλη στην P01 (υπάρχει και είναι άπειρη), και υπάρχει ένα K1 στην ουρά A1. Κατόπιν θα επεξεργαστεί στο χώρο επεξεργασίας του σταδίου 1, ως WIP1 ημιέτοιμο κομμάτι. Αν δεν υπάρχει K1 στην ουρά A1 τότε η ζήτηση μένει ανικανοποίητη και αναμένει στην ουρά D1. Ομοίως και για τη ζήτηση που φθάνει στην ουρά D2. Ικανοποιείται αν υπάρχει πρώτη ύλη στην P02 (υπάρχει και είναι άπειρη), και υπάρχει ένα ελεύθερο K2 στην ουρά A2. Κατόπιν θα επεξεργαστεί στο χώρο επεξεργασίας του σταδίου 2, ως WIP2 ημιέτοιμο κομμάτι. Αν δεν υπάρχει K2 στην ουρά A2 τότε η ζήτηση μένει ανικανοποίητη και αναμένει στην ουρά D2. Η ζήτηση που φθάνει στην D3 θα ικανοποιηθεί αν α) υπάρχει ένα κομμάτι PRODUCT1 (το οποίο δημιουργείται από την επεξεργασία του σταδίου 1) στην PA1, β) υπάρχει ένα κομμάτι PRODUCT2 (το οποίο δημιουργείται από την επεξεργασία του σταδίου 2 στην PA2 και γ) υπάρχει ένα ελεύθερο Kanban K3 στην ουρά A3. Όταν ικανοποιηθεί αυτή η ζήτηση τότε τα κομμάτια PRODUCT1 και PRODUCT2 συναρμολογούνται και αυτό το συναρμολογημένο κομμάτι εισέρχεται στο χώρο επεξεργασίας του σταδίου 3 ως WIP3 ημιέτοιμο κομματιού απελευθερώνοντας συγχρόνως τα επικολλημένα Kanbans K1 και K2 που ήταν επικολλημένα στα PRODUCT1 και PRODUCT2 αντίστοιχα. Τα K1 και K2 επανέρχονται στις ουρές A1 και A2 αντίστοιχα. Η επεξεργασία του ημιέτοιμου κομματιού στο χώρο επεξεργασίας του σταδίου 3 δημιουργεί το τελικό προϊόν PRODUCT3 το οποίο με τη σειρά του εισέρχεται στην ουρά PA3 περιμένοντας έως ότου έρθει μία ζήτηση του πελάτη για τελικό προϊόν PRODUCT3 κ.ο.κ.

### 3.3 Περιγραφή του Συστήματος ΙΕΚCS

Η δεύτερη εναλλακτική περίπτωση για την ίδια παραγωγική διαδικασία με την προηγούμενη φαίνεται στο σχήμα 4.2. Πρόκειται για το ΙΕΚCS (Independent Extended Kanban Control System). Οι ουρές PA1, PA2 και PA3 αναπαριστούν το χώρο αποθήκευσης εξερχόμενων υλών των σταδίων 1,2 και 3 αντίστοιχα, και περιέχουν ζεύγη Kanban και τελειωμένων κομματιών των σταδίων 1,2 και 3. Δηλαδή στην ουρά PA1, περιέχεται το ζεύγος K1 και PRODUCT1, στην PA2 το ζεύγος K2 και PRODUCT2 και στη PA3 τα K3, K4 και PRODUCT3. Στην ουρά D5 μαζεύονται οι ζητήσεις για τα τελικά κομμάτια PRODUCT3. Στις ουρές D1, D2 μαζεύονται οι ζητήσεις για έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας στα στάδια 1, 2 και παραγωγή των PRODUCT1, PRODUCT2 αντίστοιχα. Ενώ στις ουρές D3, D4 οι ζητήσεις για απελευθέρωση των PRODUCT1, PRODUCT2 από τα στάδια 1 και 2 αντίστοιχα. Στις ουρές B1 και B2 τα κομμάτια PRODUCT1 και PRODUCT2 αντίστοιχα, χωρίς τα Kanban τους. Στις ουρές A1, A2, A3 και A4 συγκεντρώνονται τα ελεύθερα Kanbans K1, K2, K3 και K4 αντίστοιχα. Στις ουρές P01 και P02 οι πρώτες ύλες για τα στάδια 1 και 2 αντίστοιχα, όπου και τις θεωρούμε σχεδόν άπειρες. Στις ουρές I11, I12, I13, I14, I21, I22, I23, I24, I31, I32, I33 και I34 αποθηκεύονται τα ημιέτοιμα κομμάτια προς επεξεργασία στις μηχανές MF11, MF12, MF13, MF14, MF21, MF22, MF23, MF24, MF31, MF32, MF33 και MF34 αντίστοιχα.

Αρχικά, πριν έλθει η πρώτη ζήτηση στο σύστημα, στις ουρές PA1, PA2 και PA3 βρίσκονται αποθέματα S1,S2 και S3 κομματιών PRODUCT1, PRODUCT2 και PRODUCT3 με επικολλημένα Kanbans K1, K2 στα PRODUCT1, PRODUCT2 και K3, K4 στο PRODUCT3. Στις ουρές A1, A2, A3 και A4 βρίσκονται ένας αριθμός ελεύθερων Kanbans K1, K2, K3 και K4 αντίστοιχα. Όλες οι άλλες ουρές, (εκτός των P01 και P02), είναι άδειες. Καθώς έρχεται μια ζήτηση ενός πελάτη, εισέρχεται στην ουρά D5, ζητώντας την παράδοση ενός τελειωμένου κομματιού PRODUCT3 από την ουρά PA3. Αν υπάρχει στην ουρά PA3 κομμάτι PRODUCT3 η ζήτηση ικανοποιείται απελευθερώνοντας δύο Kanbans τα K3 και K4. Τα K3, K4 με τη σειρά τους επιστρέφουν στις ουρές A3, A4 αντίστοιχα. Αν δεν υπάρχει κομμάτι PRODUCT3 τότε η ζήτηση παραμένει ανικανοποίητη στην ουρά D5. Συγχρόνως η ίδια ζήτηση δημιουργεί ζητήσεις, στις ουρές D1, D2, D3 και D4. Έτσι η ζήτηση που φθάνει στην D1 θα ικανοποιηθεί αν υπάρχει πρώτη ύλη στην P01 (υπάρχει και είναι άπειρη), και υπάρχει ένα K1 στην ουρά A1. Κατόπιν θα επεξεργαστεί στο χώρο επεξεργασίας του

σταδίου 1, ως WIP1 ημιτέτοιμο κομμάτι. Αν δεν υπάρχει K1 στην ουρά A1 τότε η ζήτηση μένει ανικανοποίητη και αναμένει στην ουρά D1. Ομοίως και για τη ζήτηση που φθάνει στην ουρά D2. Ικανοποιείται αν υπάρχει πρώτη ύλη στην P02 (υπάρχει και είναι άπειρη), και υπάρχει ένα ελεύθερο K2 στην ουρά A2. Κατόπιν θα επεξεργαστεί στο χώρο επεξεργασίας του σταδίου 2, ως WIP2 ημιτέτοιμο κομμάτι. Αν δεν υπάρχει K2 στην ουρά A2 τότε η ζήτηση μένει ανικανοποίητη και αναμένει στην ουρά D2. Η ζήτηση που φθάνει στην D3 θα ικανοποιηθεί αν α) υπάρχει ένα κομμάτι PRODUCT1 (το οποίο δημιουργείται από την επεξεργασία του σταδίου 1) στην PA1 και β) υπάρχει ένα ελεύθερο Kanban K3 στην ουρά A3. Όταν ικανοποιηθεί αυτή η ζήτηση τότε το κομμάτι PRODUCT1 αποκολλάται, (αποκολλώντας ταυτόχρονα το Kanban K1 που ήταν επικολλημένο στο PRODUCT1), από το στάδιο 1 και εισέρχεται στην ουρά B1. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στο K1 να επιστρέψει στην ουρά A1 έτσι ώστε να αρχίσει η παραγωγική διαδικασία στο στάδιο 1 δημιουργώντας εκ νέου PRODUCT1. Η ζήτηση που φθάνει στην D4 θα ικανοποιηθεί αν α) υπάρχει ένα κομμάτι PRODUCT2 (το οποίο δημιουργείται από την επεξεργασία του σταδίου 2) στην PA2 και β) υπάρχει ένα ελεύθερο Kanban K4 στην ουρά A4. Όταν ικανοποιηθεί αυτή η ζήτηση τότε το κομμάτι PRODUCT2 αποκολλάται, (αποκολλώντας ταυτόχρονα το Kanban K2 που ήταν επικολλημένο στο PRODUCT2), από το στάδιο 2 και εισέρχεται στην ουρά B2. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στο K2 να επιστρέψει στην ουρά A2 έτσι ώστε να αρχίσει η παραγωγική διαδικασία στο στάδιο 2 δημιουργώντας εκ νέου PRODUCT2. Κατόπιν αν υπάρχει ένα κομμάτι PRODUCT1 στην B1 και ένα κομμάτι PRODUCT2 στην B2 συναρμολογούνται και αυτό το συναρμολογημένο κομμάτι εισέρχεται στο χώρο επεξεργασίας του σταδίου 3 ως WIP3 ημιτέτοιμου κομματιού. Η επεξεργασία του ημιτέτοιμου κομματιού στο χώρο επεξεργασίας του σταδίου 3 δημιουργεί το τελικό προϊόν PRODUCT3 το οποίο με τη σειρά του εισέρχεται στην ουρά PA3 περιμένοντας έως ότου έρθει μία ζήτηση του πελάτη για τελικό προϊόν PRODUCT3 κ.ο.κ.

### **3.4 Συγκρίσεις των SEKCS και IEKCS**

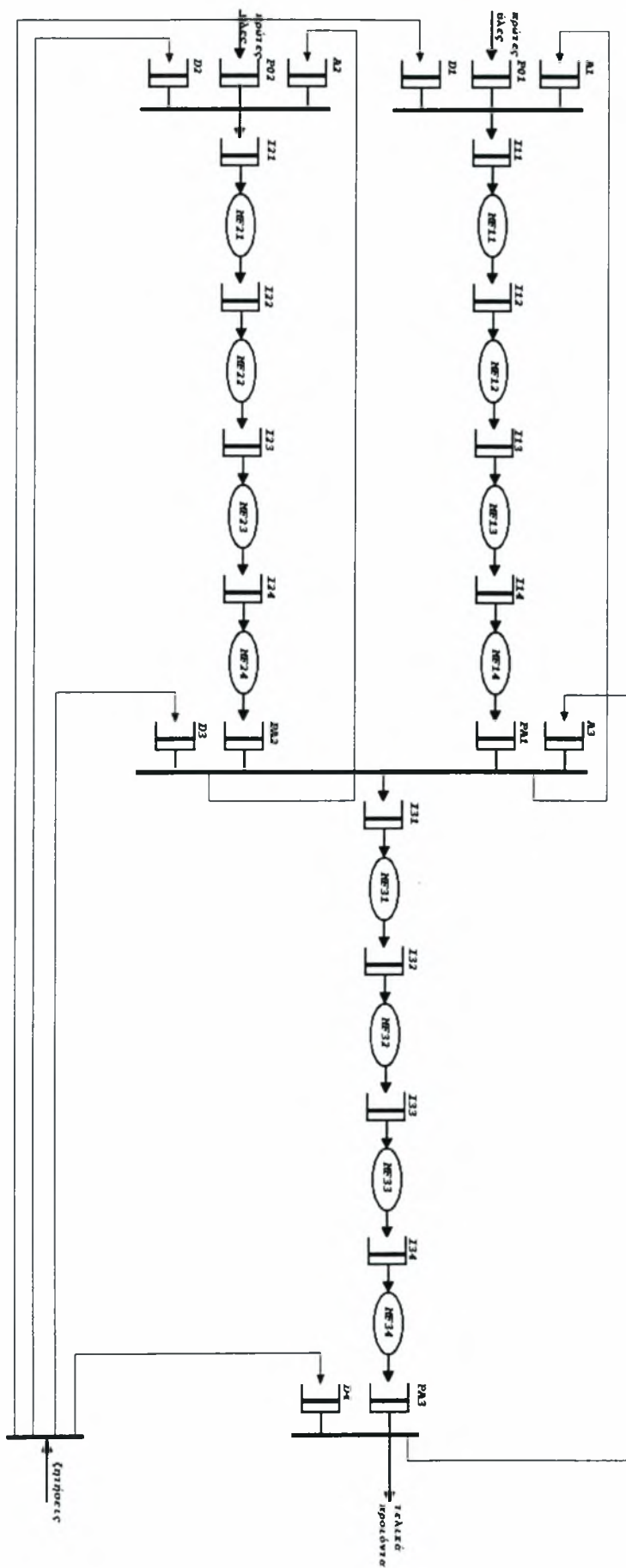
Τα συστήματα SEKCS και IEKCS έχουν 6 παραμέτρους (K1,K2,K3,S1,S2,S3) οπότε καταλαβαίνουμε ότι η βελτιστοποίηση κόστους θα ήταν χρονοβόρα διαδικασία. Αυτό θα μπορούσαμε να κάνουμε είναι να συγκρίνουμε τα δύο συστήματα ως προς δυνατότητα παραγωγής τελικών προϊόντων PRODUCT3, το

μέσο χρόνο παραμονής των τελικών κομματιών PRODUCT3 στο σύστημα και το μέσο χρόνο αναμονής των ανικανοποίητων ζητήσεων, για τελικά κομμάτια, στο σύστημα.

Στους Πίνακες 4.1, 4.2, 4.3 και 4.4 που ακολουθούν βλέπουμε, κατά ένα τρόπο, τις περιπτώσεις τις οποίες διαλέγουμε για να συγκρίνουμε τα δύο συστήματα και κατά δεύτερο, μερικά από τα αποτελέσματα που παίρνουμε από τις αναφορές του προγράμματος προσομοίωσης.

Έτσι τα WIP1, WIP2 και WIP3 MAKESPAN αναφέρονται στο μέσο χρόνο παραμονής των ημιέτοιμων κομματιών στο χώρο επεξεργασίας των σταδίων 1,2 και 3 αντίστοιχα. Τα ORDER3, ORDER4 και ORDER5 MAKESPAN αναφέρονται στο μέσο χρόνο αναμονής των ζητήσεων στις ουρές D3,D4 και D5 αντίστοιχα. Τα PRODUCT1, PRODUCT2 και PRODUCT3 MAKESPAN αναφέρονται στο μέσο χρόνο αναμονής των κομματιών PRODUCT1, PRODUCT2 και PRODUCT3 στις ουρές PA1, PA2 και PA3 αντίστοιχα. Το PRODUCT3 NO TO EXIT αναφέρεται στο μέσο αριθμό των τελικών κομματιών PRODUCT3 που παρήγαγε το σύστημα μέσα στα χρονικά όρια του προγράμματος.





Экспериментальная установка

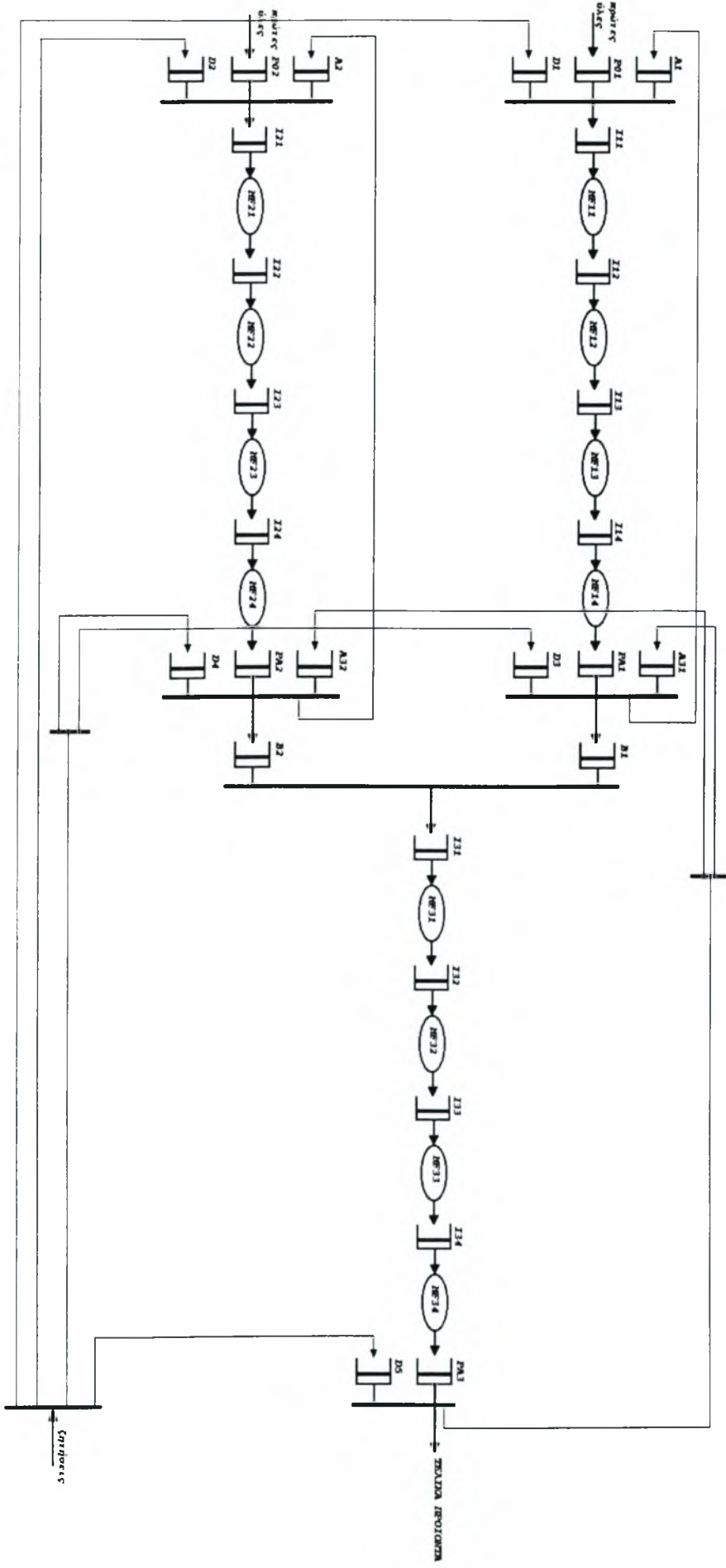


Figure 4.2. Diagram of the power system

α/α	K1,K2,K3	S1,S2,S3	στάθιο1	στάθιο2	στάθιο3	Αφιξη ζήτησης	Order3 mak.	Order4 mak.	Product1 mak.	Product2 mak.	Product3 mak.	Product3 no to exit	WIP1 mak.	WIP2 mak.	WIP3 mak.
1	5	5	exp(1)	exp(2)	exp(1)	exp(2)	259,81	259,8	19,702	0,004	0	7674	6,276	25,974	6,341
2	5	5	exp(2)	exp(1)	exp(2)	exp(2)	275,58	275,57	4,518	21,497	0	7258	23,039	6,066	23,366
3	5	5	exp(1)	exp(1)	exp(2)	exp(2)	260,56	260,79	19,927	20,015	0	7638	6,262	6,176	26,187
4	5	5	exp(2)	exp(2)	exp(1)	exp(2)	275,3	275,31	4,543	4,293	0	7268	22,982	23,226	6,078
5	5	20	exp(1)	exp(2)	exp(1)	exp(2)	221,83	220,47	48,779	0	0	8933	7,172	55,956	7,249
6	5	20	exp(2)	exp(1)	exp(2)	exp(2)	227,27	227,28	8,411	50,662	0	8688	49,16	6,897	49,265
7	5	20	exp(1)	exp(1)	exp(2)	exp(2)	220,81	221,18	48,815	48,76	0	8930	7,154	7,2	55,966
8	5	20	exp(2)	exp(2)	exp(1)	exp(2)	225,94	223,57	7,607	9,524	0	8693	49,91	48,007	6,999
9	20	5	exp(1)	exp(2)	exp(1)	exp(2)	220,5	220,31	48,741	0	0	8937	7,224	55,96	7,178
10	20	5	exp(2)	exp(1)	exp(2)	exp(2)	229,86	230,14	7,338	50,634	0	8683	50,295	7,007	47,81
11	20	5	exp(1)	exp(1)	exp(2)	exp(2)	220,47	222,24	48,666	48,703	0	8925	7,253	7,215	55,919
12	20	5	exp(2)	exp(2)	exp(1)	exp(2)	228,23	228,08	9,514	7,378	0	8696	47,971	50,11	6,933
13	20	20	exp(1)	exp(2)	exp(1)	exp(2)	206,18	202,15	78,164	0	0,043	9329	7,487	85,666	7,334
14	20	20	exp(2)	exp(1)	exp(2)	exp(2)	209,8	211,8	11,707	80,389	0	9125	76,032	7,351	72,175
15	20	20	exp(1)	exp(1)	exp(2)	exp(2)	197,12	202,84	77,45	77,408	0,001	9314	7,476	7,516	85,663
16	20	20	exp(2)	exp(2)	exp(1)	exp(2)	216,38	214,76	11,959	12,402	0	9132	75,649	75,214	7,226

Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα στο SEKCS

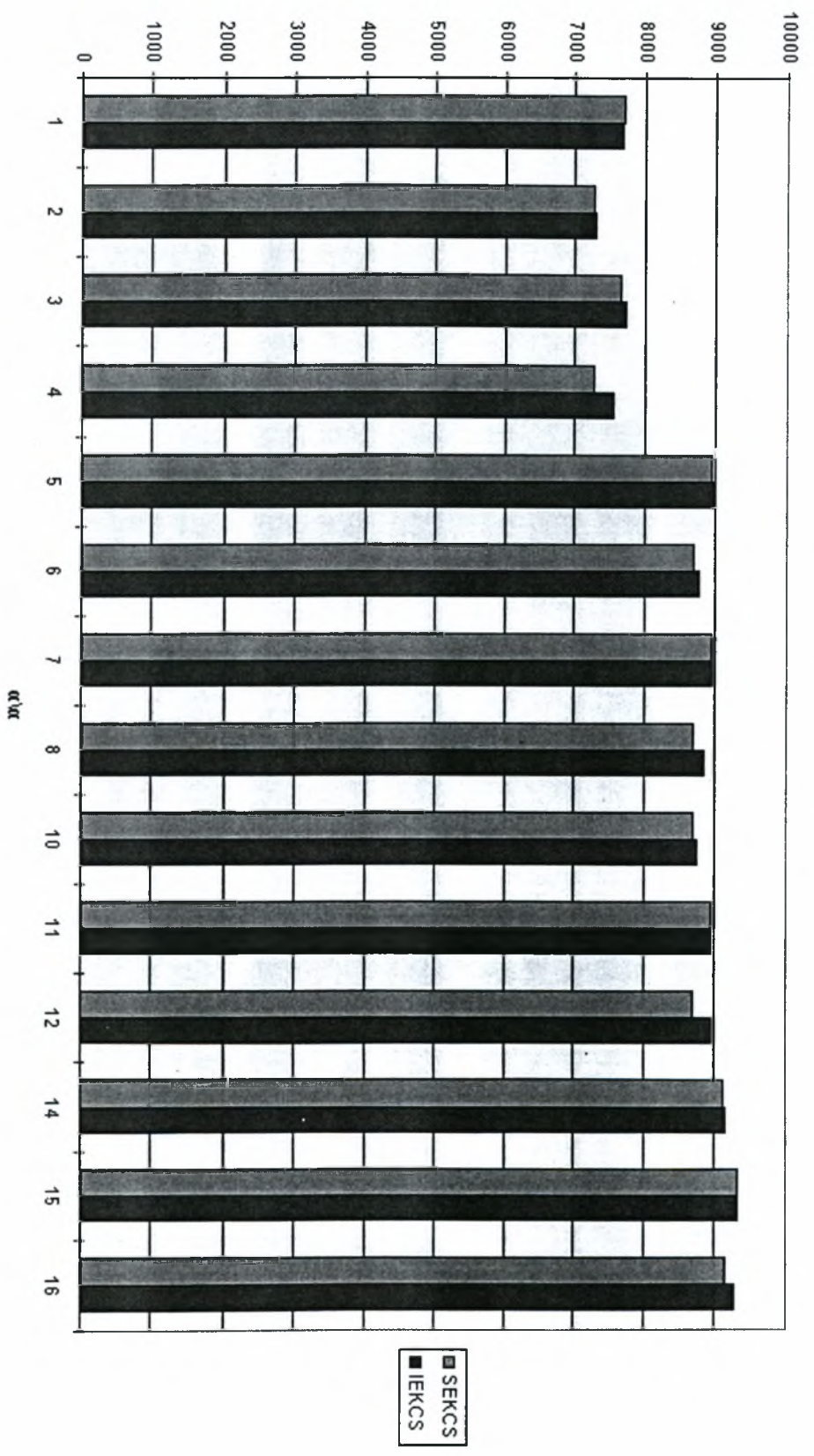
**IEKCS**

εξυμνητήρια μηχανών

α/α	K1,K2,K3,K4	S1,S2,S3	στάθιο1	στάθιο2	στάθιο3	Αριθμ ζήτησης	Order3 mak.	Order4 mak.	Order5 mak.	Product1 mak.	Product2 mak.	Product3 mak.	Product3 no to exit	WIP1 mak.	WIP2 mak.	WIP3 mak.
1	5	5	expl(1)	expl(2)	expl(1)	expl(2)	279,82	260,34	260,28	39,527	0,002	0	7677	6,249	26,05	6,33
2	5	5	expl(2)	expl(1)	expl(2)	expl(2)	278,43	299,65	274,35	4,131	25,49	0	7288	23,309	6,252	23,139
3	5	5	expl(1)	expl(1)	expl(2)	expl(2)	277,82	277,84	258,64	19,544	19,571	0	7718	6,369	6,341	25,91
4	5	5	expl(2)	expl(2)	expl(1)	expl(2)	272,05	274,18	264,98	7,189	9,161	0	7550	25,24	24,928	6,23
5	5	20	expl(1)	expl(2)	expl(1)	expl(2)	259,48	216,05	212,56	96,903	0	0	8981	7,22	55,668	7,221
6	5	20	expl(2)	expl(1)	expl(2)	expl(2)	232,92	278,81	225,31	8,215	57,67	0	8754	48,905	7,052	49,51
7	5	20	expl(1)	expl(1)	expl(2)	expl(2)	267,22	267,17	221,18	48,815	48,76	0	8930	7,154	7,2	55,966
8	5	20	expl(2)	expl(2)	expl(1)	expl(2)	237,43	234,64	216,9	18,172	15,877	0	8846	54,295	54,538	7,089
9	20	5	expl(1)	expl(2)	expl(1)	expl(2)	267,26	221,1	220,9	97,612	0	0	8921	7,189	56,038	7,13
10	20	5	expl(2)	expl(1)	expl(2)	expl(2)	235,43	283,44	228,22	8,172	59,057	0	8738	49,097	7,048	48,343
11	20	5	expl(1)	expl(1)	expl(2)	expl(2)	246,54	232,17	221,32	25,419	11,985	0	8928	52,423	54,507	7,207
12	20	5	expl(2)	expl(2)	expl(1)	expl(2)	266,36	266,36	222,24	48,666	48,703	0	8941	7,253	7,215	55,919
13	20	20	expl(1)	expl(2)	expl(1)	expl(2)	277,73	209,42	205,81	157	0	0	9284	7,411	86,156	7,474
14	20	20	expl(2)	expl(1)	expl(2)	expl(2)	213,84	285,38	209,12	10,851	94,255	0	9139	76,469	7,389	73,053
15	20	20	expl(1)	expl(1)	expl(2)	expl(2)	260,55	260,49	202,84	77,45	77,408	0,001	9314	7,476	7,516	85,663
16	20	20	expl(2)	expl(2)	expl(1)	expl(2)	229,09	248,92	211,3	17,019	38,922	0	9263	84,197	82,465	7,422

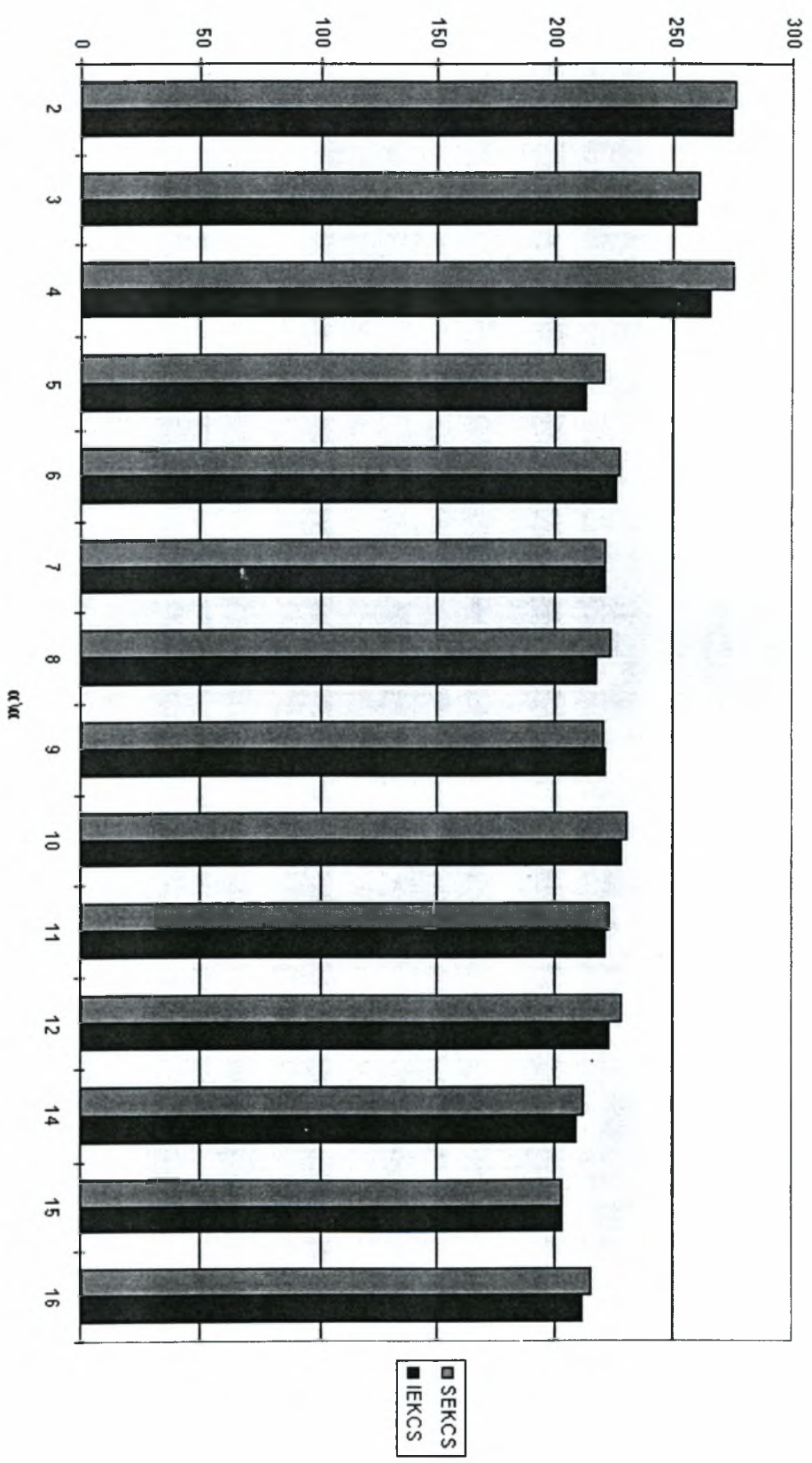
Πίνακας 4.2 Αναστάσιμος στο IEKCS

PRODUCTS NO TO EXIT



Διάγραμμα 4.1. Συγκρίσεις Vα αόφλη exp[2]

ORDER MAKESPAN



Διάγραμμα 4.2. Συγκρίσεις via όψη exp[2]

α/α	Κ1,Κ2,Κ3	S1,S2,S3	εξυπηρέτηση μηχανών				Αρχή Γήρατος	Order3 mak.	Order4 mak.	Product1 mak.	Product2 mak.	Product3 mak.	Product3 no to exit	WIP1 mak.	WIP2 mak.	WIP3 mak.
			στάδιο1	στάδιο2	στάδιο3	στάδιο4										
1	5	5	exp(1)	exp(2)	exp(1)	exp(4)	2,772	0,682	17,37	7,034	12,83	4970	5,258	15,597	5,2	
2	5	5	exp(2)	exp(1)	exp(2)	exp(4)	2,983	4,191	7,315	17,528	6,155	4964	15,559	5,343	15,194	
3	5	5	exp(1)	exp(1)	exp(2)	exp(4)	0,418	3,137	14,891	14,956	6,782	5035	5,361	5,297	15,803	
4	5	5	exp(2)	exp(2)	exp(1)	exp(4)	5,016	1,633	8,056	8,577	11,361	5013	16,038	15,522	5,195	
5	5	20	exp(1)	exp(2)	exp(1)	exp(4)	0	0	75,25	64,937	75,279	4963	5,352	15,666	5,323	
6	5	20	exp(2)	exp(1)	exp(2)	exp(4)	0	0,001	63,764	74,411	63,284	5018	15,956	5,316	16,422	
7	5	20	exp(1)	exp(1)	exp(2)	exp(4)	0	0	74,509	74,561	63,734	5011	5,343	5,299	16,127	
8	5	20	exp(2)	exp(2)	exp(1)	exp(4)	0,004	0	63,749	63,351	74,095	5035	15,721	16,09	5,369	
9	20	5	exp(1)	exp(2)	exp(1)	exp(4)	2,8	0,672	17,616	7,068	12,86	4966	5,325	15,875	5,153	
10	20	5	exp(2)	exp(1)	exp(2)	exp(4)	2,912	4,501	6,975	17,63	6,058	4996	15,984	5,326	15,567	
11	20	5	exp(1)	exp(1)	exp(2)	exp(4)	0,105	3,055	15,043	15,088	7,35	4928	5,366	5,321	15,905	
12	20	5	exp(2)	exp(2)	exp(1)	exp(4)	4,278	1,104	8,258	8,277	11,517	5034	15,884	15,863	5,171	
13	20	20	exp(1)	exp(2)	exp(1)	exp(4)	0	0	75,25	64,937	75,279	4963	5,352	15,666	5,323	
14	20	20	exp(2)	exp(1)	exp(2)	exp(4)	0	0,001	63,764	74,411	63,284	5018	15,956	5,316	16,422	
15	20	20	exp(1)	exp(1)	exp(2)	exp(4)	0	0	74,509	74,561	63,734	5011	5,343	5,299	16,127	
16	20	20	exp(2)	exp(2)	exp(1)	exp(4)	0,004	0	63,749	63,351	74,095	5035	15,721	16,09	5,369	

Πίνακας 4.3. Διατήρηση SEKCS

**IEKCS**

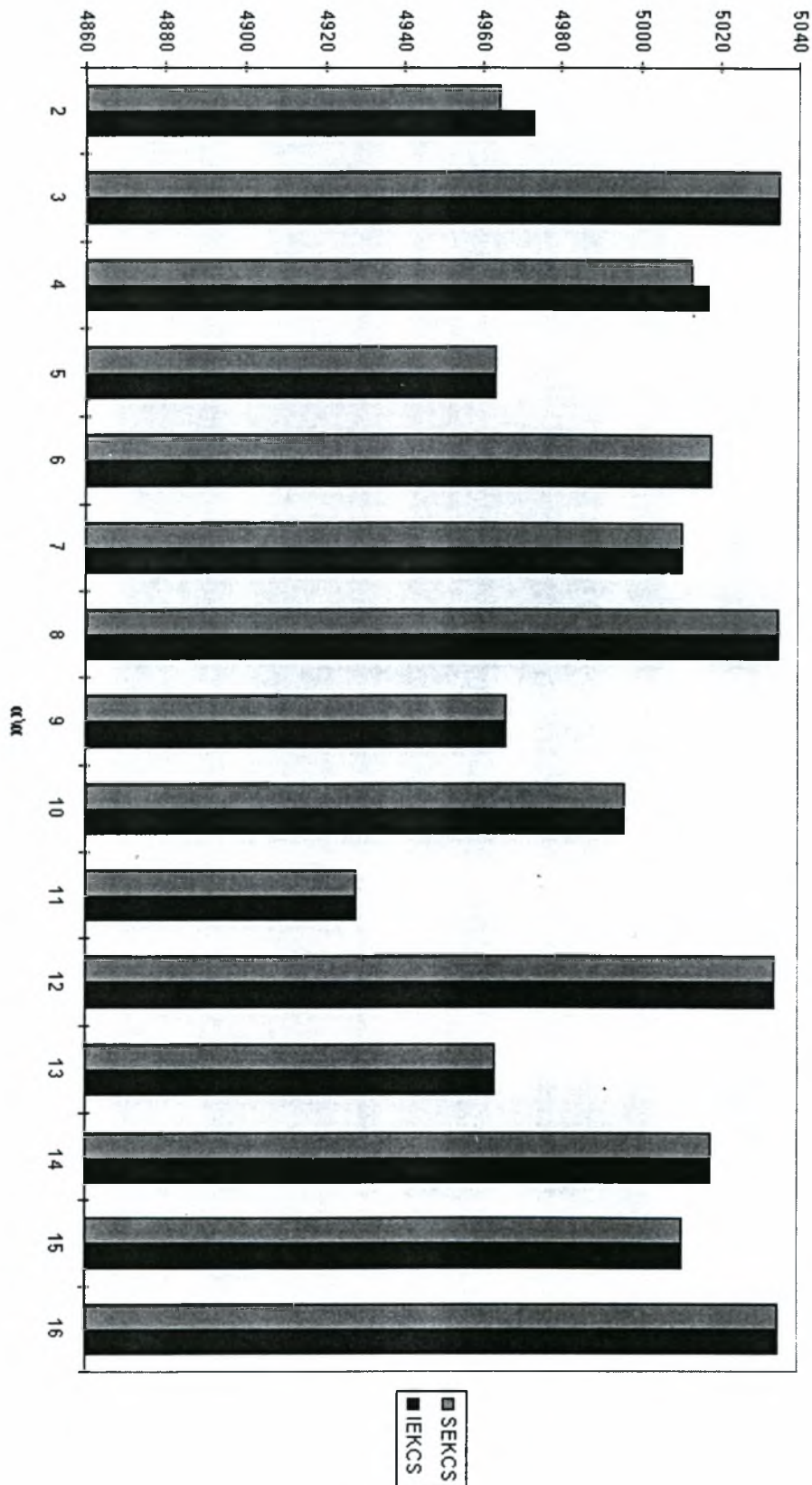
εξυμπερίληψη μηχανών

α/α	K1, K2, K3, K4	S1, S2, S3	στάθια1	στάθια2	στάθια3	Αφείν ζήτηση	Order3 mak.	Order4 mak.	Order5 mak.	Product1 mak.	Product2 mak.	Product3 mak.	Product3 no to exit	WIP1 mak.	WIP2 mak.	WIP3 mak.
1	5	5	expl(1)	expl(2)	expl(1)	expl(4)	3,177	3,177	0,81	17,692	6,623	12,265	5039	5,333	16,077	5,213
2	5	5	expl(2)	expl(1)	expl(2)	expl(4)	3,125	3,125	4,419	7,206	17,865	6,183	4973	15,737	5,332	15,135
3	5	5	expl(1)	expl(1)	expl(2)	expl(4)	0,418	0,418	3,137	14,891	14,956	6,782	5036	5,361	5,297	15,803
4	5	5	expl(2)	expl(2)	expl(1)	expl(4)	4,385	4,385	1,104	8,201	8,477	11,5	5017	15,842	15,596	5,145
5	5	5	expl(1)	expl(2)	expl(1)	expl(4)	0	0	0	75,25	64,937	75,279	4963	5,352	15,666	5,323
6	5	5	expl(2)	expl(1)	expl(2)	expl(4)	0	0	0,001	63,764	74,411	63,284	5018	15,956	5,316	16,422
7	5	5	expl(1)	expl(1)	expl(2)	expl(4)	0	0	0	74,509	74,561	63,734	5011	5,343	5,299	16,127
8	5	5	expl(2)	expl(2)	expl(1)	expl(4)	0,004	0,004	0	63,749	63,351	74,095	5035	15,721	16,09	5,369
9	20	5	expl(1)	expl(2)	expl(1)	expl(4)	2,8	2,8	0,672	17,616	7,068	12,86	4966	5,325	15,875	5,153
10	20	5	expl(2)	expl(1)	expl(2)	expl(4)	2,912	2,912	4,501	6,975	17,63	6,058	4996	15,984	5,326	15,567
11	20	5	expl(1)	expl(1)	expl(2)	expl(4)	0,105	0,105	3,055	15,043	15,088	7,35	4928	5,366	5,321	15,905
12	20	5	expl(2)	expl(2)	expl(1)	expl(4)	4,278	4,278	1,104	8,258	8,277	11,517	5034	15,884	15,863	5,171
13	20	20	expl(1)	expl(2)	expl(1)	expl(4)	0	0	0	75,25	64,937	75,279	4963	5,352	15,666	5,323
14	20	20	expl(2)	expl(1)	expl(2)	expl(4)	0	0	0,001	63,764	74,411	63,284	5018	15,956	5,316	16,422
15	20	20	expl(1)	expl(1)	expl(2)	expl(4)	0	0	0	74,509	74,561	63,734	5011	5,343	5,299	16,127
16	20	20	expl(2)	expl(2)	expl(1)	expl(4)	0,004	0,004	0	63,749	63,351	74,095	5035	15,721	16,09	5,369

File view of 4. 4. Διοργάνωση IEKCS

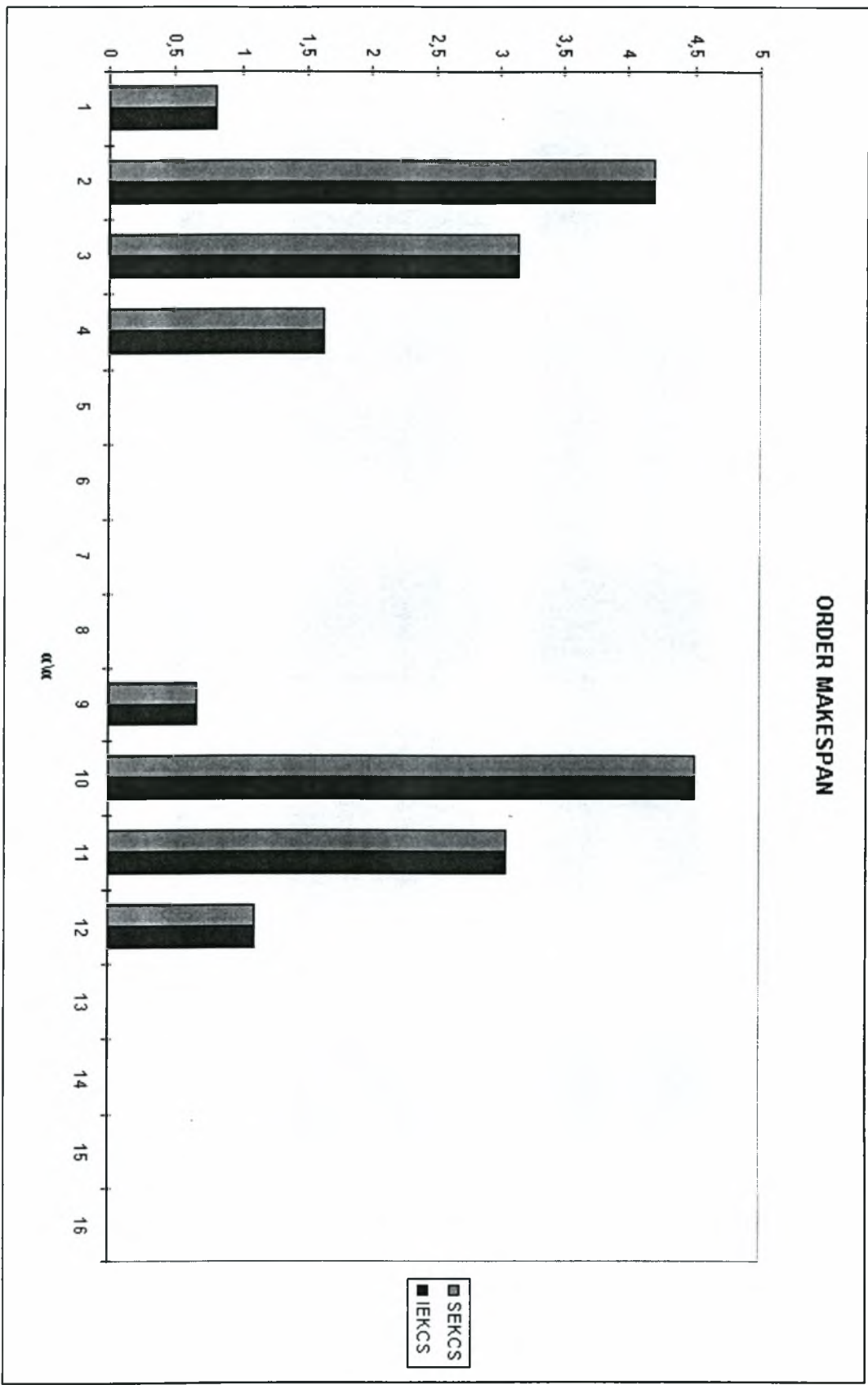


PRODUCT3 no to exit



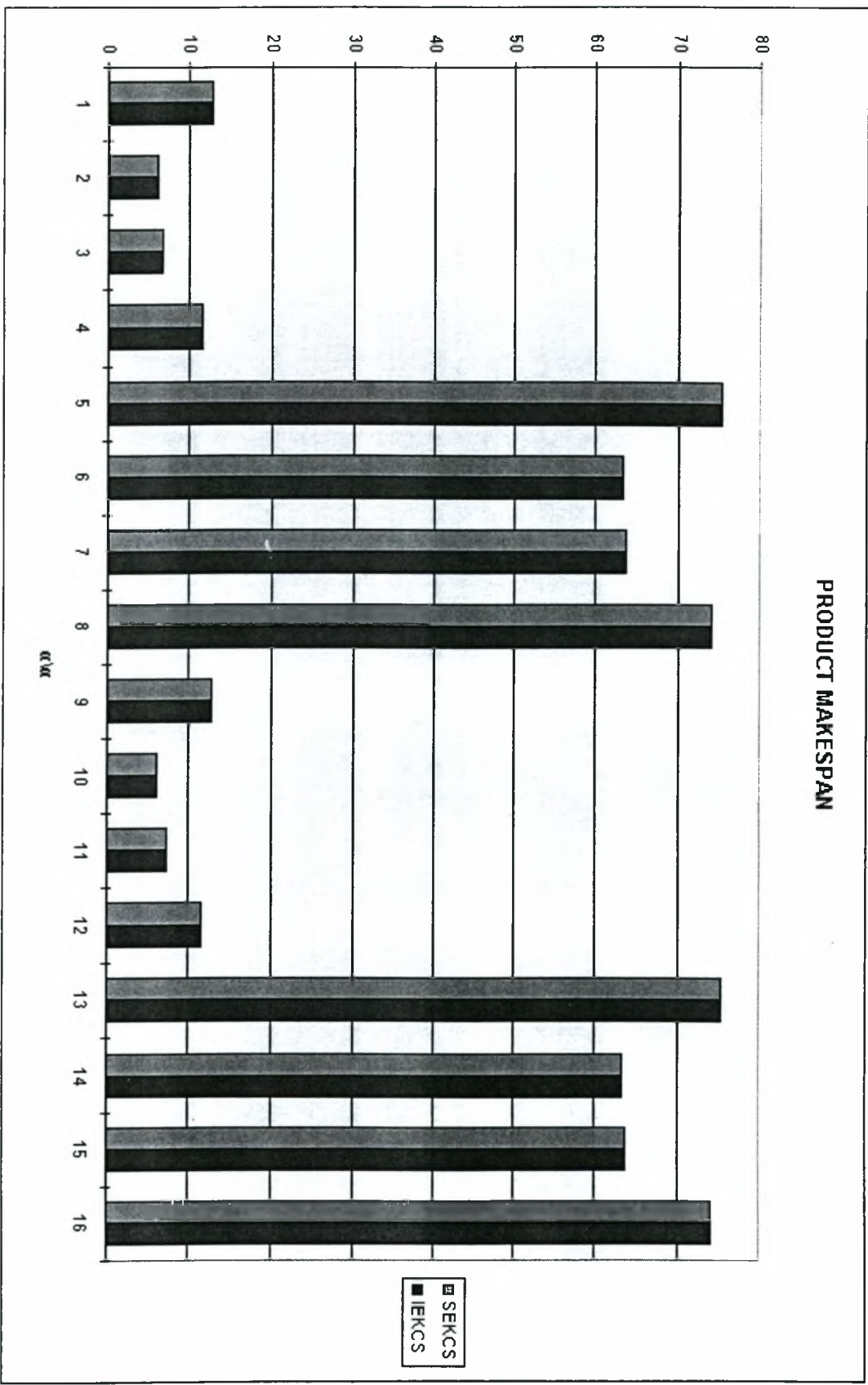
Διάγραμμα 4.3. Συγκρίσεις για άφιξη export

### ORDER MAKESPAN



Διάγραμμα 4.4. Συγκρίσεις για όλη την exp[4]

PRODUCT MAKESPAN



Δείγματα 4.5. Συγκρίσεις για κάθε προϊόν [4]

Από τα Διαγράμματα 4.1 και 4.2 παρατηρούμε ότι όταν ο ρυθμός άφιξης της εξωτερικής ζήτησης για τελικά κομμάτια είναι σχετικά γρήγορος (exp[2]) τότε το σύστημα ΙΕΚCS φαίνεται λίγο πιο γρήγορο από το ΣΕΚCS καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις το μέγεθος PRODUCT3 no το exit είναι λίγο μεγαλύτερο. Ακόμη το ORDER MAKESPAN το οποίο εκφράζει το μέσο χρόνο αναμονής της ανικανοποίητης ζήτησης για τελικά κομμάτια είναι μικρότερο στο ΙΕΚCS από ότι στο ΣΕΚCS.

Αν μειώσουμε το ρυθμό άφιξης της ζήτησης (exp[4]) τότε παρατηρούμε από τα Διαγράμματα 4.3, 4.4, και 4.5 ότι στις περισσότερες περιπτώσεις τα αποτελέσματα των δύο συστημάτων είναι πολύ κοντινά ή και ίδια πολλές φορές. Αυτό γίνεται διότι η δυνατότητα επεξεργασίας των μηχανών στα στάδια προλαβαίνει τη ζήτηση, ανεξάρτητα αν ο χρόνος εξυπηρέτησης των μηχανών στα στάδια είναι exp[1] ή exp[2].

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε μια παραγωγική διαδικασία τα κόστη αποθεμάτων και το κόστος λόγω ανικανοποίητων ζητήσεων παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην διαμόρφωση του τελικού κόστους σε ένα προϊόν. Τα παραπάνω μεγέθη ήταν αυτά που μας απασχόλησαν σε όλη την παρούσα εργασία. Έτσι στο πρώτο μέρος συλλέξαμε αυτά τα μεγέθη αφενός για την βελτιστοποίηση κόστους και αφετέρου για την μεταβολή τους με την αύξηση της μεταβλητότητας είτε της κατανομής του χρόνου μεταξύ δύο αφίξεων, είτε της κατανομής του χρόνου εξυπηρέτησης των μηχανών. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η αύξηση της μεταβλητότητας ουσιαστικά αυξάνει τον κίνδυνο για συγκέντρωση πολλών ανικανοποίητων ζητήσεων και συνωστισμό των ημιέτοιμων κομματιών στο σύστημα. Στο δεύτερο μέρος εξετάσαμε δυο εναλλακτικές περιπτώσεις ενός συστήματος τριών σταδίων με συναρμολόγηση. Την βελτιστοποίηση κόστους την αποφύγαμε λόγω της χρονικής ανεπάρκειας. Συγκρίναμε όμως τα δύο συστήματα ως προς την αποτελεσματικότητα στην ποσοτική παραγωγή τελικών κομματιών. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το ένα από αυτά είναι πιο γρήγορο υπό ορισμένες συνθήκες.

Η προσομοίωση της παραγωγικής διαδικασίας όλων των συστημάτων έγινε με το πρόγραμμα Simfactory το οποίο μας ταλαιπώρησε αρκετά σε ορισμένες περιπτώσεις καθώς έδινε λανθασμένα αποτελέσματα σε μεγέθη όπως το (LEVEL), το (delay) ή ακόμη και στην αντιμετώπιση της κανονικής κατανομής με μέση τιμή κοντά στο μηδέν και μεγάλη μεταβλητότητα.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] SIMFACTORY II.5 for Windows Release 7.1 Users Manual (October 1995), CACI Products Company, La Jolla, California, USA.

[2] Γ. Λυμπερόπουλος, Γ. και Υ. Dallery, (1998) Ένα ενοποιημένο πλαίσιο για τον χαρακτηρισμό ελκυσόμενων (pull) συστημάτων ελέγχου της παραγωγής, 12<sup>ο</sup> Εθνικό Συνέδριο Ε.Ε.Ε.Ε “Επιχείρηση & Νέες Τεχνολογίες: Σύγχρονα Εργαλεία Υποστήριξης, Διαχείρισης και Λειτουργίας.” Σάμος

[3] Π.Θανόπουλος (1998), Βελτιστοποίηση συστημάτων ελέγχου της παραγωγής τύπου Kanban για συστήματα ενός σταδίου, Διπλωματική εργασία. Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

[4] G. Liberopoulos and Υ. Dallery (1995), On the Optimization of Single-Stage Generalized Kanban Control System in Manufacturing, Proceedings of the INRIA/IEEE Symposium on Emerging Technologies and Factory Automation, Paris, October.

[5] Υ. Frein, M. Di Mascolo and Υ. Dallery (1995), On the Design of Generalized Kanban Control Systems, International Journal of Operation and Production Management, Special issue on Modeling and Analysis of Just-In-Time manufacturing Systems.

[6] J. A. Buzacott and J. G. Shanthikumar (1993) Stochastic Models of Manufacturing Systems, Prentice-Hall.

[7] Υ. Dallery and G. Liberopoulos (1999), Extended Kanban Control System: Combining Kanban and Basestock, I I E Transactions on Design and Manufacturing, υπό έκδοση.

[8] C. Chaouiya, G. Liberopoulos and Υ. Dallery (1998), The Extended Kanban System for Production Control of Assembly Systems, Laboratoire d’Informatique de Paris 6, Rapport de Recherche LIP6 1998/024.

## **6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ- ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

KCS 1 Στάδιο 1 μηχανή exp[1]  
Αφιξη log[1,25-5] , K=25

## TEXT FOR MODEL KCS

SIMFACTORY II.5 Release 7.1  
18:31:17

Report generated 06/27/1997

## \*\*\* REPORT DESCRIPTION \*\*\*

Show text report for all stats

Types: ALL  
Elements: ALL  
Attributes: ALL  
Run number: 904  
Sort order: by resource, by type, by attribute, by run

number

Average coefficient of variance: 9.8 %  
Coefficients below 10% indicate good accuracy.

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
D	level	0.	6.240	2.008	101.00
5					
		Lower CI:	3.747		
		Upper CI:	8.733		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			
D	delay	- Infinity	0.	66.00	
		0.	1.31	23.00	
		1.31	2.63	1.00	
		2.63	3.94	1.00	
		3.94	5.25	1.00	
		5.25	6.56	1.00	
		6.56	7.88	0.	
		7.88	9.19	0.	
		9.19	10.50	0.	
		10.50	11.81	0.	
		11.81	13.13	0.	
		13.13	14.44	0.	
		14.44	15.75	0.	
		15.75	17.06	0.	
		17.06	18.38	0.	
		18.38	19.69	0.	
		19.69	21.00	0.	
		21.00	22.32	0.	
		22.32	23.63	0.	
		23.63	24.94	0.	
		24.94	26.25	0.	
		26.25	Infinity	4.00	
		Number of Observations:			5



Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- D 5	delay	0.	2.812	1.042	98.490
		Lower CI:	1.519		
		Upper CI:	4.106		
		Count	Std Dev		
D	no. releas	7748	354.3		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- DA 5	level	0.	12.457	.683	24.000
		Lower CI:	11.610		
		Upper CI:	13.300		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
DA	delay	- Infinity	23.98	85.07	
		23.98	25.05	2.67	
		25.05	26.12	2.29	
		26.12	27.20	2.06	
		27.20	28.27	1.83	
		28.27	29.34	1.43	
		29.34	30.42	1.12	
		30.42	31.49	.89	
		31.49	Infinity	2.64	
		Number of Observations:			5
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- DA 5	delay	0.	12.859	.737	46.860
		Lower CI:	11.940		
		Upper CI:	13.770		
		Count	Std Dev		
DA	no. releas	7746	362.1		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- kanban 5	makespan	0.	13.854	.738	49.200
		Lower CI:	12.940		
		Upper CI:	14.770		
		Count	Std Dev		
kanban	no. to exi	7746	362.5		
		Count	Std Dev		

kanban	no. create	7748	354.3		
		State	Percent	Std Dev	
kanban	state	request	92.810	.382	
		busy	7.193	.380	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF	level	0.	1.000	0.	2.000
5		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		State	Percent	Std Dev	
MF	state	request	0.	0.	
		blocked	0.	0.	
		idle	22.930	3.220	
		busy	77.050	3.219	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF	delay	- Infinity	0.	37.67	
		0.	1.10	45.81	
		1.10	2.19	11.04	
		2.19	3.29	3.61	
		3.29	Infinity	1.87	
		Number of Observations:		5	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF	delay	0.	.498	0.	10.620
5		Lower CI:	.498		
		Upper CI:	.498		
		Count	Std Dev		
MF	no. releas	7746	362.5		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
order	makespan	0.	5.624	2.084	98.490
5		Lower CI:	3.037		
		Upper CI:	8.211		
		Count	Std Dev		
order	no. to exi	7748	354.3		
		Count	Std Dev		
order	no. create	7746	348.8		

		State	Percent	Std Dev	
order	state	request	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
PA	level	0.	11.596	.685	25.000
5		Lower CI:	10.740		
		Upper CI:	12.450		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			
PA	delay	- Infinity	0.	17.94	
		0.	1.00	8.43	
		1.00	Infinity	73.62	
		Number of Observations:			5
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
PA	delay	0.	18.476	1.622	372.00
5		Lower CI:	16.460		
		Upper CI:	20.490		
		Count	Std Dev		
		-----			
PA	no. releas	7748	354.3		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
product	level	0.	.500	0.	1.000
5		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
product	makespan	0.	18.476	1.622	372.00
5		Lower CI:	16.460		
		Upper CI:	20.490		
		Count	Std Dev		
		-----			
product	no. to exi	7748	354.3		
		Count	Std Dev		
		-----			
product	no. create	7746	362.5		
		State	Percent	Std Dev	
		-----			

product	state	idle	100.00	0.	
		request	0.	0.	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
-----					
raw parts	level	0.	.500	0.	1.000
5		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
-----					
raw parts	makespan	0.	13.854	.738	49.200
5		Lower CI:	12.940		
		Upper CI:	14.770		
		Count	Std Dev		
		-----			
raw parts	no. create	7748	354.3		
		Count	Std Dev		
		-----			
raw parts	no. to exi	7746	362.5		

\*\*\*\*\* End of report -- 185 lines \*\*\*\*\*

GKCS 1Στάδιο 1 μηχανή exp[1]  
Αφιξη log[1,25-5] K=1, S=30

TEXT FOR MODEL GKCS

SIMFACTORY II.5 Release 7.1  
20:28:36

Report generated 06/27/1997

\*\*\* REPORT DESCRIPTION \*\*\*

Show text report for all stats

Types: ALL  
Elements: ALL  
Attributes: ALL  
Run number: 904  
Sort order: by resource, by type, by attribute, by run

number

Average coefficient of variance: 11.5 %

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
Kanban	level	0.	.500	0.	1.000
5					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
		-----			
Kanban	state	idle	99.940	.022	
		request	.063	.012	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
-----					
Kanban	makespan	0.	.298	.056	347.30
5					
		Lower CI:	.228		
		Upper CI:	.368		
		Count	Std Dev		
		-----			
Kanban	no. to exi	7746	362.1		
		Count	Std Dev		
		-----			
Kanban	no. create	7746	362.5		
		State	Percent	Std Dev	
		-----			
WIP	state	request	.018	0.	
		busy	99.980	0.	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					

----- WIP 5	makespan	0.	.996	.010	10.620
		Lower CI:	.983		
		Upper CI:	1.008		
		Count	Std Dev		
-----					
WIP	no. to exi	7746	362.5		
		Count	Std Dev		
-----					
WIP	no. create	7746	362.1		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
A 5	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
A	delay	- Infinity	0.	68.30	
		0.	1.00	28.62	
		1.00	Infinity	3.08	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
A 5	delay	0.	.298	.056	347.30
		Lower CI:	.228		
		Upper CI:	.368		
		Count	Std Dev		
-----					
A	no. releas	7746	362.1		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
D1 5	level	0.	18.404	2.384	101.00
		Lower CI:	15.440		
		Upper CI:	21.360		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
D1	delay	- Infinity	0.	40.00	
		0.	2.45	19.00	
		2.45	4.90	5.00	
		4.90	7.34	5.00	
		7.34	9.79	4.00	
		9.79	12.24	4.00	

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF	delay	0.	.332	0.	10.620
5					
		Lower CI:	.332		
		Upper CI:	.332		
		Count	Std Dev		
MF	no. releas	7746	362.5		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
order1	makespan	0.	4.468	1.956	94.780
5					
		Lower CI:	2.040		
		Upper CI:	6.897		
		Count	Std Dev		
order1	no. to exi	7748	353.6		
		Count	Std Dev		
order1	no. create	7746	348.8		
		State	Percent	Std Dev	
order1	state	request	100.00	0.	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
order2	makespan	0.	18.445	2.464	117.60
5					
		Lower CI:	15.390		
		Upper CI:	21.500		
		Count	Std Dev		
order2	no. to exi	7746	362.1		
		Count	Std Dev		
order2	no. create	7746	348.8		
		State	Percent	Std Dev	
order2	state	request	100.00	0.	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
P	level	0.	15.460	.791	30.000
5					
		Lower CI:	14.480		
		Upper CI:	16.440		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
P	delay	- Infinity	0.	14.06	
		0.	1.00	6.45	
		1.00	Infinity	79.49	
		Number of Observations:		5	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
P	delay	0.	23.787	1.962	302.90
5		Lower CI:	21.350		
		Upper CI:	26.220		
		Count	Std Dev		
P	no. releas	7748	353.6		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
product	level	0.	.500	0.	1.000
5		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
product	makespan	0.	23.787	1.962	377.20
5		Lower CI:	21.350		
		Upper CI:	26.220		
		Count	Std Dev		
product	no. to exi	7748	353.6		
		Count	Std Dev		
product	no. create	7746	362.5		
		State	Percent	Std Dev	
product	state	idle	100.00	0.	
		request	0.	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
raw parts	level	0.	.500	0.	1.000
5		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		



Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
5	raw parts makespan	0.	0.	0.	0.
		Count	Std Dev		
		-----	-----		
	raw parts no. create	7746	362.1		
		Count	Std Dev		
		-----	-----		
	raw parts no. to exi	7746	362.1		

\*\*\*\*\* End of report -- 253 lines \*\*\*\*\*

GKCS 1Στάδιο 4μηχανές exp[1]  
Αφιξη log[2-2], K=15, S=15

## TEXT FOR MODEL GKCS4ENG

SIMFACTORY II.5 Release 7.1  
10:53:04

Report generated 06/28/1997

## \*\*\* REPORT DESCRIPTION \*\*\*

Show text report for all stats

Types: ALL  
Elements: ALL  
Attributes: ALL  
Run number: 903  
Sort order: by resource, by type, by attribute, by run

number

Average coefficient of variance: .8 %  
Coefficients below 10% indicate good accuracy.

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
3	Kanban level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
		-----			
	WIP state	request	47.840	.434	
		busy	52.160	.434	
		Min	Mean	Std Dev	Max
		-----			
3	WIP makespan	.280	7.666	.079	25.230
		Lower CI:	7.470		
		Upper CI:	7.863		
		Count	Std Dev		
		-----			
	WIP no. to exi	9982	47.24		
		Count	Std Dev		
		-----			
	WIP no. create	9979	49.31		
		Min	Mean	Std Dev	Max
		-----			
3	A level	0.	10.694	.043	15.000
		Lower CI:	10.590		
		Upper CI:	10.800		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A	delay	- Infinity	12.04	9.60	
		12.04	13.04	2.60	
		13.04	14.05	3.30	
		14.05	15.06	3.50	
		15.06	16.06	4.20	
		16.06	17.07	4.20	
		17.07	18.08	4.70	
		18.08	19.08	4.80	
		19.08	20.09	5.10	
		20.09	21.10	5.40	
		21.10	22.10	5.00	
		22.10	23.11	4.80	
		23.11	24.12	4.80	
		24.12	25.13	4.40	
		25.13	26.13	4.10	
		26.13	27.14	3.60	
		27.14	28.15	3.50	
		28.15	Infinity	22.00	
		Number of Observations:		3	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
A	delay	0.	22.391	.187	66.340
3					
		Lower CI:	21.930		
		Upper CI:	22.860		
		Count	Std Dev		
A	no. releas	9979	49.31		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
D1	level	0.	1.001	0.	5.000
3					
		Lower CI:	1.001		
		Upper CI:	1.001		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			
D1	delay	- Infinity	0.	62.28	
		0.	1.00	37.69	
		1.00	Infinity	.04	
		Number of Observations:		3	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
D1	delay	0.	.001	0.	6.631
3					
		Lower CI:	.001		
		Upper CI:	.001		

		Count	Std Dev		
D1	no. releas	9979	49.31		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
D2	level	0.	.501	0.	4.000
3		Lower CI:	.501		
		Upper CI:	.501		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
D2	delay	- Infinity	0.	58.83	
		0.	1.00	41.08	
		1.00	Infinity	.08	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
D2	delay	0.	.002	0.	6.631
3		Lower CI:	.002		
		Upper CI:	.002		
		Count	Std Dev		
D2	no. releas	9979	49.31		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I1	level	0.	.848	.017	10.000
3		Lower CI:	.805		
		Upper CI:	.890		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
I1	delay	- Infinity	0.	34.95	
		0.	1.04	40.28	
		1.04	2.09	11.28	
		2.09	Infinity	13.49	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I1	delay	0.	.777	.030	15.830
3		Lower CI:	.704		
		Upper CI:	.851		
		Count	Std Dev		
-----					

I1	no. releas	9980	48.70		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
I2	level	0.	.920	.015	10.000
3		Lower CI:	.884		
		Upper CI:	.957		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
I2	delay	- Infinity	0.	31.36	
		0.	1.12	41.85	
		1.12	2.24	12.19	
		2.24	3.36	6.85	
		3.36	4.48	3.58	
		4.48	Infinity	4.17	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
I2	delay	0.	.900	.023	15.640
3		Lower CI:	.843		
		Upper CI:	.956		
		Count	Std Dev		
-----					
I2	no. releas	9979	48.33		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
I3	level	0.	.984	.024	13.000
3		Lower CI:	.926		
		Upper CI:	1.043		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
I3	delay	- Infinity	0.	30.83	
		0.	1.14	40.83	
		1.14	2.27	12.47	
		2.27	3.41	6.97	
		3.41	4.54	3.89	
		4.54	5.68	2.21	
		5.68	6.81	1.16	
		6.81	Infinity	1.63	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
I3	delay	0.	.988	.035	19.070
3					

		Lower CI:	.900		
		Upper CI:	1.075		
		Count		Std Dev	
I3	no. releas	9981		48.82	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
I4	level	0.	.999	.013	11.000
3		Lower CI:	.968		
		Upper CI:	1.031		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I4	delay	- Infinity	0.	31.35	
		0.	1.10	39.38	
		1.10	2.20	12.51	
		2.20	3.30	6.98	
		3.30	Infinity	9.79	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
I4	delay	0.	1.003	.018	13.020
3		Lower CI:	.959		
		Upper CI:	1.047		
		Count		Std Dev	
I4	no. releas	9982		48.08	
		State	Percent	Std Dev	
MF1	state	request	0.	0.	
		busy	49.520	.607	
		idle	50.470	.607	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
MF1	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF1	delay	- Infinity	.03	3.03	
		.03	1.23	68.29	
		1.23	2.43	20.12	
		2.43	Infinity	8.56	
		Number of Observations:			3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF1	delay	0.	.993	0.	9.524
3					
		Lower CI:	.992		
		Upper CI:	.993		
		Count	Std Dev		
MF1	no. releas	9980	47.87		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
MF2	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF2	state	request	0.	0.	
		idle	50.210	.293	
		busy	49.790	.293	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF2	delay	- Infinity	.07	6.75	
		.07	1.14	61.16	
		1.14	2.20	21.20	
		2.20	3.27	7.18	
		3.27	Infinity	3.70	
		Number of Observations:		3	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
MF2	delay	0.	.998	0.	9.219
3					
		Lower CI:	.998		
		Upper CI:	.998		
		Count	Std Dev		
MF2	no. releas	9979	49.31		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
MF3	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF3	state	request	0.	0.	

idle 49.950 .727  
 busy 50.040 .726

Greater Than Up To and Including Percent of Observations

MF3 delay  
 - Infinity .17 15.70  
 .17 1.36 58.65  
 1.36 2.55 17.90  
 2.55 3.74 5.39  
 3.74 4.93 1.58  
 4.93 Infinity .77  
 Number of Observations: 3

Min Mean Std Dev Max

Obs

MF3 delay 0. 1.003 .013 9.371  
 3  
 Lower CI: .970  
 Upper CI: 1.036

Count Std Dev

MF3 no. releas 9981 48.55

Min Mean Std Dev Max

Obs

MF4 level 0. 1.500 0. 3.000  
 3  
 Lower CI: 1.500  
 Upper CI: 1.500

State Percent Std Dev

MF4 state  
 request .018 0.  
 blocked .012 0.  
 idle 49.870 .466  
 busy 50.100 .464

Greater Than Up To and Including Percent of Observations

MF4 delay  
 - Infinity 0. 41.56  
 0. 1.86 53.22  
 1.86 Infinity 5.22  
 Number of Observations: 3

Min Mean Std Dev Max

Obs

MF4 delay 0. .335 0. 10.480  
 3  
 Lower CI: .335  
 Upper CI: .335

Count Std Dev

MF4 no. releas 9982 47.24



Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- order1 3	makespan	0.	.002	0.	6.631
		Lower CI:	.002		
		Upper CI:	.002		
		Count	Std Dev		
order1	no. to exi	9979	49.31		
		Count	Std Dev		
order1	no. create	9979	49.31		
		State	Percent	Std Dev	
order1	state	request	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- order2 3	makespan	0.	.002	0.	6.631
		Lower CI:	.002		
		Upper CI:	.002		
		Count	Std Dev		
order2	no. to exi	9979	49.31		
		Count	Std Dev		
order2	no. create	9979	49.31		
		State	Percent	Std Dev	
order2	state	request	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- P 3	level	0.	10.694	.043	15.000
		Lower CI:	10.590		
		Upper CI:	10.800		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
P	delay	- Infinity	12.04	9.60	
		12.04	13.04	2.60	
		13.04	14.05	3.30	
		14.05	15.06	3.50	
		15.06	16.06	4.20	
		16.06	17.07	4.20	
		17.07	18.08	4.70	
		18.08	19.08	4.80	

19.08	20.09	5.10
20.09	21.10	5.40
21.10	22.10	5.00
22.10	23.11	4.80
23.11	24.12	4.80
24.12	25.13	4.40
25.13	26.13	4.10
26.13	27.14	3.60
27.14	28.15	3.50
28.15	Infinity	22.00
Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
P	delay	0.	22.391	.187	66.340
3					
		Lower CI:	21.930		
		Upper CI:	22.860		

		Count	Std Dev		
-----					
P	no. releas	9979	49.31		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
product	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		

		Count	Std Dev		
-----					
product	no. to exi	9979	49.31		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
product	makespan	0.	22.391	.188	66.340
3					
		Lower CI:	21.920		
		Upper CI:	22.860		

		State	Percent	Std Dev
-----				
product	state	idle	100.00	.038
		request	0.	0.

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
raw parts	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		

Upper CI: .500

\*\*\*\*\* End of report -- 380 lines \*\*\*\*\*

GKCS 1 Στάδιο 4 μηχανές log[1-2]  
Αφιξη exp[2], K=10, S=10

## TEXT FOR MODEL GKCS4ENG

SIMFACTORY II.5 Release 7.1  
09:35:29

Report generated 06/28/1997

## \*\*\* REPORT DESCRIPTION \*\*\*

Show text report for all stats

Types: ALL  
Elements: ALL  
Attributes: ALL  
Run number: 903  
Sort order: by resource, by type, by attribute, by run

number

Average coefficient of variance: 9.4 %  
Coefficients below 10% indicate good accuracy.

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
3	Kanban level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
WIP	state	request	69.500	1.455	
		busy	30.500	1.454	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
3	WIP makespan	.170	13.148	.827	89.630
		Lower CI:	11.090		
		Upper CI:	15.200		
		Count	Std Dev		
WIP	no. to exi	10115	107.9		
		Count	Std Dev		
WIP	no. create	10117	103.1		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					

A level 0. 3.254 .305 10.000  
 3  
 Lower CI: 2.497  
 Upper CI: 4.011

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A	delay	- Infinity	0.	24.00
		0.	1.04	19.00
		1.04	2.08	2.60
		2.08	3.12	2.60
		3.12	4.16	2.90
		4.16	5.20	2.90
		5.20	6.24	3.00
		6.24	7.28	3.30
		7.28	8.32	3.50
		8.32	9.36	3.40
		9.36	10.40	3.50
		10.40	11.44	3.20
		11.44	12.48	3.10
		12.48	13.52	3.00
		13.52	14.56	2.80
		14.56	15.60	2.40
		15.60	16.64	2.30
		16.64	17.68	2.10
		17.68	Infinity	10.00
		Number of Observations:		3

Obs  
 Min Mean Std Dev Max

-----  
 A delay 0. 6.626 .631 42.390  
 3  
 Lower CI: 5.057  
 Upper CI: 8.195

Count Std Dev  
 -----  
 A no. releas 10117 103.1

Obs  
 Min Mean Std Dev Max

-----  
 D1 level 0. 5.359 1.924 80.000  
 3  
 Lower CI: .579  
 Upper CI: 10.140

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
D1	delay	- Infinity	0.	51.55
		0.	1.06	29.54
		1.06	Infinity	18.91
		Number of Observations:		3

Obs  
 Min Mean Std Dev Max

-----

D1 3	delay	0.	4.282	1.888	158.10
		Count	Std Dev		
D1	no. releas	10117	103.1		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D2 3	level	0.	4.859	1.923	79.000
		Lower CI:	.081		
		Upper CI:	9.638		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
D2	delay	- Infinity	0.	37.00	
		0.	1.06	26.00	
		1.06	2.12	2.30	
		2.12	3.18	2.10	
		3.18	4.24	2.00	
		4.24	5.30	1.60	
		5.30	6.36	1.60	
		6.36	7.42	1.60	
		7.42	8.48	1.40	
		8.48	9.54	1.40	
		9.54	10.61	1.30	
		10.61	11.67	1.30	
		11.67	Infinity	21.00	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D2 3	delay	0.	8.564	3.776	158.10
		Count	Std Dev		
D2	no. releas	10117	103.1		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I1 3	level	0.	1.413	.104	9.000
		Lower CI:	1.155		
		Upper CI:	1.670		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I1	delay	- Infinity	2.56	78.00	
		2.56	3.67	6.00	
		3.67	4.78	4.00	
		4.78	5.89	3.00	
		5.89	7.01	2.00	
		7.01	8.12	2.00	

8.12	9.23	1.00
9.23	10.34	1.00
10.34	11.45	1.00
11.45	12.56	1.00
12.56	13.67	0.
13.67	14.78	0.
14.78	15.89	0.
15.89	17.00	0.
17.00	18.12	0.
18.12	19.23	0.
19.23	20.34	0.
20.34	21.45	0.
21.45	22.56	0.
22.56	23.67	0.
23.67	24.78	0.
24.78	Infinity	0.
Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I1	delay	0.	1.945	.197	73.520
3					
		Lower CI:	1.456		
		Upper CI:	2.433		

		Count	Std Dev		
-----					
I1	no. releas	10113	103.8		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I2	level	0.	1.593	.042	9.000
3					
		Lower CI:	1.490		
		Upper CI:	1.696		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
-----				
I2	delay	- Infinity	0.	23.45
		0.	1.84	44.95
		1.84	Infinity	31.60
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I2	delay	0.	2.294	.064	80.500
3					
		Lower CI:	2.135		
		Upper CI:	2.452		

		Count	Std Dev		
-----					
I2	no. releas	10113	104.0		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

-----		-----			
I3 3	level	0.	1.646	.065	9.000
		Lower CI:	1.486		
		Upper CI:	1.807		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----		-----			
I3	delay	- Infinity	0.	22.60	
		0.	1.14	37.75	
		1.14	2.29	10.66	
		2.29	3.43	7.21	
		3.43	4.58	5.32	
		4.58	Infinity	16.46	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
-----		-----			
I3 3	delay	0.	2.373	.254	152.00
		Lower CI:	1.742		
		Upper CI:	3.004		
		Count	Std Dev		
-----		-----			
I3	no. releas	10113	105.1		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
-----		-----			
I4 3	level	0.	1.802	.098	9.000
		Lower CI:	1.559		
		Upper CI:	2.045		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----		-----			
I4	delay	- Infinity	0.	22.50	
		0.	1.03	33.42	
		1.03	2.06	10.38	
		2.06	3.08	7.26	
		3.08	4.11	5.60	
		4.11	Infinity	20.84	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
-----		-----			
I4 3	delay	0.	2.536	.290	97.500
		Lower CI:	1.815		
		Upper CI:	3.256		
		Count	Std Dev		
-----		-----			
I4	no. releas	10115	107.0		



Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF1 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF1	state	request	0.	0.	
		idle	50.520	.561	
		busy	49.470	.561	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF1	delay	- Infinity	.06	6.00	
		.06	1.21	72.00	
		1.21	2.35	12.00	
		2.35	3.49	4.00	
		3.49	4.64	2.00	
		4.64	5.78	1.00	
		5.78	6.92	1.00	
		6.92	8.07	0.	
		8.07	9.21	0.	
		9.21	10.35	0.	
		10.35	11.49	0.	
		11.49	12.64	0.	
		12.64	13.78	0.	
		13.78	14.92	0.	
		14.92	16.07	0.	
		16.07	17.21	0.	
		17.21	18.35	0.	
		18.35	19.50	0.	
		19.50	20.64	0.	
		20.64	21.78	0.	
		21.78	22.92	0.	
		22.92	Infinity	0.	
		Number of Observations:		3	

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF1 3	delay	0.	.979	.018	42.030
		Lower CI:	.933		
		Upper CI:	1.024		
		Count	Std Dev		
MF1	no. releas	10113	103.4		
		State	Percent	Std Dev	
MF2	state	request	0.	0.	
		busy	51.020	.500	
		idle	48.970	.500	

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF2 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF2	delay	- Infinity	.03	1.88	
		.03	1.45	80.54	
		1.45	Infinity	17.59	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF2 3	delay	0.	1.009	0.	128.10
		Lower CI:	1.009		
		Upper CI:	1.009		
		Count	Std Dev		
MF2	no. releas	10113	104.9		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF3 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF3	state	request	0.	0.	
		idle	49.310	.895	
		busy	50.690	.895	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF3	delay	- Infinity	.03	2.09	
		.03	1.41	79.61	
		1.41	2.79	10.85	
		2.79	Infinity	7.45	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF3 3	delay	0.	1.003	.028	60.650
		Lower CI:	.933		
		Upper CI:	1.073		

		Count	Std Dev		
MF3	no. releas	10114	104.8		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
MF4	level	0.	1.500	0.	3.000
3		Lower CI:	1.500		
		Upper CI:	1.500		
		State	Percent	Std Dev	
		-----			
MF4	state	request	.019	0.	
		blocked	.012	0.	
		idle	48.850	1.101	
		busy	51.120	1.101	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			
MF4	delay	- Infinity	0.	42.95	
		0.	1.48	51.20	
		1.48	2.96	3.45	
		2.96	Infinity	2.41	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
MF4	delay	0.	.337	0.	58.690
3		Lower CI:	.337		
		Upper CI:	.337		
		Count	Std Dev		
		-----			
MF4	no. releas	10115	107.9		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
Kanban	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Min	Mean	Std Dev	Max
		-----			
A	level	0.	3.254	.305	10.000
3		Lower CI:	2.497		
		Upper CI:	4.011		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			

A	delay	- Infinity	0.	24.00
		0.	1.04	19.00
		1.04	2.08	2.60
		2.08	3.12	2.60
		3.12	4.16	2.90
		4.16	5.20	2.90
		5.20	6.24	3.00
		6.24	7.28	3.30
		7.28	8.32	3.50
		8.32	9.36	3.40
		9.36	10.40	3.50
		10.40	11.44	3.20
		11.44	12.48	3.10
		12.48	13.52	3.00
		13.52	14.56	2.80
		14.56	15.60	2.40
		15.60	16.64	2.30
		16.64	17.68	2.10
		17.68	Infinity	10.00
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
A	delay	0.	6.626	.631	42.390
3					
		Lower CI:	5.057		
		Upper CI:	8.195		

	Count	Std Dev
A	10117	103.1

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D1	level	0.	5.359	1.924	80.000
3					
		Lower CI:	.579		
		Upper CI:	10.140		

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
D1	- Infinity	0.	51.55
	0.	1.06	29.54
	1.06	Infinity	18.91
	Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D1	delay	0.	4.282	1.888	158.10
3					

	Count	Std Dev
D1	10117	103.1

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D2 3	level	0.	4.859	1.923	79.000
		Lower CI:	.081		
		Upper CI:	9.638		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
D2	delay	- Infinity	0.	37.00	
		0.	1.06	26.00	
		1.06	2.12	2.30	
		2.12	3.18	2.10	
		3.18	4.24	2.00	
		4.24	5.30	1.60	
		5.30	6.36	1.60	
		6.36	7.42	1.60	
		7.42	8.48	1.40	
		8.48	9.54	1.40	
		9.54	10.61	1.30	
		10.61	11.67	1.30	
		11.67	Infinity	21.00	
		Number of Observations:			3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D2 3	delay	0.	8.564	3.776	158.10

	Count	Std Dev
D2	10117	103.1

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I1 3	level	0.	1.413	.104	9.000
		Lower CI:	1.155		
		Upper CI:	1.670		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I1	delay	- Infinity	2.56	78.00	
		2.56	3.67	6.00	
		3.67	4.78	4.00	
		4.78	5.89	3.00	
		5.89	7.01	2.00	
		7.01	8.12	2.00	
		8.12	9.23	1.00	
		9.23	10.34	1.00	
		10.34	11.45	1.00	
		11.45	12.56	1.00	
		12.56	13.67	0.	
		13.67	14.78	0.	
		14.78	15.89	0.	

15.89	17.00	0.
17.00	18.12	0.
18.12	19.23	0.
19.23	20.34	0.
20.34	21.45	0.
21.45	22.56	0.
22.56	23.67	0.
23.67	24.78	0.
24.78	Infinity	0.
Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I1	delay	0.	1.945	.197	73.520
3					
		Lower CI:	1.456		
		Upper CI:	2.433		

		Count	Std Dev
I1	no. releas	10113	103.8
Obs		Min	Mean
		Std Dev	Max

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I2	level	0.	1.593	.042	9.000
3					
		Lower CI:	1.490		
		Upper CI:	1.696		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
I2	delay	- Infinity	0.	23.45
		0.	1.84	44.95
		1.84	Infinity	31.60
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I2	delay	0.	2.294	.064	80.500
3					
		Lower CI:	2.135		
		Upper CI:	2.452		

		Count	Std Dev
I2	no. releas	10113	104.0
Obs		Min	Mean
		Std Dev	Max

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I3	level	0.	1.646	.065	9.000
3					
		Lower CI:	1.486		
		Upper CI:	1.807		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I3	delay	- Infinity	0.	22.60	
		0.	1.14	37.75	
		1.14	2.29	10.66	
		2.29	3.43	7.21	
		3.43	4.58	5.32	
		4.58	Infinity	16.46	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I3	delay	0.	2.373	.254	152.00
3		Lower CI: 1.742		Upper CI: 3.004	
		Count	Std Dev		
I3	no. releas	10113	105.1		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I4	level	0.	1.802	.098	9.000
3		Lower CI: 1.559		Upper CI: 2.045	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I4	delay	- Infinity	0.	22.50	
		0.	1.03	33.42	
		1.03	2.06	10.38	
		2.06	3.08	7.26	
		3.08	4.11	5.60	
		4.11	Infinity	20.84	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I4	delay	0.	2.536	.290	97.500
3		Lower CI: 1.815		Upper CI: 3.256	
		Count	Std Dev		
I4	no. releas	10115	107.0		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF1	level	0.	.500	0.	1.000
3					

Lower CI: .500  
Upper CI: .500

	State	Percent	Std Dev
MF1	state		
	request	0.	0.
	idle	50.520	.561
	busy	49.470	.561

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
MF1	delay		
	- Infinity	.06	6.00
	.06	1.21	72.00
	1.21	2.35	12.00
	2.35	3.49	4.00
	3.49	4.64	2.00
	4.64	5.78	1.00
	5.78	6.92	1.00
	6.92	8.07	0.
	8.07	9.21	0.
	9.21	10.35	0.
	10.35	11.49	0.
	11.49	12.64	0.
	12.64	13.78	0.
	13.78	14.92	0.
	14.92	16.07	0.
	16.07	17.21	0.
	17.21	18.35	0.
	18.35	19.50	0.
	19.50	20.64	0.
	20.64	21.78	0.
	21.78	22.92	0.
	22.92	Infinity	0.
	Number of Observations:		3

Obs	Min	Mean	Std Dev	Max
MF1				
3	0.	.979	.018	42.030
	Lower CI:	.933		
	Upper CI:	1.024		

	Count	Std Dev
MF1	no. releas	
	10113	103.4

	State	Percent	Std Dev
MF2	state		
	request	0.	0.
	busy	51.020	.500
	idle	48.970	.500

Obs	Min	Mean	Std Dev	Max
MF2				
3	0.	.500	0.	1.000
	Lower CI:	.500		
	Upper CI:	.500		



		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF2	delay	- Infinity	.03	1.88	
		.03	1.45	80.54	
		1.45	Infinity	17.59	
		Number of Observations:		3	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF2	delay	0.	1.009	0.	128.10
3		Lower CI: 1.009			
		Upper CI: 1.009			
		Count	Std Dev	-----	
MF2	no. releas	10113	104.9		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF3	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI: .500			
		Upper CI: .500			
		State	Percent	Std Dev	
MF3	state	request	0.	0.	
		idle	49.310	.895	
		busy	50.690	.895	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF3	delay	- Infinity	.03	2.09	
		.03	1.41	79.61	
		1.41	2.79	10.85	
		2.79	Infinity	7.45	
		Number of Observations:		3	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF3	delay	0.	1.003	.028	60.650
3		Lower CI: .933			
		Upper CI: 1.073			
		Count	Std Dev	-----	
MF3	no. releas	10114	104.8		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
		-----			

MF4 level 0. 1.500 0. 3.000  
 3  
 Lower CI: 1.500  
 Upper CI: 1.500

	State	Percent	Std Dev
MF4 state	request	.019	0.
	blocked	.012	0.
	idle	48.850	1.101
	busy	51.120	1.101

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
MF4 delay	- Infinity	0.	42.95
	0.	1.48	51.20
	1.48	2.96	3.45
	2.96	Infinity	2.41
	Number of Observations:		3

Obs	Min	Mean	Std Dev	Max
MF4 delay 3	0.	.337	0.	58.690

Lower CI: .337  
 Upper CI: .337

	Count	Std Dev
MF4 no. releas	10115	107.9

Obs	Min	Mean	Std Dev	Max
-----	-----	------	---------	-----

order1 3	Count	Std Dev
order1 makespan	10117	103.1

order1	Count	Std Dev
order1 no. create	10122	107.0

	State	Percent	Std Dev
order1 state	request	100.00	0.

Obs	Min	Mean	Std Dev	Max
-----	-----	------	---------	-----

order1 3	Count	Std Dev
order1 makespan	10117	103.1

order1	Count	Std Dev
order1 no. to exi	10117	103.1

		Count	Std Dev		
order1	no. create	10122	107.0		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
order2	makespan	0.	8.564	3.776	158.10
3					
		Count	Std Dev		
order2	no. to exi	10117	103.1		
		Count	Std Dev		
order2	no. create	10122	107.0		
		State	Percent	Std Dev	
order2	state	request	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
P	level	0.	3.254	.305	10.000
3		Lower CI:	2.497		
		Upper CI:	4.011		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
P	delay	- Infinity	0.	24.00	
		0.	1.04	19.00	
		1.04	2.08	2.60	
		2.08	3.12	2.60	
		3.12	4.16	2.90	
		4.16	5.20	2.90	
		5.20	6.24	3.00	
		6.24	7.28	3.30	
		7.28	8.32	3.50	
		8.32	9.36	3.40	
		9.36	10.40	3.50	
		10.40	11.44	3.20	
		11.44	12.48	3.10	
		12.48	13.52	3.00	
		13.52	14.56	2.80	
		14.56	15.60	2.40	
		15.60	16.64	2.30	
		16.64	17.68	2.10	
		17.68	Infinity	10.00	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
P	delay	0.	6.626	.631	42.390
3					

Lower CI: 5.057  
Upper CI: 8.195

		Count	Std Dev		
P	no. releas	10117	103.1		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----	order2	0.	8.564	3.776	158.10
3	makespan				

		Count	Std Dev		
order2	no. to exi	10117	103.1		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----	order2	10122	107.0		
3	no. create				

P	level	0.	3.254	.305	10.000
3		Lower CI:	2.497		
		Upper CI:	4.011		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
P	delay	- Infinity	0.	24.00
		0.	1.04	19.00
		1.04	2.08	2.60
		2.08	3.12	2.60
		3.12	4.16	2.90
		4.16	5.20	2.90
		5.20	6.24	3.00
		6.24	7.28	3.30
		7.28	8.32	3.50
		8.32	9.36	3.40
		9.36	10.40	3.50
		10.40	11.44	3.20
		11.44	12.48	3.10
		12.48	13.52	3.00
		13.52	14.56	2.80
		14.56	15.60	2.40
		15.60	16.64	2.30
		16.64	17.68	2.10
		17.68	Infinity	10.00
		Number of Observations:		3

		Min	Mean	Std Dev	Max
P	delay	0.	6.626	.631	42.390
3		Lower CI:	5.057		
		Upper CI:	8.195		

		Count	Std Dev		
P	no. releas	10117	103.1		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
product	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
product	makespan	0.	6.626	.631	42.390
3		Lower CI:	5.057		
		Upper CI:	8.195		
		Count	Std Dev		
product	no. to exi	10117	103.1		
		Count	Std Dev		
product	no. create	10115	107.9		
		State	Percent	Std Dev	
product	state	request	0.	0.	
		idle	100.00	0.	
		State	Percent	Std Dev	
product	state	request	0.	0.	
		idle	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
product	makespan	0.	6.626	.631	42.390
3		Lower CI:	5.057		
		Upper CI:	8.195		
		Count	Std Dev		
product	no. to exi	10117	103.1		
		Count	Std Dev		
product	no. create	10115	107.9		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			

raw parts level 0. .500 0. 1.000  
 3  
 Lower CI: .500  
 Upper CI: .500

State Percent Std Dev

-----  
 WIP state request 69.500 1.455  
 busy 30.500 1.454

Min Mean Std Dev Max  
 Obs

-----  
 WIP makespan .170 13.148 .827 89.630  
 3  
 Lower CI: 11.090  
 Upper CI: 15.200

Count Std Dev

-----  
 WIP no. to exi 10115 107.9

Count Std Dev

-----  
 WIP no. create 10117 103.1

State Percent Std Dev

-----  
 order1 state request 100.00 0.

State Percent Std Dev

-----  
 order2 state request 100.00 0.

Min Mean Std Dev Max  
 Obs

-----  
 product level 0. .500 0. 1.000  
 3  
 Lower CI: .500  
 Upper CI: .500

Min Mean Std Dev Max  
 Obs

-----  
 raw parts level 0. .500 0. 1.000  
 3  
 Lower CI: .500  
 Upper CI: .500

\*\*\*\*\* End of report -- 807 lines \*\*\*\*\*

S1,S2,S3=20  
 SEKCS 3στάδια, Άφιξη exp[4], K1,K2,K3=20,  
 στάδιο πρώτο 4μηχανές exp[1]  
 στάδιο δεύτερο 4μηχανές exp[1]  
 στάδιο τρίτο 4μηχανές exp[2]

## TEXT FOR MODEL SEKCS

SIMFACTORY II.5 Release 7.1  
 12:42:56

Report generated 06/28/1997

## \*\*\* REPORT DESCRIPTION \*\*\*

Show text report for all stats

Types: ALL  
 Elements: ALL  
 Attributes: ALL  
 Run number: 901  
 Sort order: by resource, by type, by attribute, by run

number

Average coefficient of variance: 1.5 %  
 Coefficients below 10% indicate good accuracy.

		State	Percent	Std Dev
K1	state	request	0.	0.
		idle	100.00	0.
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
K1	level	0.	.500	0.
3		Lower CI:	.500	
		Upper CI:	.500	
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
K1	makespan	26.500	79.852	.707
3		Lower CI:	78.100	
		Upper CI:	81.610	
		Count	Std Dev	
K1	no. to exi	5011	42.86	
		Count	Std Dev	
K1	no. create	5011	42.86	
		State	Percent	Std Dev
K2	state	request	0.	0.
		idle	100.00	0.

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
K2	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
K2	makespan	26.500	79.852	.707	158.20
3					
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		
		Count	Std Dev		
-----					
K2	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
-----					
K2	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
-----					
K3	state	request	0.	0.	
		idle	100.00	.052	
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
K3	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
K3	makespan	26.500	79.852	.707	158.20
3					
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		
		Count	Std Dev		
-----					
K3	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
-----					
K3	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
-----					
ORDER1	state	request	100.00	0.	
		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
Obs					
-----					



ORDER4	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
PRODUCT1	state	request	0.	0.	
		idle	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PRODUCT1	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PRODUCT1	makespan	19.300	74.509	.683	152.90
3		Lower CI:	72.810		
		Upper CI:	76.210		
Obs		Count	Std Dev		
-----					
PRODUCT1	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
-----					
PRODUCT1	no. create	5012	42.47		
		State	Percent	Std Dev	
PRODUCT2	state	request	0.	0.	
		idle	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PRODUCT2	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PRODUCT2	makespan	21.600	74.561	.791	156.30
3		Lower CI:	72.600		
		Upper CI:	76.530		
Obs		Count	Std Dev		
-----					
PRODUCT2	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
-----					
PRODUCT2	no. create	5011	41.87		
		State	Percent	Std Dev	
-----					

PRODUCT3	state	request	0.	0.	
		idle	100.00	0.	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
PRODUCT3	level		0.	.500	0.
3					1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
PRODUCT3	makespan		11.900	63.734	.888
3					152.80
		Lower CI:	61.530		
		Upper CI:	65.940		
		Count	Std Dev		
PRODUCT3	no. to exi		5011	42.86	
		Count	Std Dev		
PRODUCT3	no. create		5009	46.89	
		State	Percent	Std Dev	
WIP1	state	request	25.020	.467	
		busy	74.980	.467	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
WIP1	makespan		.180	5.343	.024
3					18.800
		Lower CI:	5.283		
		Upper CI:	5.404		
		Count	Std Dev		
WIP1	no. to exi		5012	42.47	
		Count	Std Dev		
WIP1	no. create		5011	42.86	
		State	Percent	Std Dev	
WIP2	state	request	24.710	1.031	
		busy	75.290	1.031	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
WIP2	makespan		.160	5.299	.090
3					19.320
		Lower CI:	5.076		
		Upper CI:	5.521		
		Count	Std Dev		

WIP2	no. to exi	5011	41.87		
		Count	Std Dev		
WIP2	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
WIP3	state	busy	49.910	.566	
		request	50.090	.566	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
WIP3	makespan	.700	16.127	.194	54.620
3		Lower CI:	15.650		
		Upper CI:	16.610		
		Count	Std Dev		
WIP3	no. to exi	5009	46.89		
		Count	Std Dev		
WIP3	no. create	5011	42.86		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
A1	level	19.000	19.500	0.	20.000
3		Lower CI:	19.500		
		Upper CI:	19.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A1	delay	- Infinity	66.16	23.00	
		66.16	68.21	4.00	
		68.21	70.26	4.00	
		70.26	72.31	4.00	
		72.31	74.36	5.00	
		74.36	76.41	5.00	
		76.41	78.46	4.00	
		78.46	80.51	4.00	
		80.51	82.56	4.00	
		82.56	84.61	4.00	
		84.61	86.65	4.00	
		86.65	88.70	4.00	
		88.70	90.75	3.00	
		90.75	92.80	3.00	
		92.80	94.85	3.00	
		94.85	96.90	3.00	
		96.90	98.95	2.00	
		98.95	101.00	2.00	
		101.00	103.05	2.00	
		103.05	105.10	2.00	
		105.10	107.15	1.00	
		107.15	Infinity	7.00	
		Number of Observations:		3	

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
A1	delay	26.500	79.852	.706	158.20
3					
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		
		Count	Std Dev		
A1	no. releas	5011	42.86		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
A2	level	19.000	19.500	0.	20.000
3					
		Lower CI:	19.500		
		Upper CI:	19.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A2	delay	- Infinity	66.16	23.00	
		66.16	68.21	4.00	
		68.21	70.26	4.00	
		70.26	72.31	4.00	
		72.31	74.36	5.00	
		74.36	76.41	5.00	
		76.41	78.46	4.00	
		78.46	80.51	4.00	
		80.51	82.56	4.00	
		82.56	84.61	4.00	
		84.61	86.65	4.00	
		86.65	88.70	4.00	
		88.70	90.75	3.00	
		90.75	92.80	3.00	
		92.80	94.85	3.00	
		94.85	96.90	3.00	
		96.90	98.95	2.00	
		98.95	101.00	2.00	
		101.00	103.05	2.00	
		103.05	105.10	2.00	
		105.10	107.15	1.00	
		107.15	Infinity	7.00	
		Number of Observations:		3	
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
A2	delay	26.500	79.852	.706	158.20
3					
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		
		Count	Std Dev		
A2	no. releas	5011	42.86		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					

A3 level 19.000 19.500 0. 20.000  
 3  
 Lower CI: 19.500  
 Upper CI: 19.500

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A3	delay	- Infinity	66.16	23.00
		66.16	68.21	4.00
		68.21	70.26	4.00
		70.26	72.31	4.00
		72.31	74.36	5.00
		74.36	76.41	5.00
		76.41	78.46	4.00
		78.46	80.51	4.00
		80.51	82.56	4.00
		82.56	84.61	4.00
		84.61	86.65	4.00
		86.65	88.70	4.00
		88.70	90.75	3.00
		90.75	92.80	3.00
		92.80	94.85	3.00
		94.85	96.90	3.00
		96.90	98.95	2.00
		98.95	101.00	2.00
		101.00	103.05	2.00
		103.05	105.10	2.00
		105.10	107.15	1.00
		107.15	Infinity	7.00
		Number of Observations:		3

Obs  
 Min Mean Std Dev Max

-----  
 A3 delay 26.500 79.852 .706 158.20  
 3  
 Lower CI: 78.100  
 Upper CI: 81.610

Count Std Dev  
 -----  
 A3 no. releas 5011 42.86

Obs  
 Min Mean Std Dev Max

-----  
 D1 level 0. 1.000 0. 2.000  
 3  
 Lower CI: 1.000  
 Upper CI: 1.000

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
D1	delay	- Infinity	0.	57.25
		0.	1.00	2.69
		1.00	Infinity	40.06
		Number of Observations:		3

Obs  
 Min Mean Std Dev Max  
 -----

D1 3	delay	0.	0.	0.	.001
		Count	Std Dev		
D1	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D2 3	level	0.	1.000	0.	2.000
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
D2	delay	- Infinity	0.	57.25	
		0.	1.00	2.69	
		1.00	Infinity	40.06	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D2 3	delay	0.	0.	0.	.001
		Count	Std Dev		
D2	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D3 3	level	0.	2.000	0.	4.000
		Lower CI:	2.000		
		Upper CI:	2.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
D3	delay	- Infinity	0.	63.90	
		0.	1.00	36.10	
		1.00	Infinity	0.	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
D3 3	delay	0.	0.	0.	.001
		Count	Std Dev		
D3	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

-----		-----			
D4 3	level	0.	1.000	0.	2.000
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
D4	delay	- Infinity	0.	57.25	
		0.	1.00	2.69	
		1.00	Infinity	40.06	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
D4 3	delay	0.	0.	0.	.001
		Count	Std Dev		
D4	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
I11 3	level	0.	.588	.012	5.000
		Lower CI:	.557		
		Upper CI:	.619		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I11	delay	- Infinity	0.	43.00	
		0.	1.83	50.34	
		1.83	Infinity	6.66	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
I11 3	delay	0.	.348	.043	10.400
		Lower CI:	.242		
		Upper CI:	.453		
		Count	Std Dev		
I11	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
I12 3	level	0.	.580	0.	7.000
		Lower CI:	.580		
		Upper CI:	.580		
		Greater Than	Up To and	Percent of	

		Than	Including	Observations
I12	delay	- Infinity	0.	47.23
		0.	1.32	43.34
		1.32	2.63	5.64
		2.63	Infinity	3.78
		Number of Observations:		3
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
I12	delay	0.	.340	.023
3				11.940
		Lower CI:	.284	
		Upper CI:	.396	
		Count	Std Dev	
I12	no. releas	5011	43.47	
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
I13	level	0.	.577	0.
3				6.000
		Lower CI:	.577	
		Upper CI:	.577	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
I13	delay	- Infinity	0.	43.92
		0.	1.23	46.25
		1.23	2.46	6.22
		2.46	Infinity	3.61
		Number of Observations:		3
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
I13	delay	0.	.320	0.
3				9.768
		Lower CI:	.320	
		Upper CI:	.320	
		Count	Std Dev	
I13	no. releas	5011	43.57	
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
I14	level	0.	.583	0.
3				8.000
		Lower CI:	.583	
		Upper CI:	.583	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
I14	delay	- Infinity	0.	43.21
		0.	1.29	47.61



1.29	2.58	5.60
2.58	Infinity	3.57
Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I14	delay	0.	.329	.019	10.070
3					
		Lower CI:	.282		
		Upper CI:	.376		

		Count	Std Dev		
-----					
I14	no. releas	5011	42.98		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I21	level	0.	.581	0.	6.000
3					
		Lower CI:	.581		
		Upper CI:	.581		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
-----				
I21	delay	- Infinity	0.	42.63
		0.	1.85	51.24
		1.85	Infinity	6.13
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I21	delay	0.	.329	0.	10.090
3					
		Lower CI:	.329		
		Upper CI:	.329		

		Count	Std Dev		
-----					
I21	no. releas	5011	42.86		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I22	level	0.	.584	0.	6.000
3					
		Lower CI:	.584		
		Upper CI:	.584		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
-----				
I22	delay	- Infinity	0.	44.40
		0.	1.47	47.44
		1.47	Infinity	8.16
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----	--	-----	------	---------	-----

I22 3	delay	0.	.331	.021	10.160
		Lower CI:	.278		
		Upper CI:	.385		
		Count	Std Dev		
I22	no. releas	5011	42.42		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I23 3	level	0.	.581	.010	6.000
		Lower CI:	.555		
		Upper CI:	.606		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I23	delay	- Infinity	0.	43.33	
		0.	1.83	50.60	
		1.83	Infinity	6.06	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I23 3	delay	0.	.327	.023	9.903
		Lower CI:	.270		
		Upper CI:	.384		
		Count	Std Dev		
I23	no. releas	5011	42.92		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I24 3	level	0.	.580	.013	6.000
		Lower CI:	.547		
		Upper CI:	.613		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I24	delay	- Infinity	0.	45.01	
		0.	1.70	48.33	
		1.70	Infinity	6.66	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I24 3	delay	0.	.322	.030	10.050
		Lower CI:	.248		
		Upper CI:	.396		

		Count	Std Dev		
I24	no. releas	5011	41.93		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I31	level	0.	.996	.015	10.000
3		Lower CI:	.959		
		Upper CI:	1.033		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I31	delay	- Infinity	0.	29.03	
		0.	.55	27.36	
		.55	Infinity	43.60	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I31	delay	0.	1.983	.077	26.390
3		Lower CI:	1.791		
		Upper CI:	2.175		
		Count	Std Dev		
I31	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I32	level	0.	1.035	.036	11.000
3		Lower CI:	.946		
		Upper CI:	1.124		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I32	delay	- Infinity	0.	29.09	
		0.	1.32	33.61	
		1.32	2.63	10.07	
		2.63	3.95	6.79	
		3.95	Infinity	20.43	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I32	delay	0.	2.142	.170	22.770
3		Lower CI:	1.720		
		Upper CI:	2.564		
		Count	Std Dev		
I32	no. releas	5010	42.38		

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----	--	-----	------	---------	-----

----- I33 3	level	0.	1.006	.041	10.000
		Lower CI:	.905		
		Upper CI:	1.107		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
I33	delay	- Infinity	0.	29.85
		0.	1.13	32.80
		1.13	2.26	9.15
		2.26	3.39	7.09
		3.39	4.52	5.06
		4.52	5.65	4.21
		5.65	6.79	3.02
		6.79	7.92	2.10
		7.92	Infinity	6.71
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----	--	-----	------	---------	-----

----- I33 3	delay	0.	1.973	.099	30.110
		Lower CI:	1.726		
		Upper CI:	2.219		

	Count	Std Dev
I33	5010	43.29

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----	--	-----	------	---------	-----

----- I34 3	level	0.	.995	.049	10.000
		Lower CI:	.873		
		Upper CI:	1.117		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
I34	delay	- Infinity	0.	31.17
		0.	1.14	30.84
		1.14	2.28	9.20
		2.28	3.43	7.26
		3.43	4.57	5.53
		4.57	5.71	4.06
		5.71	6.85	3.06
		6.85	8.00	2.56
		8.00	Infinity	6.31
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----	--	-----	------	---------	-----

----- I34 3	delay	0.	1.983	.188	29.770
-------------------	-------	----	-------	------	--------

		Lower CI:	1.517		
		Upper CI:	2.449		
		Count		Std Dev	
I34	no. releas	5009		46.89	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----	-----	-----	-----
PA1	level	7.000	18.164	.014	20.000
3		Lower CI:	18.130		
		Upper CI:	18.200		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
PA1	delay	- Infinity	60.42	23.00	
		60.42	62.61	4.00	
		62.61	64.79	4.00	
		64.79	66.97	5.00	
		66.97	69.16	5.00	
		69.16	71.34	5.00	
		71.34	73.53	5.00	
		73.53	75.71	5.00	
		75.71	77.89	4.00	
		77.89	80.08	4.00	
		80.08	82.26	4.00	
		82.26	84.45	4.00	
		84.45	86.63	4.00	
		86.63	88.81	3.00	
		88.81	91.00	3.00	
		91.00	93.18	3.00	
		93.18	95.37	2.00	
		95.37	97.55	2.00	
		97.55	99.73	2.00	
		99.73	101.92	2.00	
		101.92	104.10	1.00	
		104.10	Infinity	6.00	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----	-----	-----	-----
PA1	delay	19.300	74.509	.683	152.90
3		Lower CI:	72.810		
		Upper CI:	76.210		
		Count		Std Dev	
PA1	no. releas	5011		42.86	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----	-----	-----	-----
PA2	level	10.000	18.160	.046	20.000
3		Lower CI:	18.050		
		Upper CI:	18.270		
		Greater	Up To and	Percent of	

		Than	Including	Observations	
PA2	delay	- Infinity	59.53	21.00	
		59.53	61.69	4.00	
		61.69	63.86	4.00	
		63.86	66.02	4.00	
		66.02	68.19	5.00	
		68.19	70.35	5.00	
		70.35	72.51	5.00	
		72.51	74.68	5.00	
		74.68	76.84	5.00	
		76.84	79.00	4.00	
		79.00	81.17	4.00	
		81.17	83.33	4.00	
		83.33	85.49	4.00	
		85.49	87.66	3.00	
		87.66	89.82	3.00	
		89.82	91.99	3.00	
		91.99	94.15	3.00	
		94.15	96.31	2.00	
		96.31	98.48	2.00	
		98.48	100.64	2.00	
		100.64	102.80	2.00	
		102.80	Infinity	7.00	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PA2	delay	21.600	74.561	.792	156.30
3					
		Lower CI:	72.590		
		Upper CI:	76.530		
		Count	Std Dev		
PA2	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PA3	level	1.000	15.465	.076	20.000
3					
		Lower CI:	15.280		
		Upper CI:	15.650		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
PA3	delay	- Infinity	59.56	43.00	
		59.56	61.43	4.00	
		61.43	63.30	4.00	
		63.30	65.18	4.00	
		65.18	67.05	4.00	
		67.05	68.92	3.00	
		68.92	70.80	3.00	
		70.80	72.67	3.00	
		72.67	74.54	3.00	
		74.54	76.42	3.00	
		76.42	78.29	3.00	
		78.29	80.16	3.00	
		80.16	82.03	3.00	
		82.03	83.91	2.00	
		83.91	85.78	2.00	

85.78	87.65	2.00
87.65	89.53	2.00
89.53	91.40	1.00
91.40	93.27	1.00
93.27	95.14	1.00
95.14	97.02	1.00
97.02	Infinity	5.00
Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PA3	delay	11.900	63.734	.888	152.80
3					
		Lower CI:	61.530		
		Upper CI:	65.940		
		Count	Std Dev		
PA3	no. releas	5011	42.86		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
RAW PART1	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
RAW PART1	makespan	0.	0.	0.	0.
3					
		Count	Std Dev		
RAW PART1	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
RAW PART1	no. create	5011	42.86		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
RAW PART2	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
-----					
RAW PART2	makespan	0.	0.	0.	0.
3					
		Count	Std Dev		
RAW PART2	no. to exi	5011	42.86		

		Count	Std Dev		
RAW PART2	no. create	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
MF11	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
-----		-----			
MF11	state	request	0.	0.	
		idle	74.690	.289	
		busy	25.310	.289	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----		-----			
MF11	delay	- Infinity	.00	.33	
		.00	1.22	69.80	
		1.22	2.45	21.17	
		2.45	3.67	6.15	
		3.67	Infinity	2.55	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
MF11	delay	0.	1.010	.013	9.412
3		Lower CI:	.978		
		Upper CI:	1.043		
		Count	Std Dev		
-----		-----			
MF11	no. releas	5011	43.47		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----		-----			
MF12	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
-----		-----			
MF12	state	request	0.	0.	
		idle	74.920	.673	
		busy	25.080	.674	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----		-----			
MF12	delay	- Infinity	.08	7.50	
		.08	1.17	61.66	
		1.17	2.26	20.20	
		2.26	3.34	6.93	
		3.34	4.43	2.51	
		4.43	5.52	.78	



		5.52	Infinity	.42	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF12 3	delay	0.	1.001	.026	8.959
		Lower CI:	.936		
		Upper CI:	1.066		
		Count	Std Dev		
MF12	no. releas	5011	43.57		
		State	Percent	Std Dev	
MF13	state	request	0.	0.	
		busy	25.040	.322	
		idle	74.960	.322	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF13 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF13	delay	- Infinity	.06	6.03	
		.06	1.16	62.51	
		1.16	2.25	20.83	
		2.25	3.35	7.28	
		3.35	4.44	2.27	
		4.44	5.54	.74	
		5.54	Infinity	.33	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF13 3	delay	0.	1.000	0.	10.840
		Lower CI:	.999		
		Upper CI:	1.000		
		Count	Std Dev		
MF13	no. releas	5011	42.98		
		State	Percent	Std Dev	
MF14	state	request	0.	0.	
		blocked	0.	0.	
		busy	24.940	.587	
		idle	75.050	.588	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

----- MF14 3	level	0.	1.000	0.	2.000
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF14	delay	- Infinity	0.	31.93	
		0.	1.03	50.32	
		1.03	2.06	11.60	
		2.06	3.09	3.93	
		3.09	4.12	1.40	
		4.12	Infinity	.82	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF14 3	delay	0.	.498	0.	9.555
		Lower CI:	.498		
		Upper CI:	.498		
		Count	Std Dev		
MF14	no. releas	5012	42.47		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF21 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF21	state	request	0.	0.	
		idle	74.870	.264	
		busy	25.130	.265	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF21	delay	- Infinity	.09	8.13	
		.09	1.19	61.08	
		1.19	2.30	20.98	
		2.30	Infinity	9.81	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF21 3	delay	0.	1.003	0.	10.740
		Lower CI:	1.003		
		Upper CI:	1.003		
		Count	Std Dev		

MF21	no. releas	5011	42.42		
		State	Percent	Std Dev	
MF22	state	request	0.	0.	
		busy	25.140	.594	
		idle	74.860	.594	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF22	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF22	delay	- Infinity	.33	27.98	
		.33	1.44	48.22	
		1.44	2.54	16.06	
		2.54	Infinity	7.74	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF22	delay	0.	1.003	.015	10.080
3		Lower CI:	.965		
		Upper CI:	1.041		
		Count	Std Dev		
MF22	no. releas	5011	42.92		
		State	Percent	Std Dev	
MF23	state	request	0.	0.	
		busy	25.060	.223	
		idle	74.940	.223	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF23	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF23	delay	- Infinity	.00	.49	
		.00	1.06	64.53	
		1.06	2.12	23.02	
		2.12	3.18	7.98	
		3.18	4.24	2.61	
		4.24	Infinity	1.36	
		Number of Observations:		3	

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF23 3	delay	0.	1.000	0.	9.366
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.001		
		Count	Std Dev		
MF23	no. releas	5011	41.93		
		State	Percent	Std Dev	
MF24	state	request	0.	0.	
		blocked	0.	0.	
		busy	24.610	.359	
		idle	75.380	.359	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF24 3	level	0.	1.000	0.	2.000
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF24	delay	- Infinity	0.	28.64	
		0.	1.11	55.21	
		1.11	2.22	10.92	
		2.22	3.33	3.56	
		3.33	Infinity	1.68	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF24 3	delay	0.	.491	0.	7.234
		Lower CI:	.491		
		Upper CI:	.491		
		Count	Std Dev		
MF24	no. releas	5011	41.87		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF31 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF31	state	request	0.	0.	
		idle	49.600	.228	
		busy	50.390	.229	

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF31	delay	- Infinity	.03	1.42	
		.03	1.35	47.24	
		1.35	2.67	24.76	
		2.67	3.99	12.90	
		3.99	Infinity	13.67	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF31	delay	0.	2.012	0.	17.840
3		Lower CI: 2.011			
		Upper CI: 2.012			
		Count	Std Dev		
MF31	no. releas	5011	42.49		
		State	Percent	Std Dev	
MF32	state	request	0.	0.	
		busy	51.190	.755	
		idle	48.810	.756	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF32	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI: .500			
		Upper CI: .500			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF32	delay	- Infinity	.08	3.59	
		.08	1.23	42.01	
		1.23	2.38	23.98	
		2.38	3.54	12.80	
		3.54	4.69	7.37	
		4.69	5.84	4.34	
		5.84	Infinity	5.91	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF32	delay	0.	2.043	.014	18.320
3		Lower CI: 2.008			
		Upper CI: 2.079			
		Count	Std Dev		
MF32	no. releas	5010	41.81		
		State	Percent	Std Dev	
		-----			

MF33	state	request	0.	0.	
		busy	49.670	1.161	
		idle	50.330	1.161	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF33	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			
MF33	delay	- Infinity	.07		3.43
		.07	1.13		40.09
		1.13	2.19		23.26
		2.19	3.25		13.53
		3.25	4.31		8.32
		4.31	5.37		4.73
		5.37	6.43		2.95
		6.43	7.49		1.52
		7.49	Infinity		2.17
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF33	delay	0.	1.983	.045	23.240
3		Lower CI:	1.870		
		Upper CI:	2.096		
		Count	Std Dev		
		-----			
MF33	no. releas	5010	43.77		
		State	Percent	Std Dev	
		-----			
MF34	state	request	0.	0.	
		blocked	0.	0.	
		busy	50.430	1.498	
		idle	49.560	1.498	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
MF34	level	0.	1.000	0.	2.000
3		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			
MF34	delay	- Infinity	0.		31.20
		0.	1.01		38.50
		1.01	2.02		11.90
		2.02	3.03		7.14
		3.03	4.04		4.43
		4.04	5.05		2.62
		5.05	6.06		1.72

6.06	7.07	.97
7.07	8.08	.58
8.08	9.09	.37
9.09	Infinity	.52

Number of Observations: 3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF34	delay	0.	1.006	.021	19.320
3					
		Lower CI:	.955		
		Upper CI:	1.058		
		Count		Std Dev	
		-----		-----	
MF34	no. releas	5009		46.89	

\*\*\*\*\* End of report -- 1102 lines \*\*\*\*\*

S1,S2,S3=20

IEKCS Αφιξη exp[4], K1,K2,K3,K4=20,

Στάδιο πρώτο 4μηχανές exp[1]  
 Στάδιο δεύτερο 4μηχανές exp[1]  
 Στάδιο τρίτο 4μηχανές exp[2]

## TEXT FOR MODEL IEKCS

SIMFACTORY II.5 Release 7.1  
 18:01:59

Report generated 06/28/1997

## \*\*\* REPORT DESCRIPTION \*\*\*

Show text report for all stats

Types: ALL  
 Elements: ALL  
 Attributes: ALL  
 Run number: 901  
 Sort order: by resource, by type, by attribute, by run

number

Average coefficient of variance: 1.4 %  
 Coefficients below 10% indicate good accuracy.

		State	Percent	Std Dev
K1	state	request	0.	0.
		idle	100.00	0.
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
K1	level	0.	.500	0.
3		Lower CI:	.500	
		Upper CI:	.500	
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
K1	makespan	26.500	79.852	.707
3		Lower CI:	78.100	
		Upper CI:	81.610	
		Count	Std Dev	
K1	no. to exi	5011	42.86	
		Count	Std Dev	
K1	no. create	5011	42.86	
		State	Percent	Std Dev
K2	state	request	0.	0.
		idle	100.00	0.



Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- K2 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- K2 3	makespan	26.500	79.852	.707	158.20
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		

	Count	Std Dev
K2	5011	42.86

	Count	Std Dev
K2	5011	42.86

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- K3 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		

	State	Percent	Std Dev
K3	request	0.	0.
	idle	100.00	.052

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- K3 3	makespan	26.500	79.852	.707	158.20
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		

5011	42.86	-----K3	no. to exi
------	-------	---------	------------

	Count	Std Dev
K3	5011	42.86

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- K4 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		

		State	Percent	Std Dev	
K4	state	request	0.	0.	
		idle	100.00	.029	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
K4 3	makespan	26.500	79.852	.707	158.20
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		
		Count	Std Dev		
K4	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
K4	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
ORDER1	state	request	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
ORDER1 3	makespan	0.	0.	0.	0.
		Count	Std Dev		
		5011	42.86		
		Count	Std Dev		
ORDER1	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
ORDER1	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
ORDER2	state	request	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
ORDER2 3	makespan	0.	0.	0.	0.
		Count	Std Dev		
		5011	42.86		
		Count	Std Dev		
ORDER2	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
ORDER2	no. create	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					

ORDER3 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
ORDER3	state	request	50.000	0.	
		idle	50.000	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
ORDER3 3	makespan	0.	0.	0.	0.
		Count	Std Dev		
ORDER3	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
ORDER3	no. create	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
ORDER4 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
ORDER4	state	request	28.570	0.	
		idle	71.430	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
ORDER4 3	makespan	0.	0.	0.	0.
		Count	Std Dev		
ORDER4	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
ORDER4	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
ORDER5	state	request	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
ORDER5 3	makespan	0.	0.	0.	0.
		Count	Std Dev		

ORDER5	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
ORDER5	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
PRODUCT1	state	request	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PRODUCT1	makespan	19.300	74.509	.683	152.90
3		Lower CI:	72.810		
		Upper CI:	76.210		
		Count	Std Dev		
PRODUCT1	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
PRODUCT1	no. create	5012	42.47		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PRODUCT2	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
PRODUCT2	state	idle	0.	0.	
		request	100.00	.011	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PRODUCT2	makespan	21.600	74.561	.791	156.30
3		Lower CI:	72.600		
		Upper CI:	76.530		
		Count	Std Dev		
PRODUCT2	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
PRODUCT2	no. create	5011	41.87		
		State	Percent	Std Dev	
PRODUCT3	state	request	0.	0.	
		idle	100.00	0.	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

----- PRODUCT3 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
----- PRODUCT3 3	makespan	11.900	63.734	.888	152.80
		Lower CI:	61.530		
		Upper CI:	65.940		
		Count	Std Dev		
PRODUCT3	no. to exi	5011	42.86		
		Count	Std Dev		
PRODUCT3	no. create	5009	40.89		
		State	Percent	Std Dev	
WIP1	state	request	25.020	.467	
		busy	74.980	.467	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
----- WIP1 3	makespan	.180	5.343	.024	18.800
		Lower CI:	5.283		
		Upper CI:	5.404		
		Count	Std Dev		
WIP1	no. to exi	5012	42.47		
		Count	Std Dev		
WIP1	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
WIP2	state	request	24.710	1.031	
		busy	75.290	1.031	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
----- WIP2 3	makespan	.160	5.299	.090	19.320
		Lower CI:	5.076		
		Upper CI:	5.521		
		Count	Std Dev		
WIP2	no. to exi	5011	41.87		
		Count	Std Dev		

WIP2	no. create	5011	42.86		
		State	Percent	Std Dev	
WIP3	state	busy	49.910	.566	
		request	50.090	.566	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
WIP3	makespan	.700	16.127	.194	54.620
3		Lower CI:	15.650		
		Upper CI:	16.610		
		Count	Std Dev		
WIP3	no. to exi	5009	46.89		
		Count	Std Dev		
WIP3	no. create	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
A1	level	19.000	19.500	0.	20.000
3		Lower CI:	19.500		
		Upper CI:	19.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A1	delay	- Infinity	66.16	23.00	
		66.16	68.21	4.00	
		68.21	70.26	4.00	
		70.26	72.31	4.00	
		72.31	74.36	5.00	
		74.36	76.41	5.00	
		76.41	78.46	4.00	
		78.46	80.51	4.00	
		80.51	82.56	4.00	
		82.56	84.61	4.00	
		84.61	86.65	4.00	
		86.65	88.70	4.00	
		88.70	90.75	3.00	
		90.75	92.80	3.00	
		92.80	94.85	3.00	
		94.85	96.90	3.00	
		96.90	98.95	2.00	
		98.95	101.00	2.00	
		101.00	103.05	2.00	
		103.05	105.10	2.00	
		105.10	107.15	1.00	
		107.15	Infinity	7.00	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
A1	delay	26.500	79.852	.706	158.20
3					

Lower CI: 78.100  
Upper CI: 81.610

		Count	Std Dev		
A1	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

A2	level	19.000	19.500	0.	20.000
3		Lower CI:	19.500		
		Upper CI:	19.500		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A2	delay	- Infinity	66.16	23.00
		66.16	68.21	4.00
		68.21	70.26	4.00
		70.26	72.31	4.00
		72.31	74.36	5.00
		74.36	76.41	5.00
		76.41	78.46	4.00
		78.46	80.51	4.00
		80.51	82.56	4.00
		82.56	84.61	4.00
		84.61	86.65	4.00
		86.65	88.70	4.00
		88.70	90.75	3.00
		90.75	92.80	3.00
		92.80	94.85	3.00
		94.85	96.90	3.00
		96.90	98.95	2.00
		98.95	101.00	2.00
		101.00	103.05	2.00
		103.05	105.10	2.00
		105.10	107.15	1.00
		107.15	Infinity	7.00
		Number of Observations:		3

		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
A2	delay	26.500	79.852	.706	158.20
3		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		

		Count	Std Dev		
A2	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

A31	level	19.000	19.500	0.	20.000
3		Lower CI:	19.500		
		Upper CI:	19.500		

Greater Up To and Percent of

		Than	Including	Observations	
A31	delay	- Infinity	66.16	23.00	
		66.16	68.21	4.00	
		68.21	70.26	4.00	
		70.26	72.31	4.00	
		72.31	74.36	5.00	
		74.36	76.41	5.00	
		76.41	78.46	4.00	
		78.46	80.51	4.00	
		80.51	82.56	4.00	
		82.56	84.61	4.00	
		84.61	86.65	4.00	
		86.65	88.70	4.00	
		88.70	90.75	3.00	
		90.75	92.80	3.00	
		92.80	94.85	3.00	
		94.85	96.90	3.00	
		96.90	98.95	2.00	
		98.95	101.00	2.00	
		101.00	103.05	2.00	
		103.05	105.10	2.00	
		105.10	107.15	1.00	
		107.15	Infinity	7.00	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
A31	delay	26.500	79.852	.706	158.20
3					
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		
		Count	Std Dev		
A31	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
A32	level	19.000	19.500	0.	20.000
3					
		Lower CI:	19.500		
		Upper CI:	19.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A32	delay	- Infinity	66.16	23.00	
		66.16	68.21	4.00	
		68.21	70.26	4.00	
		70.26	72.31	4.00	
		72.31	74.36	5.00	
		74.36	76.41	5.00	
		76.41	78.46	4.00	
		78.46	80.51	4.00	
		80.51	82.56	4.00	
		82.56	84.61	4.00	
		84.61	86.65	4.00	
		86.65	88.70	4.00	
		88.70	90.75	3.00	
		90.75	92.80	3.00	
		92.80	94.85	3.00	



94.85	96.90	3.00
96.90	98.95	2.00
98.95	101.00	2.00
101.00	103.05	2.00
103.05	105.10	2.00
105.10	107.15	1.00
107.15	Infinity	7.00
Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
A32	delay	26.500	79.852	.706	158.20
3					
		Lower CI:	78.100		
		Upper CI:	81.610		

		Count	Std Dev
-----			
A32	no. releas	5011	42.86

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
B1	level	0.	1.000	0.	2.000
3					
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
-----				
B1	delay	- Infinity	0.	57.25
		0.	1.00	2.69
		1.00	Infinity	40.06
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
B1	delay	0.	0.	0.	.001
3					

		Count	Std Dev
-----			
B1	no. releas	5011	42.86

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
B2	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
-----				
B2	delay	- Infinity	0.	57.25
		0.	1.00	2.69
		1.00	Infinity	40.06
		Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
B2 3	delay	0.	0.	0.	.001
		Count	Std Dev		
B2	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
D1 3	level	0.	1.000	0.	2.000
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
D1	delay	- Infinity	0.	57.25	
		0.	1.00	2.69	
		1.00	Infinity	40.06	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
D1 3	delay	0.	0.	0.	.001
		Count	Std Dev		
D1	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
D2 3	level	0.	1.000	0.	2.000
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
D2	delay	- Infinity	0.	57.25	
		0.	1.00	2.69	
		1.00	Infinity	40.06	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
D2 3	delay	0.	0.	0.	.001
		Count	Std Dev		

D2	no. releas	5011	42.86		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
D3	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
D3	delay	- Infinity	0.	57.25	
		0.	1.00	2.69	
		1.00	Infinity	40.06	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
D3	delay	0.	0.	0.	.001
3					
		Count	Std Dev		
D3	no. releas	5011	42.86		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
D4	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
D4	delay	- Infinity	0.	57.25	
		0.	1.00	2.69	
		1.00	Infinity	40.06	
		Number of Observations:			3
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
D4	delay	0.	0.	0.	.001
3					
		Count	Std Dev		
D4	no. releas	5011	42.86		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
D5	level	0.	1.500	0.	3.000
3		Lower CI:	1.500		
		Upper CI:	1.500		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
D5	delay	- Infinity	0.	62.19	
		0.	1.00	37.81	
		1.00	Infinity	0.	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
D5	delay	0.	0.	0.	.001
3					
		Count	Std Dev		
D5	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I11	level	0.	.588	.012	5.000
3					
		Lower CI:	.557		
		Upper CI:	.619		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I11	delay	- Infinity	0.	43.00	
		0.	1.83	50.34	
		1.83	Infinity	6.66	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I11	delay	0.	.348	.043	10.400
3					
		Lower CI:	.242		
		Upper CI:	.453		
		Count	Std Dev		
I11	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I12	level	0.	.580	0.	7.000
3					
		Lower CI:	.580		
		Upper CI:	.580		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I12	delay	- Infinity	0.	47.23	
		0.	1.32	43.34	
		1.32	2.63	5.64	
		2.63	Infinity	3.78	

		Number of Observations: 3			
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I12	delay	0.	.340	.023	11.940
3					
		Lower CI:	.284		
		Upper CI:	.396		
		Count	Std Dev		
I12	no. releas	5011	43.47		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I13	level	0.	.577	0.	6.000
3					
		Lower CI:	.577		
		Upper CI:	.577		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
I13	delay	- Infinity	0.	43.92	
		0.	1.23	46.25	
		1.23	2.46	6.22	
		2.46	Infinity	3.61	
		Number of Observations:			3
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I13	delay	0.	.320	0.	9.768
3					
		Lower CI:	.320		
		Upper CI:	.320		
		Count	Std Dev		
I13	no. releas	5011	43.57		
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
I14	level	0.	.583	0.	8.000
3					
		Lower CI:	.583		
		Upper CI:	.583		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
I14	delay	- Infinity	0.	43.21	
		0.	1.29	47.61	
		1.29	2.58	5.60	
		2.58	Infinity	3.57	
		Number of Observations:			3
-----					
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

I14 3	delay	0.	.329	.019	10.070
		Lower CI:	.282		
		Upper CI:	.376		
		Count	Std Dev		
I14	no. releas	5011	42.98		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I21 3	level	0.	.581	0.	6.000
		Lower CI:	.581		
		Upper CI:	.581		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I21	delay	- Infinity	0.	42.63	
		0.	1.85	51.24	
		1.85	Infinity	6.13	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I21 3	delay	0.	.329	0.	10.090
		Lower CI:	.329		
		Upper CI:	.329		
		Count	Std Dev		
I21	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I22 3	level	0.	.584	0.	6.000
		Lower CI:	.584		
		Upper CI:	.584		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I22	delay	- Infinity	0.	44.40	
		0.	1.47	47.44	
		1.47	Infinity	8.16	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I22 3	delay	0.	.331	.021	10.160
		Lower CI:	.278		
		Upper CI:	.385		

		Count	Std Dev		
I22	no. releas	5011	42.42		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I23	level	0.	.581	.010	6.000
3		Lower CI:	.555		
		Upper CI:	.606		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I23	delay	- Infinity	0.	43.33	
		0.	1.83	50.60	
		1.83	Infinity	6.06	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I23	delay	0.	.327	.023	9.903
3		Lower CI:	.270		
		Upper CI:	.384		
		Count	Std Dev		
I23	no. releas	5011	42.92		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I24	level	0.	.580	.013	6.000
3		Lower CI:	.547		
		Upper CI:	.613		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I24	delay	- Infinity	0.	45.01	
		0.	1.70	48.33	
		1.70	Infinity	6.66	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I24	delay	0.	.322	.030	10.050
3		Lower CI:	.248		
		Upper CI:	.396		
		Count	Std Dev		
I24	no. releas	5011	41.93		

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I31 3	level	0.	.996	.015	10.000
		Lower CI:	.959		
		Upper CI:	1.033		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I31	delay	- Infinity	0.	29.03	
		0.	.55	27.36	
		.55	Infinity	43.60	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I31 3	delay	0.	1.983	.077	26.390
		Lower CI:	1.791		
		Upper CI:	2.175		
		Count	Std Dev		
I31	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I32 3	level	0.	1.035	.036	11.000
		Lower CI:	.946		
		Upper CI:	1.124		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
I32	delay	- Infinity	0.	29.09	
		0.	1.32	33.61	
		1.32	2.63	10.07	
		2.63	3.95	6.79	
		3.95	Infinity	20.43	
		Number of Observations:			3
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
I32 3	delay	0.	2.142	.170	22.770
		Lower CI:	1.720		
		Upper CI:	2.564		
		Count	Std Dev		
I32	no. releas	5010	42.38		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max



I33 3	level	0.	1.006	.041	10.000
		Lower CI:	.905		
		Upper CI:	1.107		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
I33	delay	- Infinity	0.	29.85
		0.	1.13	32.80
		1.13	2.26	9.15
		2.26	3.39	7.09
		3.39	4.52	5.06
		4.52	5.65	4.21
		5.65	6.79	3.02
		6.79	7.92	2.10
		7.92	Infinity	6.71
		Number of Observations:		3

		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					

I33 3	delay	0.	1.973	.099	30.110
		Lower CI:	1.726		
		Upper CI:	2.219		

		Count	Std Dev
I33	no. releas	5010	43.29

		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					

I34 3	level	0.	.995	.049	10.000
		Lower CI:	.873		
		Upper CI:	1.117		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
I34	delay	- Infinity	0.	31.17
		0.	1.14	30.84
		1.14	2.28	9.20
		2.28	3.43	7.26
		3.43	4.57	5.53
		4.57	5.71	4.06
		5.71	6.85	3.06
		6.85	8.00	2.56
		8.00	Infinity	6.31
		Number of Observations:		3

		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					

I34 3	delay	0.	1.983	.188	29.770
		Lower CI:	1.517		
		Upper CI:	2.449		

		Count	Std Dev

I34	no. releas	5009	46.89		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
PA1	level	7.000	18.664	.013	21.000
3		Lower CI:	18.630		
		Upper CI:	18.690		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			
PA1	delay	- Infinity	0.	29.00	
		0.	5.21	21.00	
		5.21	10.41	0.	
		10.41	15.62	0.	
		15.62	20.82	0.	
		20.82	26.03	0.	
		26.03	31.23	0.	
		31.23	36.44	0.	
		36.44	41.64	1.00	
		41.64	46.85	1.00	
		46.85	52.05	2.00	
		52.05	57.26	4.00	
		57.26	62.46	5.00	
		62.46	67.67	6.00	
		67.67	72.87	6.00	
		72.87	78.08	5.00	
		78.08	83.28	5.00	
		83.28	88.49	4.00	
		88.49	93.69	4.00	
		93.69	98.90	3.00	
		98.90	104.10	2.00	
		104.10	Infinity	3.00	
		Number of Observations:		3	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
PA1	delay	0.	37.254	.341	152.90
3		Lower CI:	36.410		
		Upper CI:	38.100		
		Count	Std Dev		
		-----			
PA1	no. releas	5011	42.86		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs		-----			
PA2	level	10.000	18.660	.046	21.000
3		Lower CI:	18.550		
		Upper CI:	18.770		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----			
PA2	delay	- Infinity	0.	29.00	
		0.	5.14	21.00	
		5.14	10.28	0.	

10.28	15.42	0.
15.42	20.56	0.
20.56	25.70	0.
25.70	30.84	0.
30.84	35.98	0.
35.98	41.12	1.00
41.12	46.26	1.00
46.26	51.40	2.00
51.40	56.54	3.00
56.54	61.68	5.00
61.68	66.82	5.00
66.82	71.96	6.00
71.96	77.10	5.00
77.10	82.24	5.00
82.24	87.38	4.00
87.38	92.52	4.00
92.52	97.66	3.00
97.66	102.80	2.00
102.80	Infinity	3.00
Number of Observations:		3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
PA2	delay	0.	37.281	.396	156.30
3					
		Lower CI:	36.300		
		Upper CI:	38.260		

		Count	Std Dev
PA2	no. releas	5011	42.86

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
PA3	level	1.000	15.465	.076	20.000
3					
		Lower CI:	15.280		
		Upper CI:	15.650		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
PA3	delay	- Infinity	59.56	43.00
		59.56	61.43	4.00
		61.43	63.30	4.00
		63.30	65.18	4.00
		65.18	67.05	4.00
		67.05	68.92	3.00
		68.92	70.80	3.00
		70.80	72.67	3.00
		72.67	74.54	3.00
		74.54	76.42	3.00
		76.42	78.29	3.00
		78.29	80.16	3.00
		80.16	82.03	3.00
		82.03	83.91	2.00
		83.91	85.78	2.00
		85.78	87.65	2.00
		87.65	89.53	2.00
		89.53	91.40	1.00
		91.40	93.27	1.00
		93.27	95.14	1.00

95.14                    97.02                    1.00  
 97.02                    Infinity                    5.00  
 Number of Observations:                    3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
PA3	delay	11.900	63.734	.888	152.80
3					
		Lower CI:	61.530		
		Upper CI:	65.940		

		Count	Std Dev		
-----					
PA3	no. releas	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
RAW PART1	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		

		Count	Std Dev		
-----					
RAW PART1	makespan	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
RAW PART1	no. to exi	0.	0.	0.	0.
3					
		Count	Std Dev		
		-----	-----		
RAW PART1	no. create	5011	42.86		

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
RAW PART2	level	0.	.500	0.	1.000
3					
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		

		Count	Std Dev		
-----					
RAW PART2	makespan	5011	42.86		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
RAW PART2	no. to exi	0.	0.	0.	0.
3					
		Count	Std Dev		
		-----	-----		
RAW PART2	no. create	5011	42.86		

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF11 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF11	state	request	0.	0.	
		idle	74.690	.289	
		busy	25.310	.289	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF11	delay	- Infinity	.00	.33	
		.00	1.22	69.80	
		1.22	2.45	21.17	
		2.45	3.67	6.15	
		3.67	Infinity	2.55	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF11 3	delay	0.	1.010	.013	9.412
		Lower CI:	.978		
		Upper CI:	1.043		
		Count	Std Dev		
MF11	no. releas	5011	43.47		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF12 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF12	state	request	0.	0.	
		idle	74.920	.673	
		busy	25.080	.674	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF12	delay	- Infinity	.08	7.50	
		.08	1.17	61.66	
		1.17	2.26	20.20	
		2.26	3.34	6.93	
		3.34	4.43	2.51	
		4.43	5.52	.78	
		5.52	Infinity	.42	
		Number of Observations:		3	

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF12 3	delay	0.	1.001	.026	8.959
		Lower CI:	.936		
		Upper CI:	1.066		
		Count	Std Dev		
MF12	no. releas	5011	43.57		
		State	Percent	Std Dev	
MF13	state	request	0.	0.	
		busy	25.040	.322	
		idle	74.960	.322	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF13 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF13	delay	- Infinity	.06	6.03	
		.06	1.16	62.51	
		1.16	2.25	20.83	
		2.25	3.35	7.28	
		3.35	4.44	2.27	
		4.44	5.54	.74	
		5.54	Infinity	.33	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF13 3	delay	0.	1.000	0.	10.840
		Lower CI:	.999		
		Upper CI:	1.000		
		Count	Std Dev		
MF13	no. releas	5011	42.98		
		State	Percent	Std Dev	
MF14	state	request	0.	0.	
		blocked	0.	0.	
		busy	24.940	.587	
		idle	75.050	.588	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
----- MF14 3	level	0.	1.000	0.	2.000

Lower CI: 1.000  
Upper CI: 1.000

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF14	delay	- Infinity	0.	31.93	
		0.	1.03	50.32	
		1.03	2.06	11.60	
		2.06	3.09	3.93	
		3.09	4.12	1.40	
		4.12	Infinity	.82	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF14	delay	0.	.498	0.	9.555
3		Lower CI: .498			
		Upper CI: .498			
		Count	Std Dev		
MF14	no. releas	5012	42.47		
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF21	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI: .500			
		Upper CI: .500			
		State	Percent	Std Dev	
MF21	state	request	0.	0.	
		idle	74.870	.264	
		busy	25.130	.265	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF21	delay	- Infinity	.09	8.13	
		.09	1.19	61.08	
		1.19	2.30	20.98	
		2.30	Infinity	9.81	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF21	delay	0.	1.003	0.	10.740
3		Lower CI: 1.003			
		Upper CI: 1.003			
		Count	Std Dev		
MF21	no. releas	5011	42.42		
		State	Percent	Std Dev	

MF22	state	request	0.	0.
		busy	25.140	.594
		idle	74.860	.594
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
MF22	level	0.	.500	0.
3				1.000
		Lower CI:	.500	
		Upper CI:	.500	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
MF22	delay	- Infinity	.33	27.98
		.33	1.44	48.22
		1.44	2.54	16.06
		2.54	Infinity	7.74
		Number of Observations:		3
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
MF22	delay	0.	1.003	.015
3				10.080
		Lower CI:	.965	
		Upper CI:	1.041	
		Count	Std Dev	
MF22	no. releas	5011	42.92	
		State	Percent	Std Dev
MF23	state	request	0.	0.
		busy	25.060	.223
		idle	74.940	.223
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		
MF23	level	0.	.500	0.
3				1.000
		Lower CI:	.500	
		Upper CI:	.500	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
MF23	delay	- Infinity	.00	.49
		.00	1.06	64.53
		1.06	2.12	23.02
		2.12	3.18	7.98
		3.18	4.24	2.61
		4.24	Infinity	1.36
		Number of Observations:		3
Obs		Min	Mean	Std Dev
		Max		



MF23	delay	0.	1.000	0.	9.366
3		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.001		
		Count	Std Dev		
MF23	no. releas	5011	41.93		
		State	Percent	Std Dev	
MF24	state	request	0.	0.	
		blocked	0.	0.	
		busy	24.610	.359	
		idle	75.380	.359	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
MF24	level	0.	1.000	0.	2.000
3		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF24	delay	- Infinity	0.	28.64	
		0.	1.11	55.21	
		1.11	2.22	10.92	
		2.22	3.33	3.56	
		3.33	Infinity	1.68	
		Number of Observations:		3	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
MF24	delay	0.	.491	0.	7.234
3		Lower CI:	.491		
		Upper CI:	.491		
		Count	Std Dev		
MF24	no. releas	5011	41.87		
		Min	Mean	Std Dev	Max
Obs					
MF31	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		State	Percent	Std Dev	
MF31	state	request	0.	0.	
		idle	49.600	.228	
		busy	50.390	.229	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	

MF31	delay	- Infinity	.03	1.42	
		.03	1.35	47.24	
		1.35	2.67	24.76	
		2.67	3.99	12.90	
		3.99	Infinity	13.67	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF31	delay	0.	2.012	0.	17.840
3		Lower CI: 2.011		Upper CI: 2.012	
		Count	Std Dev		
-----					
MF31	no. releas	5011	42.49		
		State	Percent	Std Dev	
-----					
MF32	state	request	0.	0.	
		busy	51.190	.755	
		idle	48.810	.756	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF32	level	0.	.500	0.	1.000
3		Lower CI: .500		Upper CI: .500	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
-----					
MF32	delay	- Infinity	.08	3.59	
		.08	1.23	42.01	
		1.23	2.38	23.98	
		2.38	3.54	12.80	
		3.54	4.69	7.37	
		4.69	5.84	4.34	
		5.84	Infinity	5.91	
		Number of Observations:		3	
Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF32	delay	0.	2.043	.014	18.320
3		Lower CI: 2.008		Upper CI: 2.079	
		Count	Std Dev		
-----					
MF32	no. releas	5010	41.81		
		State	Percent	Std Dev	
-----					
MF33	state	request	0.	0.	
		busy	49.670	1.161	
		idle	50.330	1.161	

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF33 3	level	0.	.500	0.	1.000
		Lower CI:	.500		
		Upper CI:	.500		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF33	delay	- Infinity	.07	3.43	
		.07	1.13	40.09	
		1.13	2.19	23.26	
		2.19	3.25	13.53	
		3.25	4.31	8.32	
		4.31	5.37	4.73	
		5.37	6.43	2.95	
		6.43	7.49	1.52	
		7.49	Infinity	2.17	
		Number of Observations:			3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF33 3	delay	0.	1.983	.045	23.240
		Lower CI:	1.870		
		Upper CI:	2.096		
MF33	no. releas	Count	Std Dev		
		5010	43.77		
MF34	state	State	Percent	Std Dev	
		request	0.	0.	
		blocked	0.	0.	
		busy	50.430	1.498	
		idle	49.560	1.498	

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
MF34 3	level	0.	1.000	0.	2.000
		Lower CI:	1.000		
		Upper CI:	1.000		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
MF34	delay	- Infinity	0.	31.20	
		0.	1.01	38.50	
		1.01	2.02	11.90	
		2.02	3.03	7.14	
		3.03	4.04	4.43	
		4.04	5.05	2.62	
		5.05	6.06	1.72	
		6.06	7.07	.97	
		7.07	8.08	.58	
		8.08	9.09	.37	
		9.09	Infinity	.52	

Number of Observations: 3

Obs		Min	Mean	Std Dev	Max
-----					
MF34	delay	0.	1.006	.021	19.320
3					
		Lower CI:	.955		
		Upper CI:	1.058		
		Count		Std Dev	
		-----		-----	
MF34	no. releas	5009		46.89	

\*\*\*\*\* End of report -- 1225 lines \*\*\*\*\*