

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SIMFACTORY.

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ :

ΜΑΡΙΑ ΛΑΜΠΟΝΙΚΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ :

ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΒΟΛΟΣ 1998

ερ. εισ. 117 / π.α.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000044276

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 2202/1

Ημερ. Εισ.: 29-10-1998

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΜΜΒ

1998

ΛΑΜ

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα αυτής, Επικ. Καθηγητή Γεώργιο Λυμπερόπουλο για την γενική εποπτεία, τις διορθώσεις και τις πολύτιμες υποδείξεις και κατευθύνσεις που μου έδωσε, στοιχεία τα οποία συνέβαλαν αποφασιστικά στη διεκπεραίωση της.

ΜΑΡΙΑ ΛΑΜΠΟΝΙΚΟΥ

ΒΟΛΟΣ 1998

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	Σελ.
1.1 Γενικά	1
1.2 Αντικείμενο της διπλωματικής	1

Κεφάλαιο 2: Διαχείριση παραγωγής	Σελ.
2.1 Μεθοδολογίες διαχείρισης παραγωγής	3
2.2 Συστημική προσέγγιση	4
2.3 Ορισμοί και παράμετροι γραμμών παραγωγής	5
2.3.1 Ορισμοί	5
2.3.2 Παράμετροι	8
2.4 Σχέσεις	9
2.4.1 Γενικά	9
2.4.2 Ο νόμος του Little	9
2.4.3 Η καλύτερη περίπτωση απόδοσης	10
2.4.4 Η χειρότερη περίπτωση απόδοσης	11
2.4.5 Η χειρότερη πρακτικά περίπτωση απόδοσης	12
2.4.6 Συντελεστής συμφόρησης	15
2.4.7 Ρυθμός συνωστισμού και χρόνος κύκλου	16
2.4.8 Γραφική περιγραφή των τριών περιπτώσεων	17
2.5 Μεταβλητότητα	18

Κεφάλαιο 3: Προσομοίωση και επιλογή λογισμικού προσομοίωσης	Σελ.
3.1 Προσομοίωση	21
3.1.1 Γενικά	21
3.1.2 Πότε η προσομοίωση είναι ένα σωστό εργαλείο	22
3.1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προσομοίωσης	23
3.1.4 Προσομοίωση 'διακριτών-γεγονότων' έναντι 'συνεχούς χρόνου'	25
3.1.5 Στοχαστική προσομοίωση έναντι καθοριστικής	26
3.1.6 Πιθανοκρατούμενα αποτελέσματα	27
3.1.7 Τιμές που ποικίλουν στατιστικά	27
3.1.8 Έννοιες στην προσομοίωση 'διακριτών-γεγονότων'	28
3.1.9 Πως δουλεύει η προσομοίωση 'διακριτών-γεγονότων'	29
3.2 Επιλογή λογισμικού προσομοίωσης	31
3.2.1 Γενικά	31
3.2.2 Κριτήρια επιλογής	31

Κεφάλαιο 4: Περιγραφή του SIMFACTORY	Σελ.
4.1 Γενικά	36
4.2 Το περιβάλλον του SIMFACTORY	36
4.2.1 Γενικά	36
4.2.2 Στοιχεία - Μέσα	37
4.2.3 Το πλαίσιο διαλόγου Interview	38
4.2.4 Το πλαίσιο διαλόγου Resources editor	41
4.2.5 Χαρακτηριστικά	45
4.2.6 Λίστα εντολών	47
4.2.7 Εκφράσεις	49
4.2.8 Το μενού Control	50
4.2.9 Το πλαίσιο διαλόγου Report browser	53

Κεφάλαιο 5: Περιγραφή συστήματος παραγωγής	Σελ.
5.1 Γενικά	56
5.2 Σταθμοί εργασίας	56
5.3 Προϊόντα	59
5.4 Ουρές αναμονής	62
5.5 Διαδρομή προϊόντων	63

Κεφάλαιο 6: Εφαρμογή του συστήματος στο SIMFACTORY και τα αποτελέσματα	Σελ.
6.1 Εφαρμογή του συστήματος στο SIMFACTORY	65
6.1.1 Γενικά	65
6.1.2 Ορισμός σταθμών εργασίας και ουρών αναμονής	65
6.1.3 Ορισμός προϊόντων	67
6.1.3.1 Παράμετροι	67
6.1.3.2 Ορισμός άφιξης προϊόντων	67
6.1.3.3 Ορισμός λίστας εντολών	69
6.1.4 Παράμετροι μοντέλου	72
6.2 Αποτελέσματα	73
6.2.1 Μορφές αναφορών	73
6.2.1.1 Γενικά	73
6.2.1.2 Γραφικές παραστάσεις	74
6.2.1.3 Αναφορά κειμένου	74
6.2.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων	77

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα	Σελ. 83
---------------------------------	----------------

Βιβλιογραφία	Σελ. 87
---------------------	----------------

Παρατήματα	Σελ.
Παράρτημα I : Λίστες εντολών	89
Παράρτημα II : Γραφικές αναφορές	115
Παράρτημα III : Αναφορά κειμένου	134

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Τα σύγχρονα βιομηχανικά συστήματα γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα έτσι ώστε μία συνολική κατανόηση του συστήματος είναι δύσκολο να επιτευχθεί με απλή παρατήρηση. Για να μελετηθεί σωστά ένα πολύπλοκο σύστημα συχνά το μόνο διαθέσιμο εργαλείο είναι η προσομοίωση. Προσομοίωση δεν είναι τίποτα άλλο από μία απομίμηση της λειτουργίας ενός συστήματος σε όλη την διάρκεια του χρόνου.

Η προσομοίωση αποτελεί εργαλείο ανάλυσης και πρόβλεψης των αποτελεσμάτων των αλλαγών σε υπάρχοντα συστήματα καθώς και εργαλείο σχεδιασμού που προβλέπει την λειτουργία των νέων συστημάτων κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Σε ένα προσομοιωτικό μοντέλο ενός συστήματος παραγωγής οι παραδοχές εκφράζονται με μαθηματικές, λογικές και συμβολικές σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων και των αντικειμένων μέσα στο σύστημα.

Καθώς η σημασία της προσομοίωσης είναι μεγάλη, έχει δημιουργηθεί ένας μεγάλος αριθμός πακέτων λογισμικού προσομοίωσης. Συνεπώς, η επιλογή είναι δύσκολη και πρέπει να γίνει με μεγάλη προσοχή. Ένα από τα πακέτα λογισμικού προσομοίωσης είναι και το SIMFACTORY. Αυτό βοηθά στην ανάλυση του έργου ενός εργοστασίου.

Αντικείμενο διπλωματικής εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η ανάλυση συστημάτων βιομηχανικής παραγωγής με τη χρήση του λογισμικού SIMFACTORY.

Το δεύτερο, τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο αποτελούν το πρώτο μέρος της διπλωματικής. Σε αυτά τα κεφάλαια γίνεται μία θεωρητική αναφορά στην διαχείριση παραγωγής, στην προσομοίωση και στο περιβάλλον ενός συγκεκριμένου προγράμματος προσομοίωσης, το SIMFACTORY.

Το υπόλοιπο μέρος της διπλωματικής αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο σύστημα. Το σύστημα αυτό είναι σχεδόν όμοιο με αυτό που συναντάται στην βιομηχανική μονάδα ΕΛΕΜ. Δεν είναι δυνατό να είναι ακριβώς όμοιο επειδή δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία. Τα στοιχεία που γνωρίζουμε είναι ο μηχανολογικός εξοπλισμός, τα παραγόμενα προϊόντα και η παραγωγική διαδικασία, που είναι γνωστά από κάποια άλλη διπλωματική εργασία στην οποία μελετήθηκε η οργάνωση της εργασίας στην συγκεκριμένη μονάδα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται το σύστημα που μελετάται στην παρούσα διπλωματική εργασία. Αναφέρεται ο μηχανολογικός εξοπλισμός και τα εξαρτήματα που απαιτούνται για την τελική διαμόρφωση των δύο τελικών προϊόντων, στοιχεία που είναι όμοια με εκείνα της βιομηχανικής μονάδας ΕΛΕΜ. Επίσης περιγράφονται και οι ουρές αναμονής του συγκεκριμένου συστήματος χωρίς να είναι σίγουρο ότι λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο με εκείνες της βιομηχανικής μονάδας ΕΛΕΜ.

Στο έκτο κεφάλαιο εφαρμόζεται το σύστημα στο SIMFACTORY. Δημιουργείται το προσομοιωτικό μοντέλο πάνω στο οποίο θα γίνουν διάφορα πειράματα. Ορίζονται οι παράμετροι όλων των μέσων καθώς και οι λίστες εντολών όλων των εξαρτημάτων των δύο παραγόμενων προϊόντων.

Στο ίδιο κεφάλαιο σχολιάζονται τα αποτελέσματα των διαφόρων σεναρίων. Ο πειραματισμός γίνεται περισσότερο με τους ρυθμούς αφίξεως των προϊόντων. Επίσης αναφέρεται και ο τρόπος με τον οποίο εμφανίζονται τα αποτελέσματα στις διάφορες αναφορές.

Τέλος στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται μία ανακεφαλαίωση του θεωρητικού και του πρακτικού μέρους της διπλωματικής εργασίας.

2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

2.1 Μεθοδολογίες διαχείρισης παραγωγής

Οι σημαντικότερες μεθοδολογίες στην διαχείριση παραγωγής είναι οι ποσοτικές μέθοδοι, ο σχεδιασμός απαιτήσεων σε υλικά (MRP), και το just in time (JIT).

Οι ποσοτικές μέθοδοι στηρίζονται στον προγραμματισμό και έλεγχο αποθεμάτων που στοχεύει να αποφασίσει το πότε και πόσο να παραγγελθεί από κάθε προϊόν για να ικανοποιηθεί η ζήτηση. Επίσης, ένα προϊόν αντί να παραγγελθεί μπορεί να παραχθεί. Σε αυτήν την περίπτωση, ζητείται το πότε και για πόσο να λειτουργήσει το σύστημα που το παράγει. Οι πολιτικές που χρησιμοποιούνται θεωρούν ότι η ζήτηση σε κάθε στάδιο παραγωγής είναι ανεξάρτητη από το επόμενο στάδιο. Για παράδειγμα, μπορεί να παραγγελθεί μία σταθερή ποσότητα Q μονάδων από το προηγούμενο στάδιο, όταν το τρέχων απόθεμα είναι μικρότερο από r μονάδες.

Η καινοτομία των συστημάτων MRP είναι ότι θεωρούν ότι η ζήτηση σε κάθε στάδιο παραγωγής είναι εξαρτημένη από το επόμενο στάδιο και μόνο στο τελικό στάδιο είναι ανεξάρτητη καθώς προέρχεται από τους πελάτες. Ένα σύστημα MRP λειτουργεί ως εξής: Κάθε στάδιο παραγγέλνει, από το προηγούμενό του στάδιο, μία ποσότητα προϊόντων, την οποία το προηγούμενο στάδιο οφείλει να ξεκινήσει να επεξεργάζεται σε εύλογο χρονικό διάστημα έτσι ώστε τα προϊόντα να είναι έτοιμα όταν χρειάζονται. Το βασικό ελάττωμα του MRP είναι ότι ο χρόνος ικανοποίησης μιας τέτοιας παραγγελίας, από ένα στάδιο, θεωρείται σταθερός όποια και αν είναι η απασχόληση του σταδίου.

Τέλος, το just in time δεν είναι μία απλή επεξεργασία ή τεχνική. Ούτε μπορεί να ειπωθεί ότι είναι μία μεθοδική, καλά ορισμένη στρατηγική διαχείρισης. Ακριβέστερα, είναι μία συλλογή από χαρακτηριστικά, φιλοσοφίες, προτεραιότητες και μεθοδολογίες όπου έχουν περιληπτικά τοποθετηθεί στο JIT. Η πραγματική γραμμή που συνδέει αυτά είναι ο τρόπος με τον οποίο έχουν γίνει πράξη τελευταία από ένα αριθμό

Ιαπωνικών εταιριών με αξιοσημείωτη επιτυχία. Το JIT απαιτεί το σύστημα παραγωγής να είναι όσο πιο 'ισχνό' γίνεται, δηλαδή με όσο το δυνατό μικρότερα αποθέματα, λιγότερα ελαττωματικά αποθέματα κτλ. Το βασικό ελάττωμα είναι ότι αυτό προϋποθέτει μία πολύ ομαλή (σχεδόν σταθερή) ζήτηση και ροή υλικών. Το πιο γνωστό σύστημα διαχείρισης της παραγωγής τύπου JIT είναι το σύστημα *kanban* της Toyota.

2.2 Συστημική προσέγγιση

Δεν υπάρχει εύκολη λύση στην διαχείριση της παραγωγής. Η παραγωγή είναι περίπλοκη, μεγάλης κλίμακας, πολλαπλών αντικειμένων, γρήγορων εναλλαγών και πολύ ανταγωνιστική. Έτσι δεν μπορεί να υπάρξει μία απλή και ομοιόμορφη λύση που να μπορεί να δουλέψει σε ένα ευρύ φάσμα μορφών περιβάλλοντος παραγωγής.

Οι σημαντικότερες μεθοδολογίες, οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, δεν είναι τελείως σύμφωνες μεταξύ τους και έχουν ιδιαίτερα ελαττώματα. Γενικότερα, υπάρχει μία σύγχυση στην διαχείριση της παραγωγής και κατά ένα βαθμό είναι συνέπεια της έλλειψης μιας θεμελιώδους επιστήμης παραγωγής η οποία δεν μπορεί παρά να έχει ως βάση την λεγόμενη συστημική προσέγγιση.

Η συστημική προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σύστημα άρα και στα παραγωγικά συστήματα. Ένα παραγωγικό σύστημα έχει έναν αντικειμενικό σκοπό. Σχεδόν για όλα τα παραγωγικά συστήματα ο αντικειμενικός σκοπός είναι η αύξηση της ευημερίας της παραγωγικής επιχείρησης.

Ένα παραγωγικό σύστημα περιέχει ενέργειες. Αυτές μπορεί να είναι απλές φυσικές ενέργειες αλλά μπορεί επίσης να είναι βήματα που υποστηρίζουν άμεσες παραγωγικές εργασίες. Οι οντότητες δεν περιλαμβάνουν μόνο τα προϊόντα που παράγονται αλλά και τις πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του συστήματος. Η ροή των οντοτήτων μέσα στο σύστημα περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο τα υλικά και οι πληροφορίες επεξεργάζονται. Είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι ένα παραγωγικό σύστημα είναι ένα δίκτυο διακίνησης αλληλεπιδρόμενων προϊόντων.

2.3 Ορισμοί και παράμετροι γραμμών παραγωγής

2.3.1 Ορισμοί

Για να αναλύσουμε ένα σύστημα παραγωγής χρειαζόμαστε ακριβή ορολογία. Παρακάτω ορίζονται κάποιοι όροι με τέτοιο τρόπο που επιτρέπουν την περιγραφή γραμμών παραγωγής με ακρίβεια. Επικεντρωνόμαστε στην συμπεριφορά γραμμών παραγωγής γιατί οι γραμμές παραγωγής είναι ο κρίκος μεταξύ μεμονωμένων διαδικασιών και του συνολικού συστήματος. Μερικοί από αυτούς τους όρους έχουν ευρύτερες έννοιες όταν εφαρμόζονται σε ολόκληρη την εγκατάσταση.

- **Σταθμός εργασίας (workstation)**- Σταθμός εργασίας είναι μία συλλογή από μία ή περισσότερες μηχανές ή από χειρονακτικούς σταθμούς που εκτελούν παρόμοιες λειτουργίες. Οι σταθμοί μπορούν να οργανωθούν σύμφωνα με τις λειτουργίες που εκτελούν αλλά μπορούν να οργανωθούν και σε γραμμές που φτιάχνουν συγκεκριμένα προϊόντα.
- **Προϊόν (part)**- Προϊόν είναι ένα κομμάτι πρώτης ύλης, ένα εξάρτημα, ένα υποσυναρμολογημένο αντικείμενο είτε ένα συναρμολογημένο αντικείμενο που επεξεργάζεται στους σταθμούς μιας εγκατάστασης. Σαν πρώτες ύλες αναφέρονται τα προϊόντα που αποκτούνται από έξω από την εγκατάσταση. Εξαρτήματα είναι συγκεκριμένα κομμάτια που συναρμολογούνται σε περισσότερο περίπλοκα προϊόντα. Τα υποσυναρμολογημένα αντικείμενα συναρμολογούνται περαιτέρω σε περισσότερο περίπλοκα προϊόντα. Τα συναρμολογημένα αντικείμενα έχουν πλήρως συναρμολογηθεί σε προϊόντα. Είναι δυνατό τα συναρμολογημένα προϊόντα μιας εγκατάστασης να είναι πρώτη ύλη για μία άλλη.
- **Τελικά αντικείμενα (end items)**- Ένα προϊόν που πουλιέται άμεσα σε ένα πελάτη, είτε είναι είτε δεν είναι συναρμολογημένο προϊόν, ονομάζεται τελικό αντικείμενο. Η σχέση μεταξύ των τελικών αντικειμένων και των εξαρτημάτων τους διατηρείται στον κατάλογο υλικών.
- **Αναλώσιμα (consumable)**- Για τα περισσότερα προϊόντα, αναλώσιμα είναι υλικά όπως οι χημικές ουσίες, τα αέρια, τα λιπαντικά τα οποία χρησιμοποιούνται στους σταθμούς αλλά δεν γίνονται μέρος του προϊόντος που πουλιέται. Αντικείμενα που γίνονται μέρος του προϊόντος, όπως το υλικό συγκόλλησης και η κόλλα, μπορούν να θεωρηθούν είτε σαν προϊόντα, εάν αναφερθούν στον κατάλογο των υλικών, είτε σαν αναλώσιμα, εάν δεν αναφερθούν. Αυτή η επιλογή επηρεάζει τον τρόπο

χειρισμού τέτοιων αντικειμένων καθώς άλλα αγοραστικά προγράμματα χρησιμοποιούνται για τα προϊόντα και άλλα για τα αναλώσιμα.

- *Διαδρομή (routing)*- Μία διαδρομή περιγράφει την αλληλουχία των σταθμών εργασίας από τους οποίους περνά ένα προϊόν. Η διαδρομή αρχίζει από το σημείο αποθήκευσης της πρώτης ύλης, ενός εξαρτήματος ή ενός υποσυναρμολογημένου αντικειμένου και τελειώνει στο σημείο αποθήκευσης ενδιάμεσων προϊόντων ή στο σημείο απογραφής τελειωμένων προϊόντων.
- *Παραγγελία (order)*- Μία παραγγελία πελάτη είναι μία ζήτηση από ένα πελάτη να παραδοθεί ένας καθορισμένος αριθμός προϊόντων, μιας καθορισμένης ποσότητας, σε μια συγκεκριμένη ημερομηνία.
- *Εργασία (job)*- Μία εργασία αναφέρεται σε ένα σύνολο φυσικών υλικών που διαγράφουν διαδρομές μαζί με τις συσχετιζόμενες λογικές πληροφορίες. Αν και κάθε εργασία ικανοποιεί μία πραγματική παραγγελία ή μία προβλεπόμενη παραγγελία, δεν υπάρχει συχνά μία προς μία αντιστοιχία μεταξύ εργασιών και παραγγελιών.
- *Παραγωγικότητα (throughput ή TH)*- Ο μέσος αριθμός των προϊόντων μιας παραγωγικής διαδικασίας ανά μονάδα χρόνου ορίζεται σαν το TH του συστήματος. Σε επίπεδο επιχείρησης, το TH ορίζεται σαν την παραγωγή που πωλείται ανά μονάδα χρόνου. Όμως, οι διαχειριστές των γραμμών παραγωγής ελέγχουν το τι παράγεται και όχι το τι πουλιέται. Συνεπώς, για μία εγκατάσταση, για μία γραμμή ή για ένα σταθμό το TH ορίζεται να είναι η μέση ποσότητα των μη ελαττωματικών προϊόντων που παράγονται ανά μονάδα χρόνου. Όταν σε μία γραμμή, περνούν όλα τα προϊόντα ακριβώς μία φορά από κάθε σταθμό της γραμμής, το TH του κάθε σταθμού θα είναι το ίδιο. Σε μία πιο περίπλοκη εγκατάσταση, όπου οι σταθμοί εξυπηρετούν πολλές διαδρομές, το TH του συγκεκριμένου σταθμού θα είναι το άθροισμα των TH των διαδρομών που πέρασαν από αυτόν. Το ανώτερο όριο για το TH του σταθμού είναι η παραγωγική ικανότητά του.
- *Απογραφή πρώτης ύλης (raw material inventory)*- Τα φυσικά εισερχόμενα στην αρχή μιας παραγωγικής διαδικασίας ονομάζονται πρώτες ύλες. Αυτές θα μπορούσαν να αντιπροσωπεύουν κομμάτια ξύλου που πολτοποιούνται και γίνονται χαρτί. Το σημείο αποθήκευσης στην αρχή της διαδρομής ονομάζεται απογραφή πρώτης ύλης ακόμη και αν το υλικό έχει επεξεργαστεί μερικώς.

- *Απογραφή ενδιάμεσων και τελειωμένων αγαθών (crib and finished goods inventory)*- Το σημείο αποθήκευσης στο τέλος μιας διαδρομής είναι μία κατάσταση απογραφής ενδιάμεσων αγαθών ή μία κατάσταση απογραφής τελειωμένων αγαθών. Η απογραφή ενδιάμεσων αγαθών χρησιμοποιείται για να συγκεντρώνει διαφορετικά προϊόντα μέσα στην εγκατάσταση για περαιτέρω επεξεργασία ή συναρμολόγηση. Η απογραφή τελειωμένων αγαθών είναι εκείνη στην οποία τα τελειωμένα προϊόντα κρατούν προτεραιότητα για μεταφορά στον πελάτη.
- *Εργασία σε εξέλιξη (work in process ή WIP)*- Η απογραφή μεταξύ του αρχικού και τελικού σημείου μιας διαδρομής προϊόντος ορίζεται σαν WIP. Καθώς οι διαδρομές αρχίζουν και τελειώνουν σε σημεία αποθήκευσης, WIP είναι όλα τα προϊόντα μεταξύ αυτών των σημείων αλλά όχι περιλαμβανόμενων αυτών.
- *Χρόνος κύκλου (cycle time ή CT)*- Ο χρόνος κύκλου μιας δοσμένης διαδρομής είναι ο μέσος χρόνος από την άρση μιας εργασίας στην αρχή της διαδρομής μέχρι που αυτή φτάσει σε ένα σημείο απογραφής στο τέλος της διαδρομής.
- *Κύριος χρόνος, επίπεδο εξυπηρέτησης και ρυθμός πληρότητας (lead time, service level and fill rate)*- Ο κύριος χρόνος μιας δοσμένης διαδρομής ή γραμμής είναι ο χρόνος που διατίθεται για παραγωγή ενός προϊόντος σε αυτή την διαδρομή ή γραμμή. Σε μία γραμμή που λειτουργεί κατά παραγγελία, μία σημαντική μέτρηση της απόδοσης της γραμμής είναι το επίπεδο εξυπηρέτησης, το οποίο ορίζεται σαν:

$$\text{Επίπεδο εξυπηρέτησης} = \Pr\{\text{Χρόνος κύκλου} \leq \text{Κύριος χρόνος}\}$$

Αυτός ο ορισμός υπονοεί ότι για μια δοσμένη κατανομή του χρόνου κύκλου, το επίπεδο εξυπηρέτησης μπορεί να επηρεασθεί από τον κύριο χρόνο, δηλαδή, μεγαλύτερος κύριος χρόνος συνεπάγεται και μεγαλύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης.

Εάν η γραμμή λειτουργεί με απόθεμα, αυτή δημιουργεί ένα απόθεμα από το οποίο οι πελάτες ή οι άλλες γραμμές περιμένουν να μπορέσουν να αποκτήσουν προϊόντα χωρίς καθυστέρηση. Σε αυτήν την περίπτωση μία διαφορετική μέτρηση απόδοσης θα μπορούσε να είναι περισσότερο κατάλληλη από το επίπεδο εξυπηρέτησης. Μία λογική επιλογή είναι ο ρυθμός πληρότητας ο οποίος ορίζεται σαν το κλάσμα των παραγγελιών που ικανοποιείται από απόθεμα.

2.3.2 Παράμετροι

Οι παράμετροι περιγράφουν αριθμητικά τις διαδικασίες παραγωγής και συνεπώς ποικίλουν στην τιμή τους από εγκατάσταση σε εγκατάσταση. Οι τέσσερες παράμετροι που περιγράφουν μία συγκεκριμένη γραμμή είναι ο ρυθμός συνωστισμού, ο φυσικός χρόνος επεξεργασίας, το κρίσιμο επίπεδο WIP και ο συντελεστής συμφόρησης.

Ρυθμός συνωστισμού (r_b)- Ρυθμός συνωστισμού μιας γραμμής είναι ο ρυθμός (προϊόντα ανά μονάδα χρόνου ή εργασίες ανά μονάδα χρόνου) της διαδικασίας συγκέντρωσης έχοντας τις ελάχιστες περιόδους αποτυχίας εξαιτίας των αποτυχιών της μηχανής, των κακοτυχιών του χειριστού, των προβλημάτων ποιότητας. Ο τρόπος αντιμετώπισης των περιόδων αποτυχίας διαφέρει εξαρτώμενη από τον σχεδιασμό. Για παράδειγμα, για καθημερινό ανασχεδιασμό, οι περίοδοι αποτυχίας που προκύπτουν από καθημερινά προβλήματα θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν αλλά μη σχεδιασμένοι περίοδοι αποτυχίας, που προκύπτουν από μία κύρια αναταραχή, δεν θα μπορούσαν. Σε αντίθεση, σε ετήσιο σχεδιασμό ο χαμένος χρόνος σε βασικές αναταραχές θα μπορούσε να συμπεριληφθεί, εάν τέτοια συμβάντα δεν είναι σπάνια κατά την διάρκεια ενός χρόνου.

Φυσικός χρόνος επεξεργασίας (T_0)- Ο φυσικός χρόνος επεξεργασίας είναι ο μέσος χρόνος όπου παίρνει μία απλή εργασία να διασχίσει την άδεια γραμμή. Πάλι πρέπει να εξετασθεί το μήκος του ορίζοντα σχεδιασμού όταν αποφασίζεται το τι περιλαμβάνεται στους μέσους χρόνους επεξεργασίας. Για μια μεγάλη περίοδο, το T_0 θα μπορούσε να περιλάβει σποραδικές και σχεδιασμένες περιόδους αποτυχίας ενώ για ένα μικρότερο διάστημα θα μπορούσε να περιλάβει μόνο τις πιο συχνές καθυστερήσεις.

Κρίσιμο WIP (W_0)- Το κρίσιμο WIP μιας γραμμής, είναι το επίπεδο WIP για το οποίο μία γραμμή έχοντας παραμέτρους r_b , T_0 και καθόλου μεταβλητότητα στον χρόνο επεξεργασίας επιτυγχάνει το μέγιστο TH με το ελάχιστο CT. Το κρίσιμο WIP ορίζεται από τον ρυθμό συνωστισμού και τον φυσικό χρόνο επεξεργασίας σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$W_0 = r_b T_0$$

Συντελεστής συμφόρησης (α)- Ο συντελεστής συμφόρησης είναι ένας αδιάστατος συντελεστής όπου μετρά την συμφόρηση στην γραμμή. Στην 'καλύτερη περίπτωση' το $\alpha=0$, στην 'πρακτικά χειρότερη περίπτωση' το $\alpha=1$ και στην 'χειρότερη περίπτωση' το $\alpha=W_0$.

2.4 Σχέσεις

2.4.1 Γενικά

Ένα εργοστάσιο είναι ένα σύστημα φτιαγμένο από τον άνθρωπο και όπως όλα τα συστήματα που είναι φτιαγμένα από τον άνθρωπο εξαρτώνται από την ανθρώπινη συμπεριφορά. Η ανθρώπινη συμπεριφορά δεν μπορεί να προβλεφθεί και έτσι συμβαίνουν τυχαία γεγονότα που μπορούν να αλλάξουν την κατάσταση του συστήματος.

Δεν έχει αναπτυχθεί μία συγκροτημένη θεωρία των συστημάτων παραγωγής όμως υπάρχουν κάποιες σχέσεις που ισχύουν για όλα τα συστήματα και αναφέρονται παρακάτω.

2.4.2 Νόμος του Little

Ο νόμος του Little δίνει μία σχέση μεταξύ WIP, TH και CT. Ο νόμος αυτός αναφέρεται παρακάτω:

$$TH = \frac{WIP}{CT}$$

Ο νόμος αυτός εφαρμόζεται σε όλες τις γραμμές παραγωγής, όχι μόνο σε εκείνες που δεν έχουν μεταβλητότητα. Επιπλέον μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα απλό σταθμό, σε μία γραμμή ή σε μία ολόκληρη εγκατάσταση. Μερικές απλές χρήσεις του νόμου αναφέρονται παρακάτω.

1. *Υπολογισμός του μήκους της ουράς*- Καθώς ο νόμος του Little εφαρμόζεται σε συγκεκριμένους σταθμούς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογίσει το αναμενόμενο μήκος ουράς σε κάθε σταθμό σε μία γραμμή.
2. *Μείωση χρόνου κύκλου*- Καθώς ο νόμος του Little μπορεί να γραφεί σαν

$$CT = \frac{WIP}{TH}$$

η μείωση του χρόνου κύκλου συνεπάγεται και μείωση του WIP εφόσον το TH παραμένει σταθερό.

3. *Μέτρηση του χρόνου κύκλου*- Η μέτρηση του χρόνου κύκλου είναι δύσκολη καθώς αυτή απαιτεί καταχώρηση των χρόνων εισόδου και εξόδου του κάθε προϊόντος στο σύστημα. Όμως επειδή το TH και WIP παρακολουθούνται, είναι πιο εύκολο να χρησιμοποιηθεί η αναλογία WIP/TH σαν μία τέλεια λογική έμμεση μέτρηση του χρόνου κύκλου.

4. *Σχεδιασμένη απογραφή*- Σε πολλά συστήματα οι εργασίες είναι προγραμματισμένες να τελειώσουν πριν από τις ημερομηνίες οφειλής τους για εξασφάλιση υψηλού επιπέδου εξυπηρέτησης του πελάτη. Το ότι οι πελάτες συχνά αρνούνται να ικανοποιηθούν οι παραγγελίες τους νωρίτερα έχει σαν αποτέλεσμα τα προϊόντα να περιμένουν σε απογραφή τελειωμένων αγαθών πριν να σταλούν. Εάν ο χρόνος της σχεδιασμένης απογραφής είναι ίσος με n μέρες, τότε σύμφωνα με τον νόμο του Little το σύνολο της απογραφής θα είναι nTH όπου το TH μετρείται σε μονάδες ανά ημέρα.

2.4.3 Η καλύτερη περίπτωση απόδοσης

Ο ελάχιστος χρόνος κύκλου, CT , (CT_{best}) για ένα δοσμένο επίπεδο WIP , w , δίνεται από

$$CT_{best} = \begin{cases} T_0 & , \text{ αν } w \leq W_0 \\ \frac{w}{r_b} & , \text{ διαφορετικά} \end{cases}$$

Το μέγιστο TH (TH_{best}) για ένα δοσμένο επίπεδο WIP , w , δίνεται από

$$TH_{best} = \begin{cases} \frac{w}{T_0} & , \text{ αν } w \leq W_0 \\ r_b & , \text{ διαφορετικά} \end{cases}$$

Ένας ιδανικός στόχος σε ένα παραγωγικό σύστημα είναι το WIP να είναι ίσο με το κρίσιμο WIP , W_0 .

Δυστυχώς ο νόμος του Little προσφέρει μικρή βοήθεια. Καθώς $TH = \frac{WIP}{CT}$, παράγεται το ίδιο TH είτε υπάρχουν μεγάλα επίπεδα WIP και μεγάλοι χρόνοι κύκλου, CT , είτε χαμηλά επίπεδα WIP και μικροί χρόνοι κύκλου, CT . Το πρόβλημα είναι ότι ο νόμος του Little είναι μόνο μία σχέση μεταξύ τριών ποσοτήτων. Χρειάζεται μία δεύτερη σχέση για να καθοριστούν οι δύο ποσότητες, δοσμένης της τρίτης. Δυστυχώς δεν υπάρχει καμία γενικώς εφαρμόσιμη δεύτερη σχέση μεταξύ WIP , TH και CT . Το μόνο που μπορεί να γίνει είναι να χαρακτηριστεί η συμπεριφορά μιας γραμμής κάτω από ορισμένες υποθέσεις.

2.4.4 Η χειρότερη περίπτωση απόδοσης

Η χειρότερη συμπεριφορά μιας γραμμής αντιπροσωπεύει τον μέγιστο χρόνο κύκλου και το ελάχιστο ΤΗ, με ρυθμό συνωστισμού w και φυσικό χρόνο επεξεργασίας T_0 . Ο ορισμός αυτός επιτρέπει να μπει η συμπεριφορά της γραμμής μεταξύ δύο ορίων και να υπολογισθεί η απόδοση των πραγματικών γραμμών. Εάν μία γραμμή είναι πιο κοντά στην χειρότερη περίπτωση απόδοσης από ότι στην καλύτερη τότε υπάρχουν μερικά σημαντικά προβλήματα.

Για να απλοποιηθεί η περιγραφή της περίπτωσης αυτής θεωρείται ότι διατηρείται πάντα ένα σταθερό ποσό εργασίας στην γραμμή. Ένας τρόπος που αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί στην πράξη θα ήταν να μεταφέρεται κάθε εργασία μέσα στην γραμμή πάνω σε μία παλέτα. Έπειτα οποτεδήποτε μία εργασία τελειώνει να απομακρύνεται από την παλέτα της και η παλέτα να επιστρέφει αμέσως μπροστά από την γραμμή για να μεταφέρει μία νέα εργασία. Σε αυτή την περίπτωση το επίπεδο WIP θα ήταν ίσο με τον αριθμό των παλετών.

Αν κανείς φανταστεί ότι κάθεται πάνω στην παλέτα και κυκλοφορεί μέσα σε μια γραμμή που συμπεριφέρεται σύμφωνα με την καλύτερη περίπτωση απόδοσης και με WIP ίσο με το κρίσιμο WIP, κάθε φορά που θα φτάνει σε ένα σταθμό, μία μηχανή θα είναι διαθέσιμη να αρχίσει αμέσως να εργάζεται πάνω στην εργασία. Αυτό είναι ακριβώς επειδή δεν υπάρχει καθόλου αναμονή, έτσι αυτή η γραμμή πραγματοποιεί το ελάχιστο δυνατό χρόνο κύκλου, το T_0 .

Για να γίνουν οι χρόνοι κύκλου, οι μεγαλύτεροι δυνατοί για αυτό το σύστημα, πρέπει να αυξηθούν με κάποιο τρόπο οι χρόνοι αναμονής χωρίς να αλλάξουν οι μέσοι χρόνοι επεξεργασίας. Το χειρότερο δυνατό που θα μπορούσε να γίνει στον χρόνο αναμονής, θα ήταν να βρίσκεται, αυτός που βρίσκεται πάνω στην παλέτα, τον εαυτό του να περιμένει πίσω από κάθε άλλη εργασία στην γραμμή, κάθε φορά που η παλέτα του φτάνει σε ένα σταθμό.

Η χειρότερη περίπτωση του χρόνου κύκλου για ένα δοσμένο επίπεδο WIP, w , δίνεται από

$$CT_{\text{worst}} = wT_0$$

Η χειρότερη περίπτωση του ΤΗ για ένα δοσμένο επίπεδο WIP, w δίνεται από

$$TH_{\text{worst}} = \frac{1}{T_0}$$

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι και στην καλύτερη και στην χειρότερη περίπτωση οι ενέργειες συμβαίνουν χωρίς καθόλου τυχαιότητα στο σύστημα.

2.4.5 Η χειρότερη πρακτικά περίπτωση απόδοσης

Ουσιαστικά καμία πραγματική γραμμή δεν συμπεριφέρεται ακριβώς σύμφωνα με την καλύτερη ή την χειρότερη περίπτωση απόδοσης. Συνεπώς, για να γίνει καλύτερα κατανοητή η συμπεριφορά μεταξύ αυτών των δύο καταστάσεων, είναι καλό να μελετηθεί μία ενδιάμεση περίπτωση. Αυτή αναφέρεται σαν χειρότερη πρακτικά περίπτωση απόδοσης και περιέχει τυχαιότητα. Οποιοδήποτε σύστημα έχει χειρότερη συμπεριφορά από αυτή πρέπει να βελτιωθεί.

Για να περιγραφεί η χειρότερη πρακτικά περίπτωση και να φανεί ο λόγος για τον οποίο μπορεί να θεωρηθεί σαν η περίπτωση με την μέγιστη τυχαιότητα, πρέπει να ορισθεί πρώτα η έννοια της κατάστασης ενός συστήματος. Μία κατάσταση είναι μία περιγραφή της θέσης των εργασιών στους σταθμούς. Μπορεί να δοθεί μία συνοπτική περίληψη μιας κατάστασης με την βοήθεια ενός διάνυσματος που περιέχει τόσα στοιχεία όσοι είναι και οι σταθμοί στην γραμμή. Σε μία γραμμή με τέσσερις σταθμούς και τρεις εργασίες, το διάνυσμα $(3,0,0,0)$ αντιπροσωπεύει την κατάσταση στην οποία και οι τρεις εργασίες είναι στον πρώτο σταθμό. Το διάνυσμα $(1,1,1,0)$ αντιπροσωπεύει την κατάσταση στην οποία υπάρχει μία εργασία στους σταθμούς 1, 2 και 3.

Όταν στην γραμμή παρουσιάζεται τυχαιότητα, περισσότερες καταστάσεις γίνονται δυνατές. Το σενάριο μέγιστης τυχαιότητας ορίζεται να είναι εκείνο το οποίο προκαλεί κάθε δυνατή κατάσταση να συμβαίνει με όμοια συχνότητα.

Για να είναι όλες οι καταστάσεις όμοια πιθανές απαιτούνται τρεις ειδικές συνθήκες:

1. Η γραμμή πρέπει να είναι ισορροπημένη.
2. Όλοι οι σταθμοί πρέπει να αποτελούνται από απλές μηχανές.
3. Οι χρόνοι επεξεργασίας πρέπει να είναι τυχαίοι και να συμβαίνουν σύμφωνα με μία συγκεκριμένη κατανομή πιθανότητας, γνωστή σαν εκθετική κατανομή. Η εκθετική είναι η μόνη συνεχής κατανομή όπου έχει μία συγκεκριμένη ιδιότητα. Σύμφωνα με την ιδιότητα αυτή, εάν ο χρόνος επεξεργασίας σε μια μηχανή κατανέμεται εκθετικά, τότε η γνώση του χρόνου που ένα προϊόν έχει επεξεργασθεί δεν προσφέρει καθόλου πληροφορίες για το πότε θα τελειώσει η επεξεργασία. Για παράδειγμα, εάν οι χρόνοι επεξεργασίας σε μια μηχανή είναι εκθετικοί με μέση

τιμή μία ώρα και εάν η τρέχων εργασία έχει επεξεργαστεί πέντε λεπτά ή μία ώρα ή 942 ώρες, ο προσδοκώμενος υπόλοιπος χρόνος επεξεργασίας θα είναι μία ώρα.

Αν υποθεθεί ότι υπάρχουν στην γραμμή N σταθμοί, ο καθένας από τους οποίους έχει μέσο χρόνο επεξεργασίας t , και ένα σταθερό επίπεδο εργασιών, w , τότε ο φυσικός χρόνος επεξεργασίας είναι $T_0 = N t$ και ο ρυθμός συνωστισμού $r_b = 1 / t$ για αυτήν την γραμμή.

Επειδή οι παραπάνω τρεις συνθήκες εγγυώνται ότι όλες οι καταστάσεις είναι όμοια πιθανές, αυτός που βρίσκεται πάνω στην παλέτα θα μπορούσε να περιμένει να δει κατά μέσο όρο τις $w-1$ άλλες εργασίες όμοια κατανεμημένες ανάμεσα στους N σταθμούς, κάθε φορά που φτάνει σε ένα σταθμό. Συνεπώς, ο αναμενόμενος αριθμός εργασιών μπροστά από αυτόν, σε άφιξη, είναι $(w - 1) / N$. Αφού ο μέσος χρόνος που περνά αυτός στον σταθμό θα είναι ο χρόνος επεξεργασίας των άλλων ενεργειών συν τον χρόνο επεξεργασίας της εργασίας του, μπορεί να γραφεί

Μέσος χρόνος σε ένα σταθμό = Χρόνος για άλλες εργασίες + Χρόνος για την εργασία του

$$= \frac{w - 1}{N} t + t$$

$$= \left[1 + \frac{(w - 1)}{N} \right] t$$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι $(w - 1) / N$ εργασίες, οι οποίες βρίσκονται μπροστά από αυτόν, απαιτούν ένα μέσο χρόνο $\frac{w - 1}{N} t$ να ολοκληρωθούν, αγνοείται το γεγονός ότι η εργασία που επεξεργάζονταν στον σταθμό είχε σχεδόν τελειώσει όταν έφτασε αυτός. Αυτό το επιτρέπει η χαρακτηριστική ιδιότητα της εκθετικής κατανομής.

Τελικά, αφού όλοι οι σταθμοί λαμβάνονται παρόμοιοι, μπορεί να υπολογιστεί ο μέσος χρόνος κύκλου με πολλαπλασιασμό του μέσου χρόνου σε κάθε σταθμό με τον αριθμό των σταθμών, N , έτσι

$$CT = N \left[1 + \frac{w - 1}{N} \right] t$$

$$= N t + (w - 1) t$$

$$= T_0 + \frac{(w - 1)}{r_b}$$

Το αντίστοιχο TH, με την βοήθεια του νόμου του Little, είναι

$$\begin{aligned} TH &= \frac{WIP}{CT} \\ &= \frac{w}{T_0 + (w - 1)/r_b} \\ &= \frac{w}{W_0/r_b + (w - 1)/r_b} \\ &= \frac{w}{W_0 + w - 1} \end{aligned}$$

Συνεπώς, η πρακτικά χειρότερη περίπτωση του CT για ένα δοσμένο επίπεδο WIP, w , δίνεται

$$CT_{pwc} = T_0 + \frac{(w - 1)}{r_b}$$

και η πρακτικά χειρότερη περίπτωση του TH για ένα δοσμένο επίπεδο WIP, w , δίνεται

$$TH = \frac{w}{W_0 + w - 1} r_b$$

Η συμπεριφορά αυτής της περίπτωσης είναι λογική και για υπερβολικά χαμηλά και για υπερβολικά υψηλά επίπεδα WIP. Στο ένα άκρο, όταν υπάρχει μόνο μία εργασία στο σύστημα ($w=1$), ο χρόνος κύκλου γίνεται ο φυσικός χρόνος επεξεργασίας. Στο άλλο άκρο, όταν το επίπεδο WIP γίνεται πολύ μεγάλο ($W \rightarrow \infty$), το TH προσεγγίζει την παραγωγική ικανότητα του συστήματος και ο χρόνος κύκλου αυξάνεται χωρίς εκτίναξη.

Το TH και ο CT της πρακτικά χειρότερης περίπτωσης είναι πάντα μεταξύ εκείνων της καλύτερης και της χειρότερης περίπτωσης. Έτσι η πρακτικά χειρότερη περίπτωση παρέχει ένα χρήσιμο μέσο σημείο όπου προσεγγίζει την συμπεριφορά πολλών πραγματικών συστημάτων. Εάν συλλέγονται δεδομένα για τις μέσες τιμές των WIP, CT και TH για μία πραγματική γραμμή παραγωγής είναι δυνατό να καθοριστεί εάν αυτή βρίσκεται στην περιοχή μεταξύ της καλύτερης και της πρακτικά χειρότερης περίπτωσης ή μεταξύ της πρακτικά χειρότερης και της χειρότερης περίπτωσης. Συστήματα με καλύτερη απόδοση από την πρακτικά χειρότερη περίπτωση είναι 'καλά' ενώ συστήματα με χειρότερη απόδοση είναι 'άσχημα'. Για τα 'άσχημα' συστήματα πρέπει να γίνουν προσπάθειες βελτίωσης. Συνεπώς οι τρεις περιπτώσεις προσφέρουν ένα είδος μεθοδολογίας εσωτερικού κριτηρίου.

Για βελτίωση μιας 'άσχημης' γραμμής πρέπει να εξετασθούν οι τρεις παραδοχές βάση των οποίων έχει παραχθεί η πρακτικά χειρότερη περίπτωση:

1. Ισορροπημένη γραμμή.
2. Σταθμοί απλών μηχανών.
3. Εκθετικοί χρόνοι επεξεργασίας.

Καθώς αυτές οι τρεις συνθήκες επιλέχθηκαν για να μεγιστοποιήσουν την τυχαιότητα στην γραμμή, εάν βελτιωθεί οποιαδήποτε από αυτές θα τείνει να βελτιωθεί και η απόδοση της γραμμής.

2.4.6 Συντελεστής συμφόρησης

Για να δοθεί ένας ακριβής ορισμός του συντελεστή συμφόρησης, α , ορίζεται το c να είναι μία συνάρτηση του επιπέδου WIP, υποδηλώνοντας τον μέσο χρόνο κύκλου, δηλαδή, $CT = c(w)$. Έπειτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αναλογία του πραγματικού χρόνου κύκλου για το κρίσιμο επίπεδο WIP, $c(W_0)$, προς τον καλύτερο δυνατό χρόνο κύκλου, T_0 , σαν ένας μετρητής της συμφόρησης. Αυτό γράφεται

$$\frac{c(W_0)}{T_0}$$

Καθώς αυτή η αναλογία είναι μία τέλεια λογική μέτρηση της συμφόρησης, η τιμή της θα εξαρτάται από το συγκεκριμένο σύστημα, και αυτό προκαλεί μία δυσκολία στο να ερμηνευτούν οι συγκεκριμένοι αριθμοί. Για να γίνει ευκολότερη η σύγκριση μεταξύ διαφορετικών συστημάτων εκτελούνται δύο βήματα ομαλοποίησης. Το πρώτο εξασφαλίζει ότι $\alpha=0$ για την καλύτερη περίπτωση και το δεύτερο εξασφαλίζει ότι $\alpha=1$ για την πρακτικά χειρότερη περίπτωση. Τελικά το α ορίζεται ως

$$\alpha = \frac{W_0}{W_0 - 1} \left(\frac{c(W_0)}{T_0} - 1 \right)$$

Από ορισμού, $\alpha=0$ για την καλύτερη περίπτωση, $\alpha=1$ για την πρακτικά χειρότερη περίπτωση και $\alpha=W_0$ για την χειρότερη περίπτωση καθώς $c(W_0)=W_0T_0$. Η παράμετρος α δίνει μία απλή αριθμητική μέτρηση με την βοήθεια της οποίας μία γραμμή συγκρίνεται με αυτές τις τρεις περιπτώσεις. Εάν το α είναι μεταξύ 0 και 1, τότε η γραμμή είναι μέσα στην 'καλή' περιοχή, δηλαδή, μεταξύ της καλύτερης και της πρακτικά χειρότερης περίπτωσης. Εάν το α είναι μεγαλύτερο του 1 τότε η γραμμή είναι στην 'άσχημα' περιοχή ή στην περιοχή βελτίωσης.

2.4.7 Ρυθμός συνωστισμού και χρόνος κύκλου

Ο ρυθμός συνωστισμού, ρ , είναι σημαντικός επειδή δημιουργεί την παραγωγική ικανότητα μιας γραμμής. Εκτός από αυτό το σημαντικό συμπέρασμα υπάρχουν και άλλα.

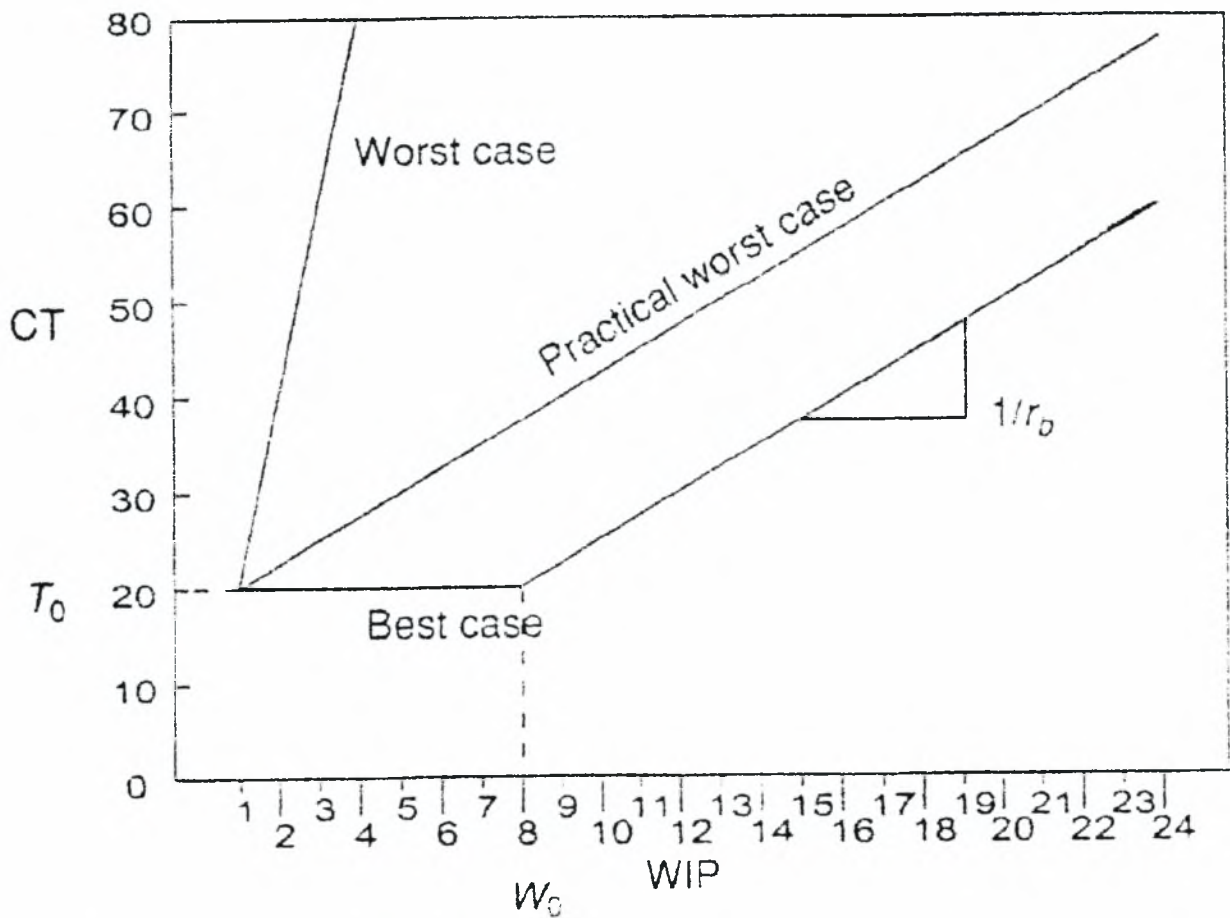
Πρώτα από όλα, εάν λειτουργεί μία 'καλή' γραμμή, δηλαδή το α ισούται με μία τιμή μικρότερης της μονάδας, τότε σε τυπικά επίπεδα WIP ο χρόνος κύκλου θα είναι κοντά στο w / ρ , όπου w το επίπεδο WIP. Συνεπώς, εάν αυξηθεί ο ρυθμός συνωστισμού, ρ , θα μειωθεί ο χρόνος κύκλου για οποιοδήποτε δοσμένο επίπεδο WIP.

Εάν επιταχυνθεί η διαδικασία συνωστισμού στο σημείο που αυτή να μην είναι ταχύτερη από την πιο αργή διαδικασία, τότε περαιτέρω βελτιώσεις δεν θα μειώσουν τους χρόνους κύκλου. Εάν επιταχυνθούν οι πιο αργές ενέργειες μέχρι να λειτουργούν όλοι οι σταθμοί στον ίδιο ρυθμό, τότε η γραμμή θα γίνει ισορροπημένη και κατά συνέπεια θα έχει ένα α με μεγαλύτερη τιμή και περισσότερη συμφόρηση από μία μη ισορροπημένη γραμμή.

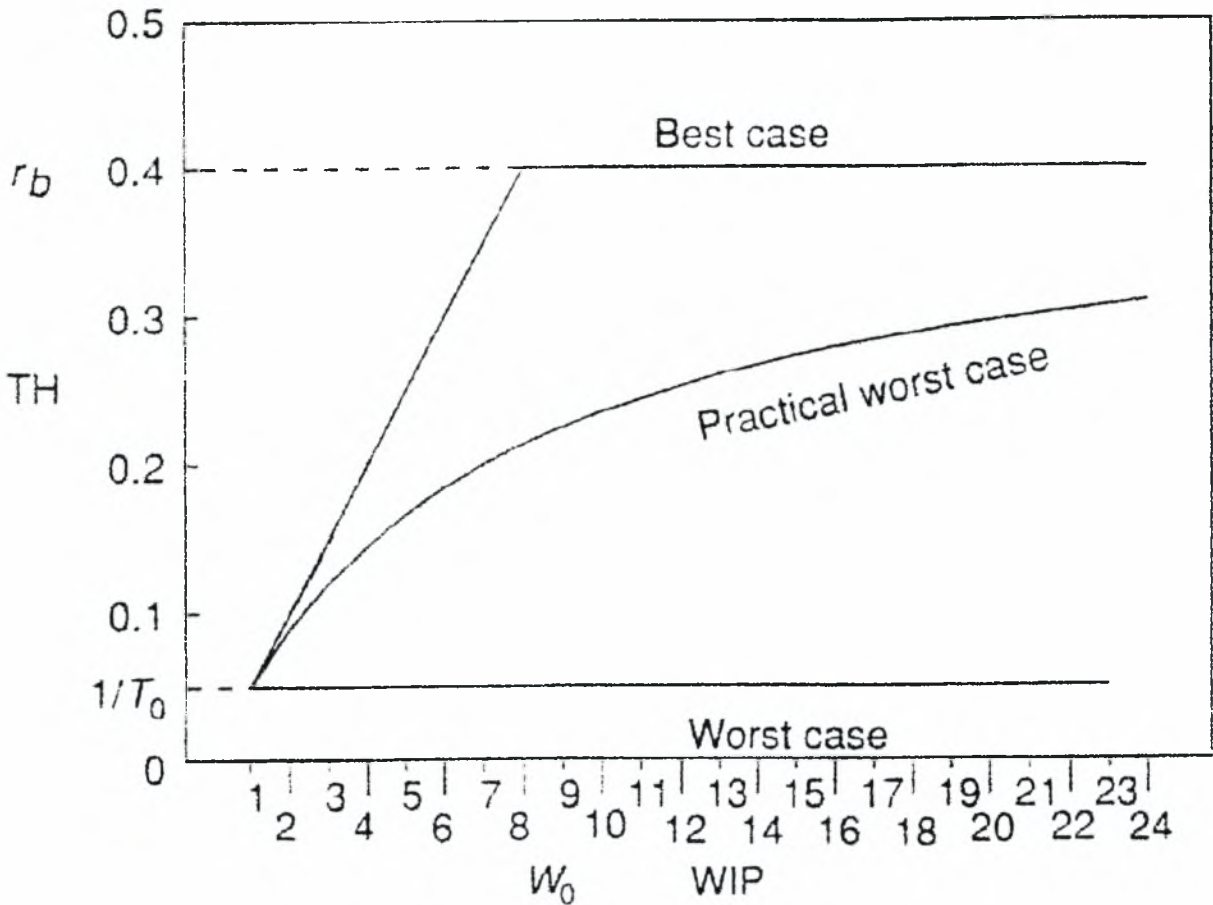
Τέλος, όταν τα επίπεδα WIP είναι υψηλά, η μείωση του φυσικού χρόνου επεξεργασίας, T_0 , έχει μικρή επίδραση στον χρόνο κύκλου.

2.4.8 Γραφική περιγραφή των τριών περιπτώσεων

Η συμπεριφορά μιας γραμμής στις τρεις περιπτώσεις απόδοσης, περιγράφεται παρακάτω με την βοήθεια γραφικών παραστάσεων. Αναφέρονται δύο γραφικές παραστάσεις. Η Γρ. παράσταση 2.1 περιγράφει την σχέση CT-WIP και η Γρ. παράσταση 2.2 την σχέση TH-WIP, για $r_b = 0,4$ και $T_0 = 20$. Σε κάθε γραφική παράσταση υπάρχουν τρεις καμπύλες η κάθε μία από τις οποίες παριστάνει την καλύτερη περίπτωση, την χειρότερη και την πρακτικά χειρότερη.



Γρ. παράσταση 2.1



Γρ. παράσταση 2.2

2.5 Μεταβλητότητα

Η μεταβλητότητα είναι ένα γεγονός της ζωής. Η τυχαιότητα μπορεί να είναι μία αναπόφευκτη όψη της ύπαρξης της ίδιας. Από την πλευρά της διαχείρισης είναι σημαντικό να αντιμετωπίζεται η μεταβλητότητα αποτελεσματικά.

Ο συντελεστής διακύμανσης είναι μία μέτρηση της μεταβλητότητας. Με την εφαρμογή του αδιάστατου λόγου της τυπικής απόκλισης προς την μέση τιμή, είναι δυνατό να γίνουν σταθερές συγκρίσεις του επιπέδου διακύμανσης των χρόνων επεξεργασίας και των ροών. Σε επίπεδο σταθμού εργασίας, ο συντελεστής διακύμανσης του πραγματικού χρόνου επεξεργασίας διογκώνεται με τις διακοπές και την επανάληψη λειτουργιών της μηχανής. Οι αποδιοργανώσεις που προκαλούν εκτεταμένες, σποραδικές περιόδους αποτυχίας τείνουν να διογκώσουν τον συντελεστή διακύμανσης περισσότερο από τις αποδιοργανώσεις που προκαλούν μικρές, συνεχής περιόδους αποτυχίας.

Η μεταβλητότητα μεταδίδεται. Τα μεταβλητά εξερχόμενα από ένα σταθμό γίνονται μεταβλητά εισερχόμενα σε άλλον. Σε χαμηλά επίπεδα παραγωγικότητας, η μεταδιδόμενη μεταβλητότητα της εξερχόμενης διαδικασίας από ένα σταθμό καθορίζεται κυρίως από την μεταβλητότητα της διαδικασίας αφίξεως σε αυτόν τον σταθμό. Όταν η παραγωγικότητα αυξάνεται, η μεταδιδόμενη μεταβλητότητα εξαρτάται από την μεταβλητότητα των χρόνων επεξεργασίας στον σταθμό.

Ο χρόνος αναμονής είναι συχνά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου κύκλου. Δύο παράγοντες συνεισφέρουν στους μεγάλους χρόνους αναμονής. Τα υψηλά επίπεδα παραγωγικότητας και τα υψηλά επίπεδα μεταβλητότητας. Τα μοντέλα αναμονής απεικονίζουν ότι η αύξηση της παραγωγικής ικανότητας και η μείωση της μεταβλητότητας είναι χρήσιμα στοιχεία για την μείωση του χρόνου κύκλου.

Τα κύρια σημεία των συνεπειών της μεταβλητότητας είναι:

- Τα υλικά διατηρούνται. Ότι ρέει μέσα σε ένα κέντρο επεξεργασίας εξέρχεται στην συνέχεια.
- Η μεταβλητότητα προκαλεί συμφόρηση. Ο χρόνος αναμονής στην ουρά ενός σταθμού είναι άμεσα ανάλογος με το άθροισμα της μεταβλητότητας της άφιξης και της μεταβλητότητας της επεξεργασίας όπως μετρούνται από τους συντελεστές μεταβλητότητάς τους. Αυτό συνεπάγεται ότι η μείωση της μεταβλητότητας μπορεί να είναι ένα σημαντικό μέσο για μείωση των χρόνων κύκλου.
- Η μεταβλητότητα στην αρχή μιας γραμμής προκαλεί μεγαλύτερη αποδιοργάνωση από την μεταβλητότητα στο τέλος της γραμμής. Μεγάλη επερχόμενη μεταβλητότητα επεξεργασίας στην αρχή της γραμμής προκαλεί αναμονή στους σταθμούς που ακολουθούν ενώ μεγάλη επερχόμενη μεταβλητότητα επεξεργασίας στο τέλος της γραμμής επηρεάζει μόνο εκείνους τους σταθμούς.
- Ο χρόνος κύκλου αυξάνεται μη γραμμικά με την παραγωγικότητα του συστήματος. Καθώς η παραγωγικότητα προσεγγίζει το ένα, το WIP και ο χρόνος κύκλου προσεγγίζουν το άπειρο. Αυτό σημαίνει ότι η απόδοση του συστήματος είναι πολύ ευαίσθητη να δώσει τιμές σε υψηλά επίπεδα εκμετάλλευσης.
- Οι χρόνοι κύκλου αυξάνονται ανάλογα με το μέγεθος της 'παρτίδας κινήσεως'. Μία 'παρτίδα κινήσεως' είναι ο αριθμός των προϊόντων που κινούνται μεταξύ των σταθμών. Συνεπώς, η μείωση των 'παρτίδων κινήσεως' είναι ο απλούστερος τρόπος μείωσης του χρόνου κύκλου.

- Τα μεγέθη της 'παρτίδας ενέργειας' επηρεάζουν την παραγωγική ικανότητα. Μία 'παρτίδα ενέργειας' είναι ο αριθμός των προϊόντων που επεξεργάζονται μεταξύ διακοπών λειτουργίας. Η αλληλεπίδραση μεταξύ του μεγέθους της 'παρτίδας ενέργειας' και του χρόνου διακοπής είναι λεπτή. Αν αυξηθούν τα μεγέθη της παρτίδας μειώνεται ο αριθμός των διακοπών και συνεπώς αυξάνεται η παραγωγική ικανότητα. Αν αυξηθούν τα μεγέθη της παρτίδας αυξάνεται επίσης και ο χρόνος που απαιτείται για να έρθει η παρτίδα. Συνεπώς, θα πρέπει να μειωθεί ο χρόνος διακοπής έτσι ώστε να επιτραπεί η χρήση μικρών και αποδοτικών μεγεθών παρτίδας.
- Αν δεν πληρώσει κανείς για την μείωση της μεταβλητότητας, θα πληρώσει μία ή περισσότερες φορές με τους ακόλουθους τρόπους:
 1. Μεγάλοι χρόνοι κύκλου και υψηλά επίπεδα WIP.
 2. Ανεκμετάλλευτη παραγωγική ικανότητα.
 3. Χαμένο ΤΗ.

3. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

3.1 Προσομοίωση

3.1.1 Γενικά

Προσομοίωση είναι η απομίμηση της λειτουργίας μιας πραγματικής διαδικασίας ή ενός συστήματος σε όλη την διάρκεια του χρόνου. Είτε γίνεται με το χέρι είτε με έναν υπολογιστή, η προσομοίωση αφορά την παραγωγή μιας τεχνητής ιστορίας ενός συστήματος και την παρακολούθηση αυτής της τεχνητής ιστορίας για εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τα ενεργά χαρακτηριστικά του πραγματικού συστήματος.

Η συμπεριφορά ενός συστήματος, όπως αυτή εμπλέκεται σε όλη την διάρκεια του χρόνου, μελετάται με την ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης. Αυτές οι παραδοχές εκφράζονται με μαθηματικές, λογικές και συμβολικές σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων και των αντικείμενων του συστήματος. Αφού αναπτυχθεί και επικυρωθεί ένα μοντέλο μπορεί στην συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για να διερευνήσει μια ποικιλία ερωτήσεων της μορφής 'τι θα γινόταν εάν' σχετικά με το πραγματικό σύστημα. Ενδεχόμενες αλλαγές στο σύστημα μπορούν πρώτα να προσομοιωθούν με σκοπό να προβλεφτούν οι επιδράσεις τους στην λειτουργία του συστήματος. Η προσομοίωση επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μελετηθούν συστήματα σε κατάσταση σχεδιασμού, πριν αυτά τα συστήματα χτισθούν. Έτσι, η μοντελοποίηση με προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα εργαλείο ανάλυσης και πρόβλεψης των αποτελεσμάτων των αλλαγών σε υπάρχοντα συστήματα και σαν ένα εργαλείο σχεδιασμού που προβλέπει την λειτουργία των νέων συστημάτων κάτω από διάφορες ομάδες περιστάσεων.

Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να αναπτυχθεί ένα μαθηματικό μοντέλο και να επιλυθεί με μαθηματικές-αναλυτικές μεθόδους. Τέτοιες λύσεις μπορούν να βρεθούν με χρήση διαφορικού λογισμού, θεωρία πιθανοτήτων, αλγεβρικών μεθόδων ή άλλων

μαθηματικών τεχνικών. Η λύση σε αυτές τις περιπτώσεις συνήθως αποτελείται από μία ή περισσότερες παραμέτρους οι οποίες αναφέρονται ως κριτήρια λειτουργίας του συστήματος. Όμως, πολλά πραγματικά συστήματα είναι τόσο περίπλοκα όπου τα μοντέλα των συστημάτων αυτών είναι αδύνατον να λυθούν μαθηματικά. Σε αυτές τις περιπτώσεις αριθμητική προσομοίωση, βασισμένη στον υπολογιστή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει την συμπεριφορά του συστήματος σε όλη την διάρκεια του χρόνου. Από την προσομοίωση, συλλέγονται δεδομένα σαν να παρατηρούνταν ένα πραγματικό σύστημα. Τα δεδομένα που παράγονται από την προσομοίωση χρησιμοποιούνται για να εκτιμηθούν τα κριτήρια λειτουργίας του συστήματος.

3.1.2 Πότε η προσομοίωση είναι ένα σωστό εργαλείο

Η διαθεσιμότητα γλωσσών προσομοίωσης για κάθε ιδιαίτερο σκοπό, η μεγάλη υπολογιστική ικανότητα με μειωμένο κόστος για κάθε λειτουργία και η πρόοδος στις μεθοδολογίες προσομοίωσης έχουν κάνει την προσομοίωση ένα από τα πιο ευρύ χρησιμοποιούμενα και συνηθισμένα εργαλεία στην μελέτη λειτουργιών και ανάλυσης συστημάτων. Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους ακόλουθους λόγους:

1. Η προσομοίωση επιτρέπει την μελέτη και τον πειραματισμό με τις εσωτερικές αλληλεπιδράσεις, σε ένα πολύπλοκο σύστημα ή σε ένα υποσύστημα μέσα σε ένα πολύπλοκο σύστημα
2. Μπορούν να προσομοιωθούν πληροφοριακές, οργανωτικές και περιβαντολογικές αλλαγές και να παρατηρηθούν τα αποτελέσματα από αυτές τις αλλαγές, πάνω στην συμπεριφορά του μοντέλου.
3. Η γνώση που κερδίζεται με τον σχεδιασμό ενός μοντέλου προσομοίωσης μπορεί να έχει μεγάλη αξία εν εξελίξει προτεινόμενης βελτίωσης στο σύστημα, κάτω από μία έρευνα.
4. Αλλάζοντας τα εισερχόμενα της προσομοίωσης και παρατηρώντας τα εξερχόμενα αποτελέσματα, μπορεί να αποκτηθεί πολύτιμη διαίσθηση ως προς το ποιες μεταβλητές είναι οι πιο σημαντικές και πως αυτές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
5. Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει τις μεθοδολογίες αναλυτικής λύσης.
6. Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνουν πειράματα με νέα σχέδια ή πολιτικές πριν αυτές να εκτελεστούν για να είναι γνωστό το τι μπορεί να συμβεί.
7. Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιβεβαίωση αναλυτικών λύσεων.

3.1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προσομοίωσης

Η προσομοίωση απευθύνεται διαισθητικά σε ένα πελάτη επειδή αυτή μιμείται τι συμβαίνει σε ένα πραγματικό σύστημα ή τι παρατηρείται για ένα σύστημα όπου είναι σε κατάσταση σχεδιασμού. Τα εξερχόμενα δεδομένα από μία προσομοίωση θα πρέπει άμεσα να ανταποκρίνονται στα εξερχόμενα που θα καταγράφονταν από το πραγματικό σύστημα. Επιπρόσθετα, είναι δυνατό να αναπτυχθεί ένα προσομοιωτικό μοντέλο ενός συστήματος χωρίς τις ασαφείς παραδοχές των μαθηματικά εύλυτων προβλημάτων. Για αυτούς και άλλους λόγους, η προσομοίωση είναι συχνά η τεχνική που επιλέγεται για την λύση διαφόρων προβλημάτων.

Σε αντίθεση με τα βελτιστοποιημένα μοντέλα, τα προσομοιωτικά μοντέλα εκτελούνται αντί να λυθούν. Αφού δοθεί ένα καθορισμένο σύνολο εισερχόμενων δεδομένων και χαρακτηριστικών του μοντέλου, η προσομοίωση του μοντέλου εκτελείται και παρατηρείται η συμπεριφορά του μοντέλου αυτού. Αυτήν η διαδικασία αλλαγής των εισερχόμενων δεδομένων και χαρακτηριστικών του μοντέλου καταλήγει σε ένα σύνολο από σενάρια, τα οποία εκτιμούνται. Μία καλή λύση, είτε στην ανάλυση ενός υπάρχοντος συστήματος είτε στον σχεδιασμό ενός νέου συστήματος, προτείνεται για εφαρμογή.

Η προσομοίωση έχει πολλά πλεονεκτήματα και λίγα μειονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα είναι:

1. Νέες πολιτικές, εκτελέσιμες διαδικασίες, κανόνες απόφασης, ροές πληροφοριών, οργανωτικές διαδικασίες μπορούν να εξετασθούν χωρίς να διακόπτονται οι λειτουργίες που γίνονται στο πραγματικό σύστημα.
2. Νέοι σχεδιασμοί του τεχνικού μέρους των υπολογιστών, νέα φυσικά σχέδια και συστήματα μεταφοράς μπορούν να εξετασθούν χωρίς να είναι αναγκαία η παράδοση μέσων για την απόκτησή τους.
3. Μπορούν να ελεγχθούν υποθέσεις σχετικά με το πώς και γιατί συγκεκριμένα φαινόμενα συμβαίνουν.
4. Ο χρόνος μπορεί να συμπιεστεί ή να ευρυνθεί, επιτρέποντας έτσι μία επιτάχυνση ή μία επιβράδυνση αντίστοιχα του φαινομένου σε μια έρευνα.
5. Γνώση μπορεί να αποκτηθεί σχετικά με την αλληλεπίδραση των μεταβλητών.
6. Γνώση μπορεί να αποκτηθεί σχετικά με την σημασία των μεταβλητών στην λειτουργία του συστήματος.

7. Μπορεί να εκτελεστεί ανάλυση συνωστισμού. Αυτό γίνεται με την καταγραφή του σημείου στο οποίο καθυστερούν υπερβολικά οι εξελισσόμενες εργασίες, οι πληροφορίες, τα υλικά.
8. Μία μελέτη της προσομοίωσης μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του συστήματος αντί του τρόπου που διάφορα άτομα νομίζουν ότι λειτουργεί.
9. Μπορούν να απαντηθούν ερωτήσεις της μορφής 'τι θα γινόταν εάν'. Αυτό είναι χρήσιμο στον σχεδιασμό νέων συστημάτων.

Τα μειονεκτήματα είναι:

1. Η δημιουργία μοντέλων απαιτεί κατάλληλη εκπαίδευση. Αυτή είναι μία τέχνη που μαθαίνεται με τον χρόνο και μέσω εμπειρίας. Επιπλέον, εάν δύο μοντέλα κατασκευαστούν από δύο ικανά άτομα, αυτά μπορεί να έχουν ομοιότητες αλλά είναι απίθανο να είναι τα ίδια.
2. Μπορεί να είναι δύσκολο να ερμηνευθούν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Και αυτό γιατί τα περισσότερα εξερχόμενα αποτελέσματα είναι συνήθως τυχαίες μεταβλητές, οι οποίες στηρίζονται σε τυχαία εισερχόμενα δεδομένα. Επίσης, μπορεί να είναι δύσκολο να καθοριστεί εάν μία παρατήρηση είναι αποτέλεσμα των αλληλεξαρτήσεων του συστήματος ή της τυχαιότητας.
3. Η μοντελοποίηση και η ανάλυση της προσομοίωσης μπορεί να είναι χάσιμο χρόνου και επίσης δαπανηρή. Φτιάχνοντας τα μέσα για μοντελοποίηση και ανάλυση, χωρίς σοβαρότητα, μπορεί να δημιουργηθεί ένα προσομοιωτικό μοντέλο και μία ανάλυση που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Επίσης η προσομοίωση απαιτεί σημαντικό υπολογιστικό χρόνο.
4. Η προσομοίωση χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις όπου μία αναλυτική λύση είναι δυνατή και μάλιστα καταλληλότερη.

Για υπεράσπιση της προσομοίωσης, αυτά τα τέσσερα μειονεκτήματα μπορούν να αντισταθμιστούν ως ακολούθως:

1. Οι δημιουργοί λογισμικών προσομοίωσης έχουν αναπτύξει πακέτα όπου περιέχουν μοντέλα, στα οποία χρειάζεται μόνο εισαγωγή δεδομένων για κάθε λειτουργία.
2. Πολλοί δημιουργοί λογισμικών προσομοίωσης έχουν αναπτύξει στα πακέτα τους δυνατότητες ανάλυσης των εξερχόμενων αποτελεσμάτων, για εκτέλεση πολύ τέλει ανάλυσης.

3. Η προσομοίωση μπορεί να εκτελεστεί πιο γρήγορα από χθες και πιο αργά από αύριο. Αυτό οφείλεται στην πρόοδο του τεχνικού μέρους του υπολογιστή, όπου επιτρέπει γρήγορη εκτέλεση διαφόρων σεναρίων, καθώς και στην πρόοδο των πακέτων προσομοίωσης.
4. Τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται στην πράξη είναι περίπλοκα και δεν μπορούν να λυθούν αναλυτικά.

3.1.4 Προσομοίωση 'διακριτών γεγονότων' έναντι 'συνεχούς χρόνου'

Το λογισμικό προσομοίωσης έχει ταξινομηθεί σε λογισμικό 'διακριτών-γεγονότων' και 'συνεχούς χρόνου'. Τα προϊόντα προσομοίωσης 'διακριτών-γεγονότων' χρησιμοποιούνται για μοντελοποίηση συστημάτων των οποίων η κατάσταση αλλάζει σε διακριτά σημεία του χρόνου σαν αποτέλεσμα συγκεκριμένων γεγονότων. Τα περισσότερα παραγωγικά συστήματα και συστήματα παροχής υπηρεσιών είναι συστήματα 'διακριτών-γεγονότων'.

Λογισμικό προσομοίωσης 'συνεχούς χρόνου' χρησιμοποιείται για μοντελοποίηση συστημάτων των οποίων οι καταστάσεις αλλάζουν συνέχεια σε σχέση με τον χρόνο, όπως είναι η θερμοκρασία μιας χελώνας ενός κλιβάνου ή ο όγκος του περιεχομένου μιας δεξαμενής σε μία διαδικασία παραγωγής ποτού. Τα προϊόντα προσομοίωσης 'συνεχούς χρόνου' χρησιμοποιούν διαφορικές εξισώσεις για να υπολογίσουν την αλλαγή σε μια μεταβλητή κατάστασης κάθε φορά. Αυτές οι εξισώσεις συνήθως λύνονται με μικρές προσαυξήσεις χρόνου για να καθοριστούν οι τρέχων τιμές των μεταβλητών κατάστασης μέχρι κάποια είσοδος επιτευχθεί η οποία εισάγει κάποια δραστηριότητα.

Μερικά προϊόντα λογισμικού προσομοίωσης έχουν δυνατότητες μοντελοποίησης και 'διακριτών-γεγονότων' και 'συνεχούς χρόνου'. Αυτό επιτρέπει να μοντελοποιούνται συστήματα που έχουν χαρακτηριστικά και 'διακριτών-γεγονότων' και 'συνεχούς χρόνου'.

Όταν μιλάμε για κατάσταση ενός συστήματος, δεν μιλάμε για το αν το σύστημα στο σύνολό του είναι σε λειτουργία, εκτός λειτουργίας ή αδρανές. Η κατάσταση ενός συστήματος περιγράφεται από τις τιμές όλων των συγκεκριμένων μεταβλητών κατάστασης μέσα στο σύστημα. Μία μεταβλητή κατάσταση θα μπορούσε να είναι ο αριθμός των οντοτήτων σε μια καθορισμένη ουρά ή η ιδιότητα ενός καθορισμένου μέσου. Οι μεταβλητές κατάστασης σε μία προσομοίωση 'διακριτών-γεγονότων'

αναφέρονται σαν μεταβλητές κατάστασης 'διακριτών-αλλαγών'. Τα συστήματα 'συνεχούς χρόνου' έχουν μεταβλητές κατάστασης 'συνεχούς-αλλαγής' όπου αλλάζουν συνέχεια στον χρόνο, όπως είναι η θερμοκρασία ενός κτιρίου που ελέγχεται από ένα σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού.

Συχνά είναι δυνατό να μοντελοποιούνται συνεχή φαινόμενα χρησιμοποιώντας λογική 'διακριτών-γεγονότων', ειδικά εάν δεν είναι σημαντικός ο υψηλός βαθμός ακρίβειας. Για παράδειγμα, συνεχής ροή υλών, όπως είναι τα υγρά, μπορεί να μετατραπεί, για σκοπούς της προσομοίωσης, σε διακριτές μονάδες μέτρησης όπως είναι τα κιλά. Άλλη μέθοδος είναι απλά να εκσυγχρονισθεί μία μεταβλητή σε ομαλά χρονικά διαστήματα όπου υπολογίζει ένα σταθερό ρυθμό αλλαγής που συμβαίνει μέσα στα διαστήματα.

Καθώς καταστάσεις 'συνεχούς-αλλαγής' μπορούν να μοντελοποιηθούν χρησιμοποιώντας λογική 'διακριτών-γεγονότων', είναι δυνατό, και μερικές φορές επιθυμητό, να διαπραγματεύονται καταστάσεις 'διακριτών-αλλαγών' ότι συμβαίνουν σε πολύ μικρά διαστήματα, χρησιμοποιώντας λογική κατάστασης 'συνεχούς-αλλαγής'.

3.1.5 Στοχαστική προσομοίωση έναντι καθοριστικής

Ένα από τα πιο ισχυρά χαρακτηριστικά σημεία της προσομοίωσης είναι η ικανότητά της να μοντελοποιεί τυχαία συμπεριφορά ή μεταβολή, όπως χρόνους λειτουργίας, ρυθμούς απόρριψης, κτλ. Σχεδόν κάθε σύστημα παραγωγής ή παροχής υπηρεσιών παρουσιάζει κάποιο είδος τυχειότητας.

Μοντέλα τα οποία βασίζονται σε μία ή περισσότερες μεταβλητές όπου είναι τυχαίες αναφέρονται σαν στοχαστικά μοντέλα. Ένα στοχαστικό μοντέλο παράγει μόνο μία εκτίμηση της πραγματικής συμπεριφοράς του μοντέλου. Μοντέλα τα οποία δεν έχουν καθόλου εισαγωγή στοιχείων που είναι τυχαία ονομάζονται καθοριστικά. Η συμπεριφορά ενός καθοριστικού μοντέλου είναι σταθερή εάν η εισαγωγή δεδομένων έχει ορισθεί. Οι πράξεις σε ένα καθοριστικό μοντέλο είναι πάντα οι ίδιες και πάντα προκύπτουν τα ίδια αποτελέσματα. Τα μοντέλα καθοριστικής προσομοίωσης δημιουργούνται όπως ακριβώς και τα στοχαστικά μοντέλα εκτός από το ότι δεν περιέχουν καθόλου τυχειότητα. Η κύρια διαφορά βρίσκεται στην μέθοδο ανάλυσης των αποτελεσμάτων. Σε ένα καθοριστικό μοντέλο, το αποτέλεσμα μιας απλής εκτέλεσης της προσομοίωσης είναι μία ακριβής μέτρηση της απόδοσης του μοντέλου. Στα στοχαστικά μοντέλα, πρέπει να εκτελεστεί η προσομοίωση για διάφορα δείγματα, και έπειτα το

αποτέλεσμα της σύνθετης μέσης τιμής παρέχει μόνο μία εκτίμηση της αναμενόμενης απόδοσης του μοντέλου.

Λέγοντας ότι μία μεταβλητή του μοντέλου είναι τυχαία δεν σημαίνει ότι είναι απροσδιόριστη ή απρόβλεπτη, αλλά κατά κάποιο τρόπο το φαινόμενο που μοντελοποιείται τείνει να ποικίλει στατιστικά. Φαινόμενα που ποικίλουν στατιστικά είναι πιθανότατα προβλέψιμα. Η περιγραφή ενός τυχαίου φαινομένου σε ένα μοντέλο γίνεται με ορισμό είτε μιας έκφρασης πιθανότητας είτε μιας κατανομής πιθανότητας ανάλογα με το αν το φαινόμενο είναι η πιθανότητα ενός αποτελέσματος ή η πιθανότητα μιας τιμής.

3.1.6 Πιθανοκρατούμενα αποτελέσματα

Για απόφαση αποτελεσμάτων τα οποία είναι πιθανοκρατούμενα, κάθε φορά που η απόφαση φτιάχνεται κατά την διάρκεια της προσομοίωσης, μία τιμή δείγματος δημιουργείται τυχαία από μία συνεχή, ομοιόμορφη κατανομή μεταξύ 0 και 1. Η φόρμουλα για την παραγωγή ενός τυχαίου αριθμού μεταξύ 0 και 1 ονομάζεται γεννήτορας τυχαίων αριθμών. Η τιμή του δείγματος που δημιουργείται καθορίζει το αποτέλεσμα της απόφασης.

Για να ερμηνευθεί πως ένα πιθανοκρατούμενο αποτέλεσμα καθορίζεται, ας υποθεθεί ότι τα προϊόντα περνούν μία εξέταση λειτουργίας στο 80 τις εκατό του χρόνου και αποτυγχάνουν στο 20 τις εκατό του χρόνου. Η πιθανότητα για κάθε αποτέλεσμα ορίζεται να είναι 0.80 και 0.20. Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης, οποτεδήποτε αυτή η καθορισμένη εξέταση συμβαίνει, ένας τυχαίος αριθμός παράγεται μεταξύ 0 και 1. Εάν ο αριθμός που παράγεται είναι μεταξύ 0 και 0.8 το αποτέλεσμα της απόφασης της εξέτασης είναι να περάσει το προϊόν, διαφορετικά το αποτέλεσμα της απόφασης είναι να αποτύχει το προϊόν.

3.1.7 Τιμές που ποικίλουν στατιστικά

Τα στοχαστικά συστήματα έχουν τιμές χρόνου ή ποσότητας που ποικίλουν στατιστικά από συμβάν σε συμβάν. Οι κατανομές πιθανότητας εκφράζουν μία πιθανότητα, ή κατάσταση, και ένα πεδίο τιμών. Αυτές είναι χρήσιμες για πρόβλεψη του επόμενου χρόνου, απόστασης, ποσότητας για να χρησιμοποιηθούν σε μια καθορισμένη μεταβλητή στην προσομοίωση, όπως είναι ο μέσος χρόνος μεταξύ αποτυχιών μιας μηχανής. Οι κατανομές πιθανότητας διαφέρουν από τις απλές εκφράσεις πιθανότητας

στο ότι αυτές εκφράζονται με περισσότερες από μία παραμέτρους για να ορισθεί η κατάσταση και το πεδίο της κατανομής. Για παράδειγμα, ας ορισθεί ότι ο χρόνος για την λειτουργία ενός ελέγχου αποσκευών ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή 5.2 λεπτά και μία τυπική απόκλιση 0.4 λεπτά. Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης ένα δείγμα δημιουργείται από αυτήν την κατανομή οποτεδήποτε πρέπει να καθοριστεί ο επόμενος χρόνος λειτουργίας. Η κατάσταση και το πεδίο τιμών του χρόνου που παράγονται για αυτή την δραστηριότητα θα αντιστοιχούν στις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται να ορίσουν την κατανομή. Οι τιμές που δημιουργούνται από αυτή την καθορισμένη κατανομή αναφέρονται σαν τυχαίες μεταβλητές.

Οι κατανομές πιθανότητας μπορούν να είναι είτε διακριτές, όπου περιγράφουν ένα πεδίο και πιθανότητα πιθανών διακριτών τιμών, ή συνεχείς, όπου περιγράφουν ένα πεδίο και πιθανότητα για ένα συνεχές πεδίο πιθανών τιμών.

Ένα παράδειγμα της χρήσης της κατανομής πιθανότητας είναι ο χρόνος μεταξύ αποτυχιών μιας μηχανής όπου ακολουθεί την εκθετική κατανομή με μέση τιμή 30 λεπτά. Στην πραγματική ζωή δεν είναι γνωστό το πότε ακριβώς πρόκειται να χαλάσει μέχρι πραγματικά να συμβεί. Πάντως, καθώς είναι γνωστή η στατιστική κατανομή του χρόνου μεταξύ αποτυχιών, είναι δυνατό να παρθεί μία τυχαία μεταβλητή από την κατανομή που καθορίζει την επόμενη αποτυχία.

3.1.8 Έννοιες στην προσομοίωση 'διακριτών-γεγονότων'

Παρακάτω αναπτύσσονται κάποιες έννοιες που χρησιμοποιούνται στην προσομοίωση διακριτών-γεγονότων και δημιουργείται ένας σκελετός για την δημιουργία ενός μοντέλου διακριτών-γεγονότων ενός συστήματος.

- Σύστημα**- Μία συλλογή από οντότητες, όπως άνθρωποι και μηχανές, όπου αλληλεπιδρούν συνεχώς μεταξύ τους για να επιτύχουν έναν ή περισσότερους στόχους.
- Μοντέλο**- Μία θεωρητική αναπαράσταση ενός συστήματος. Συνήθως περιέχει οργανωτικές, λογικές ή μαθηματικές σχέσεις οι οποίες περιγράφουν ένα σύστημα με όρους όπως κατάσταση, οντότητες, δραστηριότητες, καθυστερήσεις.
- Κατάσταση συστήματος**- Μία συλλογή μεταβλητών όπου περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται για την περιγραφή του συστήματος σε οποιαδήποτε στιγμή.

- **Οντότητα**- Οποιοδήποτε αντικείμενο ή συστατικό του συστήματος το οποίο απαιτεί σαφή απεικόνιση στο μοντέλο.
- **Χαρακτηριστικά**- Οι ιδιότητες μιας δοσμένης οντότητας.
- **Λίστα**- Μία συλλογή συνδεδεμένων οντοτήτων, η οποία ταξινομείται με κάποιο λογικό τρόπο.
- **Γεγονός**- Ένα στιγμιαίο συμβάν όπου αλλάζει την κατάσταση του συστήματος.
- **Γνωστοποίηση γεγονότος**- Ένα αρχείο ενός γεγονότος που συμβαίνει την τρέχων στιγμή ή στο προσεχές μέλλον, μαζί με οποιαδήποτε συνδεδεμένα δεδομένα που είναι απαραίτητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός. Τα ελάχιστα στοιχεία που περιλαμβάνει ένα αρχείο είναι το είδος του γεγονότος και ο χρόνος του γεγονότος.
- **Λίστα γεγονότων**- Μία λίστα από γνωστοποιήσεις γεγονότων για μελλοντικά γεγονότα, η οποία ταξινομείται με βάση τον χρόνο εμφάνισης. Αυτή είναι γνωστή και σαν μελλοντική λίστα εντολών.
- **Δραστηριότητα**- Μία διάρκεια χρόνου με καθορισμένο μήκος, η οποία είναι γνωστή όταν αρχίζει, αν και μπορεί να έχει ορισθεί με μία στατιστική κατανομή.
- **Καθυστέρηση**- Μία διάρκεια χρόνου με μη καθορισμένο απροσδιόριστο μήκος, η οποία δεν είναι γνωστή μέχρι να τελειώσει.
- **Ρολόι**- Μία μεταβλητή που εκφράζει τον προσομοιωτικό χρόνο.

Να σημειωθεί ότι διαφορετικές γλώσσες προσομοίωσης χρησιμοποιούν και διαφορετικές ορολογίες για τις ίδιες ή παρόμοιες έννοιες. Για παράδειγμα, οι λίστες συχνά ονομάζονται και ουρές ή αλυσίδες.

3.1.9 Πως δουλεύει η προσομοίωση ‘διακριτών-γεγονότων’

Για να κατανοηθεί πως δουλεύει η προσομοίωση, είναι σημαντικό να κατανοηθεί η ιδέα των γεγονότων προσομοίωσης. Η προσομοίωση διακριτών-γεγονότων δουλεύει βασικά ερμηνεύοντας την λογική των δεδομένων του μοντέλου σε σχέσεις αιτίας και αποτελέσματος, και έπειτα καθορίζοντας πότε το επόμενο προσομοιωτικό γεγονός συμβαίνει το οποίο προκαλεί την επεξεργασία κάποιας λογικής και την πραγματοποίηση άλλων γεγονότων. Τα προσομοιωτικά γεγονότα μπορεί να προκληθούν από μία κατάσταση ή από κάποια άλλη αλυσίδα γεγονότων. Τυπικά προσομοιωτικά γεγονότα είναι:

- άφιξη μιας οντότητας σε ένα σταθμό εργασίας

- αποτυχία ενός μέσου
- ολοκλήρωση μιας δραστηριότητας
- τέλος μιας μεταβολής

Τα προσομοιωτικά γεγονότα είναι δύο ειδών:

1. Τα προγραμματισμένα γεγονότα όπου συμβαίνουν σε χρόνους που είναι προγραμματισμένοι, όπως είναι η ολοκλήρωση μίας εργασίας ή η αποτυχία μιας μηχανής.
2. Τα εξαρτώμενα γεγονότα όπου συμβαίνουν μόνο όταν μία ή περισσότερες προϋποθέσεις έχουν ικανοποιηθεί ή γεγονότα έχουν συμβεί. Για παράδειγμα, η αποχώρηση ενός πελάτη από την ουρά αναμονής πραγματοποιείται όταν μία θέση εξυπηρέτησης γίνει διαθέσιμη, ή η αποστολή ενός φορτίου γίνεται όταν όλα τα προϊόντα είναι έτοιμα.

Οι χρόνοι των προγραμματισμένων γεγονότων καθορίζονται από μία τυχαία δειγματοληψία από μία δεδομένη κατανομή πιθανότητας που περιγράφει τον χρόνο δραστηριότητας ή τον χρόνο μεταξύ συμβάντων για κάθε καθορισμένο τύπο γεγονότος. Αυτά τα γεγονότα είναι συνήθως προγραμματισμένα από την στιγμή που αυτά μπορούν να προβλεφτούν. Για παράδειγμα, καθώς αρχίζει μία δραστηριότητα όπου παίρνει ένα καθορισμένο χρόνο, ένα γεγονός ολοκλήρωσης μπορεί να προγραμματισθεί.

Η προσομοίωση βασικά κανονίζει τα αρχικά προγραμματισμένα γεγονότα χρονολογικά σε λίστες προγραμματισμένων γεγονότων. Το ρολόι είναι έπειτα εκσυγχρονισμένο στο πρώτο γεγονός στην λίστα και η λογική συνδέεται με εκείνο το γεγονός που επεξεργάζεται. Η επεξεργασία ενός γεγονότος είτε είναι ένα προγραμματισμένο γεγονός είτε ένα εξαρτώμενο, αποτελείται από εκσυγχρονισμό των παριστάμενων μεταβλητών κατάστασης στο σύστημα, συλλογή συνδεδεμένων στατιστικών, και αν η εκτέλεση της προσομοίωσης είναι ορατή, εκσυγχρονισμό της εικόνας της οθόνης. Οποιοδήποτε επακόλουθο, προγραμματισμένο γεγονός τοποθετείται στην λίστα προγραμματισμένων γεγονότων. Παρομοίως, μπορεί να υπάρχουν και επακόλουθα εξαρτώμενα γεγονότα που προκύπτουν από την επεξεργασία του γεγονότος και τοποθετούνται σε κατάλληλες λίστες αναμονής.

Εάν ένα προγραμματισμένο γεγονός επεξεργασθεί, επεξεργάζεται επίσης οποιοδήποτε εξαρτώμενο γεγονός του οποίου η προϋπόθεση ικανοποιήθηκε. Όταν δεν υπάρχουν άλλα εξαρτώμενα γεγονότα που πρέπει να επεξεργασθούν, το ρολόι προχωρά στο επόμενο χρόνο προγραμματισμένου γεγονότος. Όταν το τέλος του

γεγονότος της προσομοίωσης συμβεί, η προσομοίωση τελειώνει και στατιστικές αναφορές παράγονται. Ο εκσυγχρονισμός του ρολογιού στο επόμενο αναμενόμενο γεγονός, η λογική της επεξεργασίας και οι αλλαγές κατάστασης συνδέονται με κάποιο γεγονός, και η συλλογή στατιστικών δεδομένων αποτελεί την ουσία της προσομοίωσης διακριτών-γεγονότων.

3.2 Επιλογή λογισμικού προσομοίωσης

3.2.1 Γενικά

Υπάρχουν διάφορες γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία λογισμικού προσομοίωσης. Μερικές από αυτές είναι: FORTRAN, GPSS, SIMAN V, SIMSCRIPT II.5, SLAM II, MODSIM III.

Η προσομοίωση παραγωγικών συστημάτων είναι πολύ πολύπλοκη και για αυτό τον λόγο έχουν δημιουργηθεί διάφορα πακέτα λογισμικού. Επτά από τα πολλά πακέτα που υπάρχουν είναι: SIMFACTORY II.5, Pro Model, Auto Mod, Taylor II, WITNESS, AIM, Arena.

Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού λογισμικών, η απόφαση αγοράς κάποιου συγκεκριμένου πρέπει να γίνει με μεγάλη προσοχή και αφού εξετασθούν κάποια σημεία. Τα σημεία αυτά είναι: η είσοδος των στοιχείων, η επεξεργασία, η έξοδος των στοιχείων, το περιβάλλον, ο κατασκευαστής και η τιμή του.

3.2.2 Κριτήρια επιλογής

Κριτήρια στην είσοδο στοιχείων

Μερικά από τα σημαντικά κριτήρια στην είσοδο στοιχείων φαίνονται παρακάτω:

- *Ικανότητα εστίασης και επιλογής*- Οι χρήστες των λογισμικών προσομοίωσης περιμένουν και επιθυμούν αυτό το γνωστό χαρακτηριστικό σημείο στις εφαρμογές λογισμικού. Και το μεγαλύτερο μέρος των λογισμικών προσομοίωσης έχουν αναπτυχθεί σε αυτό το περιβάλλον.
- *Εφαρμογή CAD(computer-aided drafting)*- Ένα χαρακτηριστικό σημείο της εφαρμογής CAD είναι ότι μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο όταν τοποθετείται ένα μεγάλο ή πολύπλοκο μοντέλο μεταφορέα.
- *Εισαγωγή ενός αρχείου*- Συχνά, είναι αναγκαίο να εισαχθεί ένα αρχείο δεδομένων για χρήση στην προσομοίωση. Για παράδειγμα, εάν κάποιος είχε μία μεγάλη βάση δεδομένων όπου παράγεται και εκσυγχρονίζεται ηλεκτρονικά, εάν έπρεπε να

ξαναπληκτρολογήσει αυτές τις πληροφορίες θα έχανε χρόνο και πιθανώς θα έκανε λάθη.

- *Εξαγωγή ενός αρχείου*- Το αρχείο των εξερχόμενων δεδομένων θα μπορούσε να είναι ένα πρόγραμμα επεξεργασίας πινάκων δεδομένων για σχεδιασμό γραφικών εργασιών διαφορετικές από εκείνες που παρήχθησαν από το λογισμικό της προσομοίωσης.
- *Σύστημα*- Το σύστημα θα μπορούσε να είναι εύκολα κατανοητό, ομοιόμορφο και σαφή. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα μετρητών σε αυτό. Για παράδειγμα, σε πολλές γλώσσες προσομοίωσης, μία ομάδα QUEUE δεν είναι αναγκαίο να έχει ένα σχέδιο αναμονής αλλά απλά εισάγει συλλογή δεδομένων. Αυτή είναι μία από τις πιο ασαφείς ιδέες όπου οι χρήστες πρέπει να δεχθούν
- *Αλληλένδετος ελεγκτής ροής(IRC)*- Μερικοί ονομάζουν αυτό το χαρακτηριστικό σημείο εντοπιστή και διορθωτή λαθών σε προγράμματα. Ακόμη και οι καλύτεροι αναλυτές προσομοίωσης κάνουν λάθη ή διαπράττουν λογικά λάθη όταν δημιουργούν ένα μοντέλο. Ο IRC στηρίζει τον εντοπισμό και διόρθωση αυτών των λαθών.
- *Διασύνδεση με άλλη γλώσσα*- Αυτή είναι η ικανότητα να αλλάζει σε άλλη γλώσσα για επιπρόσθετες λεπτομέρειες.
- *Ικανότητα ανάλυσης εισερχόμενων δεδομένων*- Αυτό το χαρακτηριστικό σημείο παρέχει την ικανότητα να καθορίζεται κάθε φορά κατά πόσο τα εισερχόμενα δεδομένα μπορούν να περιγραφούν από μία στατιστική ή μαθηματική κατανομή.

Κριτήρια επεξεργασίας

Οι επόμενες επιλογές επεξεργασίας θα μπορούσαν να μπουν στα κριτήρια:

- *Πλούσιες προτάσεις*- Για μερικές καταστάσεις, μπορεί να χρειάζονται πλούσιες ικανότητες. Για παράδειγμα, η μοντελοποίηση των στηριγμάτων μιας γέφυρας με παρεμβολές απαιτεί πλούσιες προτάσεις.
- *Ταχύτητα*- Όταν υπάρχουν πολλές οντότητες μέσα στο σύστημα, η ταχύτητα δεν θα πρέπει να μειώνεται υπερβολικά.
- *Ευλυγισία*- Ένα παράδειγμα αυτού του χαρακτηριστικού σημείου είναι η ομαδική επεξεργασία κατά την οποία θα μπορούσε να συσσωρεύεται ένα σύνολο ροών και η συλλογή των δεδομένων να γίνεται με κανονικό τρόπο.

- *Γεννήτορας τυχαίων μεταβλητών*- Υπάρχουν 12 στατιστικές κατανομές οι οποίες συνήθως χρησιμοποιούνται στην προσομοίωση. Τα περισσότερα λογισμικά προσομοίωσης έχουν την δυνατότητα να παράγουν τυχαίες μεταβλητές χρησιμοποιώντας αυτές τις 12 κατανομές.
- *Μηδενισμός*- Για συνεχή ανάλυση κατάστασης, είναι σημαντικό να υπάρχει η δυνατότητα μηδενισμού των στατιστικών που έχουν συλλεγεί κάθε φορά χωρίς τον καθαρισμό των οντοτήτων που βρίσκονται στο σύστημα.
- *Ανεξάρτητες απαντήσεις*- Είναι δυνατό οι διάφορες απαντήσεις να χρησιμοποιούν διαφορετικές ομάδες τυχαίων αριθμών. Αν δεν γινόταν αυτό, θα εμφανίζονταν τα ίδια αποτελέσματα συνεχώς.
- *Χαρακτηριστικά και συνολικές μεταβλητές*- Τα χαρακτηριστικά είναι τιμές που αναφέρονται στην οντότητα που έχει αυτά τα χαρακτηριστικά και οι συνολικές μεταβλητές αναφέρονται σε όλες τις οντότητες. Τα πραγματικά μοντέλα προσομοίωσης μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεγάλους αριθμούς χαρακτηριστικών και συνολικών μεταβλητών.
- *Προγραμματισμός*- Αυτό το χαρακτηριστικό σημείο ονομάζεται επίσης και κατά παραγγελία απεικόνιση λογικής. Η δυνατότητα να αντιγράψει με ακρίβεια την λογική σε οποιοδήποτε επιθυμητό βαθμό λεπτομέρειας συνήθως απαιτεί κάποιο είδος ικανότητας εσωτερικού προγραμματισμού ή θεμελιώδους γλώσσας. Η ικανότητα αυτή είναι μία απόλυτη ανάγκη για μοντελοποίηση πολύπλοκων προβλημάτων ή συστημάτων προκειμένου να δημιουργηθούν μοντέλα με μεγάλη ακρίβεια. Θα πρέπει να μελετηθεί κατά πόσο το λογισμικό επιτρέπει σε κάποιον να παριστάνει ένα πρόβλημα σε ένα επιθυμητό επίπεδο λεπτομέρειας ή πολυπλοκότητας, ή εάν τον εξαναγκάζει να επιλέξει προετοιμασμένες παραγγελίες ή απλοποιήσεις.
- *Φοριτότητα*- Αυτό το χαρακτηριστικό σημείο επιτρέπει το λογισμικό να μπορεί να εφαρμοστεί σε υπολογιστές διαφόρων επιπέδων χωρίς καμία αλλαγή στο λογισμικό.

Κριτήρια στην έξοδο στοιχείων

Υπάρχουν πολλές επιλογές στην έξοδο στοιχείων που πρέπει να μελετηθούν όταν επιλέγεται λογισμικό προσομοίωσης. Μερικές δίνονται παρακάτω:

- *Τυποποιημένες αναφορές*- Τυποποιημένες μετρήσεις στην έξοδο είναι ο μέσος αριθμός στην ουρά, ο μέσος χρόνος στην ουρά και το σύνολο του υλικού που

διεκπεραιώθηκε. Το λογισμικό μπορεί να παράγει αυτόματα αυτές αλλά και άλλες τιμές.

- *Αναφορές δημιουργημένες κατά παραγγελία*- Είναι δυνατό να υπάρχουν παρουσιάσεις που έχουν προσαρμοσθεί από κάποιον αναλυτή.
- *Γραφικά*- Το λογισμικό μπορεί να έχει την δυνατότητα να παράγει υψηλής ποιότητας ραβδογράμματα και ιστογράμματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε παρουσιάσεις και αναφορές.
- *Διατήρηση βάσης δεδομένων*- Μία δυνατότητα θα ήταν να συγκεντρώνεται ένας σωρός από χαρτιά τα οποία θα παρουσίαζαν τις απαντήσεις από κάθε σενάριο. Με αυτόν τον τρόπο θα γινόταν ένας μεγάλος σωρός από χαρτιά. Από την άλλη πλευρά είναι δυνατόν να υπάρχει μία βάση δεδομένων η οποία θα περιέχει όλα αυτά τα εξερχόμενα στοιχεία με έναν οργανωμένο τρόπο.
- *Επιλογή επιθυμητών μαθηματικών εκφράσεων*- Αυτό το χαρακτηριστικό σημείο επιτρέπει κάποιον να καθορίζει τα μεγέθη για τα οποία ενδιαφέρεται. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να ζητηθεί να πολλαπλασιαστεί το καθένα από τα εξερχόμενα στοιχεία τύπου 1 με την ποσότητα \$1.54 και τα τύπου 2 με την ποσότητα \$1.76 και αυτές οι ποσότητες να αθροιστούν.
- *Απόδοση μεγεθών κατά παραγγελία*- Το ερώτημα εδώ είναι εάν το λογισμικό επιτρέπει στον αναλυτή να ορίσει και να δημιουργήσει νέες ή κατά παραγγελία μετρήσεις της απόδοσης ενός μοντέλου ή είναι εξαναγκασμένος να δεχθεί προορισμένες μετρήσεις της απόδοσης.
- *Αποθήκευση σε ένα αρχείο*- Το ερώτημα είναι εάν το λογισμικό επιτρέπει να γράφονται σε ένα αρχείο δεδομένα, γεγονότα ή μεταβλητές του συστήματος όταν ζητηθεί. Αυτό το χαρακτηριστικό σημείο επιτρέπει στον αναλυτή να εισάγει αργότερα το αρχείο σε ένα πρόγραμμα επεξεργασίας πινάκων δεδομένων ή πρόγραμμα βάσης δεδομένων για περαιτέρω ανάλυση ή χειρισμό.

Κριτήρια περιβάλλοντος

Υπάρχουν πολλά κριτήρια περιβάλλοντος, μερικά πιο σημαντικά από τα άλλα.

Δείγματα φαίνονται παρακάτω:

- *Ευκολία χρήσης*- Η δύναμη του λογισμικού είναι πιθανώς πολύ πιο σημαντική από την ευκολία χρήσης.

- *Ευκολία μελέτης*- Αυτό το χαρακτηριστικό σημείο είναι σημαντικό για τους περιστασιακούς χρήστες, όχι τόσο σημαντικό για τους συχνούς ή συνεχής χρήστες.
- *Υποστήριξη του πακέτου*- Η υποστήριξη πρέπει να είναι συνεχής.
- *Ικανότητα ανάπτυξης γραφικών* - Τα γραφικά της προσομοίωσης δεν δημιουργούνται πάντα με τον ίδιο τρόπο. Είναι ενδιαφέρον να μελετηθεί η ευκολία ανάπτυξης και η ποιότητα της εικόνας.

Κριτήρια σχετικά με τον κατασκευαστή

Οι επενδύσεις στην προσομοίωση πηγαίνουν καλά πέρα από την αγοραστική τιμή του λογισμικού. Για να προστατευθεί αυτή η επένδυση και να εξασφαλισθεί ότι το λογισμικό προσομοίωσης θα στηρίζεται οικονομικά κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου και πέρα από αυτή, υπάρχει ένας αριθμός κριτηρίων που συνδέονται με τον κατασκευαστή του λογισμικού.

- *Σταθερότητα*- Είναι σημαντικό ο κατασκευαστής να είναι στην εργασία για πολύ καιρό και μάλιστα η παραγωγή λογισμικών προσομοίωσης να είναι η βασική εργασία και όχι μία πρόσθετη πηγή εισοδήματος.
- *Ιστορία*- Ένα σημαντικό ερώτημα είναι εάν ο κατασκευαστής πραγματοποιούσε ετήσιο εκσυγχρονισμό του λογισμικού στο παρελθόν και αν δεσμεύεται για συνεχή βελτίωση του προϊόντος.
- *Καταγραφή τρόπου σκέψης*- Είναι σημαντικό εάν οι παραδόσεις του κατασκευαστή είναι έγκυρες και χωρίς λάθη, εάν αναβαθμίζονται παλαιότερες εκδόσεις έτσι ώστε παλαιότερα μοντέλα να μπορούν να διατηρηθούν σύγχρονα και αυξημένης αξίας και εάν έχει παραδοθεί ποτέ μία νέα έκδοση που δεν ήταν συμβιβάσιμη με προηγούμενες εκδόσεις μοντέλου.
- *Υποστήριξη*- Ένα άλλο σημαντικό ερώτημα είναι εάν ο κατασκευαστής δεσμεύεται να στηρίζει το προϊόν και να προσφέρει μία ικανοποιητική τηλεφωνική τεχνική υποστήριξη.

Κριτήρια κόστους

Η τιμή των λογισμικών προσομοίωσης ποικίλει από \$1,000 μέχρι \$80,000. Η συμβουλή για αγορά λογισμικού στην βασική τιμή δεν είναι και πολύ καλή. Η παραγωγικότητα είναι περισσότερο σημαντική.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ SIMFACTORY

4.1 Γενικά

Ένα από τα προγράμματα προσομοίωσης είναι και το SIMFACTORY, το οποίο είναι ένα εργαλείο ανάλυσης της λειτουργίας ενός εργοστασίου ή μιας επιχείρησης. Δεν απαιτείται προγραμματισμός και είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί από τον χρήστη.

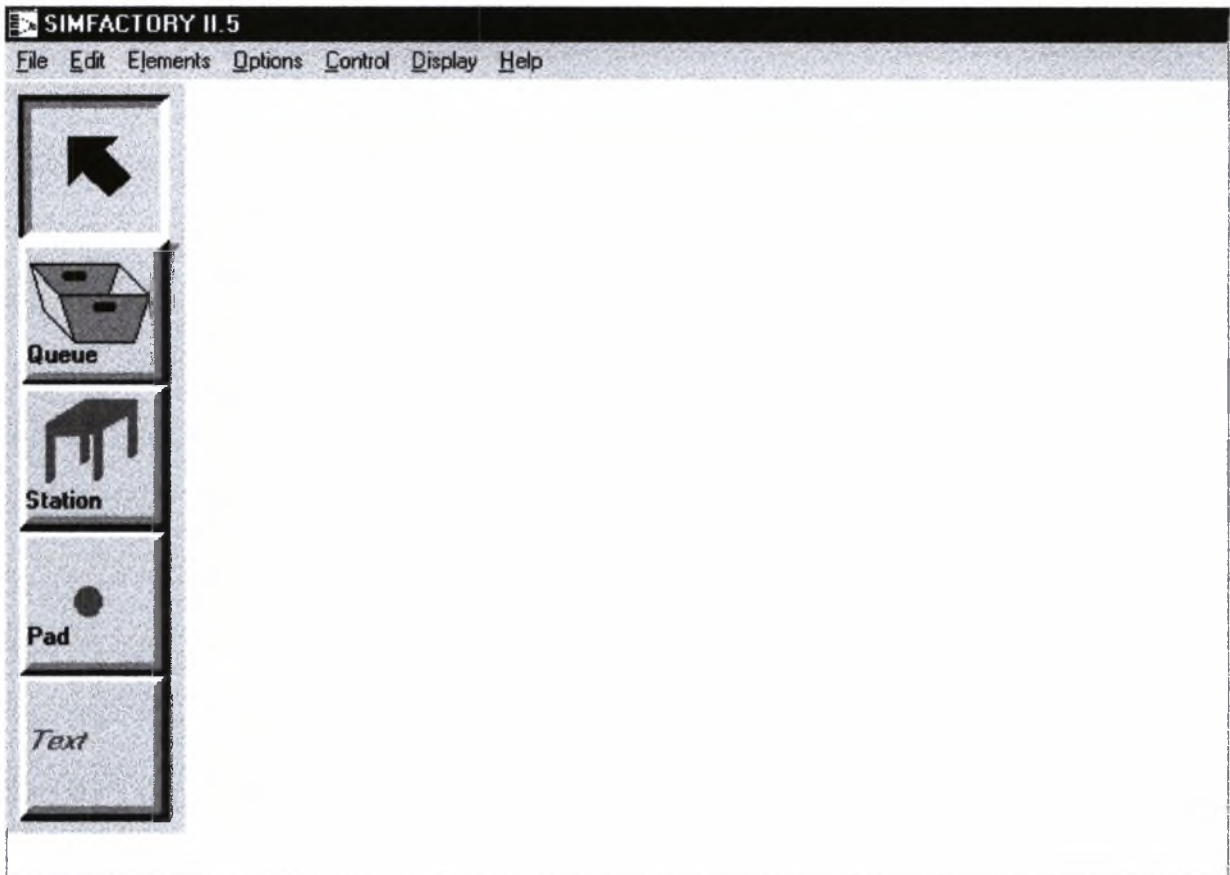
Με το πρόγραμμα αυτό μοντελοποιείται η διαδικασία μιας βιομηχανικής παραγωγής και μπορούν να ελεγχθούν διάφορες αλλαγές στο σύστημα πριν πραγματικά πραγματοποιηθούν. Επίσης γίνεται ανάλυση στην ροή των προϊόντων, μελέτη στην εργασία και στην χωρητικότητα και προγραμματισμός της παράδοσης των προϊόντων.

Το μοντέλο χτίζεται σε δύο βήματα. Πρώτα ορίζεται το φυσικό σχέδιο τοποθετώντας εικόνες στην οθόνη. Στο δεύτερο βήμα ορίζονται τα αντικείμενα που κινούνται στο μοντέλο καθώς και η εργασία που εκτελείται σε αυτά. Αφού χτισθεί το μοντέλο εκτελείται η προσομοίωση. Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης συλλέγονται στατιστικά στοιχεία και εκθέτονται μετά το τέλος της εκτέλεσης της.

4.2 Το περιβάλλον του SIMFACTORY

4.2.1 Γενικά

Στην οθόνη του SIMFACTORY, που φαίνεται στην *εικόνα 4.1*, εμφανίζονται επτά μενού στα οποία γίνονται όλες οι ρυθμίσεις του προγράμματος. Το πιο σημαντικό μενού είναι το **elements** καθώς εκεί δημιουργούνται τα δεδομένα του μοντέλου. Επίσης στην οθόνη εμφανίζεται η **palette** με την βοήθεια της οποίας δημιουργείται το φυσικό σχέδιο.



Εικόνα 4.1

4.2.2 Στοιχεία- Μέσα

Τα **στοιχεία** είναι οι βάσεις που χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθεί το μοντέλο. Τα πιο συνηθισμένα **στοιχεία** είναι **μέσα** τα οποία απαιτούνται και απελευθερώνονται κατά την διάρκεια της προσομοίωσης. Υπάρχουν 4 βασικοί τύποι **μέσων**.

1. **Στάσιμα** (*stationary*) - Έχουν μία συγκεκριμένη θέση η οποία δεν αλλάζει.
2. **Κινούμενα** (*moving*) - Η κατάστασή τους αλλάζει καθώς αυτά κινούνται.
3. **Ελεύθερα** (*free*) - Κινούνται συνεχώς και δεν έχουν μία συγκεκριμένη θέση.
4. **Μεταφορέας** (*conveyor*) - Μεταφέρει άλλα **μέσα** σε μια συγκεκριμένη θέση.

Τα πιο σημαντικά **μέσα** είναι τα **στάσιμα** και τα **ελεύθερα**. Στα **στάσιμα μέσα** περιλαμβάνονται τα παρακάτω:

- **Station** (*Σταθμός*) - Ο χώρος στον οποίο επεξεργάζονται τα προϊόντα.
- **Queue** (*Ουρά*) - Ο αποθηκευτικός χώρος των προϊόντων.
- **Pad** (*Μονοπάτι*) - Μία θέση από την οποία περνά ένα κινούμενο **μέσο**.
- **Text** (*Κείμενο*) - Μία ταμπέλα για παρατηθήμενο σχολιασμό.
- **Background** (*Φόντο*) - Εικόνες και σύμβολα που κάνουν το μοντέλο να φαίνεται καλύτερο.

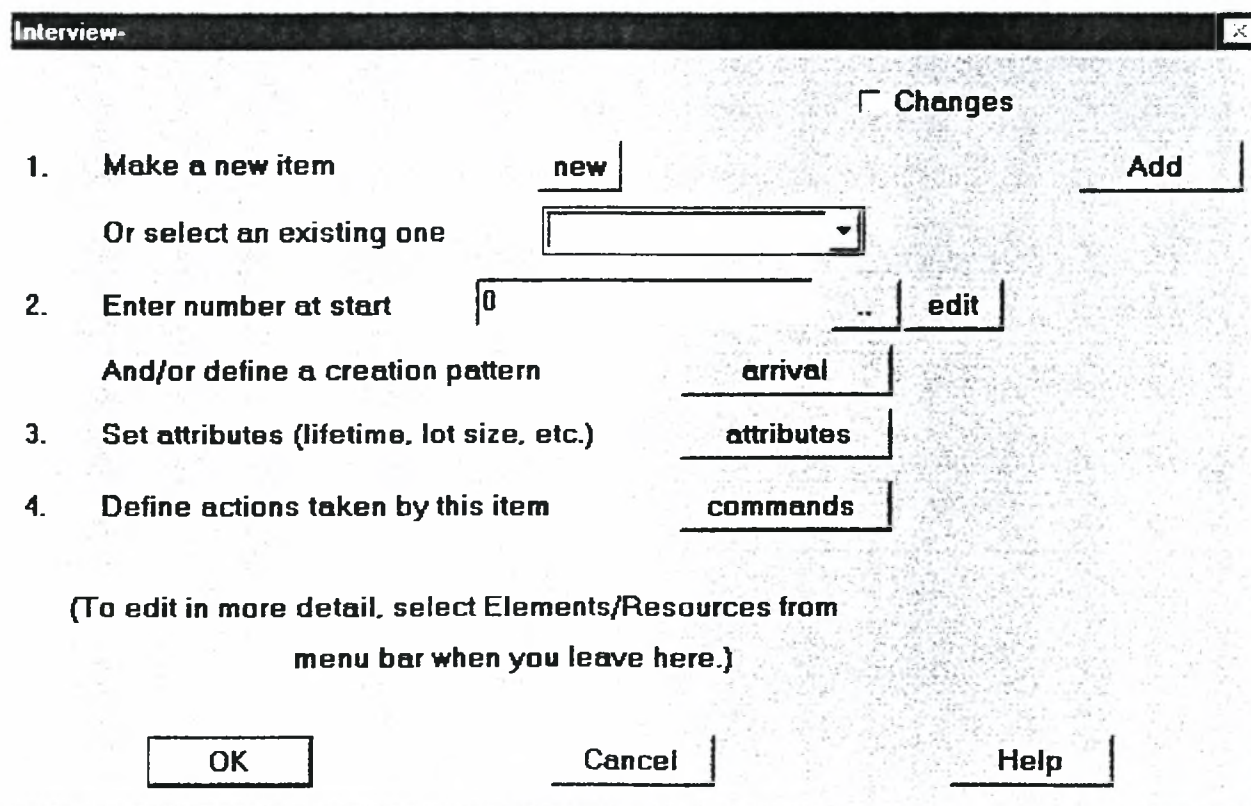
Στα **ελεύθερα μέσα** περιλαμβάνονται τα παρακάτω:

- **Parts** (Προϊόντα) - Τα αντικείμενα που επεξεργάζονται από το σύστημα.
- **Source** (Πηγή) - Μία απεριόριστη πηγή ενός **μέσου**.
- **Arrival** (Αφίξη) - Ένα μοντέλο δημιουργίας **περιστατικών** ενός **μέσου**. **Περιστατικό** είναι μία απλή ύπαρξη ενός **μέσου** στην προσομοίωση.
- **Tool-Worker** (Εργαλεία-Εργαζόμενοι) - **Μέσα** που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί μία εργασία.
- **Interrupt** (Διακοπή) - Ένα **μέσο** που χρησιμοποιείται για να διακόψει άλλα **μέσα**.

Όλα τα παραπάνω **μέσα** δημιουργούνται με την βοήθεια των επιλογών **Interview** και **Resources** του μενού **Element**. Για αυτό τον λόγο εξετάζονται εκτενέστερα αυτά τα πλαίσια διαλόγου.

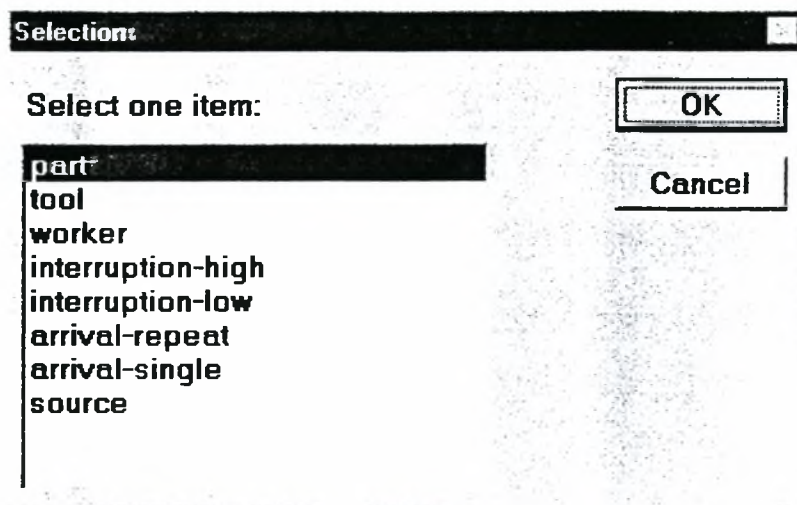
4.2.3 Το πλαίσιο διαλόγου 'Interview'

Με το πλαίσιο διαλόγου **Interview** δημιουργούνται τα **ελεύθερα μέσα** σε 4 βήματα. Το πλαίσιο αυτό φαίνεται στην *εικόνα 4.2*.

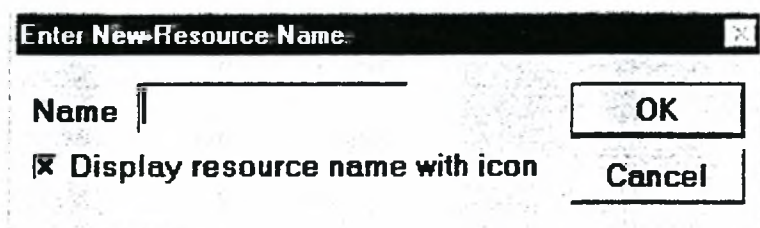


Εικόνα 4.2

Στο πρώτο βήμα προστίθενται τα νέα **μέσα** στο μοντέλο. Αυτό γίνεται με το κουμπί **New** το οποίο με ενεργοποίηση εμφανίζει την λίστα που φαίνεται στην *εικόνα 4.3*. Αν επιλεγεί ένα από αυτά τα **μέσα** εμφανίζεται το πλαίσιο της *εικόνας 4.4* στο οποίο γράφεται το όνομα. Επίσης εάν το προϊόν υπάρχει ήδη και είναι επιθυμητό να διαφοροποιηθεί κάτι σε αυτό, επιλέγεται από το πλαίσιο επιλογών που ακολουθεί κάτω από το κουμπί **New**.



Εικόνα 4.3



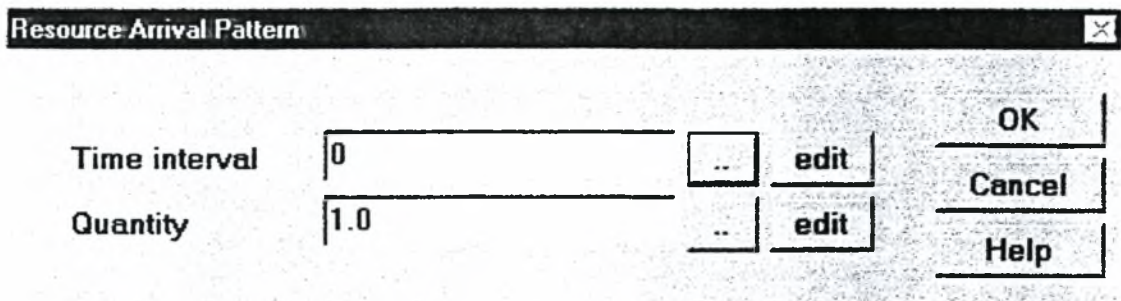
Εικόνα 4.4

Στο δεύτερο βήμα ορίζεται ο τρόπος που το **μέσο** μπαίνει στο σύστημα. Υπάρχουν δύο δυνατότητες. Η μία είναι να δημιουργηθεί ένας αριθμός **περιστατικών** στην αρχή της προσομοίωσης και η άλλη να ορισθεί ένα μοντέλο **αφίξεων**.

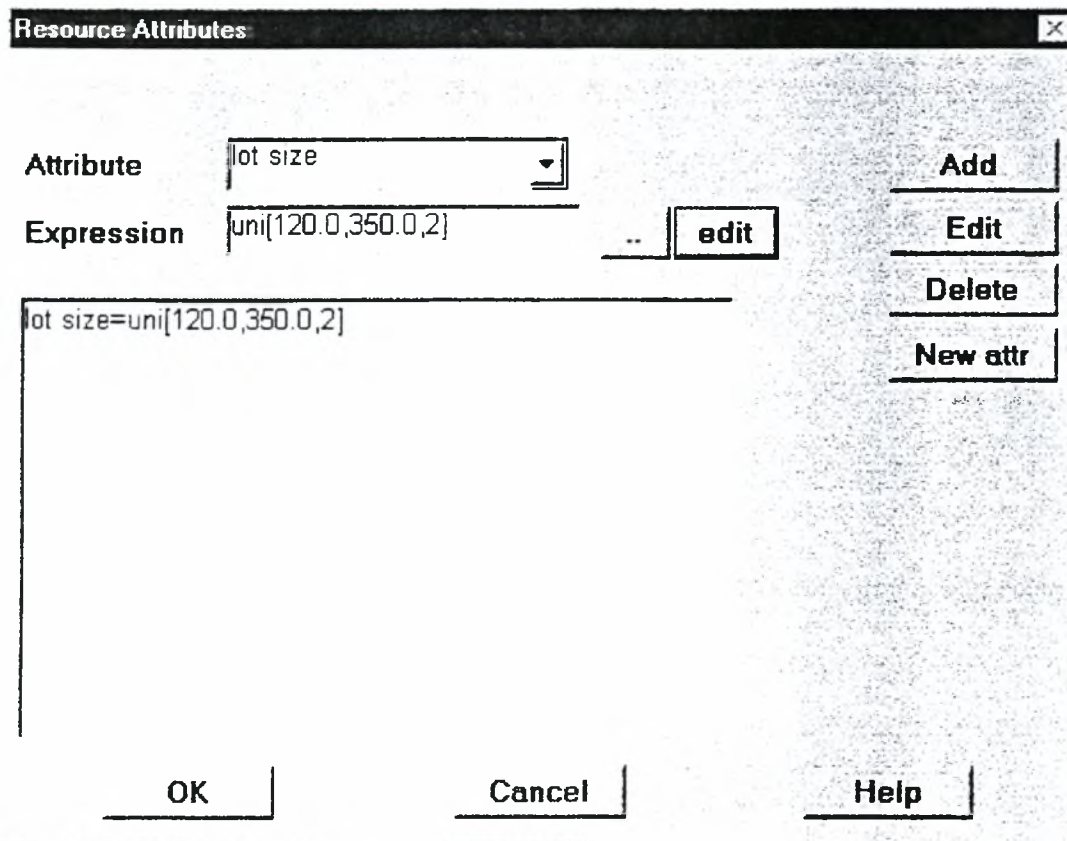
Η πρώτη δυνατότητα πραγματοποιείται με το πεδίο δράσης **number at start**. Η τιμή αυτού μπορεί να είναι ένας σταθερός αριθμός ή μία **έκφραση**. Το **number at start** όμως είναι συνήθως μηδέν επειδή ορίζεται ένα μοντέλο **αφίξεων**. Το μοντέλο αυτό δημιουργείται με την βοήθεια του πλαισίου διαλόγου της *εικόνας 4.5* το οποίο εμφανίζεται με την ενεργοποίηση του κουμπιού **arrival**. Το πλαίσιο αυτό έχει δύο πεδία δράσης. Το πρώτο είναι ο χρόνος μεταξύ διαδοχικών **αφίξεων** και το δεύτερο ο αριθμός των **περιστατικών** του προϊόντος που δημιουργούνται όταν η **άφιξη** συμβαίνει. Σε καθένα

από τα δύο παραπάνω πεδία δράσης τοποθετείται είτε ένας σταθερός αριθμός είτε μία έκφραση.

Το τρίτο βήμα είναι προαιρετικό. Σε αυτό ορίζονται τα **χαρακτηριστικά** σε κάθε **μέσο**. Το αντίστοιχο πλαίσιο διαλόγου φαίνεται στην *εικόνα 4.6*. Και εδώ τα πεδία δράσης είναι δύο. Στο ένα ορίζεται το **χαρακτηριστικό** και στο άλλο η αντίστοιχη τιμή του, που μπορεί να είναι ένας σταθερός αριθμός αλλά και μία **έκφραση**. Είναι δυνατό να προστεθεί μία λίστα από **χαρακτηριστικά**.



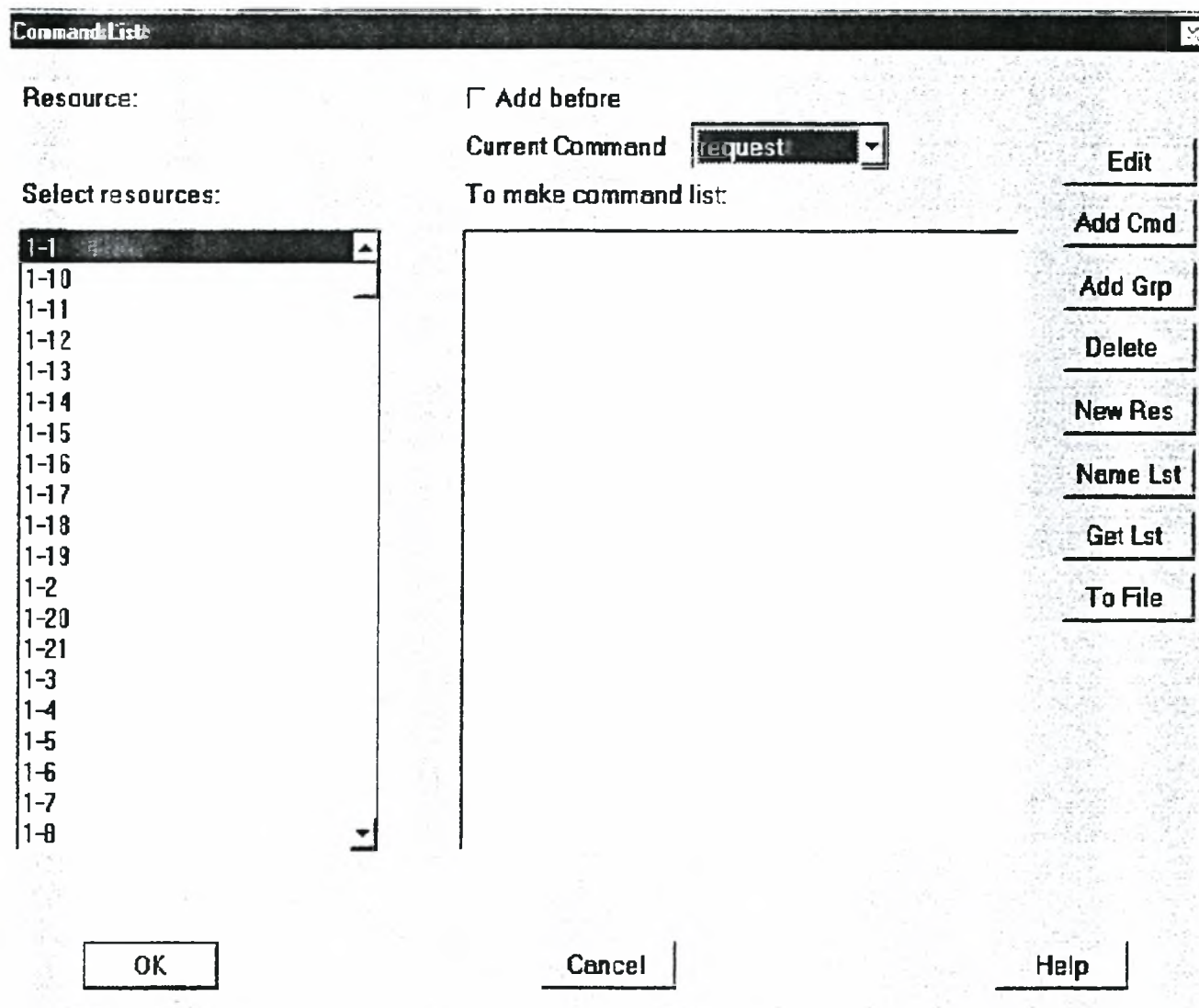
Εικόνα 4.5



Εικόνα 4.6

Στο τέταρτο βήμα ορίζεται ο τρόπος που τα **ελεύθερα μέσα** συμπεριφέρονται μέσα στο σύστημα. Αυτό γίνεται με το πλαίσιο διαλόγου της *εικόνας 4.7*. Στο πλαίσιο αυτό

γράφεται μία **λίστα εντολών** που λέει στα **μέσα** πως να κινηθούν. Όταν ένα **μέσο** μπαίνει στο σύστημα, εκτελεί την **λίστα εντολών** και όταν τελειώνει αδρανοποιείται.



Εικόνα 4.7

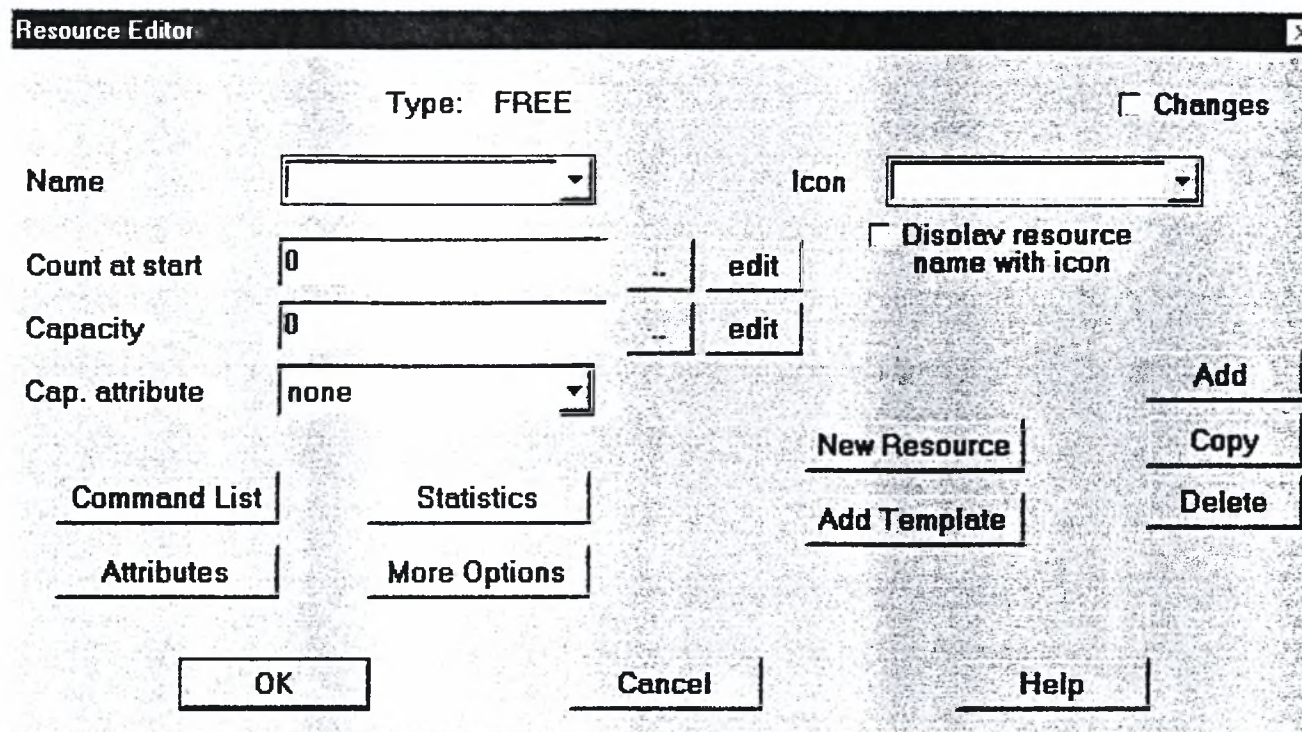
4.2.4 Το πλαίσιο διαλόγου 'Resources editor'

Στο πλαίσιο διαλόγου **Resources editor** δημιουργείται οποιοδήποτε **μέσο**, είτε είναι **ελεύθερο** είτε είναι **στάσιμο**. Επίσης σε αυτό ορίζονται διάφορες παράμετροι του κάθε τύπου **μέσου**. Η μορφή του πλαισίου αυτού φαίνεται στην *εικόνα 4.8*.

Στο πεδίο δράσης **Name** εμφανίζεται το όνομα του **μέσου**. Η λίστα σε αυτό το πλαίσιο επιλογών περιλαμβάνει όλα τα **μέσα** του μοντέλου. Αν επιλεγεί ένα **μέσο**, όλες οι τροποποιήσεις στο πλαίσιο διαλόγου αναφέρονται σε αυτό. Στο διπλανό πεδίο **icon** ορίζεται η εικόνα του κάθε **μέσου**. Για τα **ελεύθερα μέσα**, η εικόνα τους εμφανίζεται μόνο

κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης ενώ για τα **στάσιμα** εμφανίζεται στην οθόνη από την στιγμή που δημιουργούνται.

Στην συνέχεια εμφανίζεται το πεδίο δράσης **count at start** στο οποίο ορίζεται ο αριθμός των **περιστατικών** του **μέσου** που δημιουργείται στην αρχή της προσομοίωσης.



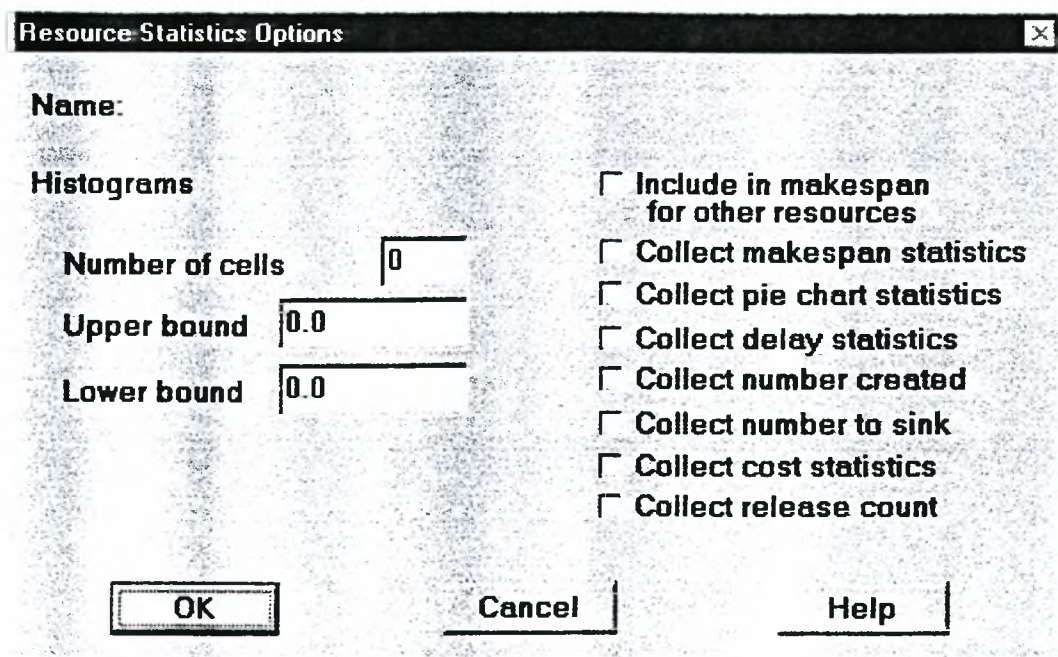
Εικόνα 4.8

Το επόμενο πεδίο δράσης είναι το **Capacity**. Σε αυτό ορίζεται ο αριθμός των προϊόντων που ένα **μέσο** μπορεί να δεχθεί ταυτόχρονα. Για τις ουρές, είναι ο αριθμός των προϊόντων που μπορεί να κατέχει μία ουρά. Για τους σταθμούς, αυτός είναι ο αριθμός των προϊόντων που μπορούν να επεξεργάζονται στον ίδιο σταθμό ταυτόχρονα. Γενικότερα το **capacity** είναι ο μέγιστος αριθμός των ταυτόχρονων ζητήσεων που μπορεί να ικανοποιήσει ένα **μέσο**. Ο τρέχων αριθμός των ζητήσεων που ικανοποιείται συνδέεται με το **χαρακτηριστικό level** του μέσου. Όταν το **level** φτάνει το όριο του **capacity** δεν ικανοποιούνται άλλες ζητήσεις.

Στην συνέχεια στο πεδίο δράσης **Capacity attribute** ορίζεται το **χαρακτηριστικό** των προϊόντων, που χρησιμοποιείται για να καθοριστεί το **capacity** των ουρών και των σταθμών. Σε αυτό το σημείο υπάρχουν δύο επιλογές. Αν επιλεγεί **none** τότε δεν υπάρχει **χαρακτηριστικό** που να επηρεάζει το **capacity**. Ενώ αν επιλεγεί **lot size** το **χαρακτηριστικό** αυτό επηρεάζει το **capacity**.

Στο κάτω μέρος του πλαισίου διαλόγου υπάρχουν διάφορα κουμπιά. Τα **Command list** και **Attributes** εμφανίζουν τα πλαίσια διαλόγου των *εικόνων* 4.5 και 4.6 αντίστοιχα, δηλαδή τα ίδια με εκείνα που εμφανίζονται κάτω από την επιλογή **Interview**. Στα κουμπιά **Statistics** και **More options** ορίζονται μερικές σημαντικές παράμετροι των **μέσων**.

Το πλαίσιο διαλόγου **Statistics** φαίνεται στην *εικόνα* 4.9. Σε αυτό το πλαίσιο ελέγχονται τα στατιστικά δεδομένα που συλλέγονται για το **μέσο**. Ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται η δημιουργία ιστογραμμάτων και η συλλογή στατιστικών δεδομένων διαφόρων **χαρακτηριστικών**. Τα **χαρακτηριστικά** αυτά είναι τα **makespan, delay, state, No.created, No.to exit, cost, No.released**.

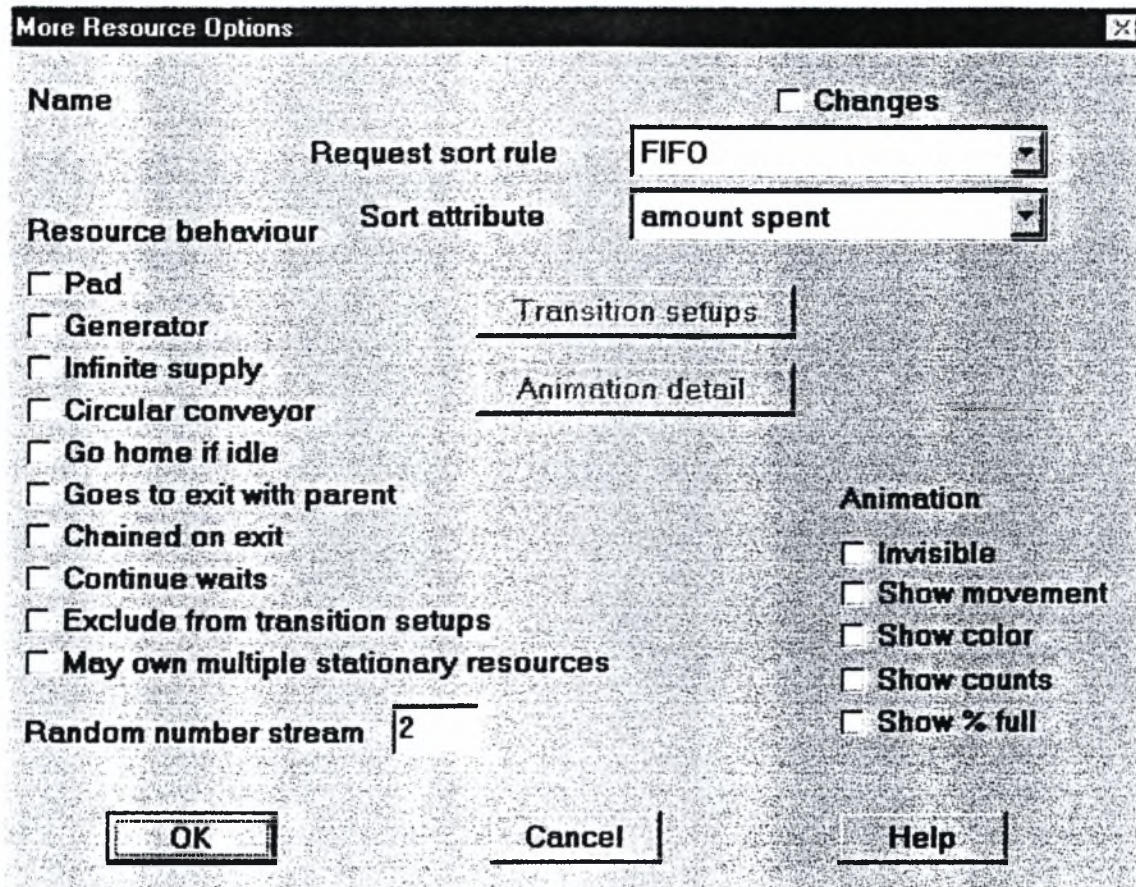


Εικόνα 4.9

Στην περιοχή **Histograms** ορίζονται οι παράμετροι για τα ιστογράμματα που δημιουργούνται για το **μέσο**. Στο πεδίο δράσης **Number of cells** ορίζεται ο αριθμός των ράβδων στο ιστόγραμμα. Υπάρχουν όμως δύο επιπλέον ράβδοι που προστίθενται, μία για τις χαμηλότερες τιμές και μία για τις υψηλότερες. **Upper bound** είναι η μέγιστη τιμή που θα πέσει μέσα στο ιστόγραμμα, καθώς οι μεγαλύτερες πηγαίνουν στην ράβδο με τις μεγαλύτερες τιμές. **Lower bound** είναι η ελάχιστη τιμή που πέφτει μέσα στο ιστόγραμμα, καθώς οι μικρότερες τοποθετούνται στην ράβδο με τις μικρότερες τιμές.

Τέλος, το πλαίσιο διαλόγου **more resource options** φαίνεται στην *εικόνα* 4.10. Εάν ενεργοποιηθεί μία από τις επιλογές που βρίσκονται στην αριστερή πλευρά του διαλόγου, δίνεται στο **μέσο** μία συγκεκριμένη ιδιότητα. Οι σημαντικότερες από τις προσδιδόμενες

ιδιότητες είναι τρεις. Η επιλογή **Generator** δίνει την ιδιότητα στο συγκεκριμένο **μέσο** να δημιουργεί ένα νέο **περιστατικό** ενός άλλου **μέσου**, χρησιμοποιώντας μία εντολή **release**. Η επιλογή **Infinite supply** δίνει την ιδιότητα στο **μέσο** να είναι πάντα διαθέσιμο να ικανοποιήσει ζητήσεις. Τέλος, η επιλογή **Goes to exit with parents** σημαίνει ότι ένα **περιστατικό** του **μέσου** θα αφήσει το σύστημα εάν ένα **περιστατικό** που κατέχει αυτό κάνει το ίδιο.



Εικόνα 4.10

Με τις επιλογές που βρίσκονται στην δεξιά πλευρά του διαλόγου διαμορφώνεται η εμφάνιση της εικόνας του μοντέλου κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης, εάν βέβαια έχει επιλεγεί να είναι ορατή. Οι επιλογές αυτές είναι:

- **Invisible**- Κάνει ένα **μέσο** αόρατο κατά την διάρκεια της προσομοίωσης.
- **Show movement**- Επιτρέπει να φαίνονται οι κινήσεις των **μέσων**.
- **Show color**- Επιτρέπει να φαίνονται οι αλλαγές των χρωμάτων όταν αλλάζει η κατάσταση του **μέσου**.
- **Show counts**- Δείχνει τον λόγο του αριθμού των προϊόντων που υπάρχουν στον σταθμό ή στην ουρά προς τον αριθμό που ήδη έχουν περάσει.

•**Show % full-** Δείχνει πόσο κοντά είναι το μέσο στην χωρητικότητά του κατά την διάρκεια της προσομοίωσης.

Τέλος, το πεδίο δράσης **request sort rule** καθορίζει τον τρόπο, με τον οποίο το μέσο επιλέγει την επόμενη εργασία που θα εκτελέσει. Οι επιλογές είναι:

•**Low / High attribute value-** Το μέσο με την χαμηλότερη / υψηλότερη τιμή ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού του, εξυπηρετείται πρώτο. Στο πεδίο δράσης **sort attribute** επιλέγεται το αντίστοιχο χαρακτηριστικό.

•**FIFO-** Το μέσο που ζητά πρώτο κάποιο άλλο εξυπηρετείται και πρώτο.

•**LIFO-** Το μέσο που ζητά τελευταίο κάποιο άλλο εξυπηρετείται πρώτο.

•**low / high age-** Το μέσο που έχει τον περισσότερο / λιγότερο χρόνο μέσα στο σύστημα εξυπηρετείται πρώτο.

•**closest / farthest-** Το μέσο που έχει την μικρότερη / μεγαλύτερη απόσταση από το μέσο που ζητά εξυπηρετείται πρώτο.

4.2.5 Χαρακτηριστικά

Τα χαρακτηριστικά είναι αριθμοί όπου ορίζουν κάποιες ιδιότητες που έχουν τα μέσα. Υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά που είναι ορισμένα, αλλά είναι δυνατόν να ορισθούν και άλλα από τον χρήστη. Μερικά από τα ορισμένα χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται για συλλογή στατιστικών δεδομένων και άλλα για να παρθούν εσωτερικές αποφάσεις.

Για τα χαρακτηριστικά που συλλέγουν στατιστικά δεδομένα, είναι δυνατόν να ορισθεί η μορφή των δεδομένων που είναι επιθυμητό να συλλεγεί για αυτά. Αυτό γίνεται μέσω της επιλογής **attribute** του μενού **element** που παρουσιάζεται στην εικόνα 4.11.

Οι επιλογές αναφέρονται παρακάτω:

•**Pie chart statistics-** Συλλέγει δεδομένα διαγράμματος 'πίτας' για κάθε κατάσταση του μέσου.

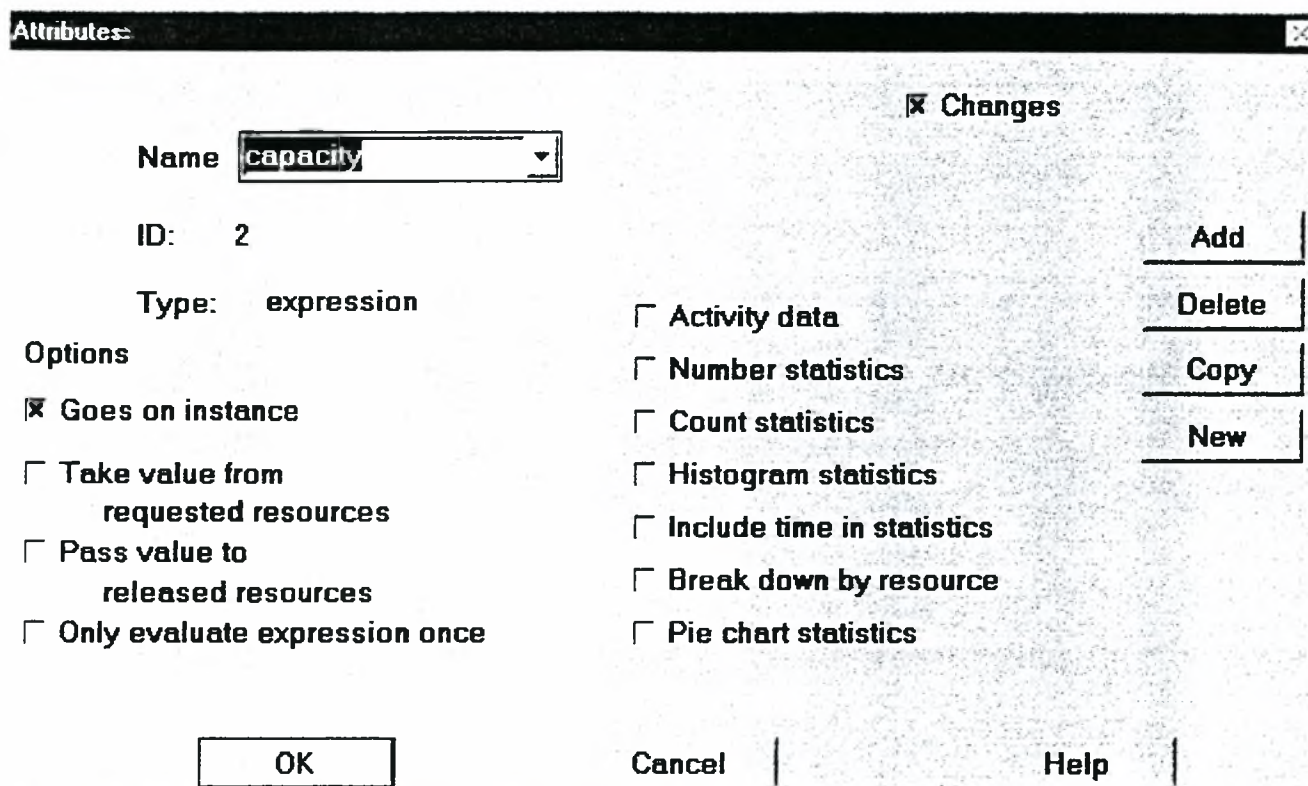
•**Histogram statistics-** Συλλέγει δεδομένα ιστογράμματος.

•**Activity data statistics-** Συλλέγει δεδομένα δραστηριοτήτων, δηλαδή κάθε τιμή του χαρακτηριστικού.

•**Number statistics-** Συλλέγει αριθμητικά στατιστικά δεδομένα. Λέγοντας αριθμητικά στατιστικά δεδομένα εννοούμε την μέση τιμή, το μέτρο απόκλισης, το κάτω και άνω όριο του διαστήματος εμπιστοσύνης.

•**count statistics**- Συλλέγει στατιστικά δεδομένα καταμέτρησης, όπου είναι μία φυσική καταμέτρηση του πόσες φορές ένα **χαρακτηριστικό** αλλάζει τιμή.

Επίσης, σε αυτό το πλαίσιο διαλόγου μπορούν να διαμορφωθούν και άλλα **χαρακτηριστικά** από τον χρήστη, όπου δεν είναι ορισμένα.



Εικόνα 4.11

Από το σύνολο των ορισμένων **χαρακτηριστικών**, ένα μέρος συνδέεται με οικονομικά δεδομένα και ένα άλλο με τα κινούμενα **μέσα**. Μία μικρή περιγραφή των υπολοίπων γίνεται παρακάτω.

Τα **χαρακτηριστικά** που χρησιμοποιούνται για να παρθούν κάποιες εσωτερικές αποφάσεις είναι:

- Capacity**- Είναι ο αριθμός των στοιχείων που ένα **μέσο** μπορεί να διατηρεί ταυτόχρονα.
- Efficiency**- Το **χαρακτηριστικό** αυτό μπορεί να μεταβάλει τον χρόνο αναμονής από άλλα μέσα. Για παράδειγμα, εάν η τιμή αυτού είναι 50 για ένα σταθμό και ένα προϊόν ζητά τον σταθμό αυτό, ο χρόνος αναμονής για το προϊόν θα είναι διπλάσιος από το αν το **efficiency** του σταθμού ήταν 100. Όταν δεν καθορίζεται είναι ίσο με 100.

- **Lifetime**- Το **χαρακτηριστικό** αυτό βάζει ένα όριο χρόνου για κάθε **περιστατικό** του μέσου. Εάν αυτός ο χρόνος λήξει, το **περιστατικό** του μέσου βγαίνει από το σύστημα.
- **Lot size**- Είναι συνηθισμένο **χαρακτηριστικό** των προϊόντων. Ένα προϊόν μπορεί να αντιπροσωπεύει κάποιο αριθμό από ίδια κομμάτια. Η παρτίδα αυτή των κομματιών αποθηκεύεται στο **lot size**.
- **Priority**- Αυτό το **χαρακτηριστικό** χρησιμοποιείται για να αποφασιστεί πια ζήτηση θα ικανοποιηθεί νωρίτερα.

Τα **χαρακτηριστικά** που χρησιμοποιούνται για συλλογή στατιστικών στοιχείων είναι:

- **Delay**- Συλλέγει τη διάρκεια του χρόνου που ένα **μέσο** κατέχει ένα άλλο.
- **Makespan**- Συλλέγει τη διάρκεια του χρόνου που ένα **μέσο** υπάρχει μέσα στο σύστημα.
- **No.created**- Μετρά τον αριθμό των **περιστατικών** που δημιουργήθηκαν για το μέσο.
- **No.expired**- Μετρά τον αριθμό των **περιστατικών** που άφησαν το σύστημα επειδή είχε τελειώσει ο χρόνος τους, που είχε ορισθεί στο **lifetime**.
- **No.to exit**- Μετρά τον αριθμό των **περιστατικών** που έχουν αφήσει το σύστημα.
- **No.released**- Μετρά το πόσες φορές το **μέσο** απελευθερώθηκε.
- **State**- Δίνει το ποσοστό του χρόνου που το **μέσο** περνά σε διάφορες καταστάσεις.

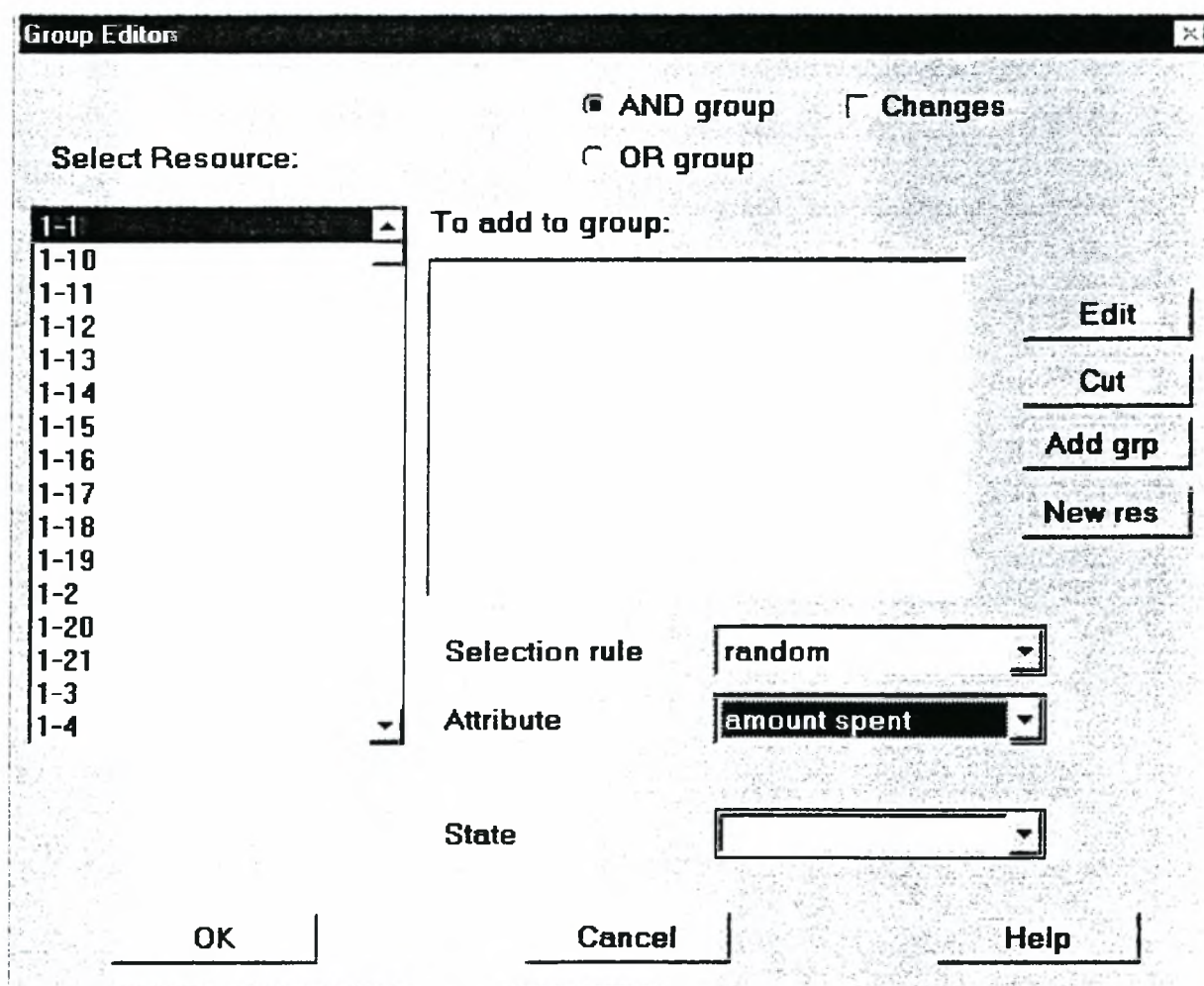
4.2.6 Λίστα εντολών

Μία **λίστα εντολών** είναι ένα σύνολο από εντολές και δημιουργείται με την βοήθεια του πλαισίου διαλόγου **Command list** της **εικόνας 4.7**. **Λίστα εντολών** έχουν μόνο τα **ελεύθερα μέσα**.

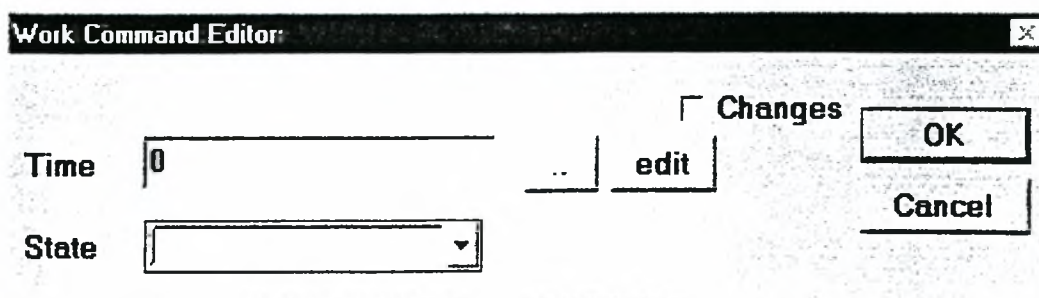
Οι πιο σημαντικές και οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εντολές είναι:

1. **Request**- Ζητά ένα **μέσο**. Εάν το **μέσο** είναι διαθέσιμο, τότε η ζήτηση ικανοποιείται και το μέσο που ζητά συνεχίζει με την **λίστα εντολών** του. Όμως υπάρχει πιθανότητα να ζητά μία ομάδα από **μέσα**. Αυτό πραγματοποιείται με το πλαίσιο διαλόγου της **εικόνας 4.11**, η οποία εμφανίζεται με την ενεργοποίηση του κουμπιού **Add Grp**.
2. **Release**- Ελευθερώνει ένα **μέσο** που έχει αποκτηθεί νωρίτερα με μία εντολή **request**. Και εδώ μπορεί να δημιουργηθεί μία ομάδα **μέσων** που ελευθερώνονται με τον ίδιο τρόπο.

3. **Work-** Η εντολή αυτή παίρνει προσομοιωτικό χρόνο και αντιπροσωπεύει την εργασία που γίνεται πάνω στο προϊόν. Διαφορετικές εργασίες παίρνουν και διαφορετικό χρόνο. Ο χρόνος αυτός ορίζεται στο πλαίσιο διαλόγου της εικόνας 4.12, που εμφανίζεται με ενεργοποίηση του κουμπιού **Edit** του πλαισίου διαλόγου **Command list**. Μερικές εργασίες παίρνουν κάποιο χρόνο όπου είναι σταθερός κάθε φορά που η εργασία εκτελείται. Μερικές όμως ποικίλουν και επιλέγεται, για αυτές τις περιπτώσεις, μία κατάλληλη κατανομή πιθανότητας για να παρασταθεί η διακύμανση.



Εικόνα 4.11



Εικόνα 4.12

Εκτός από τις βασικές εντολές, που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν και μερικές άλλες που επιτρέπουν την δημιουργία εξαρτώμενων δομών. Αυτές είναι:

do, loop

Οι εντολές **do** και **loop** παρέχουν μία απλή βάση ελέγχου δομής βρόγχου στην λίστα εντολών. Το **do** ορίζει την αρχή της δομής του βρόγχου και το **loop** το τέλος. Η αναφορά **loop** παίρνει μία **έκφραση**, η οποία επιστρέφει το πόσες φορές πραγματοποιείται ο βρόγχος.

if, else, endif

Η εντολή **if** ελέγχει μία **έκφραση** και αναπηδά βασιζόμενη στην επιστρεφόμενη τιμή. Εάν η επιστρεφόμενη τιμή είναι μηδέν, η εκτέλεση πηγαίνει στην επόμενη εντολή **else**, εάν υπάρχει, διαφορετικά στην εντολή **endif** που ακολουθεί.

Evaluate

Η εντολή αυτή εκτιμά μία **έκφραση**.

4.2.7 Εκφράσεις

Οι **εκφράσεις** χρησιμοποιούνται για την παροχή αριθμών στην προσομοίωση. Οι επιλογές που υπάρχουν είναι:

- Constant**- Παρέχει πραγματικούς αριθμούς.
- Standard distribution**- Παρέχει διάφορες συνεχείς κατανομές. Οι κατανομές πιθανότητας που υπάρχουν είναι: Η Κανονική, η Εκθετική, η Τριγωνική, η Ομοιόμορφη, η Γάμα, η Λογαριθμική, η Βήτα, η Poisson, Weibull, Erlang, Binomial, Pearson V, Pearson VI.
- Named expression**- Παρέχει μία **έκφραση** που έχει ορισθεί και ονομασθεί σε οποιοδήποτε σημείο μέσα στο πρόγραμμα.
- Ranges**- Χρησιμοποιείται σε σύνδεση με την εντολή **request**. Παρέχει, κατά κάποιο τρόπο, τον αριθμό των **μέσων** που απαιτούνται για την ολοκλήρωση μιας εργασίας.
- Discrete distribution**- Παρέχει ασυνεχείς κατανομές. Σε ένα πίνακα ορίζονται κάποιες τιμές και οι πιθανότητες που αντιστοιχούν σε αυτές.
- Attribute reference**- Καθώς τα **χαρακτηριστικά** είναι αριθμητικές τιμές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε **εκφράσεις**.
- Code expression**- Χρησιμοποιούνται για να προστεθούν λογικές αναφορές σε **εκφράσεις** και **λίστες εντολών**.

4.2.8 Το μενού 'Control'

Αφού έχει ορισθεί το φυσικό σχέδιο του μοντέλου καθώς και όλα τα μέσα με τις παραμέτρους τους, το επόμενο βήμα είναι η εκτέλεση της προσομοίωσης. Διάφορες επιλογές για την προσομοίωση βρίσκονται στο μενού **control** και παρουσιάζονται παρακάτω.

- Simulate**- Αρχίζει την προσομοίωση.
- Pause**- Σταματά την προσομοίωση και επιτρέπει την επιλογή άλλων μενού χωρίς να συνεχίσει η προσομοίωση.
- Animation on / off**- Η επιλογή αυτή προκαλεί την εμφάνιση ή όχι, αντίστοιχα, των γραφικών κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης. Να σημειωθεί ότι, όταν δεν εμφανίζονται γραφικά, η προσομοίωση πραγματοποιείται σε μικρότερο χρονικό διάστημα.
- Model**- Εμφανίζει το πλαίσιο διαλόγου που παρουσιάζεται στην *εικόνα 4.13* και στο οποίο ορίζονται κάποια στοιχεία για το μοντέλο. Το πλαίσιο αυτό χωρίζεται σε τέσσερα μέρη.

SIMULATION CONTROL		ANIMATION	
Warmup length	200.0	<input checked="" type="checkbox"/> Clock	
Replication length	90000.	<input type="checkbox"/> Show movement	
Replication count	5	<input type="checkbox"/> Show color changes	
		<input type="checkbox"/> Show counts	
REPORT CONTROL		MISCELLANEOUS	
<input type="checkbox"/> Make replication reports		Makespan definition	
Clock unit	minutes	<input type="radio"/> Upon entry	
Distance unit	feet	<input checked="" type="radio"/> After exit	
Confidence int	95.0 %	<input type="checkbox"/> Antithetic variates	
Rep report number	1		
Summary rpt no.	901		

Εικόνα 4.13

1.Simulation control- Το πρώτο μέρος ελέγχει την προσομοίωση και αποτελείται από τα παρακάτω σημεία.

- Warm up length-** Ορίζει το ποσό του χρόνου που το μοντέλο περνά πριν την πρώτη απόκριση, δηλαδή τον χρόνο στον οποίο συμβαίνουν γεγονότα. Για αυτήν την περίοδο δεν συλλέγονται στατιστικά δεδομένα. Χρησιμοποιείται για να φέρει το σύστημα σε μια σταθερή κατάσταση πριν συλλέξει δεδομένα για την συμπεριφορά του.

- Replication length-** Είναι η διάρκεια του χρόνου κατά την οποία συμβαίνουν γεγονότα και συλλέγονται στατιστικά.

- Replication count-** Είναι ο συνολικός αριθμός των αποκρίσεων. Στατιστικά δεδομένα συλλέγονται για κάθε απόκριση και έπειτα υπολογίζονται κατά μέσο όρο για να παραχθεί η τελική σύνοψη της αναφοράς.

2.Animation

Επίσης είναι δυνατόν να ελεγχθεί η μορφή της εικόνας που εμφανίζεται στην οθόνη κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης. Αυτό γίνεται στην περίπτωση που επιλέξουμε να εμφανίζονται τα γραφικά στην οθόνη κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης. Οι επιλογές παρουσιάζονται παρακάτω και ελέγχουν ολόκληρο το μοντέλο.

- Clock-** Εμφανίζει το ρολόι προσομοίωσης στην δεξιά κάτω γωνία.

- Show movement-** Κάνει ορατές τις κινήσεις των **μέσων**.

- Show color changes-** Αλλάζει το χρώμα των σταθμών, των ουρών και των άλλων **μέσων** όταν αλλάζει και η τρέχων κατάσταση τους.

- Show counts-** Εμφανίζει, δίπλα από την εικόνα του **μέσου**, το λόγο του αριθμού των προϊόντων που χρησιμοποιούν το **μέσο**, την συγκεκριμένη στιγμή, προς τον αριθμό των προϊόντων που έχουν ελευθερωθεί.

3.Report control

Το τρίτο μέρος ελέγχει την αναφορά και αποτελείται από τα παρακάτω σημεία.

- **Replication reports on-** Όταν αυτό το πλαίσιο ελέγχου είναι ενεργοποιημένο, ένα αρχείο αναφοράς γράφεται για κάθε απόκριση καθώς προσομοιώνεται το μοντέλο. Αυτό το πλαίσιο ελέγχου είναι, από ορισμού, απενεργοποιημένο. Η προσομοίωση ολοκληρώνεται πιο γρήγορα εάν δεν γράφονται οι αναφορές της κάθε απόκρισης. Συνήθως, ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα τελικά, συνοπτικά δεδομένα που γράφονται πάντα.

- Clock unit**- Σε αυτό το σημείο ορίζεται η μονάδα χρόνου που χρησιμοποιείται στο μοντέλο. Όταν δημιουργείται ένα μοντέλο, όλοι οι χρόνοι πρέπει να είναι στην ίδια μονάδα.
- Distance unit**- Σε αυτό το πεδίο δράσης ορίζεται η μονάδα απόστασης. Και εδώ οι αποστάσεις πρέπει να είναι στην ίδια μονάδα.
- Confidence interval**- Αυτή η παράμετρος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του κάτω και άνω σημείου του διαστήματος εμπιστοσύνης των αποτελεσμάτων. Οι τιμές ποικίλουν από 90% μέχρι 99,5%.
- Replication report number**- Αυτός ο αριθμός χρησιμοποιείται σαν ένα συμπλήρωμα του ονόματος του κάθε αρχείου αναφοράς. Χρησιμοποιείται για αναφορές απόκρισης. Ο αριθμός αυτός εκσυγχρονίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα και μπορεί να είναι από 000 μέχρι 899.
- Summary report number**- Αυτός ο αριθμός είναι όμοιος με τον παραπάνω, αλλά χρησιμοποιείται για συνοπτικές αναφορές. Ποικίλει από 901 μέχρι 999 και χρησιμοποιείται για αρχεία συνοπτικής αναφοράς.

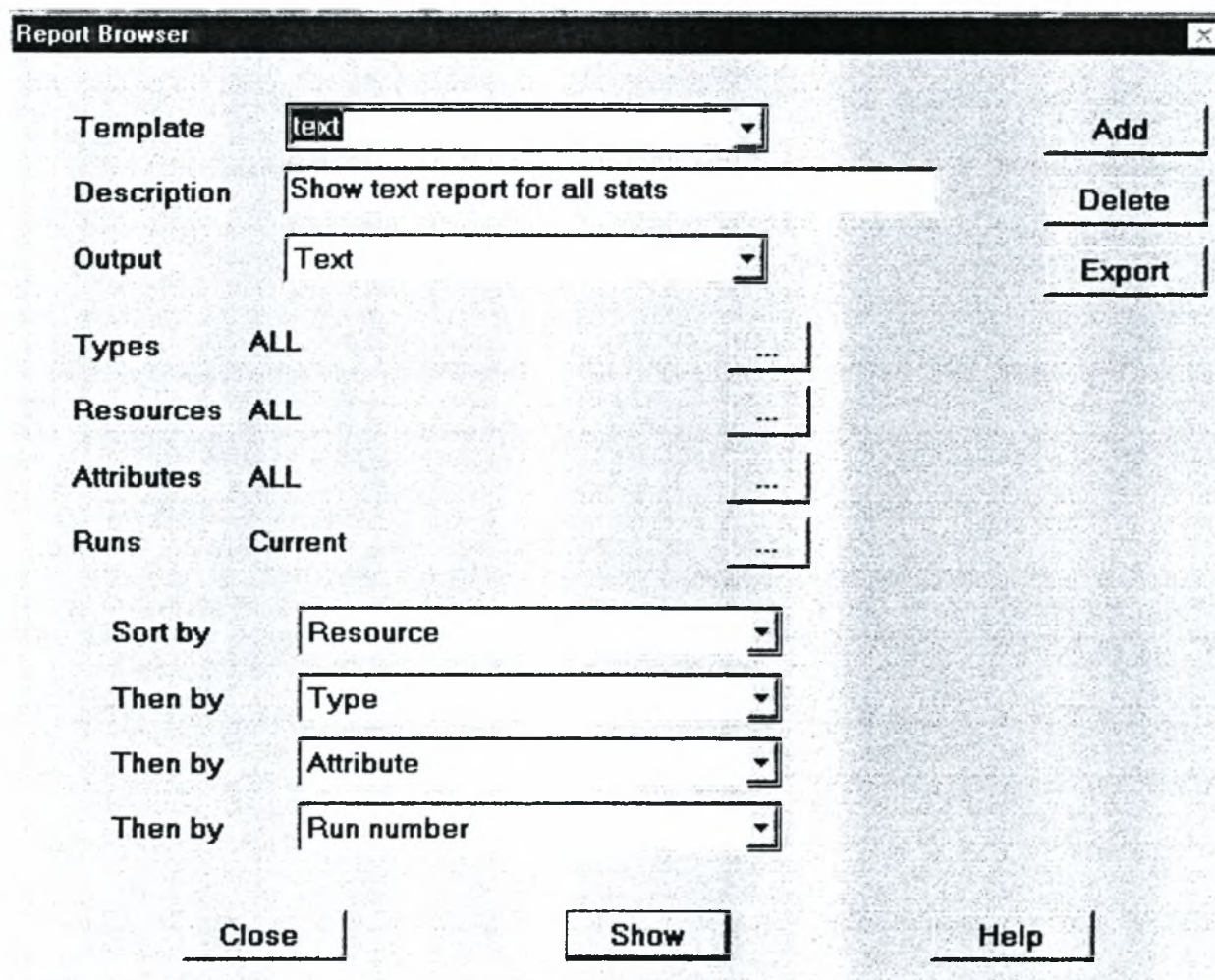
4. Miscellaneous

Κάποια σημεία ελέγχου δεν ταιριάζουν σε καμία από τις προηγούμενες κατηγορίες.

- Makespan definition**- Το **makespan** ενός προϊόντος υπολογίζεται παρατηρώντας την στιγμή που το παλαιότερο συστατικό του μπαίνει στο σύστημα. Υπάρχουν δύο επιλογές, ως προς την στιγμή που το συστατικό του προϊόντος μπαίνει στο σύστημα. Η επιλογή **Upon entry** σημαίνει ότι το **makespan** αρχίζει όταν η **περίσταση** του συστατικού δημιουργείται ενώ η επιλογή **After exit** σημαίνει ότι το **makespan** αρχίζει όταν ικανοποιείται η πρώτη ζήτησή του.
- Antithetic variates**- Αυτό το πλαίσιο ελέγχου επιτρέπει να γίνει μία ευαίσθητη ανάλυση στο μοντέλο. Όταν είναι ενεργοποιημένο εφαρμόζεται μία στατιστική τεχνική στην προσομοίωση, η οποία μεγιστοποιεί την απόκλιση που προκαλείται από τους τυχαίους αριθμούς που έχουν επιλεγεί. Τα αποτελέσματα θα πρέπει να είναι παρόμοια είτε, αυτό το πλαίσιο ελέγχου, είναι ενεργοποιημένο είτε απενεργοποιημένο. Εάν τα αποτελέσματα είναι πολύ διαφορετικά, τότε το μοντέλο είναι ευαίσθητο στους τυχαίους αριθμούς που έχουν επιλεγεί. Η πιο εύκολη λύση στο πρόβλημα αυτό είναι να εκτελεστεί η προσομοίωση του μοντέλου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

4.2.9 Το πλαίσιο διαλόγου 'report browser'

Το εργαλείο που χρησιμοποιείται για μελέτη των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης είναι το **report browser** που φαίνεται στην εικόνα 4.14 και είναι μία επιλογή του μενού **display**.



Εικόνα 4.14

Όταν η προσομοίωση εκτελείται, το πρόγραμμα συλλέγει στατιστικά δεδομένα πάνω στην συμπεριφορά των **μέσων** μέσα στο μοντέλο. Αυτά τα στατιστικά δεδομένα τοποθετούνται σε ένα αρχείο που ονομάζεται **export report**. Το **report browser** αντλεί δεδομένα από το **export report** και παρουσιάζει τις πληροφορίες αυτές σε διάφορες μορφές. Ο διάλογος του **report browser** αποτελείται από τρία τμήματα.

1. **Selections**- Το τμήμα αυτό ελέγχει το είδος των πληροφοριών που το **report browser** ανακτά από το **export report**. Υπάρχουν τέσσεροι κανόνες επιλογής και αυτοί είναι:

- **Types**- Το όνομα του τύπου του **μέσου**, όπως είναι ο σταθμός ή το προϊόν.
- **Resources**- Το όνομα του **μέσου** στο μοντέλο.

- **Attributes**- Το όνομα του **χαρακτηριστικού**, όπως είναι το **makespan** ή το **delay**.
- **Runs**- Ο αριθμός που αντιστοιχεί σε κάποια εκτέλεση προσομοίωσης. Παράγεται μία λίστα από αριθμούς, όπου ο καθένας αναγνωρίζει διαφορετικά **export report**. Αυτός ο κανόνας επιτρέπει την σύγκριση αποτελεσμάτων από διαφορετικές εκτελέσεις προσομοίωσης.

Ο καθένας από αυτούς τους κανόνες έχει ένα κουμπί που εμφανίζει μία λίστα πολλαπλών επιλογών. Είναι δυνατόν να επιλεγούν ένα ή περισσότερα στοιχεία από αυτή την λίστα. Τα στοιχεία που επιλέγονται αναγνωρίζουν τα είδη των δεδομένων που θα συμπεριληφθούν στην αναφορά. Οι κανόνες αυτοί είναι προσθετικοί. Εφαρμόζονται όλοι στο **export report** και στην αναφορά συμπεριλαμβάνονται μόνο τα στατιστικά δεδομένα που τους ικανοποιούν.

2. **Sorting order**- Το τμήμα αυτό ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο ταξινομούνται οι πληροφορίες στην αναφορά. Οι κανόνες ταξινόμησης είναι:

- **Type**- Ταξινομούνται αλφαβητικά με βάση το όνομα του τύπου του **μέσου**.
- **Resource**- Ταξινομούνται αλφαβητικά με βάση το όνομα του **μέσου**.
- **Attribute**- Ταξινομούνται αλφαβητικά με βάση το όνομα του **χαρακτηριστικού**.
- **Run number**- Ταξινομούνται αριθμητικά με βάση τον αριθμό που αντιστοιχεί σε κάθε εκτέλεση προσομοίωσης. Αυτό εφαρμόζεται μόνο όταν επιλέγονται διάφοροι αριθμοί που αντιστοιχούν σε διάφορες εκτελέσεις. Αν επιλέξουμε την τρέχων εκτέλεση τότε ο κανόνας αυτός ταξινόμησης δεν έχει επίδραση.
- **Mean value**- Ταξινομούνται αριθμητικά με βάση την μέση τιμή (από την μεγαλύτερη στην μικρότερη) όταν συλλέγονται αριθμητικά στατιστικά δεδομένα.
- **Undefined**- Δεν εκτελείται ταξινόμηση.

3. **Output type**- Το τρίτο τμήμα ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται οι πληροφορίες στην αναφορά. Δηλαδή, ορίζει την μορφή με την οποία εμφανίζονται τα αποτελέσματα. Υπάρχουν επτά επιλογές και αυτές είναι:

- **Pie chart** (Διάγραμμα πίτας)
- **Histogram** (Ιστόγραμμα)
- **X-Y chart** (X-Y διάγραμμα)
- **Text** (Κείμενο)
- **Text to file** (Κείμενο σε αρχείο)
- **Print text** (Εκτύπωση κειμένου)

Οι τέσσερες πρώτες επιλογές εμφανίζουν γραφικές αναφορές στην οθόνη. Η αναφορά κειμένου μπορεί να φανεί στην οθόνη, να σταλεί σε ένα αρχείο ή να εκτυπωθεί.

Η αναφορά διαγράμματος 'πίτας' δείχνει το ποσοστό του χρόνου που ένα μέσο περνά σε διάφορες καταστάσεις. Εμφανίζεται διάγραμμα 'πίτας' για κάποιο **χαρακτηριστικό**, εάν έχουν συλλεγεί τα αντίστοιχα δεδομένα.

Το ιστόγραμμα αποτελείται από ένα ορισμένο αριθμό ράβδων. Ο Χ άξονας της γραφικής παράστασης δείχνει το πεδίο τιμών και ο Υ άξονας δείχνει το ποσοστό των δειγμάτων που πέφτει σε κάθε πεδίο τιμών. Για να εμφανισθεί ιστόγραμμα για κάποιο **χαρακτηριστικό** θα πρέπει να έχουν συλλεγεί δεδομένα ιστογράμματος.

Για να εμφανισθεί Χ-Υ διάγραμμα θα πρέπει να έχουν συλλεγεί δεδομένα δραστηριοτήτων. Ο Χ άξονας είναι ο προσομοιωτικός χρόνος και ο Υ άξονας η τιμή του **χαρακτηριστικού**.

Μία αναφορά ραβδογράμματος παρουσιάζει την μέση τιμή των **χαρακτηριστικών**. Για να εμφανισθεί ραβδόγραμμα για ένα χαρακτηριστικό θα πρέπει να έχουν συλλεγεί, για αυτό, αριθμητικά στατιστικά δεδομένα. Ραβδογράμματα μπορούν να δημιουργηθούν και για **χαρακτηριστικά** για τα οποία έχουν συλλεγεί στατιστικά δεδομένα καταμέτρησης.

Τέλος, σε μια αναφορά κειμένου εμφανίζονται όλα τα στατιστικά που συνδέονται με τους κανόνες επιλογής. Σε αυτή την αναφορά εμφανίζονται αριθμητικά στατιστικά δεδομένα και στατιστικά δεδομένα καταμέτρησης, ιστογράμματος, 'πίτας' και δραστηριοτήτων.

5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

5.1 Γενικά

Το σύστημα βιομηχανικής παραγωγής που μελετάται υπάρχει σε μια συγκεκριμένη βιομηχανία, το όνομα της οποίας είναι ΕΛΕΜ. Τα στοιχεία για το συγκεκριμένο σύστημα έχουν παρθεί από μία διπλωματική εργασία, στην οποία μελετήθηκε η οργάνωση της εργασίας στην συγκεκριμένη βιομηχανική εγκατάσταση.

Από αυτή την εργασία αντλούμε στοιχεία για τον μηχανολογικό εξοπλισμό, για τα παραγόμενα προϊόντα καθώς και για την παραγωγική διαδικασία. Να αναφερθεί ότι, το σύστημα που μελετάται δεν μπορεί να είναι ακριβώς όμοιο με εκείνο που υπάρχει στην βιομηχανία ΕΛΕΜ επειδή δεν υπάρχουν κατάλληλες πληροφορίες. Γίνονται κάποιες διαφοροποιήσεις ως προς τον αριθμό των σταθμών συναρμολόγησης και των ουρών αναμονής. Επίσης μελετούμε την παραγωγή δύο προϊόντων, ενώ η βιομηχανική εγκατάσταση παράγει πέντε.

5.2 Σταθμοί εργασίας

Στην βιομηχανική εγκατάσταση υπάρχει ένας αριθμός εργαλειομηχανών και ένας αριθμός ιδιοκατασκευών που εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες. Η κάθε εργαλειομηχανή και ιδιοκατασκευή αποτελεί ένα σταθμό εργασίας. Στον *πίνακα 5.1* παρουσιάζεται όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός που έχει στην διάθεσή της η βιομηχανική μονάδα. Δίπλα από κάθε εργαλειομηχανή ή ιδιοκατασκευή υπάρχει και η κωδικοποιημένη ονομασία του αντίστοιχου σταθμού.

Πίνακας 5.1

Σταθμοί εργασίας	Τύπος μηχανής
station 1	Ψαλίδι κοπής λαμαρίνας
station 2	Πριόνι ηλεκτρικό παλινδρομικό
station 3	Πρέσσα κρουστική 20t μεγάλη
station 4	Πρέσσα κρουστική μικρή (Ζουμποψάλιδο)
station 5	Δισκοπρίονο (κόβονται προφίλ αλουμινίου)
station 6	Δισκοπρίονο (κόβονται σίδερα για μίξερ)
station 7	Τόρνος μεγάλος
station 8	Τόρνος μικρός
station 9	Δράπανο τύπου FG2
station 10	Δράπανο τύπου Φ1
station 11	Δράπανο κολονάτο 32mm
station 12	Φούρνος πετρελαίου
station 13	Κοπή με πλάσμα
station 14	Κύλινδροι λαμαρίνας μεγάλοι
station 15	Κύλινδροι λαμαρίνας μικροί
station 16	Ιδιοκατασκευή (για κεντράρισμα του άξονα του μίξερ με το μοτέρ του)
station 17	Ηλεκτροκόλληση με σύρμα αλουμινίου
station 18	Ηλεκτροκόλληση με αργόν
station 19	Στράντζα
station 20	Ιδιοκατασκευή (για την συγκόλληση του ανοξείδωτου κυπέλλου του μίξερ φραπέ)
station 21	Χειροκίνητη πρέσσα (γίνονται τα βαθουλώματα στο ποτήρι του μίξερ φραπέ)
station 22	Τριβείο ηλεκτρικό κάθετο
station 23	Τριβείο ηλεκτρικό οριζόντιο
station 24	Αμμοβολή
station 25	Ιδιοκατασκευή (πρέσσα για αξονάκια του μίξερ φραπέ)
station 26	Ηλεκτρικοί τροχοί χειρός (σβουράκια)
station 27	Καμπίνα ηλεκτροστατικής βαφής

Εκτός από τους παραπάνω σταθμούς, που αντιπροσωπεύουν κάποια εργαλειομηχανή ή κάποια ιδιοκατασκευή, υπάρχουν και πέντε επιπλέον σταθμοί εργασίας που φαίνονται στον *πίνακα 5.2*.

Πίνακας 5.2

Σταθμοί εργασίας	Μορφή σταθμού εργασίας
station 28	Σταθμός στον οποίο γίνονται διάφορες μικροεργασίες.
station1 syn	Σταθμός υποσυναρμολόγησης των εξαρτημάτων του μίξερ φραπέ.
station2 syn	Σταθμός υποσυναρμολόγησης των εξαρτημάτων της μηχανής αποφλοιώσεως.
SYNARM	Σταθμός συναρμολόγησης των εξαρτημάτων του μίξερ φραπέ.
SYNARM1	Σταθμός συναρμολόγησης των εξαρτημάτων της μηχανής αποφλοιώσεως.

Να αναφέρουμε ότι μερικές από τις εργασίες που γίνονται στον station 28 είναι:

- Στοκάρισμα
- Γυάλισμα με γυαλόχαρτο
- Δημιουργία σπειρωμάτων με δράπανο αέρος χειρός
- Διάνοιξη οπών με μπλακεντέκερ
- Δημιουργία σπειρωμάτων με κολασούζο χειρός
- Ξύσιμο με λίμα
- Κοπή με πριόνι χειρός
- Κόλληση με κόλλα
- Τοποθέτηση μονωτικών στα καλώδια
- Τοποθέτηση γράσου με το γρασαδόρο.

5.3 Προϊόντα

Τα παραγόμενα προϊόντα είναι δύο, το μίξερ φραπέ και η μηχανή αποφλοιώσεως. Για να δημιουργηθεί το κάθε ένα από αυτά απαιτείται η συναρμολόγηση ενός αριθμού εξαρτημάτων, αφού επεξεργαστούν κατάλληλα. Στους πίνακες 5.3 και 5.4 παρουσιάζονται τα εξαρτήματα του μίξερ φραπέ και της μηχανής αποφλοιώσεως αντίστοιχα. Δίπλα από κάθε εξάρτημα υπάρχει και η κωδικοποιημένη ονομασία του.

Η κωδικοποιημένη ονομασία αποτελείται από δύο μέρη μεταξύ των οποίων υπάρχει μία παύλα. Το πρώτο μέρος είναι 1 για το μίξερ φραπέ και 2 για την μηχανή αποφλοιώσεως. Το δεύτερο μέρος είναι ο αντίστοιχος αύξοντας αριθμός του κάθε εξαρτήματος.

Πίνακας 5.3

ΜΙΞΕΡ ΦΡΑΠΕ		
α/α	εξαρτήματα	κωδικοποιημένη ονομασία
1	Βάση από χυτοσίδηρο για την καλή στήριξη τους.	1-1
2	Κορμός από προφίλ αλουμινίου.	1-2
3	Εμπρόσθια όψη από ανοξείδωτη λαμαρίνα.	1-3
4	2 πλαστικά , έρχονται από το εμπόριο και βιδώνονται στην εμπρόσθια όψη.	1-4
5	Πάτος κυπέλλου από ανοξείδωτο χάλυβα.	1-5
6	Κύπελλο από ανοξείδωτο χάλυβα.	1-6
7	Πάνω μέρος κεφαλής από χυτό αλουμίνιο.	1-7
8	Κάτω μέρος κεφαλής από χυτό αλουμίνιο.	1-8
9	Ροδέλα Α , είναι λαστιχένια και τοποθετείται πάνω στην κεφαλή του μίξερ.	1-9
10	Ροδέλα Β , είναι λαστιχένια και τοποθετείται μέσα στην κεφαλή του μίξερ.	1-10
11	Ηλεκτροκινητήρας .	1-11
12	Αξονάκι ανοξείδωτο.	1-12
13	Ντίζα δεσίματος .	1-13

14	Διακοσμητικό ανοξείδωτο, πάνω στο οποίο κάθεται ο ηλεκτροκινητήρας.	1-14
15	Πιατάκι ανοξείδωτο.	1-15
16	Λαμάκι στήριξης, ανοξείδωτο.	1-16
17	Διακόπτης ON-OFF	1-17
18	4 'παπουτσάκια' που είναι λαστιχένια και τοποθετούνται πάνω στην βάση.	1-18
19	Διπλή φτερωτή.	1-19
20	Λαμαρινάκι, το οποίο κρατεί το καλώδιο.	1-20
21	Καλώδιο παροχής ρεύματος.	1-21

Πίνακας 5.4

ΜΗΧΑΝΗ ΑΠΟΦΛΟΙΩΣΕΩΣ		
α/α	εξαρτήματα	κωδικοποιημένη ονομασία
1	Βάση από χυτό αλουμίνιο.	2-1
2	Άνω μέρος κάδου από χυτό αλουμίνιο.	2-2
3	Κάτω μέρος κάδου από χυτό αλουμίνιο.	2-3
4	Κουτάκι συνδεσμολογίας από ανοξείδωτο χάλυβα.	2-4
5	Καλώδιο παροχής ρεύματος.	2-5
6	Πόρτα από χυτό αλουμίνιο.	2-6
7	Κλείστρο πόρτας από χυτό αλουμίνιο.	2-7
8	Πλαίσιο πόρτας από χυτό αλουμίνιο.	2-8
9	Αποχέτευση.	2-9
10	2 Μεντεσέδες.	2-10
11	Καπάκι με άνοιγμα, από χυτό αλουμίνιο.	2-11
12	Καπάκι χωρίς άνοιγμα, από χυτό αλουμίνιο.	2-12
13	Διακόπτης λειτουργίας.	2-13
14	Φτερωτή η οποία κομπλάρει στον άξονα και είναι από χυτό αλουμίνιο.	2-14
15	Κουζινέτο.	2-15

16	Άξονας ο οποίος τοποθετείται στο κουζινέτο.	2-16
17	Κόντρα παξιμάδι.	2-17
18	Μεγάλη τροχαλία που προσαρμόζεται στον άξονα.	2-18
19	Ιμάντας.	2-19
20	Μοτέρ τρίτου τύπου, φλαντζωτό.	2-20
21	Μικρή τροχαλία που προσαρμόζεται στο μοτέρ.	2-21
22	Καπάκι μοτέρ που προστατεύει το μοτέρ από το νερό.	2-22
23	Ρακόρ.	2-23
24	4 Πόδια	2-24

Να σημειωθεί ότι για την διαμόρφωση του 2-22 χρησιμοποιούνται τα εξαρτήματα 2-22Α και 2-22Β που αντιστοιχούν στο πλαϊνό και στο άνω μέρος του 2-22.

Εκτός από τα παραπάνω εξαρτήματα χρησιμοποιούνται και κάποια μικροαντικείμενα, που είναι απαραίτητα για την τελική διαμόρφωση του προϊόντος. Τα μικροαντικείμενα αυτά καθώς και οι κωδικοποιημένες ονομασίες τους παρουσιάζονται στον *πίνακα 5.5*.

Πίνακας 5.5

Κωδικοποιημένη ονομασία	Μικροαντικείμενα
S1.1	Μπρούτζινη βέργα
S1.2	Λαμαρίνα
S1.3	Σύρμα
S2.1	Λαμάκι Α
S2.2	Μπαλίτσα
S2.3	Σμύριδα Α
S2.4	Ντίζα
S2.5	Σιδερόβεργα
S2.6	Άλεν
S2.7	Λαμάκι Β
S2.8	Σήτα

S2.9	Πιρτσίνια
S2.01	Σμύριδα Β

Να αναφερθεί ότι, τα τρία πρώτα S1.1, S1.2 και S1.3 χρησιμοποιούνται για την διαμόρφωση του μίξερ φραπέ ενώ τα υπόλοιπα για την διαμόρφωση της μηχανής αποφλοιώσεως.

5.4 Ουρές αναμονής

Οι ουρές αναμονής είναι αποθηκευτικός χώρος για τα προϊόντα. Συγκεκριμένα στοιχεία για τις ουρές αναμονής δεν έχουμε για αυτό τον λόγο ορίζουμε ουρές κατά την κρίση μας έτσι ώστε σε κάθε ουρά να υπάρχουν προϊόντα, τα οποία περιμένουν την ίδια μορφή εργασίας.

Ορίζουμε μια σειρά ουρών, στις οποίες αποθηκεύονται τα εξαρτήματα όταν μπαίνουν στο σύστημα. Η κωδικοποιημένη τους ονομασία αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι το γράμμα Α και το δεύτερο η κωδικοποιημένη ονομασία του αντίστοιχου εξαρτήματος. Για παράδειγμα, το Α1-11 αντιπροσωπεύει την ουρά που μπαίνει το εξάρτημα 11 του μίξερ φραπέ όταν αυτό μπαίνει στο σύστημα. Το Α2-11 αντιπροσωπεύει την ουρά που μπαίνει το εξάρτημα 11 της μηχανής αποφλοιώσεως.

Στην συνέχεια, ορίζουμε μια σειρά ουρών, στις οποίες αποθηκεύονται τα επεξεργασμένα εξαρτήματα ή τα υποσυναρμολογημένα προϊόντα όπου περιμένουν την τελική συναρμολόγηση. Η κωδικοποιημένη ονομασία τους αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι το γράμμα Ε και το δεύτερο η κωδικοποιημένη ονομασία του αντίστοιχου εξαρτήματος. Σε περίπτωση που έχει γίνει υποσυναρμολόγηση δύο εξαρτημάτων, στο τμήμα του αύξοντα αριθμού της κωδικοποιημένης ονομασίας του εξαρτήματος γράφονται δύο αριθμοί, που αντιστοιχούν στους αύξοντες αριθμούς των εξαρτημάτων που υποσυναρμολογούνται. Για παράδειγμα, το Ε2-10 αντιπροσωπεύει την ουρά που το εξάρτημα 2-10 περιμένει την τελική συναρμολόγηση. Το Ε1-3.4 αντιπροσωπεύει την ουρά που το υποσυναρμολογημένο προϊόν 1-3.4 περιμένει την τελική συναρμολόγηση. Το 1-3.4 έχει παραχθεί από την υποσυναρμολόγηση των εξαρτημάτων 1-3 και 1-4. Επίσης, να αναφερθεί ότι στις ουρές QYS1, QYS2, QYS3, QYS4 και QYS5 τοποθετούνται κάποια υποσυναρμολογημένα προϊόντα, τα οποία παράγονται με την υποσυναρμολόγηση κάποιων επεξεργασμένων εξαρτημάτων.

Σε κάθε υποσυναρμολόγηση δύο ή περισσότερων προϊόντων αντιστοιχούν και δύο ή περισσότερες ουρές αντίστοιχα. Δηλαδή, τα προϊόντα πριν υποσυναρμολογηθούν βρίσκονται σε αντίστοιχες ουρές. Το ίδιο ισχύει και για υποσυναρμολόγηση εξαρτήματος και μικροαντικειμένου. Η κωδικοποιημένη ονομασία είναι της μορφής q1 synA για το μίξερ φραπέ και q2 synA για την μηχανή αποφλοιώσεως. Το A είναι το δεύτερο μέρος της κωδικοποιημένης ονομασίας του αντίστοιχου εξαρτήματος ή ολόκληρη η κωδικοποιημένη ονομασία των μικροαντικειμένων. Για παράδειγμα, στις ουρές q1 synS1.2, q1 synS1.3 q1 και syn13 περιμένουν τα μικροαντικείμενα S1.2, S1.3 και το εξάρτημα 1-13 αντίστοιχα για υποσυναρμολόγηση. Κατά την τελική συναρμολόγηση, κάθε φορά που ένα εξάρτημα προστίθεται στο προϊόν, αυτό αλλάζει ουρά. Έτσι, οι ουρές QS1 μέχρι και QS5 χρησιμοποιούνται για την τελική συναρμολόγηση του μίξερ φραπέ. Ενώ οι ουρές QSS1 μέχρι και QSS22 χρησιμοποιούνται για την τελική συναρμολόγηση της μηχανής αποφλοιώσεως.

Επίσης, μπροστά από κάθε σταθμό εργασίας υπάρχει μία ουρά αναμονής, στην οποία τα προϊόντα περιμένουν να επεξεργαστούν. Η κωδικοποιημένη τους ονομασία αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι η λέξη queue και το δεύτερο είναι ο αριθμός του αντίστοιχου σταθμού εργασίας. Για παράδειγμα, queue 14 είναι η ουρά που βρίσκεται μπροστά από τον station 14.

Τέλος, υπάρχουν οι ουρές Q PART1 και Q PART2 όπου τοποθετούνται τα τελικά προϊόντα, δηλαδή, τα μίξερ φραπέ και οι μηχανές αποφλοιώσεως αντίστοιχα.

5.5 Διαδρομή προϊόντων

Τα εξαρτήματα του κάθε προϊόντος μπαίνουν στο σύστημα με κάποιο συγκεκριμένο ρυθμό αφίξεως, όπου είναι ο ίδιος για όλα τα εξαρτήματα. Στην συνέχεια, το κάθε ένα από αυτά, περιμένει να επεξεργαστεί στους διάφορους σταθμούς εργασίας.

Αφού επεξεργαστούν, υποσυναρμολογηθούν μεταξύ τους ή με μικροαντικείμενα, περιμένουν την τελική τους συναρμολόγηση. Κατά την τελική συναρμολόγηση τοποθετούνται πάνω στα βασικά εξαρτήματα, τα οποία είναι το 1-1 για το μίξερ φραπέ και το 2-1 για την μηχανή αποφλοιώσεως, όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Μετά την τελική συναρμολόγηση παράγονται τα δύο τελικά προϊόντα.

Περισσότερα για την διαδρομή των προϊόντων αναφέρονται στην παράγραφο στην οποία ορίζονται οι λίστες εντολών και στο παράρτημα Ι.

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ SIMFACTORY ΚΑΙ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Εφαρμογή του συστήματος στο SIMFACTORY

6.1.1 Γενικά

Για να μοντελοποιηθεί το σύστημα με το **SIMFACTORY** πρέπει να δημιουργήσουμε, σε αυτό, όλα τα στοιχεία του συστήματος, να τα ονομάσουμε και να ορίσουμε κάποιες παραμέτρους για αυτά. Στην συνέχεια, τα στοιχεία αυτά αντιμετωπίζονται σαν μέσα. Όταν λέμε στοιχεία ή μέσα εννοούμε, βασικά, τους σταθμούς εργασίας, τις ουρές αναμονής και τα προϊόντα. Τα ονόματα που δίνουμε στα παραπάνω στοιχεία είναι τα ίδια με τις κωδικοποιημένες ονομασίες τους, που έχουν ορισθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αφού πραγματοποιηθούν όλα τα παραπάνω, διαμορφώνεται το μοντέλο του συστήματος, πάνω στο οποίο θα γίνουν διάφορα πειράματα. Το φυσικό σχέδιο του μοντέλου φαίνεται στην *εικόνα 6.1*.

Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιούνται όλα τα παραπάνω αναφέρεται στο κεφάλαιο περιγραφής του **SIMFACTORY**. Οι συγκεκριμένες παράμετροι που ορίζονται για αυτά τα μέσα αναφέρονται παρακάτω.

6.1.2 Ορισμός σταθμών εργασίας και ουρών αναμονής

Την χωρητικότητα των σταθμών εργασίας την ορίζουμε ίση με ένα. Δηλαδή, οι σταθμοί εργασίας μπορούν να δεχθούν μόνο ένα προϊόν για επεξεργασία κάθε φορά. Αυτό δεν ισχύει για τους σταθμούς που αντιπροσωπεύουν τον φούρνο πετρελαίου και τον σταθμό στον οποίο γίνονται διάφορες μικροεργασίες, των οποίων η χωρητικότητά τους είναι ίση με πέντε.

Στην συνέχεια πρέπει να ορίσουμε τον τρόπο με τον οποίο οι σταθμοί επιλέγουν το προϊόν που θα επεξεργαστούν. Υπάρχουν διάφορες δυνατότητες αλλά εμείς επιλέγουμε ο σταθμός να παίρνει εκείνο το προϊόν που τον ζητά πρώτο. Δηλαδή, αφήνουμε να εφαρμοστεί η μέθοδος **FIFO(First in first out)**.

Την χωρητικότητα των ουρών αναμονής την ορίζουμε ίση με 40. Δηλαδή, σε μια ουρά αναμονής είναι δυνατόν να υπάρχουν μέχρι και 40 προϊόντα.

Τέλος, μπορούμε να διαμορφώσουμε την μορφή της εικόνας που εμφανίζει ο σταθμός εργασίας και η ουρά αναμονής κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης. Επιλέγουμε να αλλάζουν χρώμα όταν και η κατάστασή τους αλλάζει και να εμφανίζεται η αναλογία των προϊόντων που υπάρχουν σε αυτά προς τα προϊόντα που έχουν ήδη περάσει.

6.1.3 Ορισμός προϊόντων

6.1.3.1 Παράμετροι

Στο προϊόν δίνουμε την ιδιότητα να βγαίνει από το σύστημα όταν κάποιος άλλο που το κατέχει κάνει το ίδιο. Αυτό εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που γίνονται συναρμολογήσεις. Επίσης υπάρχει περίπτωση κάποιο προϊόν να έχει την ιδιότητα να είναι πάντα διαθέσιμο να εκτελεί ζητήσεις.

Επίσης, κάθε προϊόν που κινείται μέσα στο μοντέλο κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης, είναι ορατό και αλλάζει χρώμα όταν αλλάζει και η κατάστασή του.

Το προϊόν μπαίνει στο σύστημα σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο ρυθμό άφιξης. Στην συνέχεια εκτελεί μία διαδρομή, η οποία ορίζεται μέσω της λίστας εντολών του. Ο ορισμός της άφιξης των προϊόντων και της λίστας εντολών τους γίνεται παρακάτω.

6.1.3.2 Ορισμός άφιξης προϊόντων

Η άφιξη μπορεί να είναι επαναλαμβανόμενη ή απλή, δηλαδή να επαναλαμβάνεται συνεχώς ή να συμβαίνει μόνο μία φορά. Η άφιξη, η ίδια, είναι ένα μέσο και έχει λίστα εντολών. Επίσης, έχει μία συγκεκριμένη ιδιότητα βάση της οποίας μπορεί να δημιουργεί άλλα μέσα, όπως προϊόντα, χρησιμοποιώντας μία εντολή **release**.

Ορίζουμε δύο επαναλαμβανόμενες αφίξεις. Η μία δημιουργεί τα εξαρτήματα του μίξερ φραπέ και η άλλη δημιουργεί τα εξαρτήματα της μηχανής αποφλοιώσεως. Την

άφιξη που δημιουργεί τα εξαρτήματα του μίξερ φραπέ την ονομάζουμε arr-1 ενώ την άφιξη που δημιουργεί τα εξαρτήματα της μηχανής αποφλοιώσεως arr-2. Για τα μικροαντικείμενα ορίζουμε ότι είναι πάντα διαθέσιμα.

Σε μία λίστα εντολών , δεν ορίζουμε μόνο τα προϊόντα που δημιουργούνται αλλά και τον χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών δημιουργιών του προϊόντος. Παρακάτω αναφέρονται οι λίστες εντολών των αφίξεων arr-1 και arr-2. Σε αυτές τις λίστες εντολών δεν αναφέρεται συγκεκριμένος χρόνος αλλά αυτός απλά συμβολίζεται με X. Αυτό γίνεται επειδή η προσομοίωση εκτελείται για διάφορους χρόνους, για δημιουργία διαφόρων σεναρίων.

arr-1

```
do
  release 1-1
  release 1-2
  release 1-3
  release 1-5
  release 1-6
  release 1-7
  release 1-8
  release 1-9
  release 1-10
  release 1-11
  release 1-12
  release 1-13
  release 1-14
  release 1-15
  release 1-16
  release 1-17
  work X
loop forever
```

arr-2

```
do
  release 2-1
  release 2-2
  release 2-3
  release 2-4
  release 2-6
```

```
release 2-7  
release 2-8  
release 2-9  
release 2-10  
release 2-11  
release 2-12  
release 2-14  
release 2-15  
release 2-16  
release 2-17  
release 2-18  
release 2-20A  
release 2-21  
release 2-22  
release 2-22A  
release 2-22B  
release 2-23  
release 2-24  
work X  
loop forever
```

Τα εξαρτήματα 1-4, 1-17, 1-18, 1-19, 1-21 του μίξερ φραπέ και τα 2-5, 2-13, 2-19 της μηχανής αποφλοιώσεως δεν αναφέρονται στις αντίστοιχες λίστες εντολών επειδή έχουν ορισθεί να είναι πάντα διαθέσιμα.

6.1.3.3 Ορισμός λίστας εντολών

Για να δημιουργηθεί μία λίστα εντολών πρέπει να είναι γνωστή η παραγωγική διαδικασία. Αυτή την δανειζόμαστε από την διπλωματική εργασία μελέτης της οργάνωσης της εργασίας της βιομηχανικής εγκατάστασης ΕΛΕΜ. Στην συνέχεια με την βοήθεια των εντολών που έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο περιγραφής του SIMFACTORY της παρούσας διπλωματικής εργασίας διαμορφώνονται οι λίστες εντολών των προϊόντων.

Για να γίνει καλύτερα κατανοητός ο τρόπος δημιουργίας μιας λίστας εντολών αναφέρουμε την λίστα εντολών του εξαρτήματος 1-12 το οποίο συναρμολογείται με το μικροαντικείμενο S1.1, το οποίο έχει και αυτό λίστα εντολών.

S1.1

request queue 2
request station 2
work exp.(0.75,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(2.75,2)
request q1 synS1.1

1-12

request A 1-12
request station 5
work exp.(1.50,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(2.75,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(0.749,2)
request q1 syn12
request S1.1
request queue1 syn
request station1 syn
work exp.(0.666,2)
request q1 syn12
request S1.1
request queue1 syn
request station1 syn
work exp.(0.666,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(5.0,2)
request E 1-12

Το μικροαντικείμενο, S1.1, αφού επεξεργαστεί στους σταθμούς εργασίας station 2 και station 7 αποθηκεύεται στην ουρά αναμονής q1 synS1.1 Το εξάρτημα 1-12 αφού επεξεργαστεί στους σταθμούς station 5, station 7 και station 28 αποθηκεύεται στην ουρά q1 syn12. Τότε το 1-12 ζητά το μικροαντικείμενο S1.1 και αν υπάρχει στην q1

synS1.1 γίνεται η υποσυναρμολόγηση. Στην συνέχεια ζητά ένα ακόμη S1.1 και αν υπάρχει στην q1 synS1.1 γίνεται πάλι η υποσυναρμολόγηση. Τέλος επεξεργάζεται στον station 7 και στην συνέχεια αποθηκεύεται στην E1-12 περιμένοντας την τελική συναρμολόγηση.

Επίσης περιγράφουμε την λίστα εντολών του εξαρτήματος 1-1. Να αναφέρουμε ότι όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα ή υποσυναρμολογημένα προϊόντα προστίθενται σε αυτό για την δημιουργία του τελικού προϊόντος.

1-1

Request A 1-1

request station 26

work exp.(6.0,2)

request queue 11

request station 11

work exp.(2.6,2)

request queue 28

request station 28

work exp.(1.6,2)

request queue 26

request station 26

work exp.(2.7,2)

request queue 27

request station 27

work exp.(1.3,2)

request queue 12

request station 12

work exp.(60.3,2)

request E 1-1

request 1-18

request QSYNARM

request SYNARM

work exp.(1.50,2)

request Q S1

request (1-3 AND 1-8 AND 1-13 AND 1-20 AND 1-21)

request Q SYNARM

request SYNARM

work exp.(6.750,2)

request Q S2

request (1-10 AND 1-14 AND 1-16)

request Q SYNARM

```
request SYNARM
work exp.(1.50,2)
request Q S3
request 1-11
request Q SYNARM
request SYNARM
work exp.(1.50,2)
request Q S4
request 1-7
request Q SYNARM
request SYNARM
work exp.(1.50,2)
request Q S5
request (1-15 AND 1-6)
request Q SYNARM
request SYNARM
work exp.(0.750,2)
request Q PART1
request exit
```

Περιληπτικά να αναφέρουμε ότι:

- όταν το εξάρτημα ζητά μία ουρά, ζητά να αποθηκευτεί σε αυτήν έως ότου μπορέσει να ικανοποιηθεί η επόμενη ζήτησή του.
- όταν το εξάρτημα ζητά ένα σταθμό, ζητά να επεξεργαστεί σε αυτόν. Σε αυτήν την περίπτωση, ακολουθεί πάντα μία εντολή work στην οποία δίνεται ο χρόνος επεξεργασίας. Να αναφέρουμε ότι οι χρόνοι επεξεργασίας ακολουθούν την εκθετική κατανομή και ορίζουμε τη μέση τιμή τους με βάση τα στοιχεία της διπλωματικής εργασίας μελέτης της οργάνωσης εργασίας της βιομηχανικής εγκατάστασης ΕΛΕΜ.
- όταν το εξάρτημα ζητά ένα προϊόν, ζητά να συναρμολογηθεί με αυτό.

6.1.4 Παράμετροι μοντέλου

Πριν την έναρξη της εκτέλεσης της προσομοίωσης ορίζουμε κάποιες παραμέτρους του μοντέλου. Στο σημείο ελέγχου της προσομοίωσης καθορίζουμε:

- Το μήκος του χρόνου που το μοντέλο δεν συλλέγει στατιστικά δεδομένα ίσο με 200 minutes.

- Το μήκος του χρόνου που το μοντέλο συλλέγει στατιστικά δεδομένα ίσο με 90000 minutes.
- Τον αριθμό των αποκρίσεων ίσο με 5.

Στο σημείο ελέγχου της αναφοράς επιλέγουμε σαν μονάδα μέτρησης του χρόνου τα λεπτά (minutes) και διάστημα εμπιστοσύνης ίσο με 95%. Επίσης, επιλέγουμε το makespan να αρχίζει να μετράτε από την στιγμή που ικανοποιείται η πρώτη ζήτηση. Το πλαίσιο ελέγχου ευαίσθητης ανάλυσης του μοντέλου είναι απενεργοποιημένο.

Τέλος, αν επιλέξουμε το Animation On του μενού control, στην οθόνη θα εμφανίζονται:

- Οι κινήσεις των μέσων.
- Οι αλλαγές των χρωμάτων των μέσων.
- Το ρολόι προσομοίωσης.
- Οι αναλογίες των προϊόντων που χρησιμοποιούν το μέσο προς τα προϊόντα που έχουν ελευθερωθεί από αυτό.

Όμως εμείς συνήθως επιλέγουμε Animation off για να εκτελεστεί η προσομοίωση σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

6.2 Αποτελέσματα

6.2.1 Μορφές αναφορών

6.2.1.1 Γενικά

Το είδος των πληροφοριών που περιλαμβάνονται σε μία αναφορά, ο τρόπος ταξινόμησής τους και ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζονται ποικίλουν κατά προτίμηση.

Στην εργασία αυτή γίνονται διάφοροι συνδυασμοί των παραπάνω για να δοθεί μία ολοκληρωμένη άποψη της συμπεριφοράς του μοντέλου. Στην αναφορά κειμένου βρίσκονται οι λεπτομέρειες των αποτελεσμάτων καθώς εκεί αναφέρονται αριθμητικά όλα τα στατιστικά στοιχεία. Οι γραφικές αναφορές είναι καλές για μία διαισθητική άποψη των αποτελεσμάτων.

6.2.1.2 Γραφικές αναφορές

Διαγράμματα 'πίτας'

Τα διαγράμματα αυτά αποτελούνται από διάφορες φέτες διαφορετικού χρώματος. Το κάθε χρώμα αντιπροσωπεύει και μία κατάσταση. Δίπλα από κάθε φέτα υπάρχει και το ποσοστό του χρόνου που το μέσο περνά σε αυτή την κατάσταση. Για ένα σταθμό, το κίτρινο χρώμα σημαίνει ότι είναι αδρανής, το πράσινο ότι είναι απασχολημένος και το βυσσινί ότι ζητά κάποιο μέσο.

Έχουμε συλλέξει δεδομένα διαγραμμάτων 'πίτας' για το χαρακτηριστικό **state** κάποιων σταθμών εργασίας. Οι σταθμοί αυτοί είναι οι station 1 μέχρι και station 28 καθώς αυτοί αντιπροσωπεύουν κάποιες εργαλειομηχανές ή ιδιοκατασκευές. Τα διαγράμματα αυτά φαίνονται στο παράρτημα II.

Ιστογράμματα

Έχουμε συλλέξει δεδομένα ιστογραμμάτων για το χαρακτηριστικό **delay** κάποιων ουρών αναμονής. Οι ουρές αυτές είναι οι queue 1 μέχρι και queue 28 των αντίστοιχων σταθμών εργασίας.

Για τα ιστογράμματα αυτά έχουμε ορίσει τον αριθμό των ράβδων ίσο με δύο, εκτός βέβαια των ράβδων για τις υψηλότερες και τις χαμηλότερες τιμές. Η ελάχιστη τιμή που πέφτει μέσα στο ιστογράμμα είναι το μηδέν και η μέγιστη το δέκα. Δηλαδή, η πρώτη ράβδος παρουσιάζει το ποσοστό των δειγμάτων που έχουν delay από μηδέν μέχρι και πέντε λεπτά ενώ η δεύτερη το ποσοστό των δειγμάτων που έχουν delay από πέντε μέχρι και δέκα λεπτά. Τα ιστογράμματα αυτά φαίνονται στο παράρτημα II.

Ραβδογράμματα

Η αναφορά ραβδογραμμάτων παρουσιάζει γραφικά τις μέσες τιμές διάφορων χαρακτηριστικών. Δημιουργούμε δύο ραβδογράμματα. Στο ένα εμφανίζονται οι μέσες τιμές των No. Created και No.to exit για το μίξερ φραπέ και στο άλλο οι μέσες τιμές των No. Created και No.to exit για την μηχανή αποφλοιώσεως. Τα ραβδογράμματα αυτά φαίνονται στο παράρτημα II.

6.2.1.3 Αναφορά κειμένου

Η αναφορά κειμένου έχει μία κεφαλίδα που αναφέρει τα περιεχόμενα της. Οι πρώτες γραμμές αναγνωρίζουν το μοντέλο και την ημερομηνία που έχει παραχθεί η αναφορά. Στην συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή της. Σε αυτή φαίνεται ότι έχουμε επιλέξει να υπάρχουν στην αναφορά όλοι οι τύποι των μέσων, όλα τα μέσα του

μοντέλου και όλα τα χαρακτηριστικά. Στο τέλος της κεφαλίδας υπάρχει ένας μέσος συντελεστής μεταβλητότητας. Ο συντελεστής αυτός δίνει μια πρόχειρη εκτίμηση της ποιότητας όλων των αποτελεσμάτων της αναφοράς και πρέπει να είναι ίσος με 20% ή λιγότερο. Στην συγκεκριμένη αναφορά φαίνεται ότι ο μέσος συντελεστής μεταβλητότητας είναι ίσος με 18%.

Το υπόλοιπο της αναφοράς κειμένου είναι μία λίστα όλων των στατιστικών που ταιριάζουν στους τέσσερις κανόνες επιλογής του τμήματος *selections* του *report browser*. Αναλυτικότερα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά **makespan**, **state**, **No.created** και **No.to exit** για όλα τα εξαρτήματα και όλα τα μικροαντικείμενα. Τα χαρακτηριστικά **delay** και **no released** για τις ουρές και τα χαρακτηριστικά **state** και **no released** για τους σταθμούς. Τα στατιστικά δεδομένα ταξινομούνται πρώτα με το όνομα του μέσου, που γράφεται άκρια αριστερά, και στην συνέχεια με το όνομα του χαρακτηριστικού.

Στην αναφορά κειμένου περιλαμβάνονται στατιστικά δεδομένα διαγραμμάτων 'πίτας', στατιστικά δεδομένα ιστογραμμάτων, στατιστικά δεδομένα καταμέτρησης και αριθμητικά στατιστικά δεδομένα. Τα δεδομένα σε κάθε περίπτωση εκθέτονται με διαφορετικό τρόπο. Να αναφέρουμε εδώ ότι έχουμε επιλέξει να συλλέγονται αριθμητικά στατιστικά δεδομένα για το χαρακτηριστικό **makespan**, στατιστικά δεδομένα ιστογράμματος και αριθμητικά στατιστικά δεδομένα για το **delay**, στατιστικά δεδομένα διαγράμματος 'πίτας' για το **state**, και στατιστικά δεδομένα καταμέτρησης για τα **no. Created**, **no. to exit** και **no released**.

Τα αριθμητικά στατιστικά εκθέτουν τα εξής:

- *Min*- Ελάχιστη παρατηρούμενη τιμή κατά την διάρκεια της προσομοίωσης
- *Mean*- Μέση τιμή
- *Std Dev*- Τυπική απόκλιση των δειγμάτων
- *Max*- Μέγιστη παρατηρούμενη τιμή κατά την διάρκεια της προσομοίωσης
- *Obs*- Αριθμός παρατηρήσεων που περιλαμβάνονται σε αυτήν την στατιστική
- *Lower CI*- Το κάτω σημείο του διαστήματος εμπιστοσύνης
- *Upper CI*- Το πάνω σημείο του διαστήματος εμπιστοσύνης

Ο τρόπος με τον οποίο εκθέτονται τα παραπάνω παρουσιάζεται στην *εικόνα 6.2*.

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-10	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			

Εικόνα 6.2

Σε αναφορές απόκρισης, η μέση τιμή είναι ο μέσος όρος των τιμών που είναι ορισμένες στο χαρακτηριστικό. Ο αριθμός των δειγμάτων φαίνεται στην στήλη Obs, η οποία είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων. Στην τελική αναφορά σύνοψης, η μέση τιμή είναι ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων της κάθε απόκρισης. Συνήθως, ο αριθμός των παρατηρήσεων στην τελική αναφορά σύνοψης είναι ίσος με τον αριθμό των αποκρίσεων. Συνεπώς, υπολογίζεται ο μέσος όρος των μέσων τιμών που βρίσκονται από κάθε απόκριση για να βρεθεί η μέση τιμή για την τελική σύνοψη.

Η τυπική απόκλιση είναι μία συνηθισμένη μέτρηση της μεταβλητότητας των δειγμάτων. Μία μεγάλη τυπική απόκλιση σημαίνει ότι τα δείγματα βρίσκονται σε ένα ευρύ πεδίο.

Το κάτω και άνω σημείο του διαστήματος εμπιστοσύνης είναι μία άλλη μέτρηση της ποιότητας των αποτελεσμάτων. Το ότι έχουμε ορίσει το διάστημα εμπιστοσύνης ίσο με 95% σημαίνει ότι είμαστε 95% σίγουροι ότι η αληθινή τιμή βρίσκεται μεταξύ του άνω και κάτω σημείου του διαστήματος εμπιστοσύνης. Συνήθως, η μέση τιμή βρίσκεται μεταξύ των δύο τιμών.

Τα στατιστικά καταμέτρησης εκθέτουν τα παρακάτω και ο τρόπος με τον οποίο εκθέτονται φαίνεται στην εικόνα 6.3.

- Count*- Μετρά το πόσες φορές έχει ορισθεί μία τιμή στο χαρακτηριστικό.
- Std Dev*- Δίνει την τυπική απόκλιση, η οποία είναι μηδέν στις αναφορές απόκρισης, καθώς υπάρχει μόνο ένα συνολικό άθροισμα για κάθε απόκριση. Η τυπική απόκλιση χρησιμοποιείται στην τελική σύνοψη για να δείξει την μεταβλητότητα στην καταμέτρηση από κάθε απόκριση.

		Count	Std Dev
1-10	no. to exi	145	6.943
		Count	Std Dev
1-10	no. create	150	0.

Εικόνα 6.3

Η έκθεση των στατιστικών των ιστογραμμάτων αποτελείται από τρεις στήλες. Στις δύο 'Greater than' και 'Up To and Including' αναφέρονται τα όρια της κάθε περιοχής. Ενώ στην τρίτη στήλη γράφεται το ποσοστό των συνολικών δειγμάτων που βρίσκεται σε κάθε περιοχή. Ο τρόπος με τον οποίο εκθέτονται τα παραπάνω φαίνεται στην *εικόνα 6.4*.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A1-13	delay	- Infinity	.03	2.67
		.03	1.23	70.80
		1.23	2.44	20.80
		2.44	3.65	3.73
		3.65	4.85	1.73
		4.85	Infinity	.27
		Number of Observations:		5

Εικόνα 6.4

Τέλος, η έκθεση των στατιστικών των διαγραμμάτων 'πίτας', που φαίνεται στην *εικόνα 6.5*, αποτελείται από τρεις στήλες. Στην πρώτη, state, ορίζεται η κατάσταση. Στην δεύτερη, percent, γράφεται το ποσοστό του χρόνου που το μέσο περνά στην αντίστοιχη κατάσταση και στην τρίτη δίνεται η τυπική απόκλιση. Στην τελική αναφορά σύνοψης το ποσοστό, στην δεύτερη στήλη, είναι η μέση τιμή του ποσοστού που παρατηρήθηκε σε κάθε απόκριση.

	State	Percent	Std Dev
station 12 state	request	0.	0.
	busy	56.830	.761
	idle	43.170	.761

Εικόνα 6.5

6.2.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Η εκτέλεση της προσομοίωσης έγινε για διάφορες αφίξεις των εξαρτημάτων. Τα αποτελέσματα κάθε φορά ήταν διαφορετικά. Με παρατήρηση των αποτελεσμάτων για διάφορους ρυθμούς αφίξεως έχουμε καταλήξει στην διαμόρφωση κάποιας άποψης για την συμπεριφορά του μοντέλου του συστήματος.

Καθώς μειώνεται ο ρυθμός αφίξεως, αυξάνεται ο αριθμός των παραγόμενων προϊόντων μέχρι ένα σημείο πέρα από το οποίο περαιτέρω μείωση του ρυθμού

αφίξεως συνεπάγεται και μείωση των παραγόμενων προϊόντων. Επίσης από ένα άλλο σημείο και μετά αφήνουν το σύστημα όσα προϊόντα μπαίνουν σε αυτό. Η συμπεριφορά αυτή παρουσιάζεται γραφικά για χρόνο προσομοίωσης ίσο με 90000 λεπτά. Η *Γρ. παράσταση 6.1* αναφέρεται στο μίξερ φραπέ και η *Γρ. παράσταση 6.2* στην μηχανή αποφλοιώσεως. Επίσης, στους *πίνακες 6.1* και *6.2* παρουσιάζεται ο αριθμός των βασικών εξαρτημάτων του μίξερ φραπέ και της μηχανής αποφλοιώσεως, αντίστοιχα, που μπαίνουν στο σύστημα και ο αριθμός των παραγόμενων προϊόντων. Η μεγαλύτερη παραγωγή προϊόντων παρατηρείται για ρυθμό άφιξης 1 προϊόν / 600 λεπτά. Οι γραφικές αναφορές και η αναφορά κειμένου, που βρίσκονται στα παραρτήματα II και III αντίστοιχα, είναι για αυτό τον ρυθμό άφιξης και για χρόνο προσομοίωσης ίσο με 90000 λεπτά.

Όταν αυξάνεται ο αριθμός των προϊόντων που αφήνουν το σύστημα, αυξάνεται και η απασχόληση στους σταθμούς εργασίας. Όμως παρατηρούμε ότι η απασχόληση στους σταθμούς εργασίας βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Με την μορφή που έχει το σύστημα παραγωγής που μελετάται δεν γίνεται διαφορετικά, όπως παρατηρείται με τις διάφορες εκτελέσεις της προσομοίωσης. Όταν έχουμε μικρούς ρυθμούς αφίξεως τα προϊόντα που απαιτούν επεξεργασία είναι λίγα άρα μικρή και η απασχόληση. Να σημειώσουμε επίσης ότι και οι χρόνοι επεξεργασίας στους περισσότερους σταθμούς είναι μικροί. Όταν έχουμε μεγάλους ρυθμούς αφίξεως δημιουργείται συνωστισμός στο μοντέλο του συστήματος και είναι λίγα πάλι τα προϊόντα που παράγονται.

Ο σημαντικότερος λόγος που δημιουργείται συνωστισμός είναι το ότι στους υπάρχοντες σταθμούς εργασίας δεν επεξεργάζονται μόνο δύο βασικά εξαρτήματα για την τελική τους διαμόρφωση. Υπάρχουν και διάφορα άλλα εξαρτήματα που επεξεργάζονται στους ίδιους σταθμούς και τα οποία συναρμολογούνται πάνω στο βασικό εξάρτημα για την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Όλα αυτά τα εξαρτήματα έχουν τον ίδιο ρυθμό αφίξεως. Επίσης σε μερικές περιπτώσεις τα προϊόντα ξαναπερνούν από τους ίδιους σταθμούς για περαιτέρω επεξεργασία.

Όσο μειώνεται ο ρυθμός αφίξεως τόσο μειώνεται και ο χρόνος αναμονής των προϊόντων στις ουρές αναμονής. Αυτό ισχύει περισσότερο για τις ουρές queue 1 μέχρι και queue 28, στις οποίες τα προϊόντα περιμένουν να επεξεργαστούν στους αντίστοιχους σταθμούς εργασίας.

Ο χρόνος αναμονής των προϊόντων στις ουρές στις οποίες τοποθετούνται μόλις μπουν στο σύστημα εξαρτάται από τον σταθμό που ζητούν τα αντίστοιχα προϊόντα.

Εάν ο σταθμός έχει μεγάλο επίπεδο απασχόλησης, μεγάλος θα είναι και ο χρόνος αναμονής των προϊόντων στις ουρές. Αυτό συμβαίνει για τις A2-11, A2-14, A2-16, A2-17, A2-18, A2-21 καθώς τα αντίστοιχα προϊόντα ζητούν το σταθμό που αντιπροσωπεύει τον μεγάλο τόρνο, που έχει μεγάλη απασχόληση.

Η πιθανή καθυστέρηση των προϊόντων στις ουρές στις οποίες περιμένουν για συναρμολόγηση οφείλεται στην πιθανή έλλειψη των άλλων εξαρτημάτων που απαιτούνται για την συναρμολόγηση.

Τα επίπεδα καθυστέρησης στις διάφορες ουρές αναμονής φαίνονται στην *εικόνα 6.6*. Όσες ουρές σημειώνονται:

- με πράσινο πλαίσιο έχουν μέσο χρόνο αναμονής από 0 μέχρι 10 λεπτά
- με μπλε πλαίσιο από 10 μέχρι 20 λεπτά
- με μοβ πλαίσιο από 20 μέχρι 100 λεπτά
- με κόκκινο πλαίσιο μεγαλύτερο από 100 λεπτά

Επίσης εκτελέσαμε την προσομοίωση για διπλάσιο χρόνο, δηλαδή για 180000 λεπτά. Πράγματι, παρατηρήσαμε ότι τα παραγόμενα προϊόντα είναι διπλάσια από εκείνα που παράγονται στον μισό χρόνο.

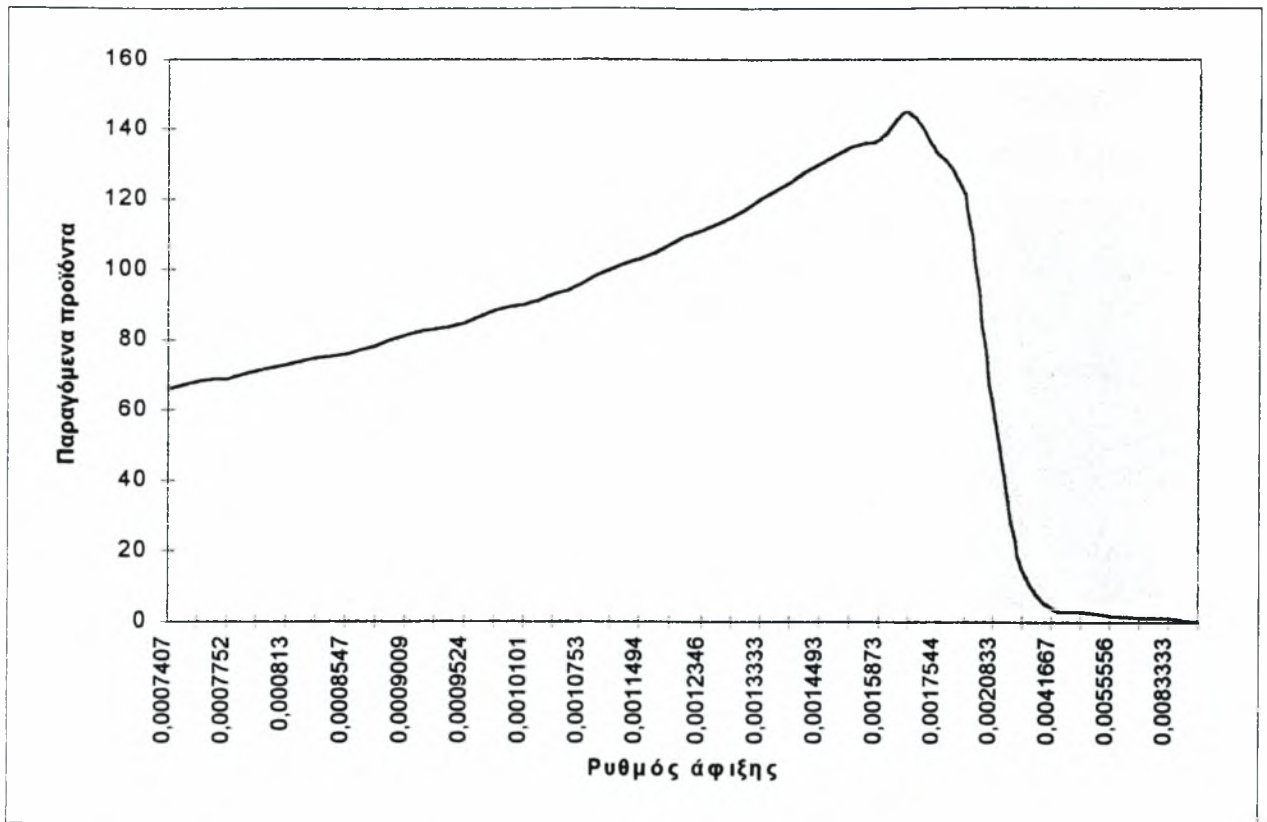
Να αναφέρουμε εδώ ότι εκτελέσαμε την προσομοίωση, εκτός των περιπτώσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω, και για άλλους πολλούς συνδυασμούς του ρυθμού αφίξεως και του χρόνου προσομοίωσης. Όταν είχαμε μεγάλους ρυθμούς αφίξεως και μεγάλο χρόνο προσομοίωσης παρατηρούνταν αδυναμία των υπολογιστών να τελειώσουν την προσομοίωση και να εκθέσουν τα στατιστικά δεδομένα. Τέλος, να σημειώσουμε ότι τυχόν ασάφειες στα στατιστικά δεδομένα των παραρτημάτων II και III οφείλονται σε κάποια προβλήματα που παρουσιάζει το συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Πίνακας 6.1

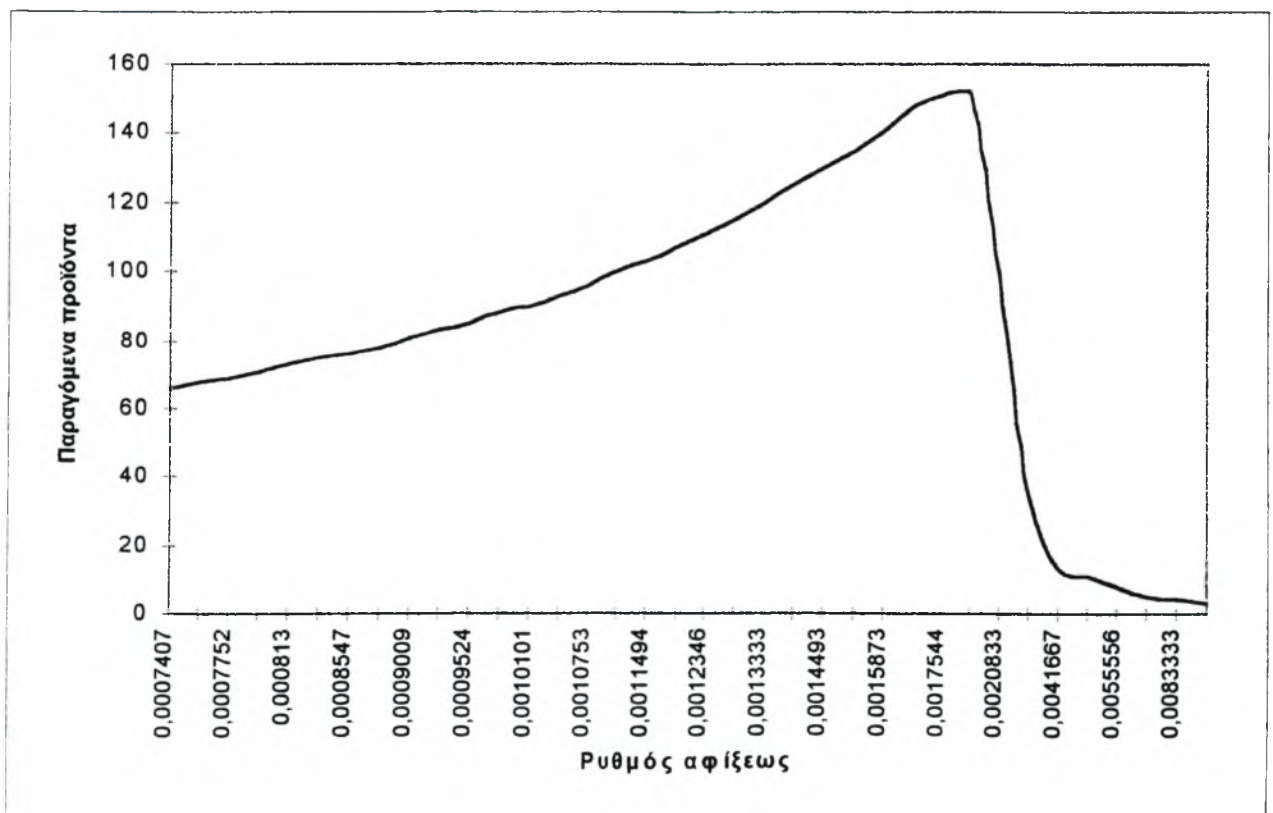
ΜΙΞΕΡ ΦΡΑΓΠΕ	
No. created	No. to exit
1000	0
750	1
600	1
500	2
428	3
375	4
250	15
187	61
166	121
157	133
150	145
142	137
136	135

Πίνακας 6.2

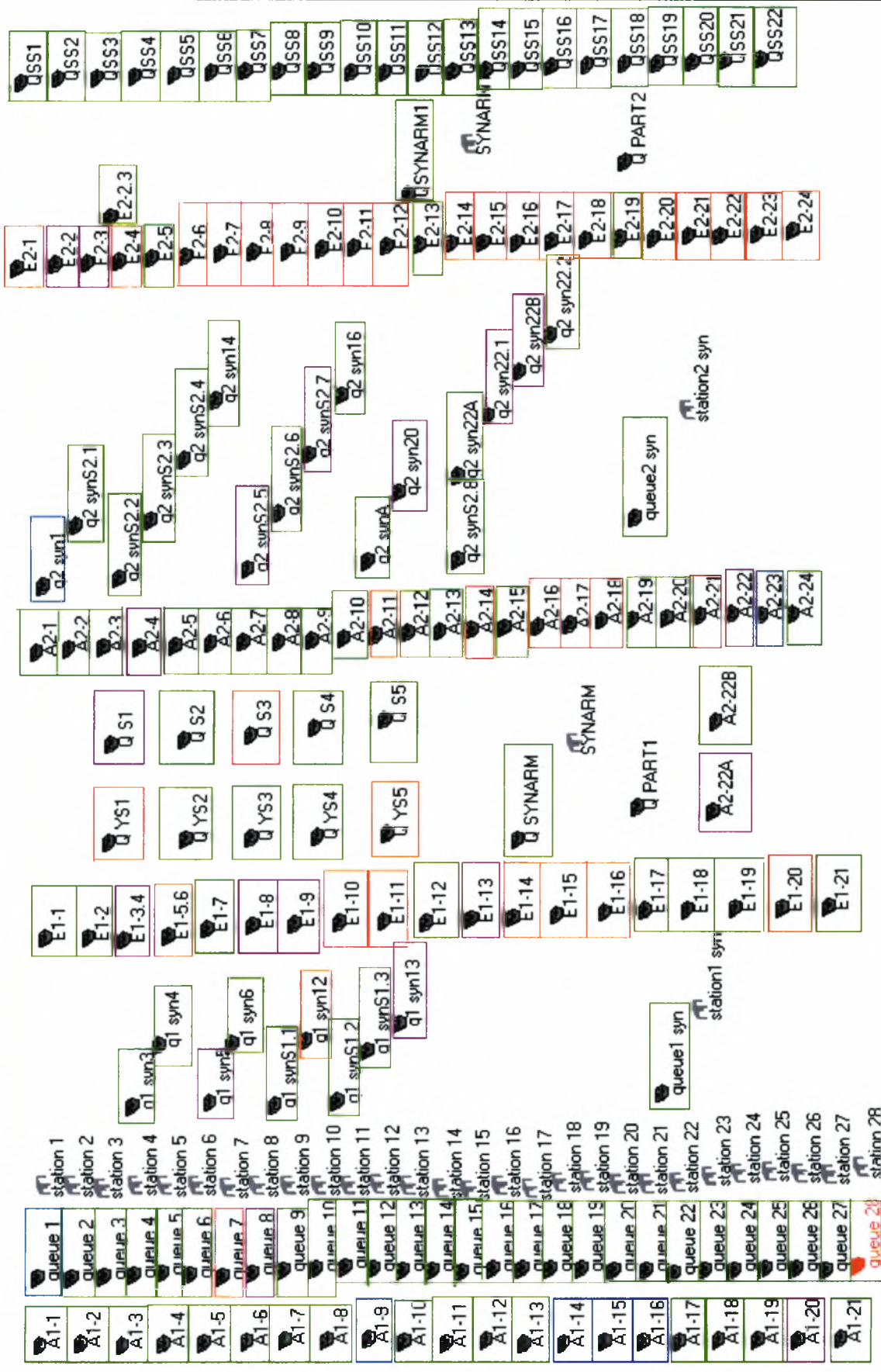
ΜΗΧΑΝΗ ΑΠΟΦΛΟΙΩΣΕΩΣ	
No. created	No. to exit
1000	3
750	4
600	5
500	8
428	11
375	13
250	35
187	98
166	151
157	151
150	148
142	141
136	135



Γρ. παράσταση 6.1



Γρ. παράσταση 6.2



Εικόνα 6.6

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Βασικός στόχος μας στην παρούσα διπλωματική εργασία ήταν ο σχεδιασμός και η ανάλυση συστημάτων βιομηχανικής παραγωγής με την χρήση του λογισμικού SIMFACTORY.

Στο δεύτερο κεφάλαιο έγινε αρχικά μία μικρή αναφορά στις παραδοσιακές μεθοδολογίες διαχείρισης παραγωγής (Ποσοτικές μέθοδοι, MRP, Just in time). Όμως και οι τρεις έχουν σοβαρά ελαττώματα. Για καλύτερη διαχείριση της παραγωγής είναι απαραίτητη η ανάπτυξη μίας επιστήμης παραγωγής, η οποία βασίζεται στην συστημική προσέγγιση.

Στην συνέχεια η μελέτη εστιάστηκε στις γραμμές παραγωγής. Αναφέρθηκαν κάποιοι ορισμοί και κάποιοι παράμετροι που απαιτούνται για την μελέτη μιας γραμμής παραγωγής. Ο σημαντικότερος νόμος στις παραγωγικές γραμμές είναι ο νόμος του Little ($TH = WIP / CT$). Όμως προσφέρει μικρή βοήθεια καθώς είναι μία σχέση μεταξύ τριών ποσοτήτων. Έτσι η συμπεριφορά μιας γραμμής συγκρίνεται με την συμπεριφορά τριών περιπτώσεων απόδοσης. Την περίπτωση της καλύτερης απόδοσης, την περίπτωση της χειρότερης απόδοσης και την περίπτωση της πρακτικά χειρότερης απόδοσης. Εάν η απόδοση της γραμμής είναι μεταξύ της καλύτερης και της πρακτικά χειρότερης τότε η γραμμή δουλεύει καλά. Ενώ αν βρίσκεται μεταξύ της πρακτικά χειρότερης απόδοσης και της χειρότερης τότε η γραμμή δεν δουλεύει καλά.

Στο τρίτο κεφάλαιο έγινε μία αναφορά στην προσομοίωση που είναι η απομίμηση της λειτουργίας ενός συστήματος σε όλη την διάρκεια του χρόνου. Η προσομοίωση έχει ταξινομηθεί σε προσομοίωση 'διακριτών-γεγονότων' και σε 'συνεχούς χρόνου'. Η προσομοίωση 'διακριτών-γεγονότων' χρησιμοποιείται σε συστήματα που αλλάζουν κατάσταση σε διακριτά σημεία του χρόνου ενώ η 'συνεχούς χρόνου' σε συστήματα των οποίων η κατάσταση αλλάζει συνέχεια σε σχέση με τον χρόνο. Επίσης, ανάλογα με το αν η προσομοίωση περιέχει τυχαίες μεταβλητές ή όχι ταξινομείται σε στοχαστική και καθοριστική αντίστοιχα.

Στο ίδιο κεφάλαιο αναφέρθηκαν κάποια κριτήρια επιλογής λογισμικού. Υπάρχουν πολλά πακέτα λογισμικού προσομοίωσης στην αγορά και για αυτό πρέπει να εξετάζονται διάφορα κριτήρια.

Στο τέταρτο κεφάλαιο έγινε η περιγραφή ενός συγκεκριμένου προγράμματος προσομοίωσης. Το πρόγραμμα αυτό είναι το SIMFACTORY, το οποίο είναι ένα εργαλείο ανάλυσης της λειτουργίας ενός εργοστασίου ή μιας επιχείρησης. Αναφέραμε τα σημαντικότερα πλαίσια διαλόγου, στα οποία διαμορφώνονται τα διάφορα στοιχεία του μοντέλου. Επίσης αναφέραμε και το πλαίσιο διαλόγου στο οποίο διαμορφώνονται οι τελικές αναφορές, που παράγονται μετά το τέλος της εκτέλεσης της προσομοίωσης.

Στο δεύτερο, τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο έγινε μία θεωρητική αναφορά σε διάφορα θέματα. Από το επόμενο κεφάλαιο αρχίζει το πρακτικό μέρος της διπλωματικής εργασίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφηκε ένα συγκεκριμένο σύστημα. Καταγράψαμε τους διάφορους σταθμούς εργασίας, τις ουρές αναμονής και τα εξαρτήματα των δύο παραγόμενων προϊόντων.

Στο έκτο κεφάλαιο εφαρμόσθηκε το σύστημα στο SIMFACTORY. Τα στοιχεία του συστήματος (Σταθμοί εργασίας, ουρές αναμονής και παραγόμενα προϊόντα) αντιμετωπίζονται σαν μέσα. Τα μέσα αυτά τα δημιουργήσαμε, τα ονομάσαμε και ορίσαμε κάποιες παραμέτρους για αυτά. Οι σταθμοί εργασίας και οι ουρές αναμονής είναι στάσιμα μέσα και δεν αλλάζουν θέση. Τα προϊόντα όμως κινούνται και για αυτό τον λόγο έχουν ορισθεί, για αυτά, λίστες εντολών, που αναφέρονται στο παράρτημα I. Τα προϊόντα κινούνται μέσα στο μοντέλο του συστήματος σύμφωνα με αυτές τις λίστες εντολών. Επίσης ορίσαμε, για τα προϊόντα, και τον τρόπο με τον οποίο μπαίνουν στο μοντέλο του συστήματος.

Εκτελέσαμε την προσομοίωση για διάφορους ρυθμούς αφίξεως και για πολλούς χρόνους προσομοίωσης. Οι γραφικές αναφορές και η αναφορά κειμένου, που αναφέρονται στα παραρτήματα II και III αντίστοιχα, είναι για ρυθμό αφίξεως 1 προϊόν / 600 λεπτά και για χρόνο προσομοίωσης ίσο με 90000 λεπτά. Εκτελέσαμε την προσομοίωση για πολλούς ρυθμούς αφίξεως και για τον ίδιο χρόνο προσομοίωσης και δώσαμε γραφικά την σχέση μεταξύ του ρυθμού αφίξεως και των παραγόμενων προϊόντων.

Σαν μια ανακεφαλαίωση στο θεωρητικό μέρος της διπλωματικής μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής:

- Οι παραδοσιακές τεχνικές διαχείρισης της παραγωγής έχουν βασικά ελαττώματα, για αυτό πρέπει να αναπτυχθεί η επιστήμη της παραγωγής.
- Η συστημική προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σύστημα άρα και στα παραγωγικά συστήματα.
- Η μεταβλητότητα είναι ένα γεγονός της ζωής και είναι σημαντικό να αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά.
- Λόγω της μεγάλης πολυπλοκότητας των σημερινών παραγωγικών συστημάτων, η προσομοίωση συχνά είναι η μόνη λύση για την μελέτη της συμπεριφοράς ενός συστήματος.
- Επειδή υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός λογισμικών προσομοίωσης, η επιλογή θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή και αφού εξετασθούν διάφορα κριτήρια επιλογής.
- Ένα από τα πακέτα λογισμικού προσομοίωσης για την ανάλυση του έργου ενός εργοστασίου είναι το SIMFACTORY.

Επίσης, σαν μία ανακεφαλαίωση στο πρακτικό μέρος της διπλωματικής εργασίας μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής:

- Οποιοδήποτε σύστημα παραγωγής, άρα και το σύστημα που μελετάται στην παρούσα διπλωματική εργασία, για να μοντελοποιηθεί με το SIMFACTORY πρέπει να δημιουργηθούν, σε αυτό, όλα τα στοιχεία του συστήματος, να ονομασθούν και να ορισθούν κάποιες παράμετροι για αυτά.
- Τα εξαρτήματα των δύο παραγόμενων προϊόντων κινούνται μέσα στο σύστημα σύμφωνα με τις λίστες εντολών του παραρτήματος Ι.
- Η προσομοίωση εκτελέσθηκε για διάφορους ρυθμούς αφίξεως και με παρατήρηση των αντίστοιχων εξερχόμενων στατιστικών δεδομένων καταλήγουμε στα εξής:
 1. Καθώς μειώνεται ο ρυθμός αφίξεως, αυξάνεται ο αριθμός των παραγόμενων προϊόντων μέχρι ένα σημείο πέρα από το οποίο περαιτέρω μείωση του ρυθμού αφίξεως συνεπάγεται και μείωση των παραγόμενων προϊόντων
 2. Όταν ο αριθμός των παραγόμενων προϊόντων αυξάνεται, αυξάνεται και η απασχόληση στους σταθμούς εργασίας.

3. Λόγω της μορφής του συστήματος, η απασχόληση στους σταθμούς εργασίας βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα.
4. Καθώς μειώνεται ο ρυθμός αφίξεως, μειώνεται και ο χρόνος αναμονής των προϊόντων στις ουρές αναμονής που βρίσκονται μπροστά από τους σταθμούς που αντιπροσωπεύουν τις εργαλειομηχανές και τις ιδιοκατασκευές της εγκατάστασης.

Βιβλιογραφία

1. Το εγχειρίδιο του SIMFACTORY.
2. Η διπλωματική εργασία 'Οργάνωση της εργασίας της βιομηχανικής εγκατάστασης ΕΛΕΜ' του παλαιότερου φοιτητή Κωνσταντίνου Αργυρίου.
3. Το βιβλίο 'Discrete- event system simulation' των Jerry Banks, John S. Carson, Barry L. Nelson.
4. Το βιβλίο 'FACTORY PHISICS' των Wallace J. Hopp, Mark L. Spearman.
5. Το περιοδικό 'IIE Solutions'.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΛΙΣΤΕΣ ΕΝΤΟΛΩΝ

1-1

Request A 1-1
request station 26
work exp.(6.0,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(2.6,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(1.6,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(2.7,2)
request queue 27
request station 27
work exp.(1.3,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.3,2)
request E 1-1
request 1-18
request QSYNARM
request SYNARM
work exp.(1.50,2)
request Q S1
request (1-3 AND 1-8 AND 1-13 AND 1-20 AND 1-21)
request Q SYNARM
request SYNARM
work exp.(6.750,2)
request Q S2
request (1-10 AND 1-14 AND 1-16)
request Q SYNARM
request SYNARM
work exp.(1.50,2)
request Q S3
request 1-11
request Q SYNARM
request SYNARM
work exp.(1.50,2)
request Q S4
request 1-7

request Q SYNARM
request SYNARM
work exp.(1.50,2)
request Q S5
request (1-15 AND 1-6)
request Q SYNARM
request SYNARM
work exp.(0.750,2)
request Q PART1
request exit

1-2

request A 1-2
request station 6
work exp.(0.9,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(1.10,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(0.4,2)
request queue 27
request station 27
work exp.(1.2,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.3,2)
request E 1-2

1-3

request A 1-3
request station 1
work exp.(2.0,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(3.247,2)
request q1 syn3
request 1-4
request queue1 syn
request station1 syn

work exp.(3.667,2)
request E 1-3.4
request 1-2
request QSYNARM
request SYNARM
work exp.(1.25,2)
request QYS1

1-4

request A1-4
request ql syn4

1-5

request A 1-5
request station 1
work exp.(2.20,2)
request queue 3
request station 3
work exp.(1.417,2)
request ql syn5

1-6

request A 1-6
request station 1
work exp.(6.50,2)
request queue 3
request station 3
work exp.(3.0,2)
request queue 15
request station 15
work exp.(3.008,2)
request queue 17
request station 17
work exp.(4.833,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(2.50,2)
request queue 21
request station 21

work exp.(0.916,2)
request queue 22
request station 22
work exp.(4.833,2)
request q1 syn6
request 1-5
request queue 20
request station 20
work exp.(5.167,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(6.0,2)
request E 1-5.6

1-7

request A 1-7
request station 11
work exp.(2.0,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(3.25,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(5.333,2)
request queue 23
request station 23
work exp.(5.334,2)
request queue 27
request station 27
work exp.(2.167,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.833,2)
request E 1-7
request 1-17
request QSYNARM
request SYNARM
work exp.(3.50,2)
request QYS4
request 1-9
request queue 28

request station 28
work exp.(0.833,2)
request QYS5

1-8

request A 1-8
request station 11
work exp.(1.167,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(5.333,2)
request queue 23
request station 23
work exp.(5.334,2)
request queue 27
request station 27
work exp.(2.167,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.833,2)
request E 1-8

1-9

request A 1-9
request station 1
work exp.(1.50,2)
request queue 4
request station 4
work exp.(0.583,2)
request E 1-9

1-10

request A 1-10
request station 8
work exp.(2.0,2)
request E 1-10

1-11

request A 1-11
request station 9
work exp.(4.25,2)
request E 1-11
request 1-12
request queue 25
request station 25
work exp.(1.75,2)
request QYS2
request 1-19
request queue 16
request station 16
work exp.(5.333,2)
request QYS3

S1.1

request queue 2
request station 2
work exp.(0.75,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(2.75,2)
request q1 synS1.1

1-12

request A 1-12
request station 5
work exp.(1.50,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(2.75,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(0.749,2)
request q1 syn12
request S1.1
request queue1 syn
request station1 syn

work exp.(0.666,2)
request q1 syn12
request S1.1
request queue1 syn
request station1 syn
work exp.(0.666,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(5.0,2)
request E 1-12

S1.2

request queue 1
request station 1
work exp.(1.75,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(5.0,2)
request q1 synS1.2

S1.3

request queue 1
request station 1
work exp.(1.0,2)
request q1 synS1.3

1-13

request A 1-13
request station 6
work exp.(1.75,2)
request q1 syn13
request S1.3
request queue 17
request station 17
work exp.(2.50,2)
request q1 syn13
request S1.2
request queue 17

request station 17
work exp.(1.50,2)
request queue 24
request station 24
work exp.(8.5,2)
request queue 27
request station 27
work exp.(1.50,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.50,2)
request E 1-13

1-14

request A 1-14
request station 1
work exp.(2.50,2)
request queue 3
request station 3
work exp.(2.583,2)
request queue 4
request station 4
work exp.(0.666,2)
request E 1-14

1-15

request A 1-15
request station 1
work exp.(3.50,2)
request queue 3
request station 3
work exp.(1.499,2)
request E 1-15

1-16

request A 1-16
request station 1
work exp.(2.50,2)

request queue 3
request station 3
work exp.(0.666,2)
request queue 4
request station 4
work exp.(0.666,2)
request E 1-16

1-17

request A 1-17
request E 1-17

1-18

request A 1-18
request E 1-18

1-19

request A 1-19
request E 1-19

1-20

request A 1-20
request station 1
work exp.(3.50,2)
request queue 9
request station 9
work exp.(1.75,2)
request E 1-20

1-21

request A 1-21
request E 1-21

S2.1

request station 1

work exp.(2.250,2)
request queue 10
request station 10
work exp.(4.50,2)
request q2 synS2.1

2-1

request A2-1
request station 26
work exp.(32.0,2)
request queue 9
request station 9
work exp.(31.50,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(6.50.2)
request q2 syn1
request S2.1
request queue2 syn
request station2 syn
work exp.(4.50,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(2.333,2)
request E2-1
request 2-2
request queue 18
request station 18
work exp.(11.0,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(11.167,2)
request QSS1
request 2-10
request queue 18
request station 18
work exp.(8.167,2)
request QSS2
request 2-8
request queue 18
request station 18

work exp.(5.0,2)
request QSS3
request 2-24
request queue 18
request station 18
work exp.(11.0,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(61.0,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(50.250,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(35.250,2)
request QSS4
request 2-6
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(3.750,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(10.250,2)
request QSS5
request 2-9
request queue 28
request station 28
work exp.(10.167,2)
request QSS6
request 2-7
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(1.60,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(6.0,2)
request QSS7
request S2.10
request queue 28
request station 28
work exp.(69.70,2)
request queue 27

request station 27
work exp.(31.50,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(61.0,2)
request QSS8
request 2-15
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(1.750,2)
request QSS9
request 2-17
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(1.80,2)
request QSS10
request 2-16
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(2.30,2)
request QSS11
request 2-18
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(3.20,2)
request QSS12
request 2-23
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(1.250,2)
request QSS13
request 2-20
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(3.30,2)
request QSS14
request 2-13
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(5.50,2)
request QSS15
request 2-5

request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(6.450,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(1.850,2)
request QSS16
request 2-4
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(2.750,2)
request QSS17
request 2-21
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(2.550,2)
request QSS18
request 2-19
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(1.90,2)
request QSS19
request 2-14
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(3.0,2)
request QSS20
request 2-11
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(1.667,2)
request QSS21
request 2-22
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(9.30,2)
request QSS22
request 2-12
request QSYNARM1
request SYNARM1
work exp.(0.467,2)
request Q PART2

request exit

2-2

request A2-2
request station 26
work exp.(12.0,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(67.250,2)
request queue 13
request station 13
work exp.(11.50,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(16.250,2)
request queue 10
request station 10
work exp.(8.0,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(10.50,2)
request E2-2
request 2-3
request queue 18
request station 18
work exp.(11.750,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(16.0,2)
request E2-2.3

2-3

request A2-3
request station 26
work exp.(7.0,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(113.0,2)
request queue 10
request station 10

work exp.(23.250,2)
request E2-3

2-4

request A2-4
request station 1
work exp.(6.0,2)
request queue 18
request station 18
work exp.(3.0,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(2.250,2)
request E2-4

2-5

request A2-5
request E2-5

2-6

request A2-6
request station 26
work exp.(16.0,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(17.750,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(3.50,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(2.333,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(3.50,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(5.750,2)
request queue 26

request station 26
work exp.(2.333,2)
request E2-6

2-7

request A2-7
request station 6
work exp.(5.0,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(12.250,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(3.50,2)
request queue 19
request station 19
work exp.(5.250,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(11.250,2)
request E2-7

2-8

request A2-8
request station 26
work exp.(20.50,2)
request queue 11
request station 11
work exp.(2.50,2)
request E2-8

2-9

request A2-9
request station 2
work exp.(2.50,2)
request queue 8
request station 8
work exp.(15.750,2)
request E2-9

2-10

request A2-10
request station 8
work exp.(29.50,2)
request E2-10

2-11

request A2-11
request station 7
work exp.(110.50,2)
request queue 9
request station 9
work exp.(2.250,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(30.750,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(4.833,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(12.8333,2)
request queue 27
request station 27
work exp.(5.250,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.167,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(1.50,2)
request E2-11

2-12

request A2-12
request station 13
work exp.(8.0,2)
request queue 7

request station 7
work exp.(19.0,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(3.750,2)
request queue 24
request station 24
work exp.(4.250,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(1.50,2)
request queue 27
request station 27
work exp.(4.0,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.750,2)
request E2-12

S2.2

request q2 synS2.2

S2.3

request q2 synS2.3

S2.4

request queue 6
request station 6
work exp.(2.50,2)
request q2 synS2.4

2-14

request A2-14
request station 7
work exp.(33.50,2)
request queue 10
request station 10
work exp.(16.750,2)

request queue 28
request station 28
work exp.(4.833,2)
request q2 syn14
request S2.4
request queue2 syn
request station2 syn
work exp.(1.750,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(2.50,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(25.333,2)
request S2.3
request queue 28
request station 28
work exp.(39.250,2)
request queue 27
request station 27
work exp.(7.250,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.333,2)
request S2.2
request queue2 syn
request station2 syn
work exp.(1.50,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(1.367,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(4.0,2)
request E2-14

request A2-15
request station 2
work exp.(2.50,2)
request queue 7

request station 7
work exp.(61.0,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(3.250,2)
request E2-15

S2.5

request queue 28
request station 28
work exp.(1.50,2)
request q2 synS2.5

S2.6

request q2 synS2.6

S2.7

request queue 28
request station 28
work exp.(1.450,2)
request q2 synS2.7

2-16

request A2-16
request station 7
work exp.(53.250,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(5.0,2)
request queue 9
request station 9
work exp.(13.333,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(2.50,2)
request queue 9
request station 9
work exp.(2.30,2)

request q2 syn16
request (S2.5 AND S2.6)
request queue2 syn
request station2 syn
work exp.(3.833,2)
request q2 syn16
request S2.7
request queue2 syn
request station2 syn
work exp.(0.833,2)
request E2-16

2-17

request A2-17
request station 7
work exp.(11.50,2)
request E2-17

2-18

request A2-18
request station 7
work exp.(60.50,2)
request queue 10
request station 10
work exp.(4.250,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(1.783,2)
request E2-18

2-19

request A2-19
request E2-19

2-20A

request A2-20
request station2 syn
work exp.(5.750,2)

release (2-20 AND A)
request exit

A

request queue 8
request station 8
work exp.(5.25,2)
request q2 synA

2-20

request queue2 syn
request station2 syn
work exp.(10.333,2)
request q2 syn20
request A
request queue2 syn
request station2 syn
work exp.(3.250,2)
request E2-20

2-21

request A2-21
request station 7
work exp.(30.50,2)
request queue 8
request station 8
work exp.(32.250,2)
request queue 10
request station 10
work exp.(4.70,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(2.333,2)
request E2-21

S2.8

request queue 1
request station 1

work exp.(5.750,2)
request q2 synS2.8

2-22A

request A2-22A
request station 1
work exp.(5.750,2)
request q2 syn22A
request S2.8
request queue 18
request station 18
work exp.(3.250,2)
request queue 1
request station 1
work exp.(3.250,2)
request q2 syn22A

2-22B

request A2-22B
request station 28
work exp.(12.750,2)
request queue 1
request station 1
work exp.(5.250,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(5.250,2)
request q2 syn22B

2-22

request A2-22
request station 1
work exp.(5.750,2)
request q2 syn22.1
request 2-22A
request queue 18
request station 18
work exp.(21.250,2)
request queue 26

request station 26
work exp.(5.50,2)
request queue 14
request station 14
work exp.(6.0,2)
request queue 10
request station 10
work exp.(8.50,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(1.750,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(20.50,2)
request q2 syn22.2
request 2-22B
request queue 18
request station 18
work exp.(10.50,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(5.50,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(3.20,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(2.20,2)
request queue 24
request station 24
work exp.(5.20,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(3.20,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(1.20,2)
request queue 26
request station 26
work exp.(1.20,2)
request queue 27
request station 27

work exp.(8.750,2)
request queue 12
request station 12
work exp.(60.20,2)
request E2-22

2-23

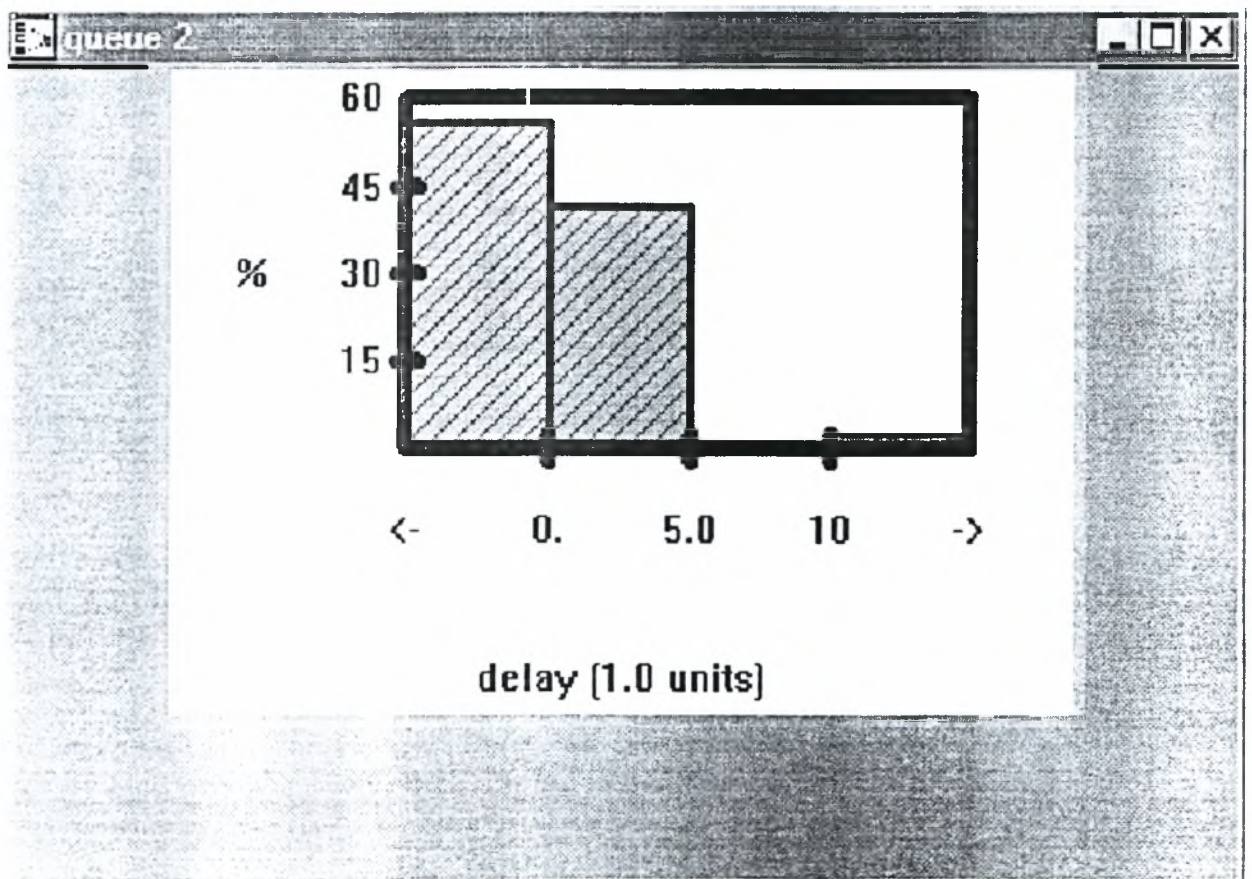
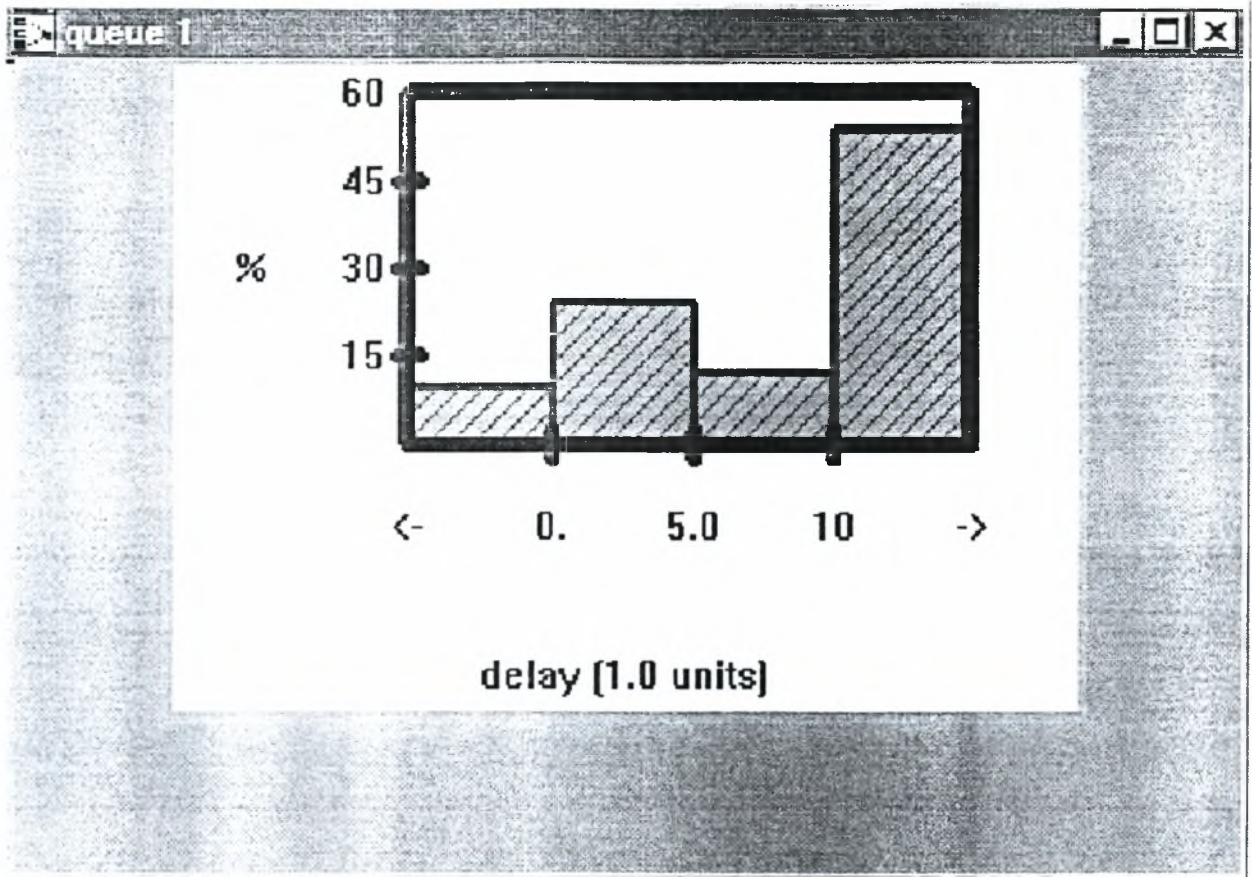
request A2-23
request station 2
work exp.(1.50,2)
request queue 7
request station 7
work exp.(10.25,2)
request queue 28
request station 28
work exp.(4.333,2)
request E2-23

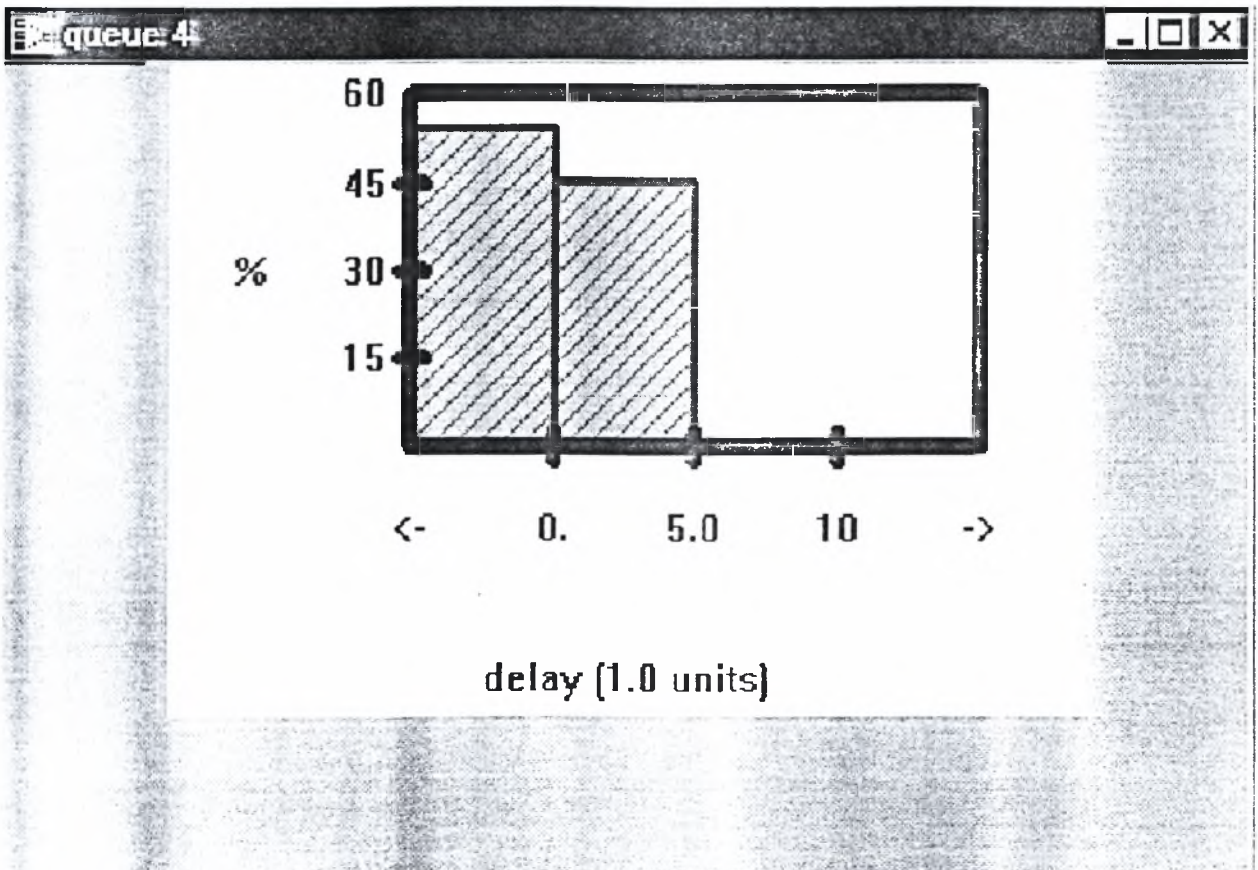
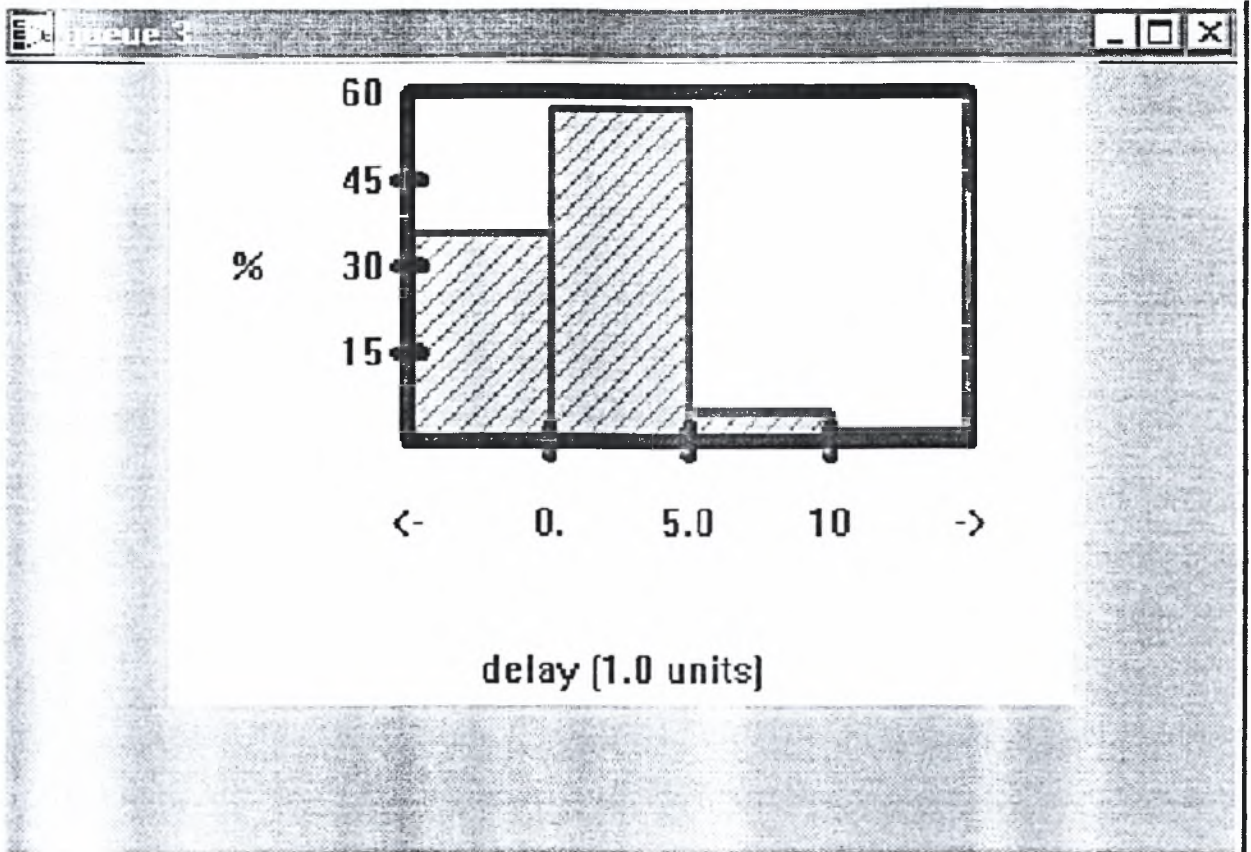
2-24

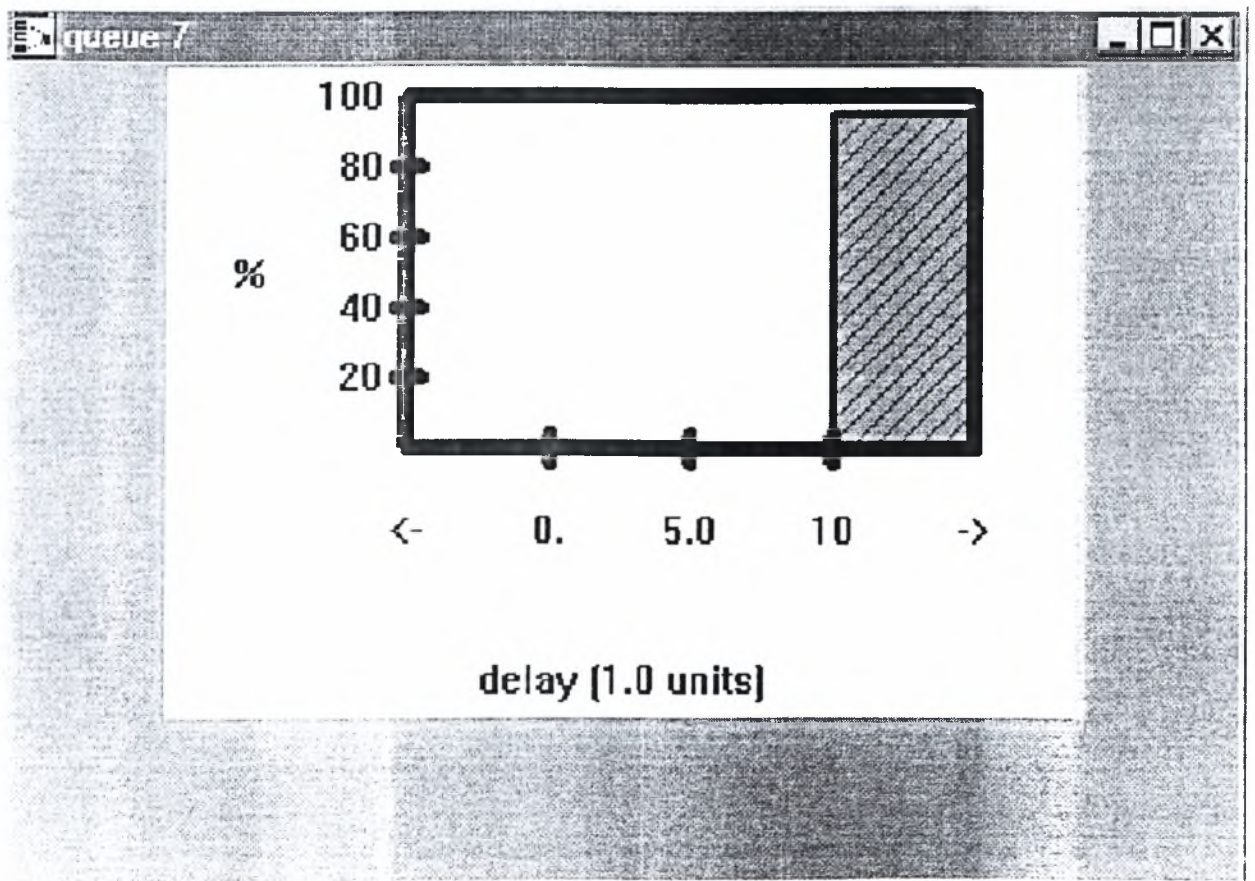
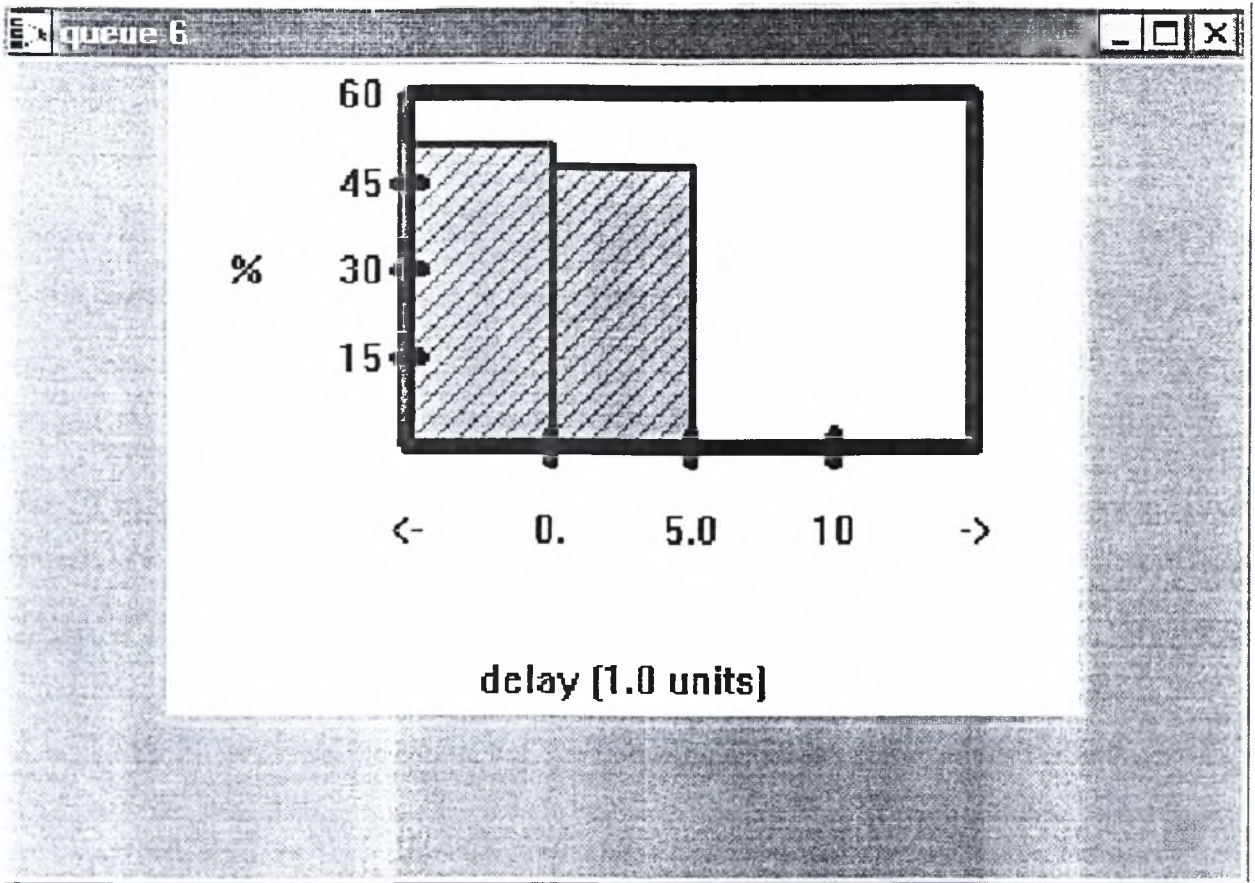
request A2-24
request S2.9
request queue2 syn
request station2 syn
work exp.(2.50,2)
request E2-24

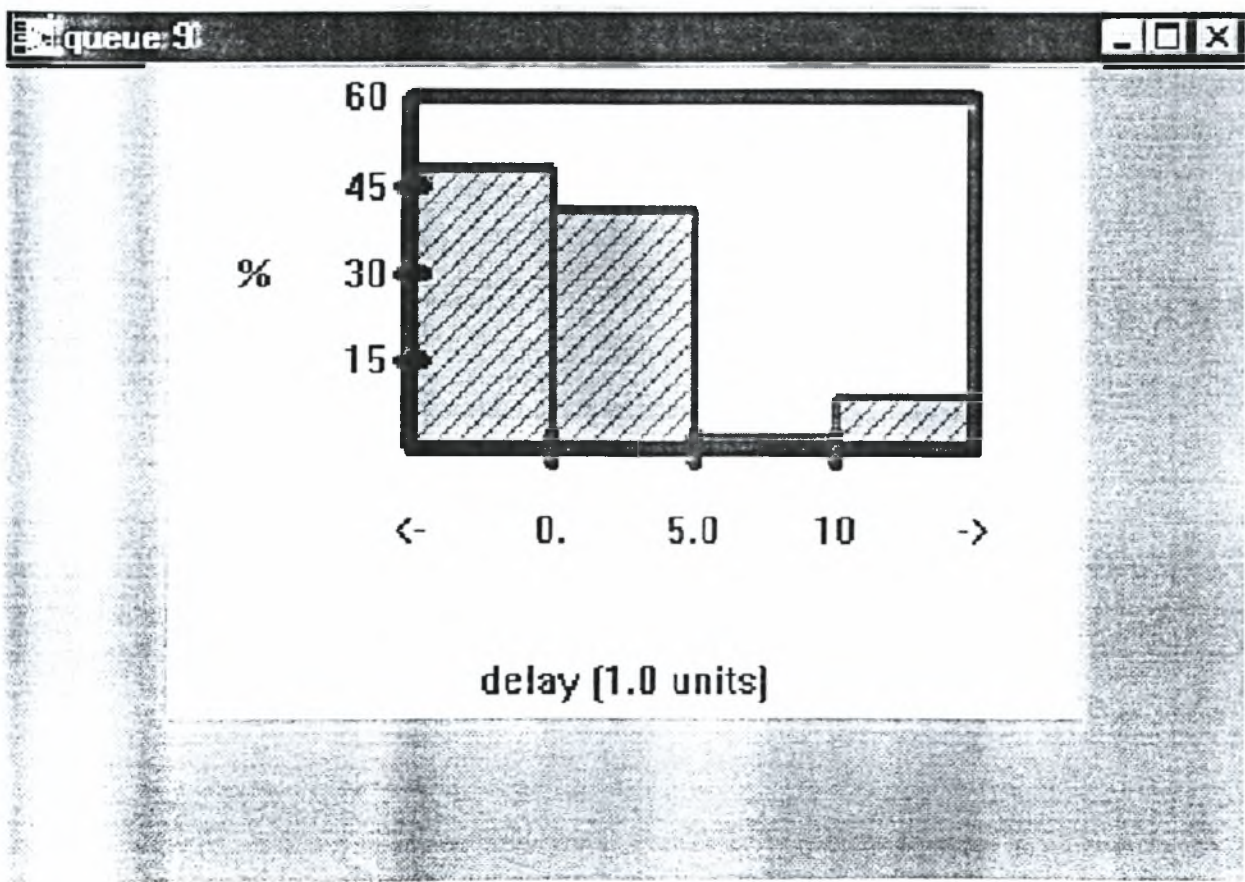
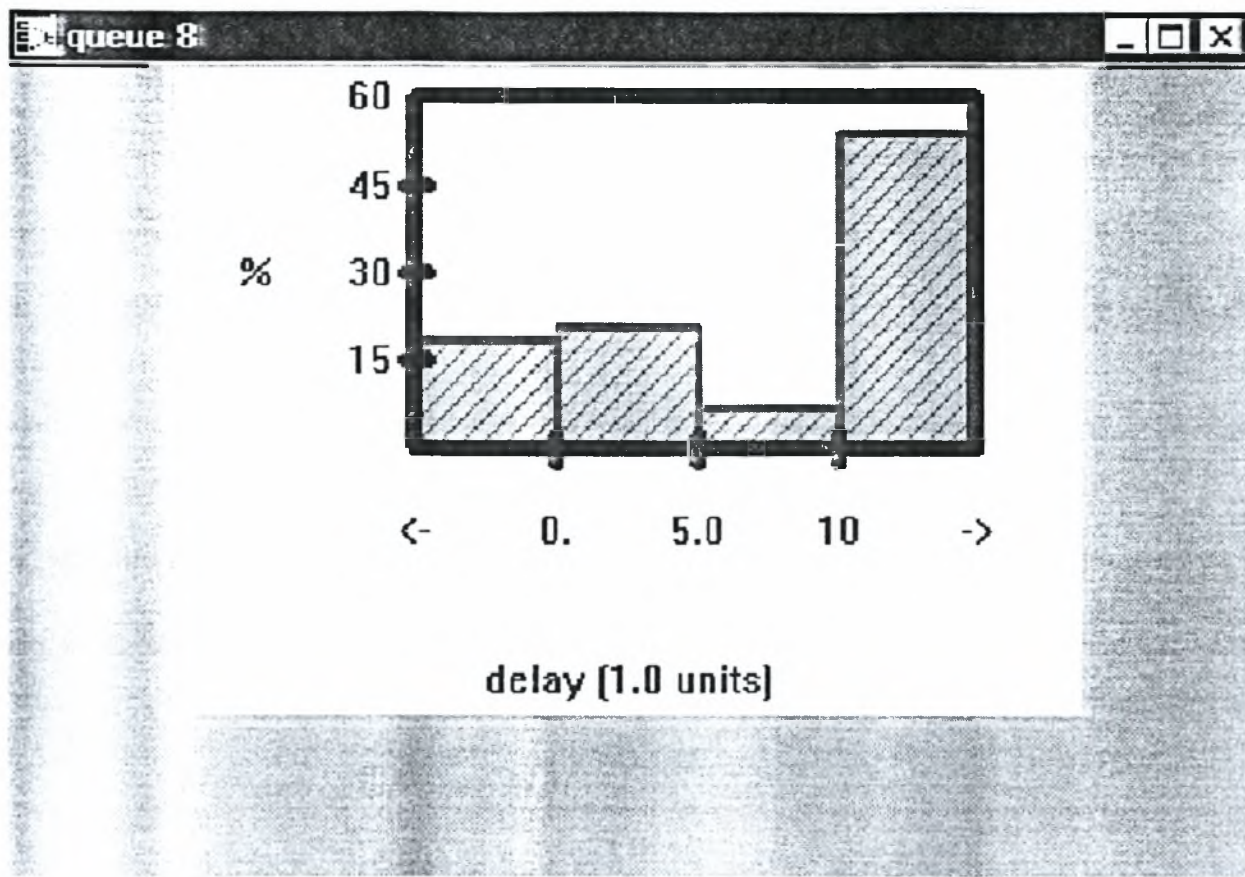
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

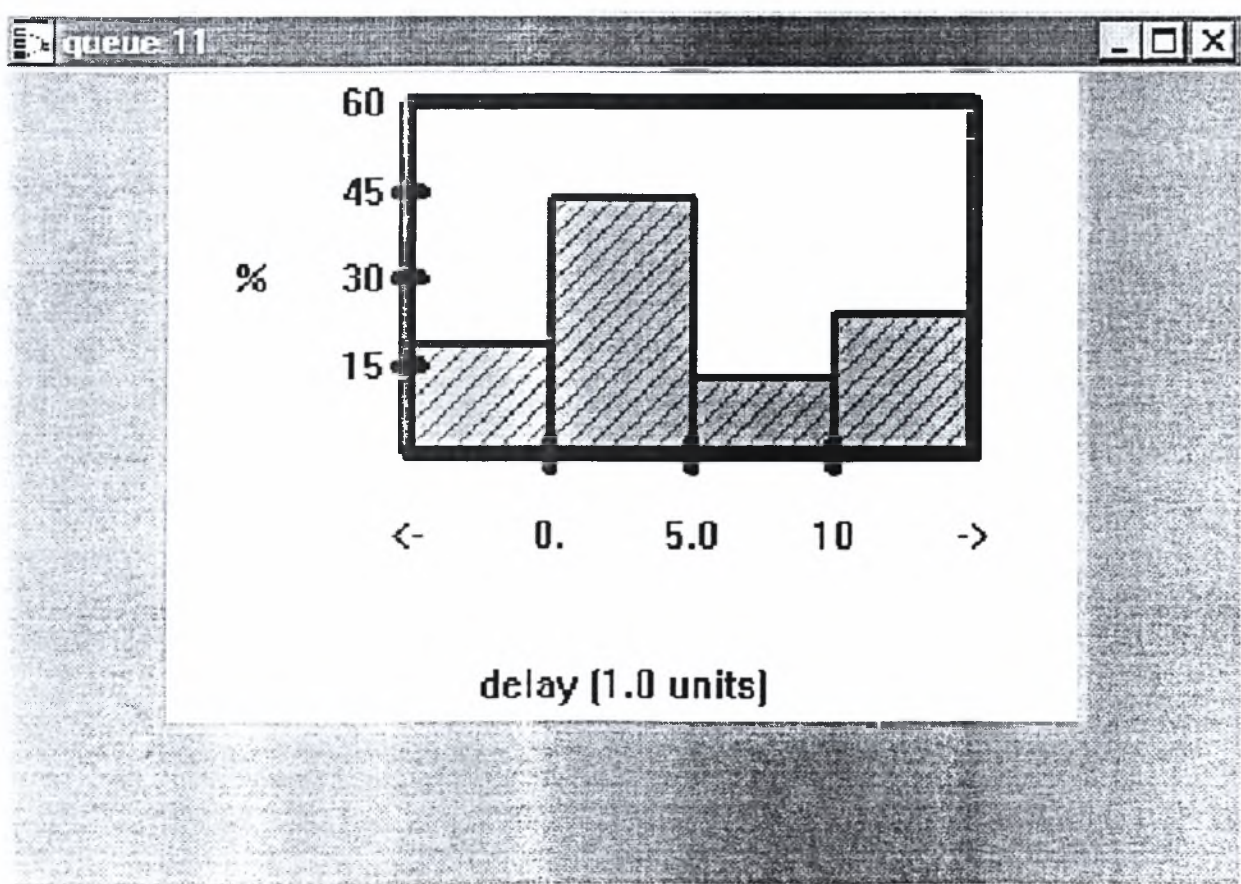
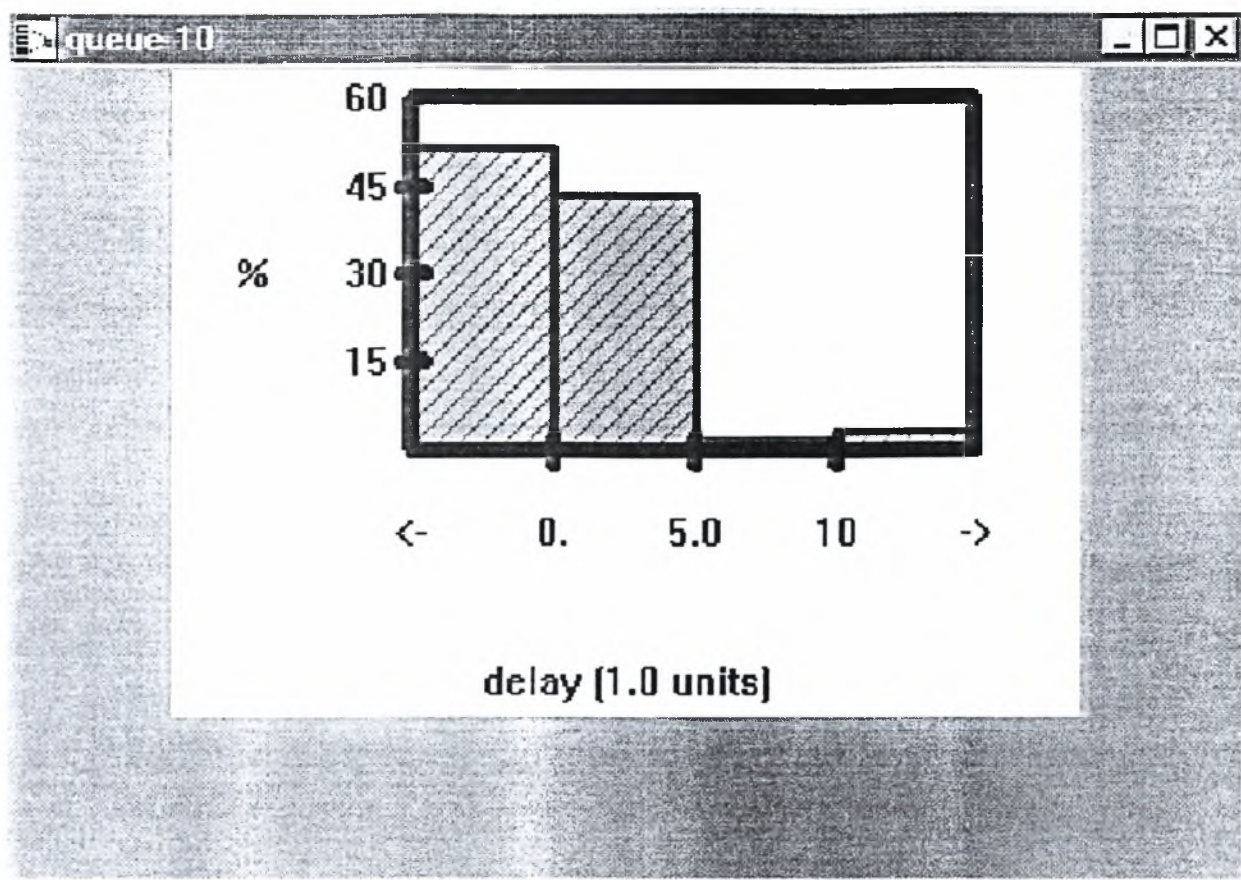
ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

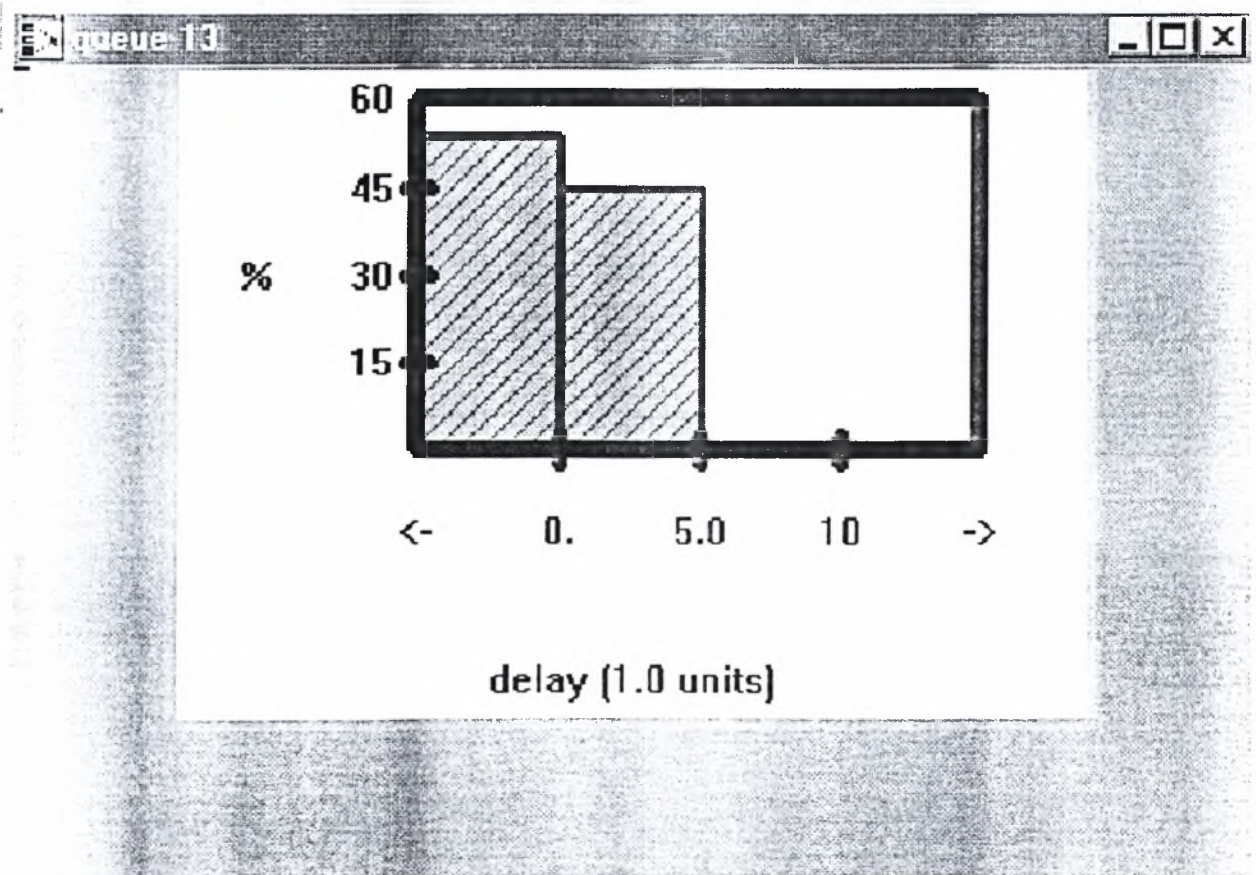
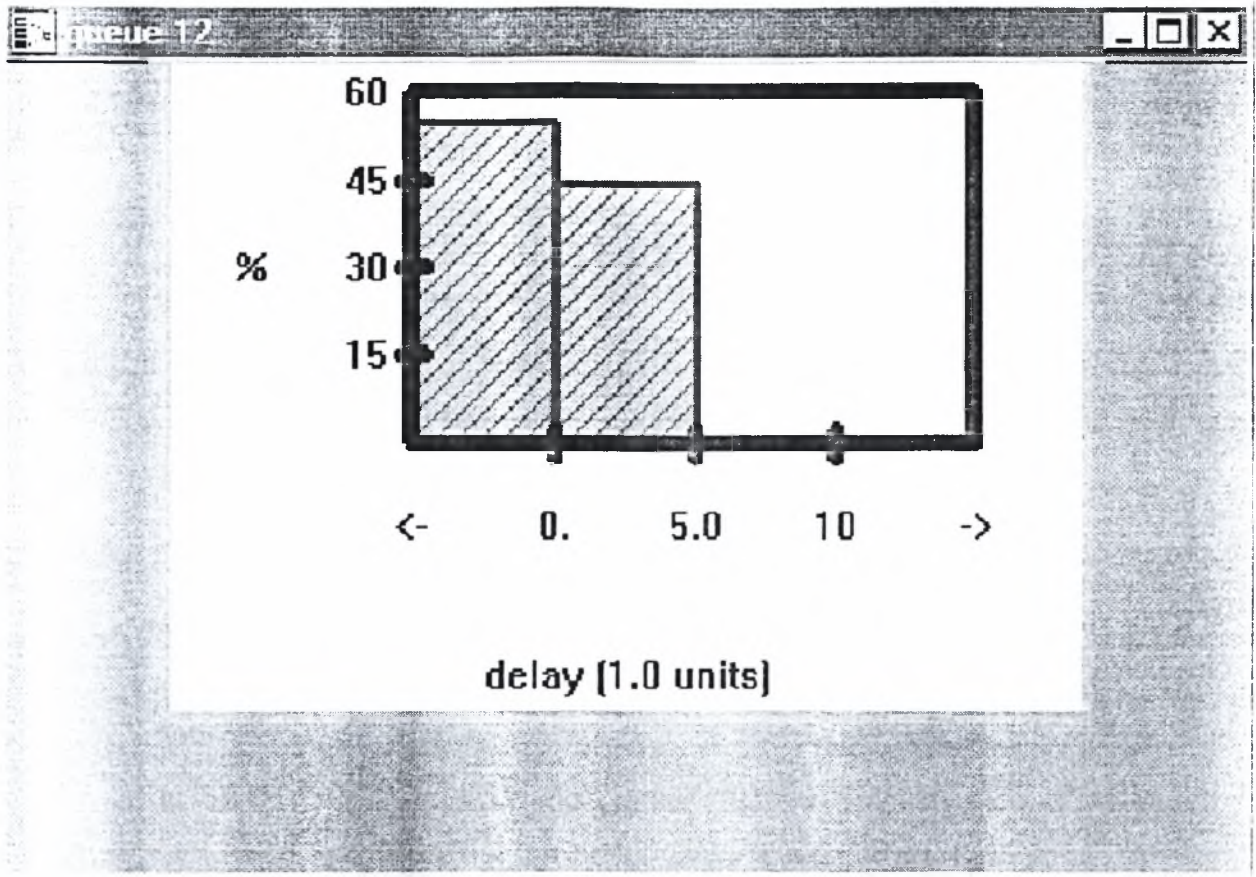


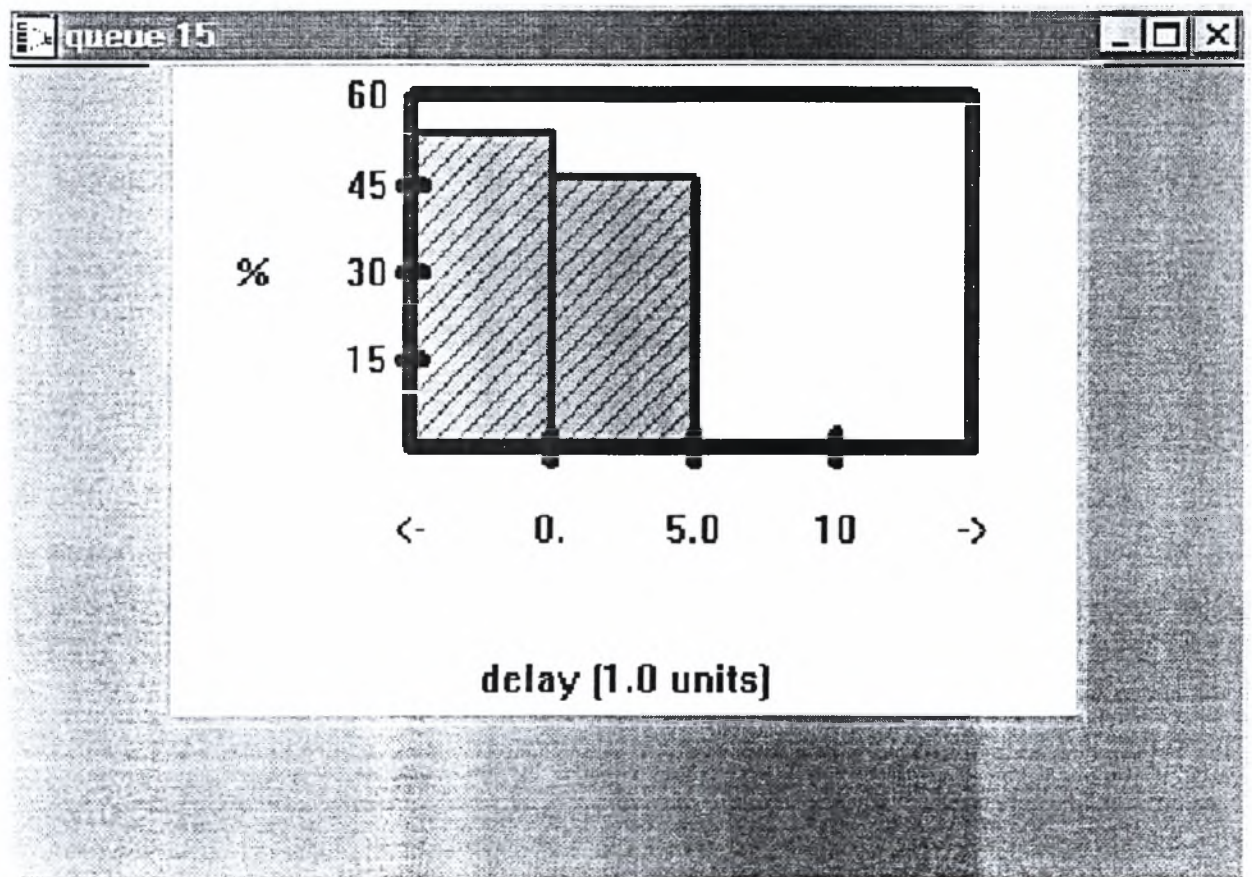
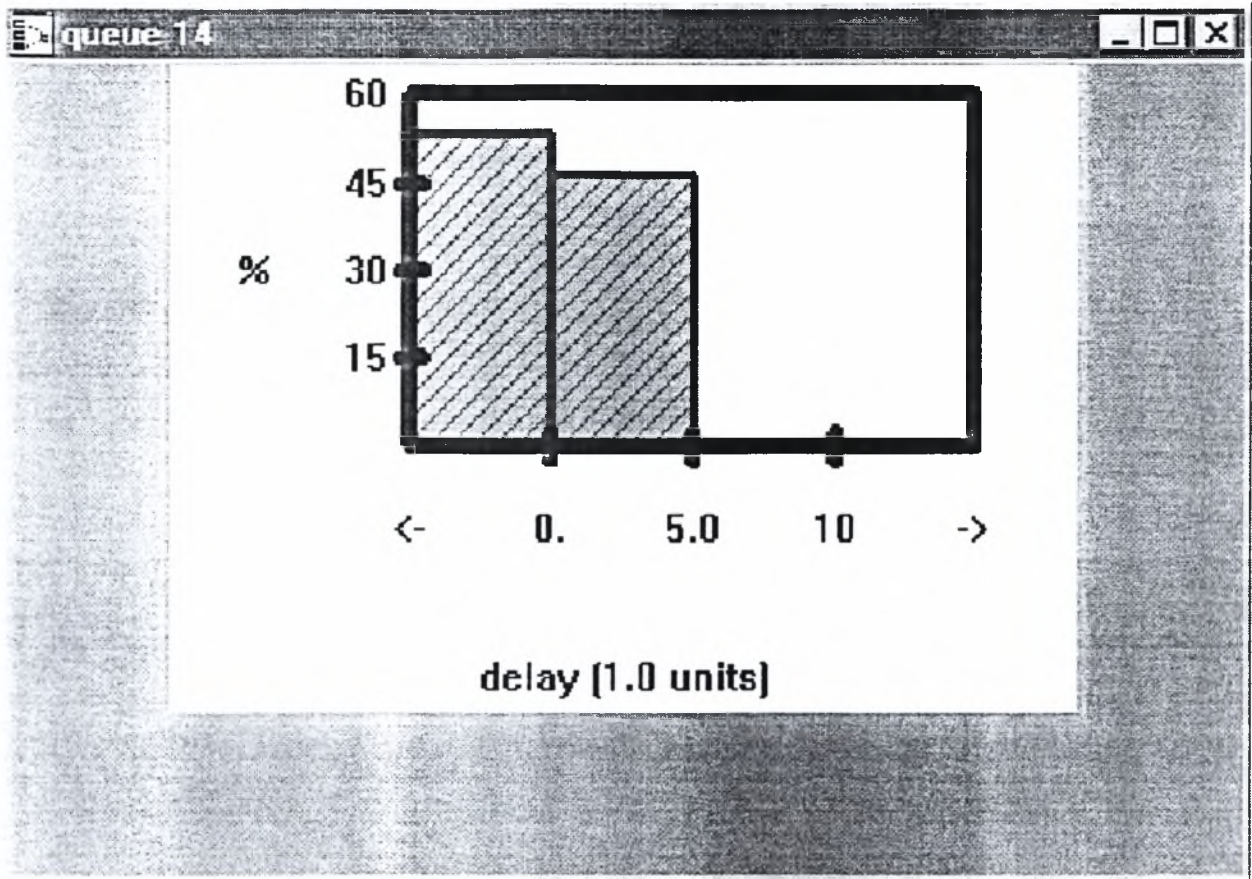


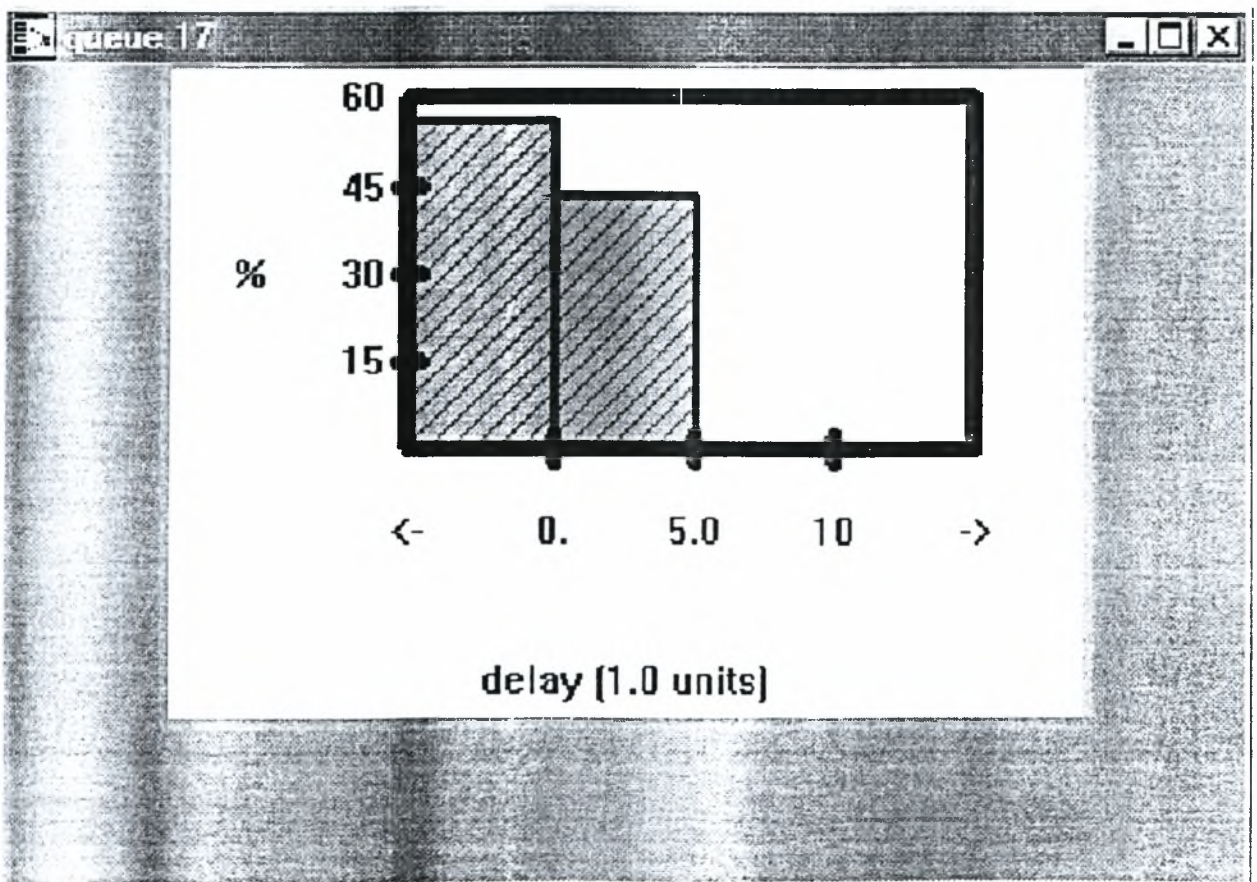
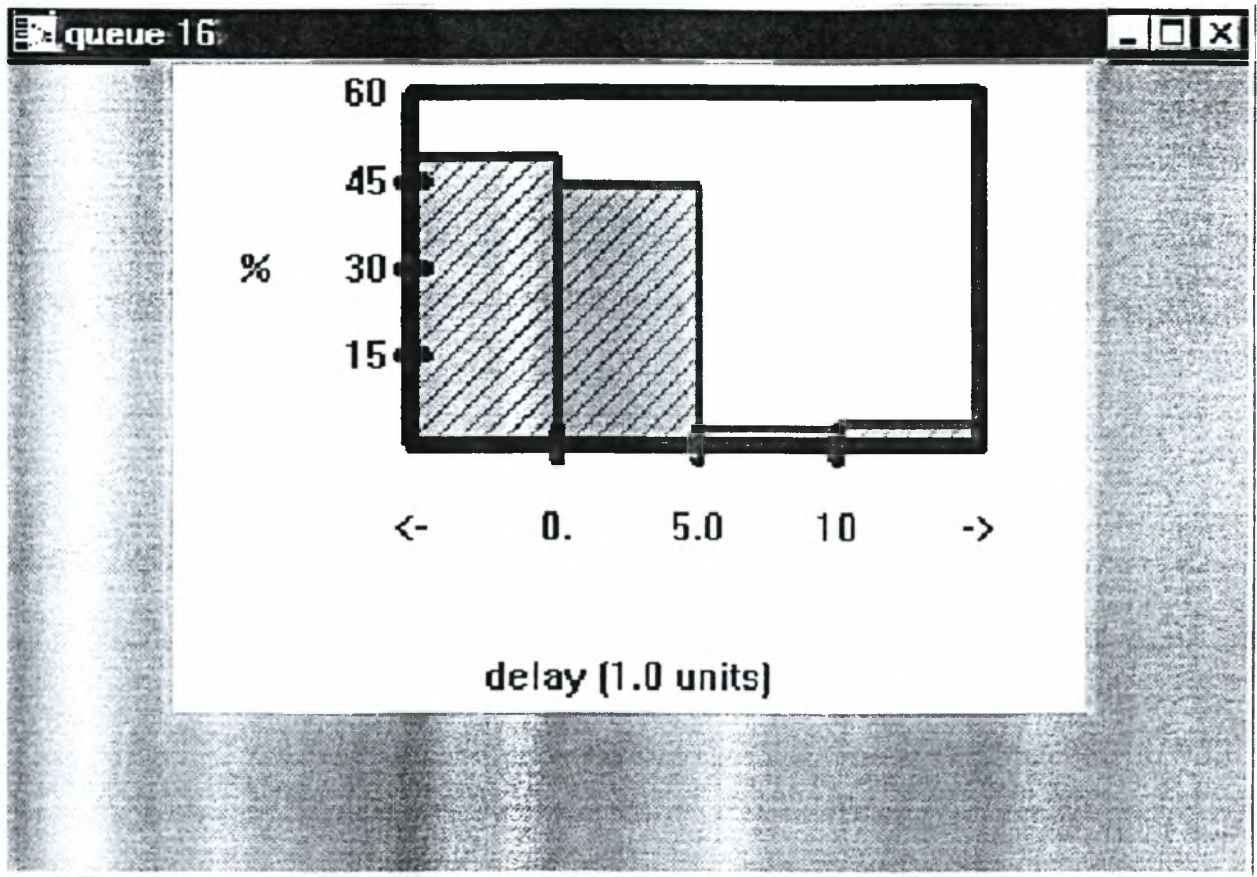


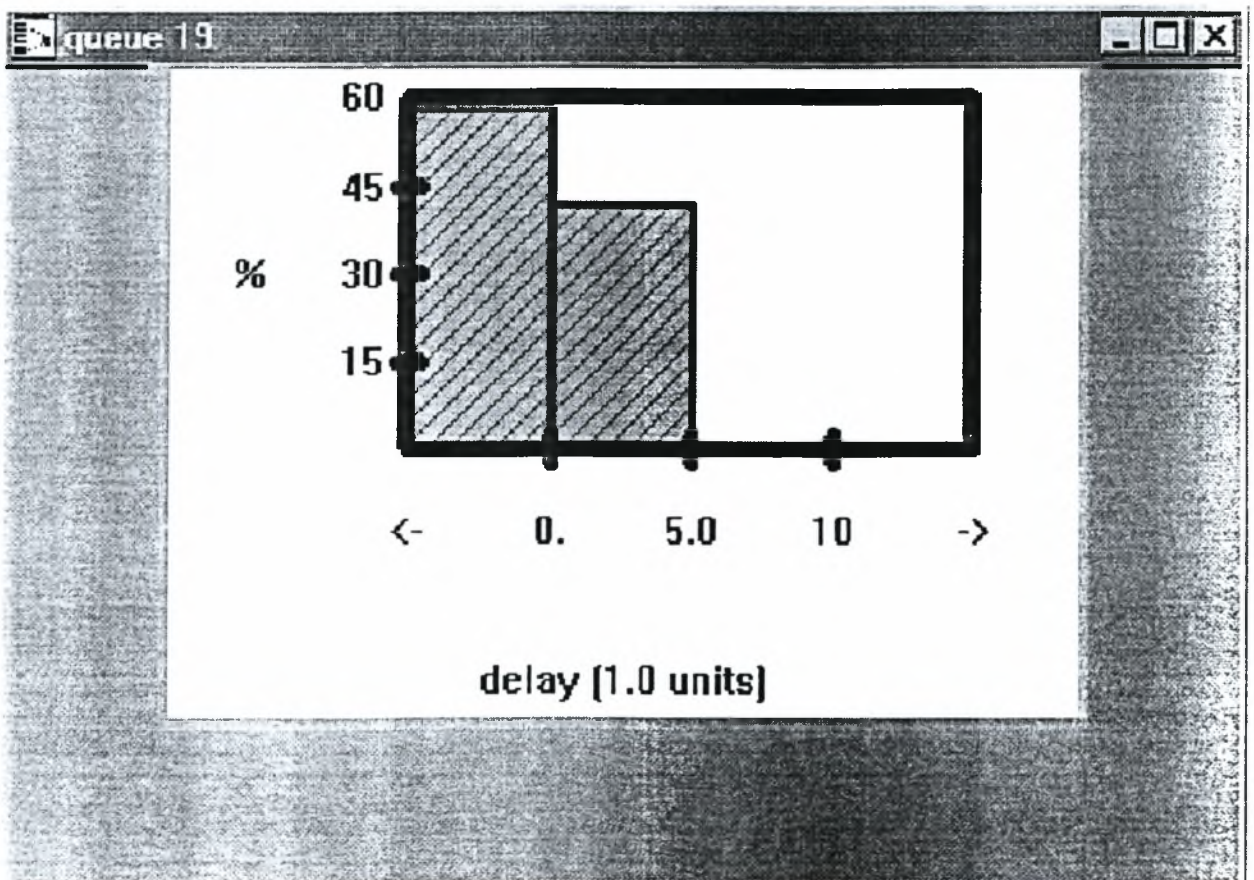
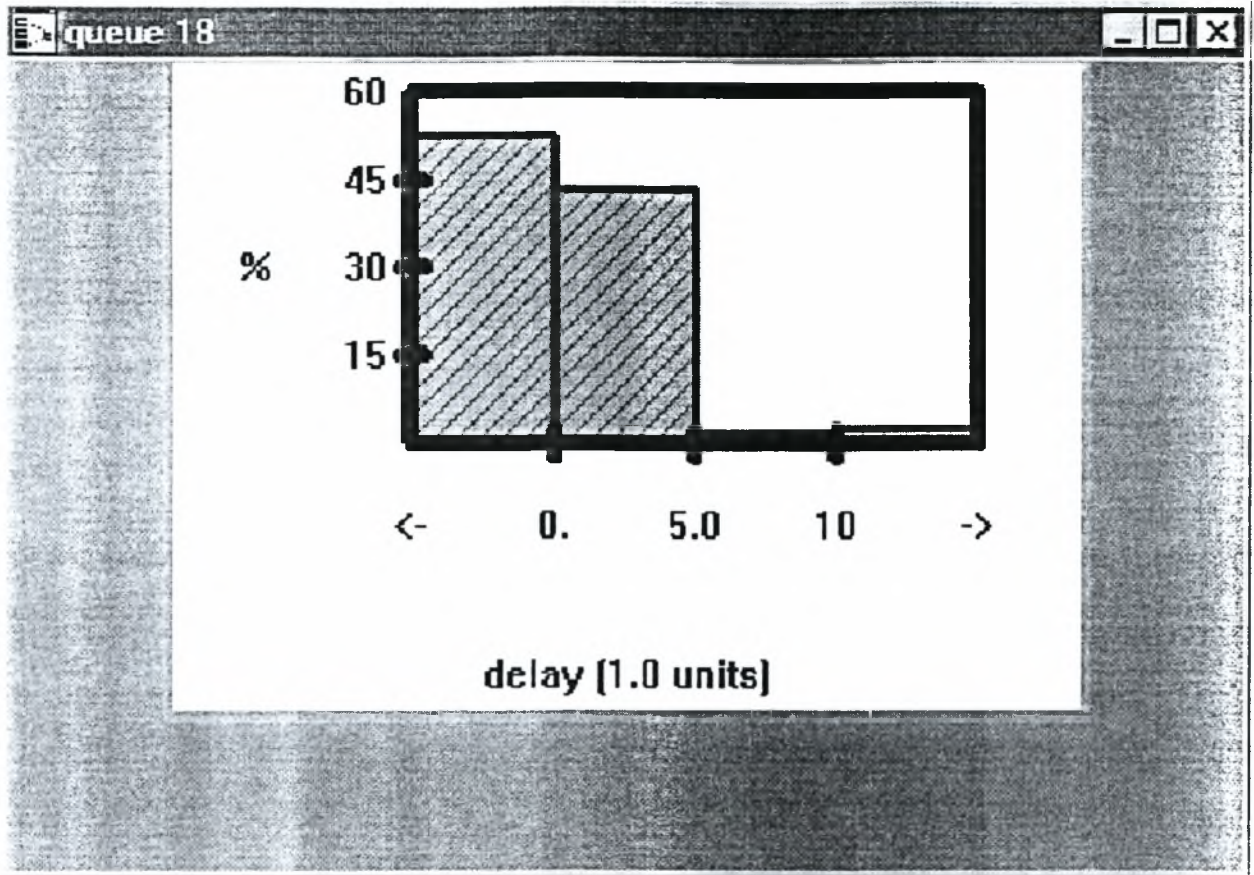


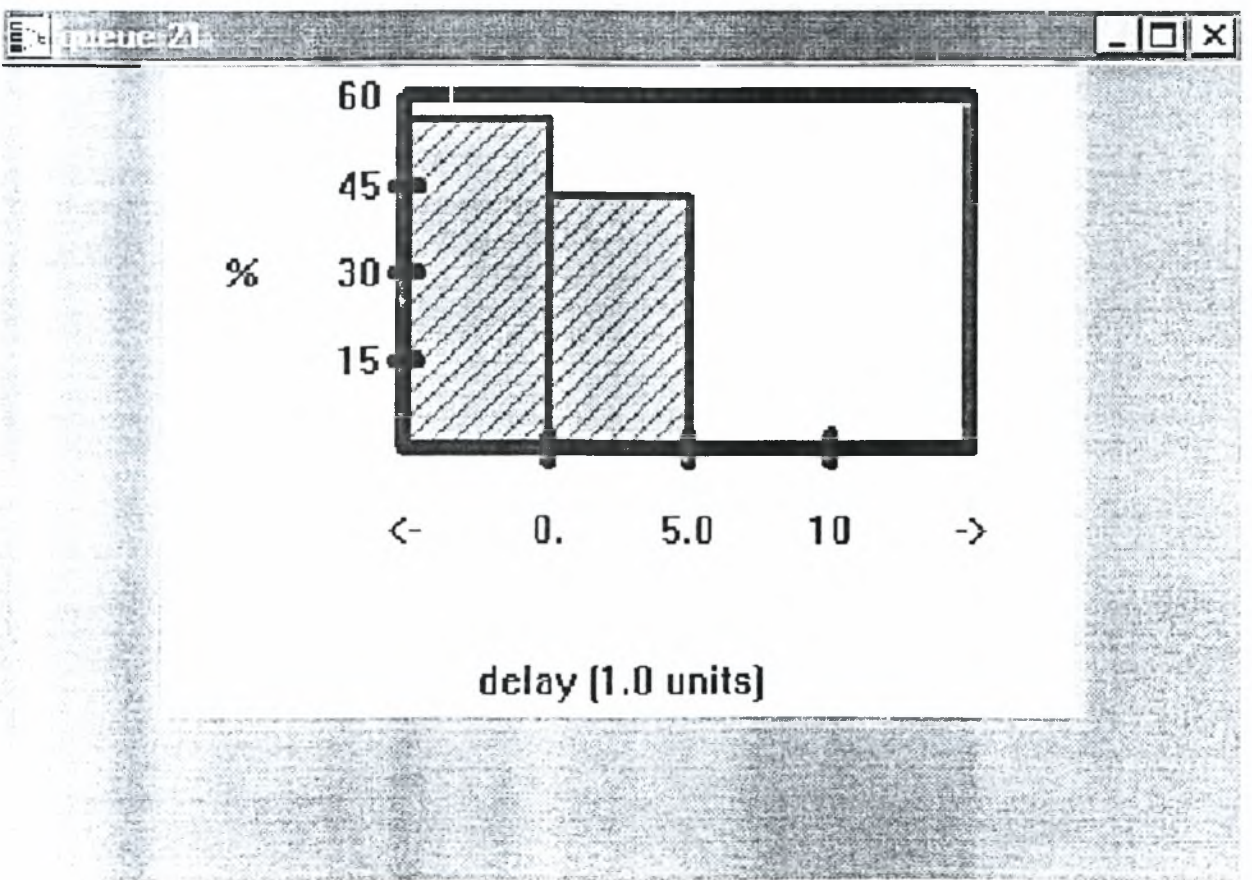
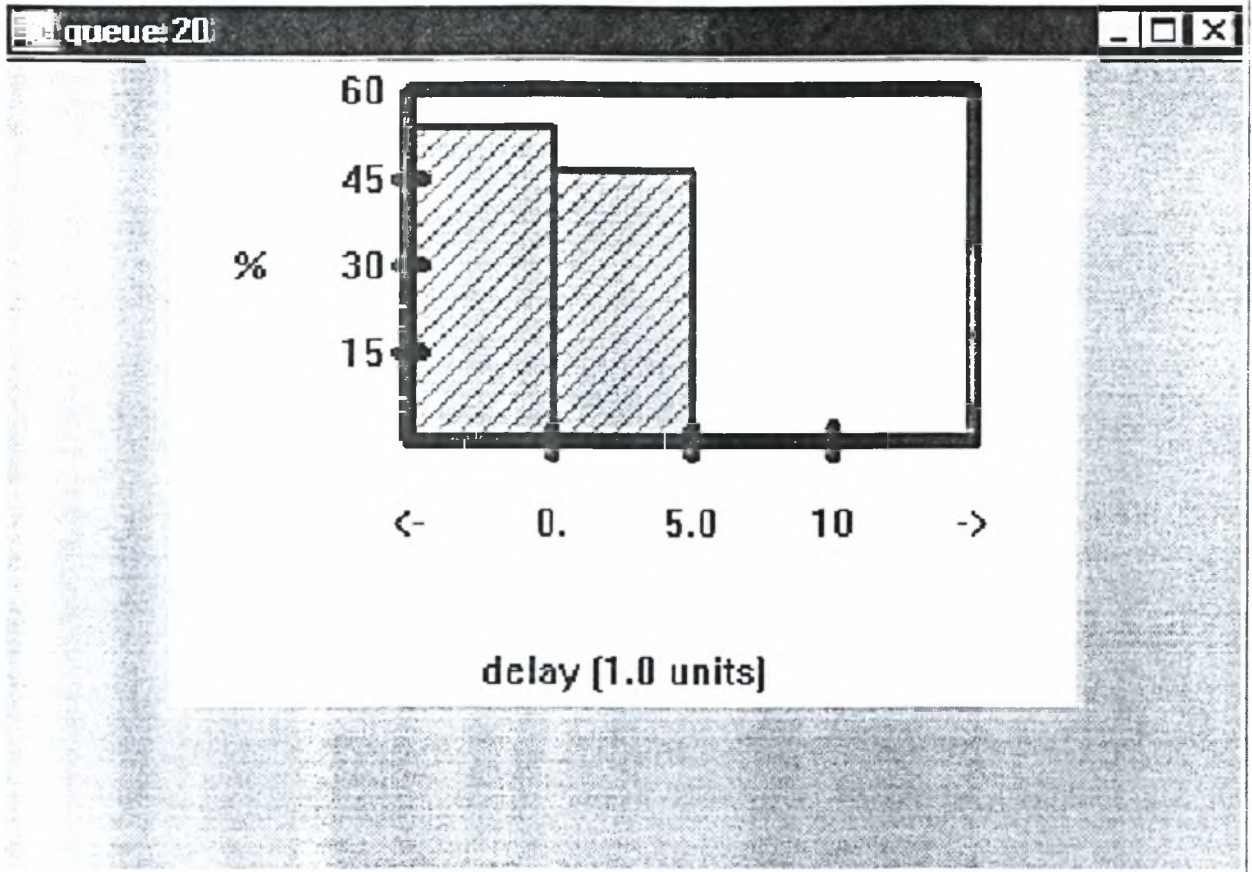


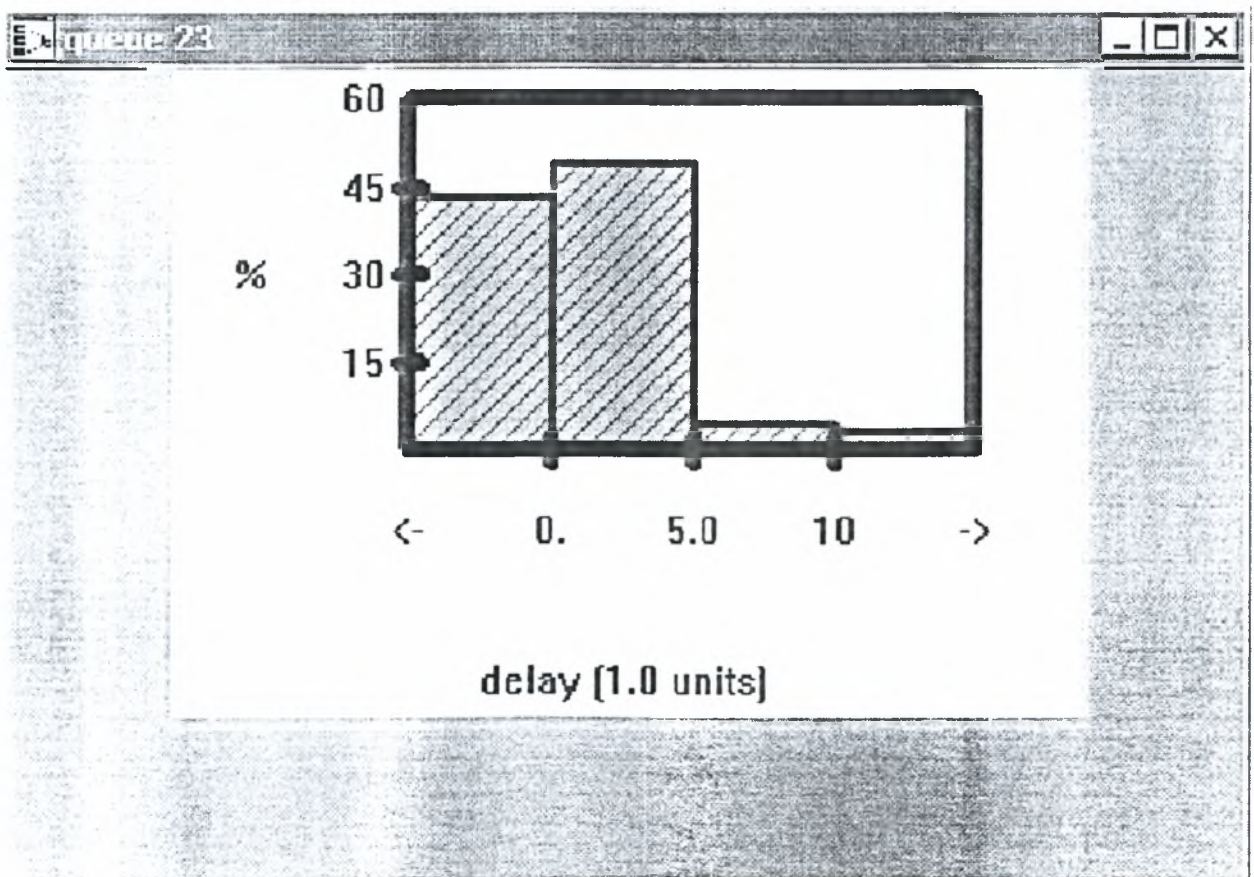
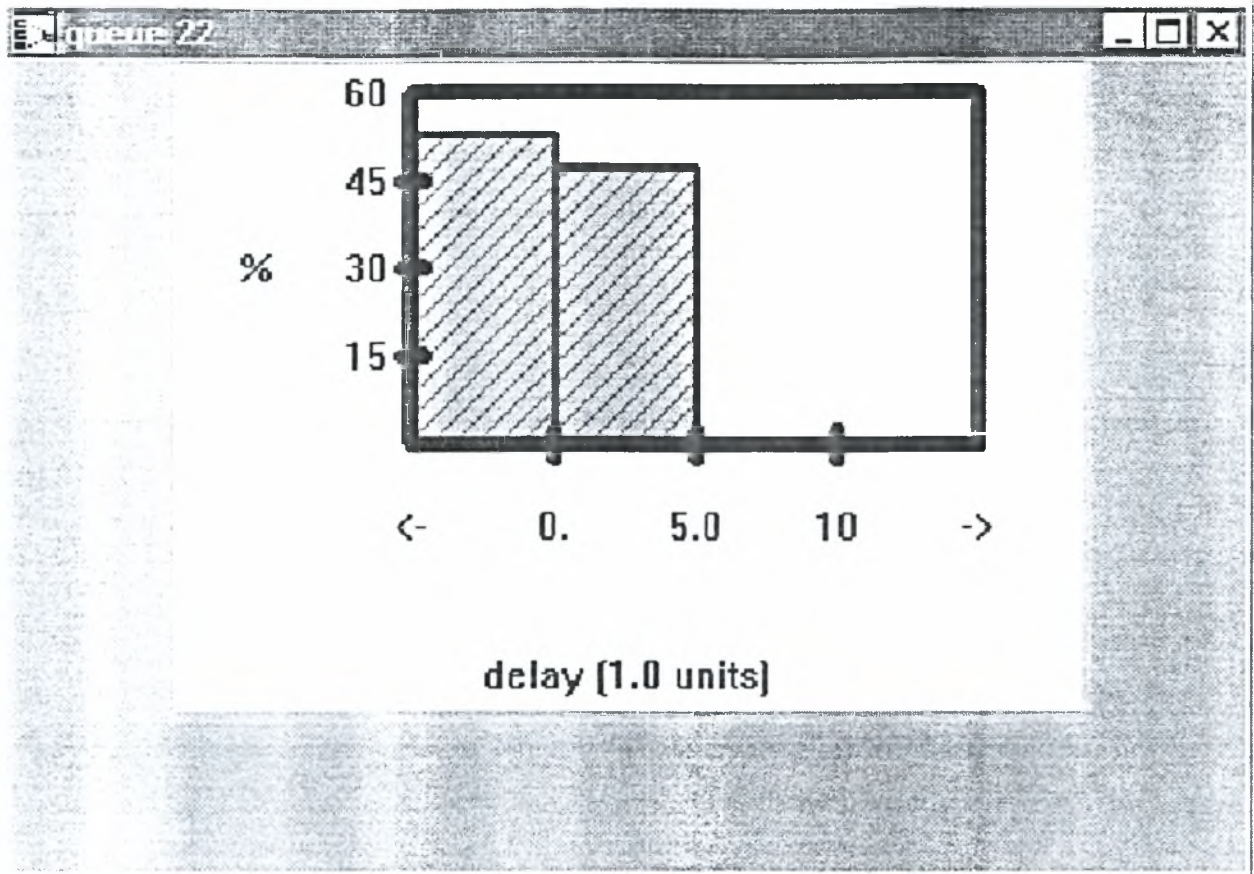


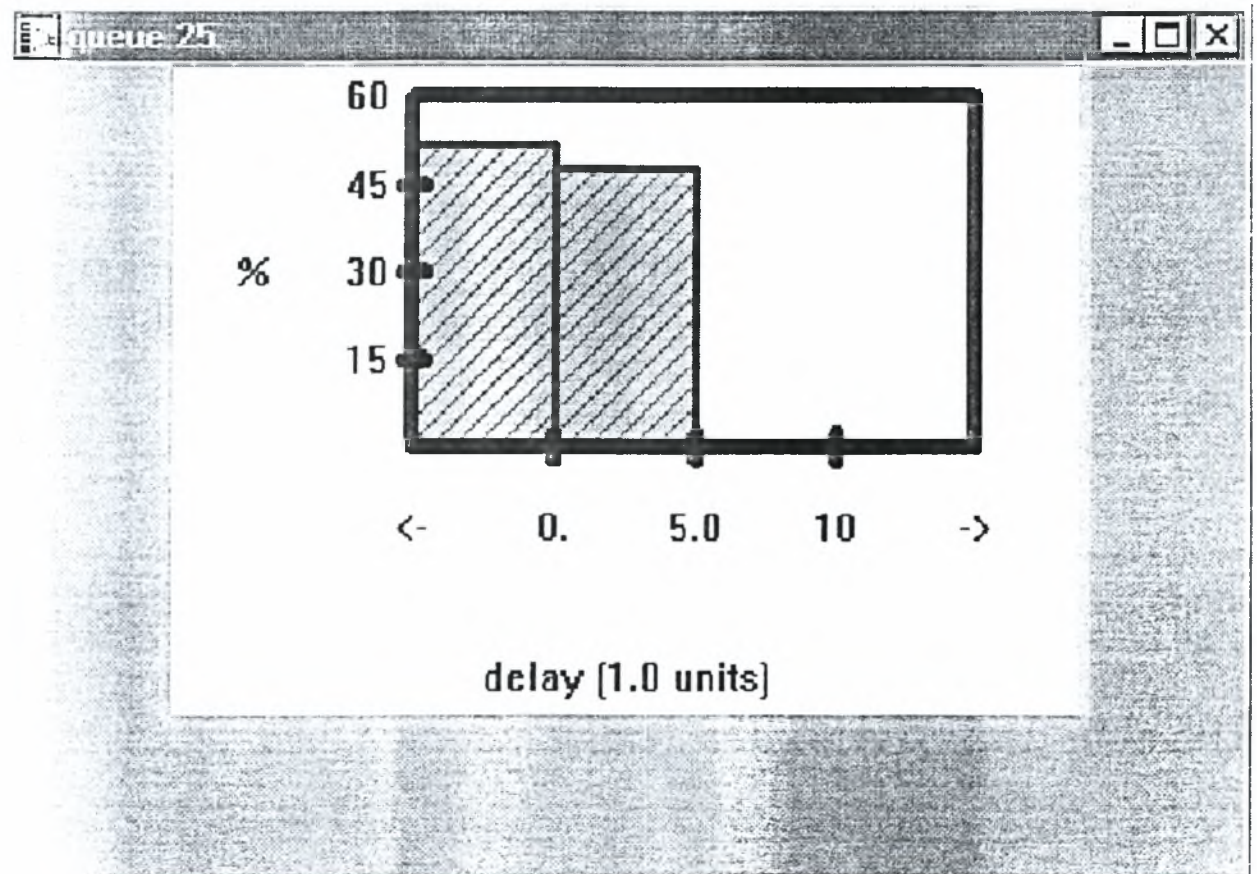
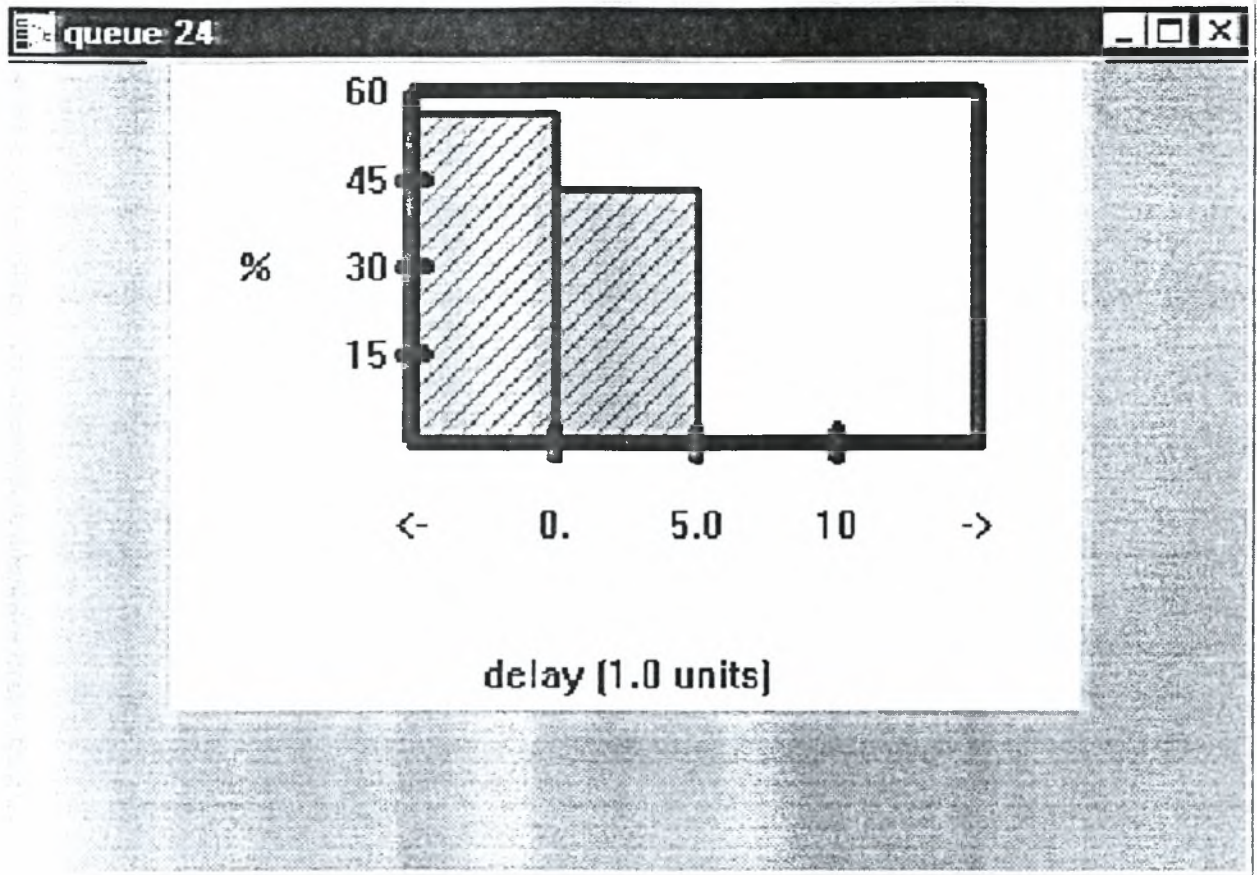


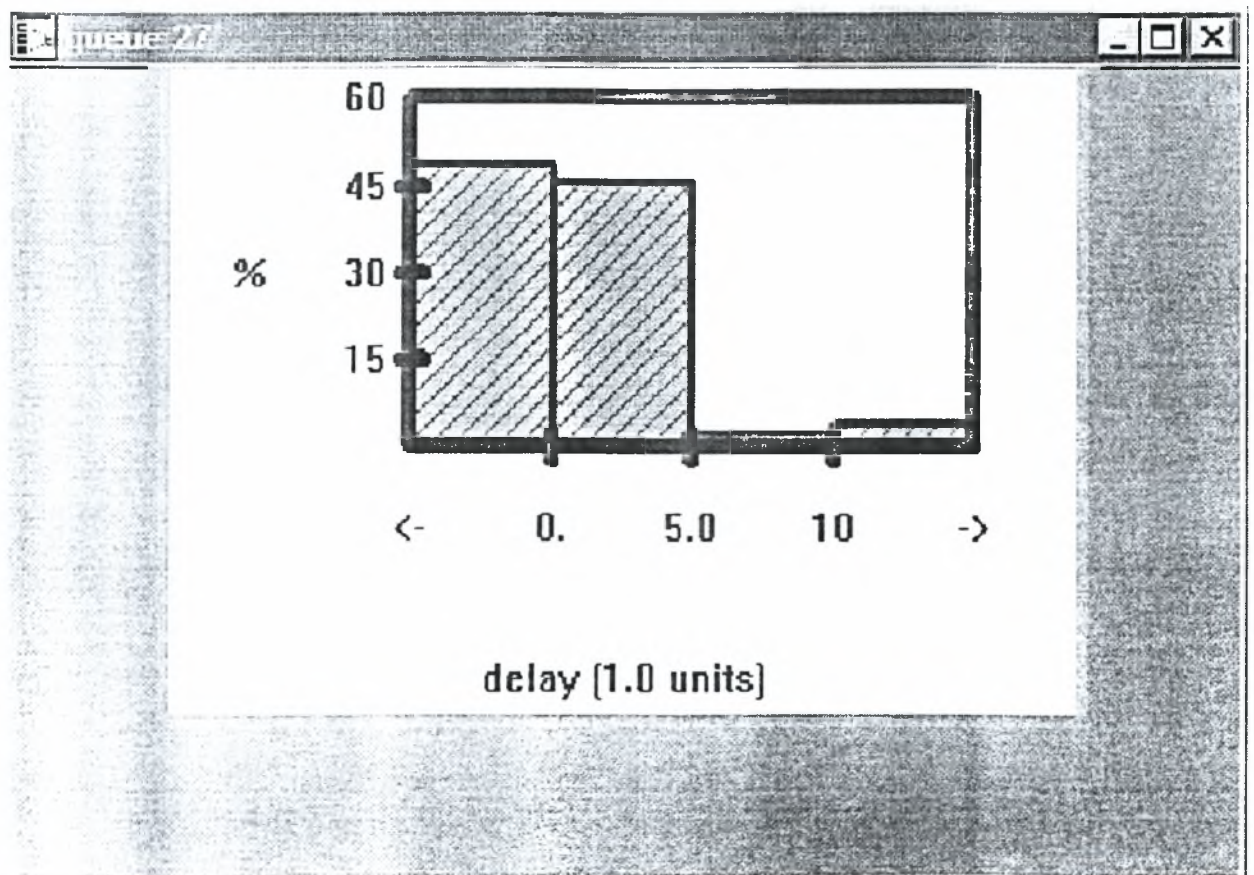
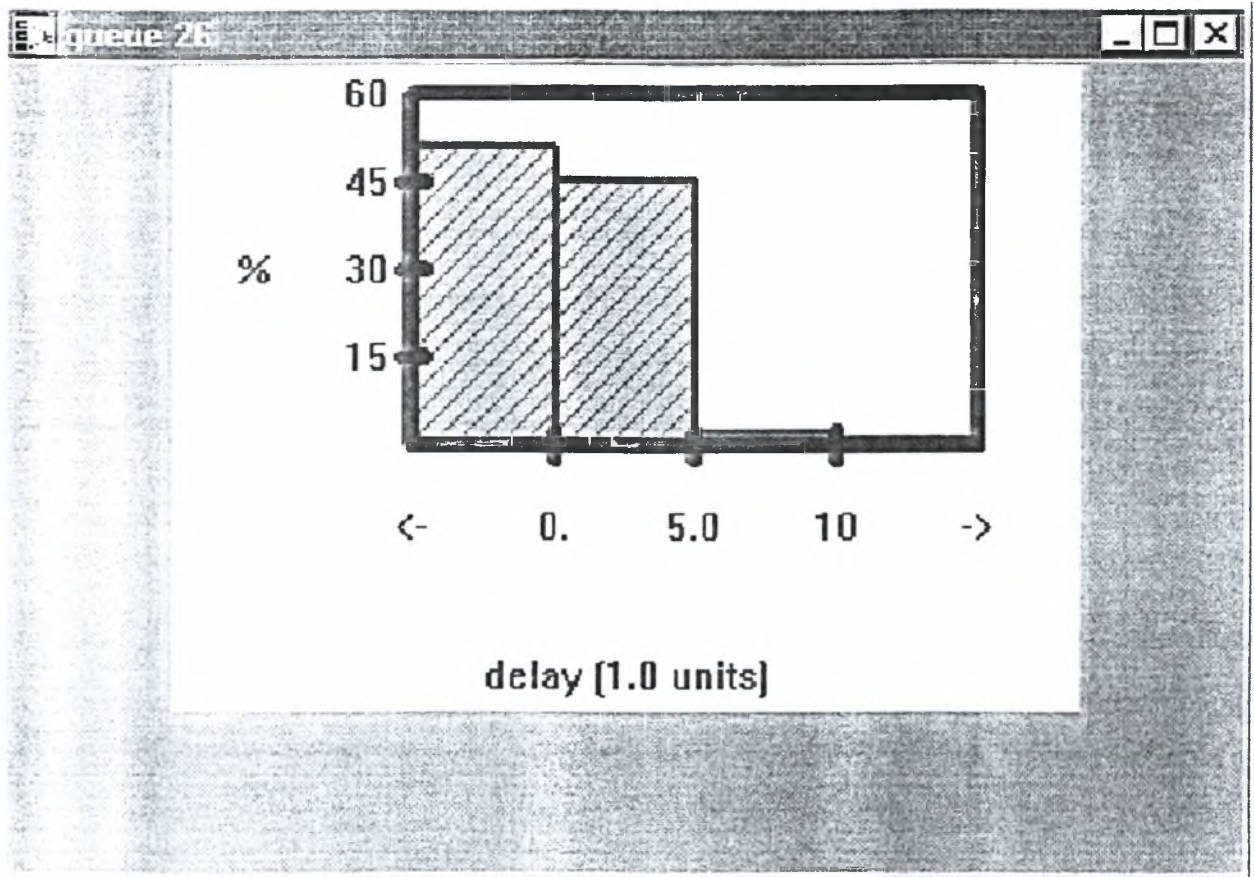


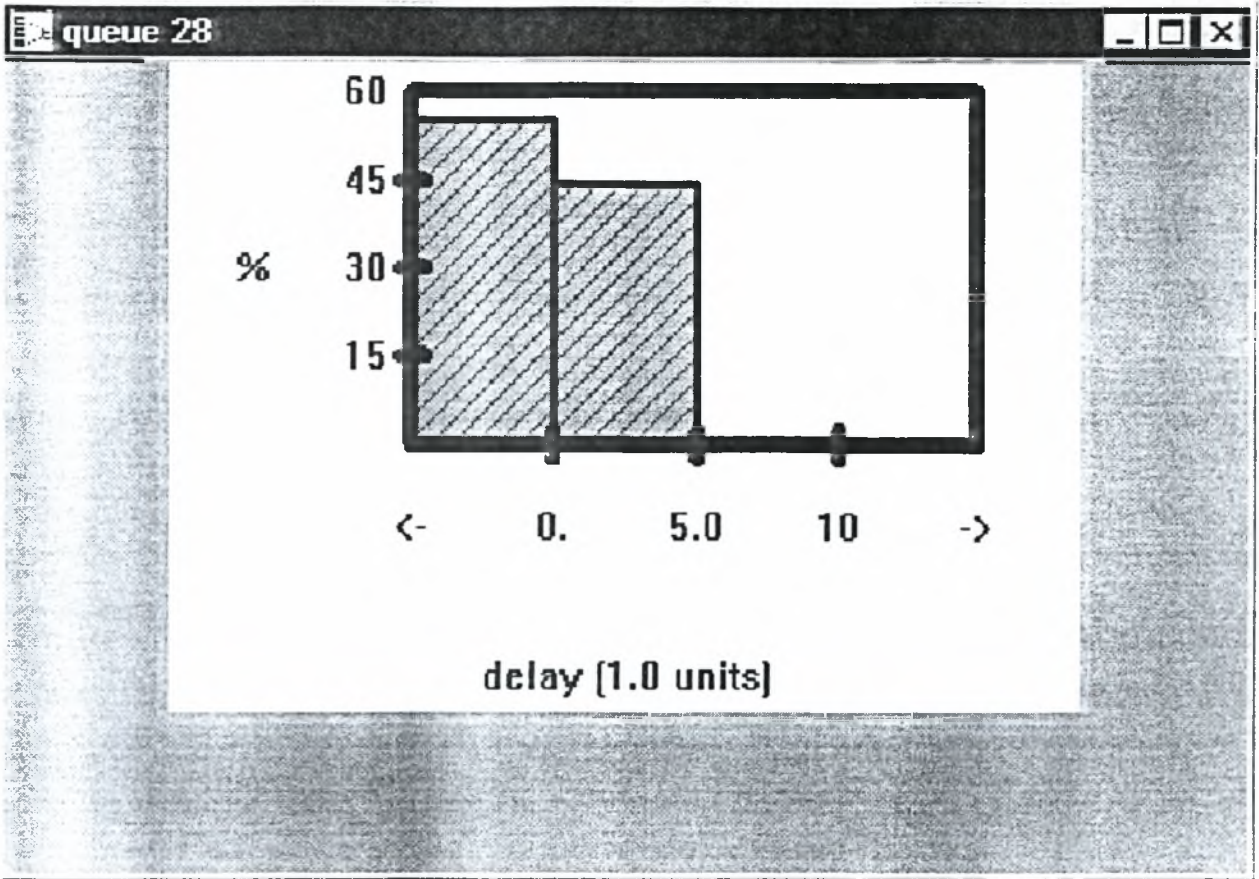


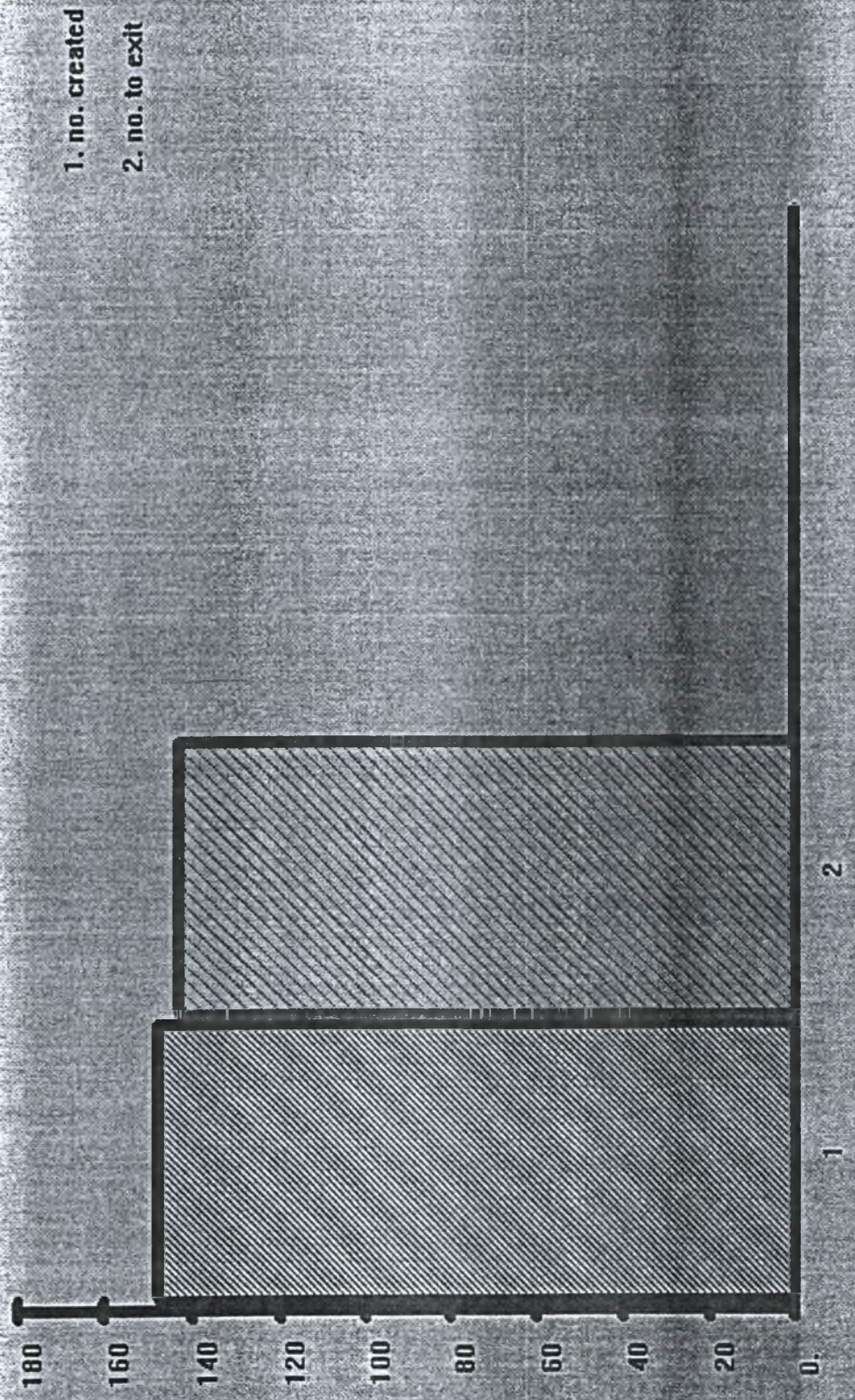




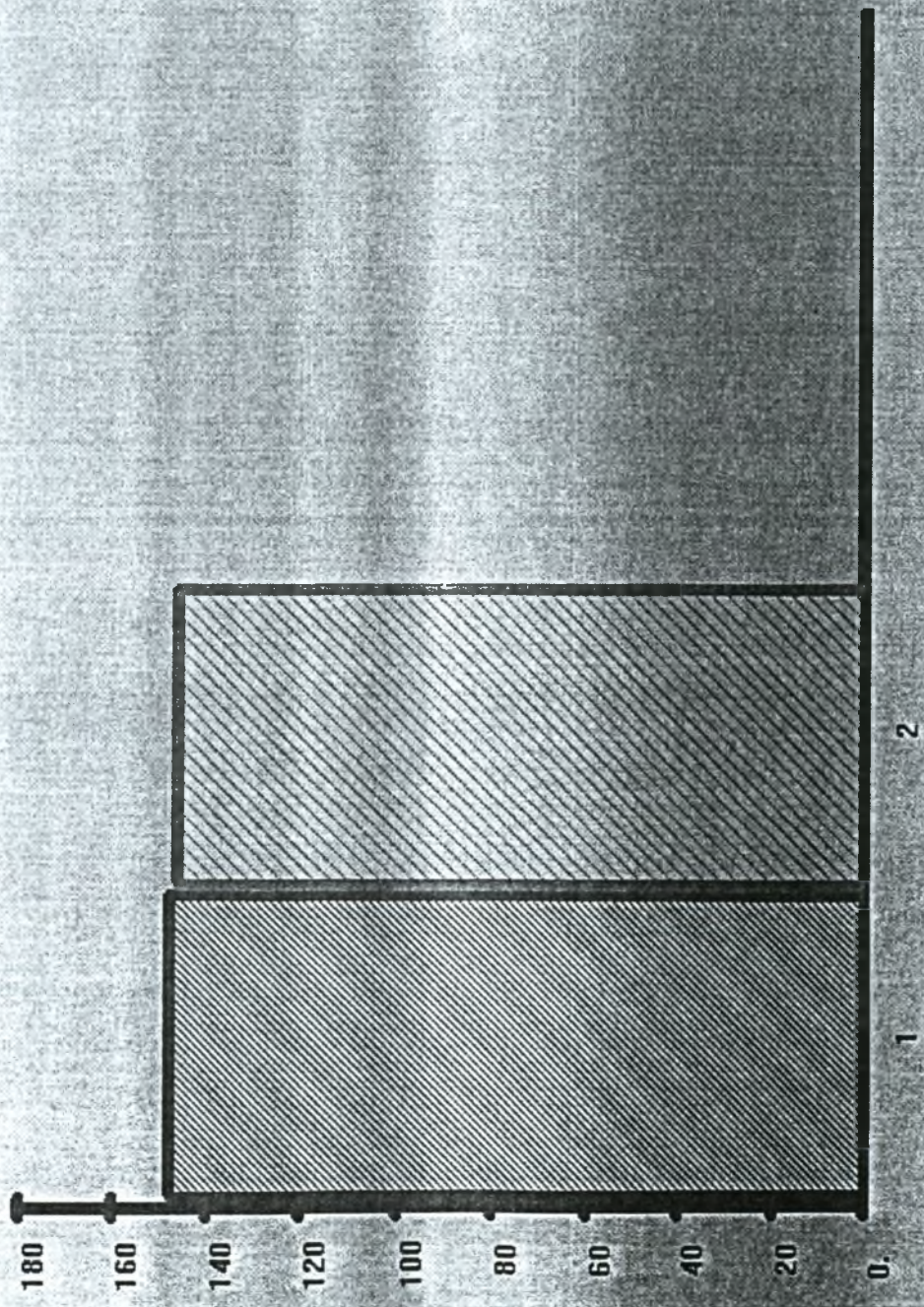








Bar chart για τομίζερ φραπέ



1. no. created
2. no. to exit

Bar chart για την μηχανή αποφλοιώσεως

station 1



station 10



station 11



station 12



station 13



station 14



station 2



station 3



station 4



station 5



station 6



station 7



station 8



station 9



station 15



station 16



station 17



station 18



station 19



station 20



station 21



station 22



station 23



station 24



station 25



station 26



station 27



station 28



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΑΝΑΦΟΡΑ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

TEXT FOR MODEL DIPL6

SIMFACTORY II.5 Release 7.1

Report generated 08/19/1998 13:28:39

*** 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: 18 %
 Coefficients over 20% indicate potentially poor accuracy

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-1	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-1	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-1	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-1	state	blocked	0.	0.		
		request	97.290	.893		
		busy	2.707	.893		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-10	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-10	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-10	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-10	state	busy	.221	.079		
		request	94.320	1.849		
		idle	5.462	1.770		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-11	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5

		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count		Std Dev		
1-11	no. to exi	145		6.943		
		Count		Std Dev		
1-11	no. create	150		0.		
		State		Percent		Std Dev
1-11	state	idle		0.		0.
		blocked		0.		0.
		request		99.550		.159
		busy		.447		.159
		Min		Mean		Std Dev
1-12	makespan	225.00		3634.5		1570
		Lower CI:		1685.0		
		Upper CI:		5584.0		
		Count		Std Dev		
1-12	no. to exi	145		6.943		
		Count		Std Dev		
1-12	no. create	150		0.		
		State		Percent		Std Dev
1-12	state	idle		.131		.048
		blocked		48.980		.370
		busy		.545		.198
		request		50.340		.358
		Min		Mean		Std Dev
1-13	makespan	225.00		3634.5		1570
		Lower CI:		1685.0		
		Upper CI:		5584.0		
		Count		Std Dev		
1-13	no. to exi	145		6.943		
		Count		Std Dev		
1-13	no. create	150		0.		
		State		Percent		Std Dev
1-13	state	blocked		1.904		.648
		request		94.400		1.826
		idle		.981		.419
		busy		2.717		.800

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-14	makespan	225.00 Lower CI: 1685.0 Upper CI: 5584.0	3634.5	1570	10767	5
		Count	Std Dev			
1-14	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-14	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-14	state	busy	.330	.117		
		request	94.670	1.718		
		idle	4.998	1.602		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-15	makespan	225.00 Lower CI: 1685.0 Upper CI: 5584.0	3634.5	1570	10767	5
		Count	Std Dev			
1-15	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-15	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-15	state	idle	99.320	.243		
		busy	.178	.069		
		request	.499	.175		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-16	makespan	225.00 Lower CI: 1685.0 Upper CI: 5584.0	3634.5	1570	10767	5
		Count	Std Dev			
1-16	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-16	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-16	state	busy	.277	.098		
		request	94.880	1.642		
		idle	4.844	1.544		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-17	makespan	115.00	3543.1	1570	11852	5
		Lower CI:	1594.0			
		Upper CI:	5492.0			
		Count	Std Dev			
1-17	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-17	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-17	state	busy	.140	.049		
		idle	99.850	.040		
		request	0.	0.		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-18	makespan	60.100	3546.5	1570	11963	5
		Lower CI:	1597.0			
		Upper CI:	5496.0			
		Count	Std Dev			
1-18	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-18	no. create	150	.447			
		State	Percent	Std Dev		
1-18	state	request	99.570	.165		
		idle	0.	0.		
		busy	.429	.163		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-19	makespan	.990	10.432	.829	39.980	5
		Lower CI:	9.403			
		Upper CI:	11.460			
		Count	Std Dev			
1-19	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-19	no. create	145	6.943			
		State	Percent	Std Dev		
1-19	state	busy	49.910	2.816		
		idle	41.950	2.162		
		request	8.138	2.782		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-2	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-2	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-2	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-2	state	idle	97.830	.745		
		request	.199	.067		
		busy	1.971	.680		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-20	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-20	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-20	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-20	state	request	95.290	1.450		
		idle	4.180	1.271		
		busy	.527	.182		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-21	makespan	25.200	3459.0	1566	7608.0	5
		Lower CI:	1514.0			
		Upper CI:	5404.0			
		Count	Std Dev			
1-21	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-21	no. create	150	.837			
		State	Percent	Std Dev		
1-21	state	request	99.610	.150		
		idle	0.	0.		
		busy	.393	.151		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-3	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-3	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-3	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-3	state	blocked	0.	0.		
		request	96.180	1.242		
		idle	3.124	.991		
		busy	.693	.252		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-4	makespan	223.00	3622.8	1570	7719.0	5
		Lower CI:	1674.0			
		Upper CI:	5572.0			
		Count	Std Dev			
1-4	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-4	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-4	state	busy	.161	.057		
		idle	98.120	.637		
		request	1.714	.581		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-5	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-5	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-5	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-5	state	idle	99.480	.179		
		busy	.460	.155		
		request	.062	.026		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-6	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-6	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-6	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-6	state	idle	98.690	.436		
		busy	1.142	.387		
		request	.170	.050		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-7	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-7	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-7	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-7	state	idle	96.990	.998		
		blocked	0.	0.		
		request	.244	.065		
		busy	2.765	.935		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-8	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-8	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-8	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-8	state	request	94.560	1.771		
		idle	2.882	.801		
		busy	2.560	.986		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
1-9	makespan	225.00	3634.5	1570	10767	5
		Lower CI:	1685.0			
		Upper CI:	5584.0			
		Count	Std Dev			
1-9	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			
1-9	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
1-9	state	idle	99.600	.140		
		busy	.091	.032		
		request	.313	.112		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-1	makespan	563.00	1752.6	398.6	3455.0	5
		Lower CI:	1258.0			
		Upper CI:	2247.0			
		Count	Std Dev			
2-1	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-1	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-1	state	blocked	.909	.215		
		request	69.360	5.360		
		busy	29.730	5.150		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-10	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-10	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-10	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-10	state	idle	74.060	4.528		
		busy	25.510	4.387		
		request	.433	.152		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-11	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-11	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-11	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-11	state	idle	48.050	8.912		
		busy	14.240	2.647		
		request	37.700	11.530		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-12	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-12	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-12	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-12	state	idle	31.770	5.989		
		busy	6.059	1.263		
		request	62.170	7.240		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-13	makespan	6.260	35.920	1.244	163.30	5
		Lower CI:	34.380			
		Upper CI:	37.460			
		Count	Std Dev			
2-13	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-13	no. create	148	2.168			
		State	Percent	Std Dev		
2-13	state	request	1.340	1.378		
		idle	.060	0.		
		busy	98.600	1.378		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-14	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-14	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-14	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-14	state	idle	42.490	7.851		
		blocked	.164	.043		
		request	44.390	10.570		
		busy	12.960	2.734		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-15	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-15	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-15	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-15	state	idle	33.170	6.247		
		busy	6.771	1.394		
		request	60.060	7.619		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-16	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-16	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-16	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-16	state	idle	46.060	8.877		
		blocked	.072	.016		
		busy	7.398	1.279		

		request	46.470	10.160		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-17	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-17	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-17	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-17	state	idle	47.150	9.106		
		busy	3.458	.605		
		request	49.390	9.709		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-18	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-18	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-18	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-18	state	idle	43.140	8.342		
		request	50.110	9.608		
		busy	6.755	1.267		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-19	makespan	1.820	16.459	1.205	116.20	5
		Lower CI:	14.960			
		Upper CI:	17.960			
		Count	Std Dev			
2-19	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-19	no. create	148	2.168			
		State	Percent	Std Dev		
2-19	state	busy	98.110	2.398		
		idle	.071	0.		
		request	1.815	2.397		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-2	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-2	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-2	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-2	state	idle	28.390	5.185		
		busy	8.922	1.978		
		request	62.690	7.154		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-20	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-20	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-20	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-20	state	idle	94.810	.981		
		busy	3.109	.624		
		request	2.084	.376		
		State	Percent	Std Dev		
2-20A	state	request	.831	1.154		
		busy	99.170	1.155		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-20A	makespan	0.	5.313	.294	36.640	5
		Lower CI:	4.948			
		Upper CI:	5.678			
		Count	Std Dev			
2-20A	no. to exi	150	0.			
		Count	Std Dev			
2-20A	no. create	150	0.			

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-21	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-21	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-21	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-21	state	idle	40.700	7.871		
		busy	5.115	1.052		
		request	54.180	8.879		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-22	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-22	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-22	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-22	state	idle	85.820	2.880		
		busy	10.590	2.194		
		request	3.594	.710		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-22A	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-22A	no. to exi	148	2.168			
		State	Percent	Std Dev		
2-22A	state	idle	86.410	2.749		
		blocked	.719	.150		
		busy	10.370	2.090		
		request	2.495	.526		
		Count	Std Dev			
2-22A	no. create	150	0.			

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-22B	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-22B	no. to exi	148	2.168			
		State	Percent	Std Dev		
2-22B	state	idle	90.820	1.827		
		request	1.922	.337		
		busy	7.258	1.518		
		Count	Std Dev			
2-22B	no. create	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-23	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-23	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-23	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-23	state	idle	31.980	6.403		
		busy	3.285	.606		
		request	64.740	6.987		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-24	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-24	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-24	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-24	state	idle	76.350	4.044		
		busy	23.190	3.937		
		request	.453	.118		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-3	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-3	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-3	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-3	state	idle	0.	0.		
		busy	34.990	6.373		
		request	65.010	6.373		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-4	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-4	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-4	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-4	state	idle	95.770	.876		
		busy	1.941	.436		
		request	2.286	.443		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-5	makespan	4.660	30.431	1.118	156.70	5
		Lower CI:	29.040			
		Upper CI:	31.820			
		Count	Std Dev			
2-5	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-5	no. create	148	2.168			
		State	Percent	Std Dev		
2-5	state	request	1.443	1.637		
		idle	.064	0.		
		busy	98.490	1.636		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-6	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-6	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-6	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-6	state	idle	81.860	3.275		
		request	.921	.190		
		busy	17.220	3.095		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-7	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-7	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-7	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-7	state	idle	84.240	2.811		
		busy	14.980	2.659		
		request	.776	.154		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-8	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-8	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-8	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-8	state	idle	74.060	4.335		
		busy	24.770	4.139		
		request	1.168	.200		

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
2-9	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
2-9	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
2-9	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
2-9	state	idle	83.490	2.851		
		request	2.051	.297		
		busy	14.460	2.562		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A	makespan	563.00	1742.1	397.8	3455.0	5
		Lower CI:	1248.0			
		Upper CI:	2236.0			
		Count	Std Dev			
A	no. to exi	148	2.168			
		State	Percent	Std Dev		
A	state	idle	97.220	.530		
		busy	.517	.116		
		request	2.258	.428		
		Count	Std Dev			
A	no. create	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A1-1	delay	- Infinity	0.	100.00		
		0.	1.00	0.		
		1.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-1	delay	0.	0.	0.	0.	5
		Count	Std Dev			
A1-1	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A1-10	delay	- Infinity	0.	95.73		

		0.	1.00	.13	
		1.00	Infinity	4.13	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
		Obs			
A1-10	delay	0.	1.481	.868	164.60
		Lower CI:	.403		
		Upper CI:	2.559		
		Count	Std Dev		
A1-10	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A1-11	delay	- Infinity	0.	98.00	
		0.	1.00	.53	
		1.00	Infinity	1.47	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
		Obs			
A1-11	delay	0.	.235	.278	73.280
		Count	Std Dev		
A1-11	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A1-12	delay	- Infinity	0.	100.00	
		0.	1.00	0.	
		1.00	Infinity	0.	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
		Obs			
A1-12	delay	0.	0.	0.	0.
		Count	Std Dev		
A1-12	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A1-13	delay	- Infinity	.03	2.67	
		.03	1.23	70.80	
		1.23	2.44	20.80	
		2.44	3.65	3.73	
		3.65	4.85	1.73	
		4.85	Infinity	.27	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
		Obs			
A1-13	delay	0.	.921	.059	5.594
		Lower CI:	.848		

Upper CI: .993

		Count	Std Dev	
A1-13	no. releas	150	0.	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A1-14	delay	- Infinity	2.48	2.00
		2.48	4.32	7.00
		4.32	6.15	10.00
		6.15	7.98	14.00
		7.98	9.82	12.00
		9.82	11.65	13.00
		11.65	13.48	9.00
		13.48	15.32	7.00
		15.32	17.15	7.00
		17.15	18.98	5.00
		18.98	20.81	4.00
		20.81	22.65	3.00
		22.65	24.48	1.00
		24.48	26.31	1.00
		26.31	28.15	1.00
		28.15	29.98	1.00
		29.98	31.81	1.00
		31.81	33.65	0.
		33.65	35.48	0.
		35.48	37.31	1.00
		37.31	39.15	0.
		39.15	Infinity	0.
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-14	delay	1.120	11.673	.478	39.150	5
		Lower CI:	11.080			
		Upper CI:	12.270			

		Count	Std Dev	
A1-14	no. releas	150	0.	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A1-15	delay	- Infinity	2.91	1.00
		2.91	4.84	3.00
		4.84	6.77	9.00
		6.77	8.69	10.00
		8.69	10.62	11.00
		10.62	12.55	11.00
		12.55	14.48	13.00
		14.48	16.41	9.00
		16.41	18.33	9.00
		18.33	20.26	7.00
		20.26	22.19	5.00
		22.19	24.12	3.00
		24.12	26.05	1.00
		26.05	27.98	2.00
		27.98	29.90	2.00

29.90	31.83	1.00
31.83	33.76	1.00
33.76	35.69	0.
35.69	37.62	0.
37.62	39.55	1.00
39.55	41.47	0.
41.47	Infinity	0.
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-15	delay	1.360	14.106	.568	41.470	5
		Lower CI:	13.400			
		Upper CI:	14.810			

		Count	Std Dev
A1-15	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A1-16	delay	- Infinity	5.15	2.00
		5.15	7.04	3.00
		7.04	8.93	6.00
		8.93	10.83	9.00
		10.83	12.72	8.00
		12.72	14.61	11.00
		14.61	16.50	11.00
		16.50	18.39	10.00
		18.39	20.28	9.00
		20.28	22.17	7.00
		22.17	24.06	5.00
		24.06	25.96	5.00
		25.96	27.85	3.00
		27.85	29.74	3.00
		29.74	31.63	2.00
		31.63	33.52	2.00
		33.52	35.41	2.00
		35.41	37.30	1.00
		37.30	39.19	1.00
		39.19	41.09	0.
		41.09	42.98	1.00
		42.98	Infinity	1.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-16	delay	1.890	17.572	.727	44.870	5
		Lower CI:	16.670			
		Upper CI:	18.480			

		Count	Std Dev
A1-16	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A1-17	delay	- Infinity	0.	41.20
		0.	1.00	21.20

		1.00	Infinity	37.60		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	

A1-17	delay	0.	0.	0.	.004	
		Count	Std Dev	-----		
A1-17	no. releas	150	0.	-----		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

A1-18	delay	- Infinity	0.	42.47		
		0.	1.00	25.30		
		1.00	Infinity	32.23		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	

A1-18	delay	0.	0.	0.	.004	
		Count	Std Dev	-----		
A1-18	no. releas	150	.447	-----		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

A1-19	delay	- Infinity	0.	45.91		
		0.	1.00	22.67		
		1.00	Infinity	31.42		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	

A1-19	delay	0.	0.	0.	.004	
		Count	Std Dev	-----		
A1-19	no. releas	145	6.943	-----		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

A1-2	delay	- Infinity	0.	99.87		
		0.	1.00	.13		
		1.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	

A1-2	delay	0.	.001	0.	.881	
		Lower CI:	.001	-----		
		Upper CI:	.001	-----		
		Count	Std Dev	-----		
A1-2	no. releas	150	0.	-----		

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A1-20	delay	- Infinity	5.59	1.00	
		5.59	7.50	2.00	
		7.50	9.41	4.00	
		9.41	11.32	5.00	
		11.32	13.22	9.00	
		13.22	15.13	8.00	
		15.13	17.04	11.00	
		17.04	18.95	9.00	
		18.95	20.85	12.00	
		20.85	22.76	8.00	
		22.76	24.67	7.00	
		24.67	26.57	6.00	
		26.57	28.48	4.00	
		28.48	30.39	3.00	
		30.39	32.30	3.00	
		32.30	34.20	2.00	
		34.20	36.11	2.00	
		36.11	38.02	1.00	
		38.02	39.93	1.00	
		39.93	41.83	1.00	
		41.83	43.74	1.00	
		43.74	Infinity	1.00	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
A1-20	delay	2.840	20.102	.853	47.710
		Lower CI:	19.040		
		Upper CI:	21.160		
		Count	Std Dev		
A1-20	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A1-21	delay	- Infinity	0.	42.35	
		0.	1.00	25.70	
		1.00	Infinity	31.95	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
A1-21	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
A1-21	no. releas	150	.837		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A1-3	delay	- Infinity	0.	100.00	
		0.	1.00	0.	
		1.00	Infinity	0.	
		Number of Observations:		5	

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-3	delay	0.	0.	0.	0.	5
		Count	Std Dev			
A1-3	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A1-4	delay	- Infinity	0.	45.07		
		0.	1.00	24.13		
		1.00	Infinity	30.80		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-4	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
A1-4	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A1-5	delay	- Infinity	.03	1.60		
		.03	1.07	41.00		
		1.07	2.12	23.00		
		2.12	3.17	13.00		
		3.17	4.22	8.40		
		4.22	5.27	4.40		
		5.27	6.32	3.20		
		6.32	7.37	1.20		
		7.37	8.42	.90		
		8.42	9.47	.50		
		9.47	10.52	.70		
		10.52	11.57	.50		
		11.57	12.62	.10		
		12.62	Infinity	.50		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-5	delay	0.	2.022	.271	12.620	5
		Lower CI:	1.685			
		Upper CI:	2.358			
		Count	Std Dev			
A1-5	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A1-6	delay	- Infinity	.29	1.20		
		.29	1.32	13.00		
		1.32	2.35	18.00		
		2.35	3.38	16.00		
		3.38	4.41	13.00		

4.41	5.43	10.00
5.43	6.46	8.40
6.46	7.49	6.50
7.49	8.52	4.90
8.52	9.54	1.70
9.54	10.57	1.30
10.57	11.60	1.30
11.60	12.63	1.30
12.63	13.65	1.20
13.65	14.68	.70
14.68	Infinity	.80
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-6	delay	.150	4.265	.270	17.190	5
		Lower CI:	3.929			
		Upper CI:	4.600			

		Count	Std Dev
A1-6	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A1-7	delay	- Infinity	0.	97.47
		0.	1.01	.13
		1.01	2.02	.27
		2.02	3.03	.53
		3.03	Infinity	1.60
Number of Observations:				5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-7	delay	0.	.184	.167	22.820	5

		Count	Std Dev
A1-7	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A1-8	delay	- Infinity	.05	2.67
		.05	1.19	41.87
		1.19	2.32	25.47
		2.32	3.46	11.73
		3.46	4.59	8.27
		4.59	5.72	4.27
		5.72	6.86	2.00
		6.86	7.99	.80
		7.99	Infinity	2.93
Number of Observations:				5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-8	delay	.010	2.103	.066	23.400	5
		Lower CI:	2.020			
		Upper CI:	2.185			

		Count	Std Dev			
A1-8	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A1-9	delay	- Infinity	1.86	3.00		
		1.36	3.61	8.00		
		3.61	5.36	11.00		
		5.36	7.11	15.00		
		7.11	8.86	13.00		
		8.86	10.61	12.00		
		10.61	12.37	7.00		
		12.37	14.12	7.00		
		14.12	15.87	5.00		
		15.87	17.62	5.00		
		17.62	19.37	4.00		
		19.37	21.12	1.00		
		21.12	22.87	1.00		
		22.87	24.62	1.00		
		24.62	26.37	1.00		
		26.37	28.12	1.00		
		28.12	29.87	1.00		
		29.87	31.62	0.		
		31.62	33.38	1.00		
		33.38	35.13	0.		
		35.13	36.88	0.		
		36.88	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A1-9	delay	.390	10.128	.501	36.880	5
		Lower CI:	9.507			
		Upper CI:	10.750			
		Count	Std Dev			
A1-9	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A2-1	delay	- Infinity	0.	100.00		
		0.	1.00	0.		
		1.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-1	delay	0.	0.	0.	0.	5
		Count	Std Dev			
A2-1	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A2-10	delay	- Infinity	.05	1.20		

.05	1.05	35.70
1.05	2.06	23.50
2.06	3.06	13.60
3.06	4.07	8.93
4.07	5.08	4.53
5.08	6.08	3.87
6.08	7.09	2.00
7.09	8.10	1.33
8.10	9.10	1.07
9.10	Infinity	4.27
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-10	delay	0.	3.505	.856	165.20	5
		Lower CI:	2.442			
		Upper CI:	4.568			

		Count	Std Dev
A2-10	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A2-11	delay	- Infinity	0.	16.00
		0.	35.22	4.00
		35.22	70.43	3.00
		70.43	105.65	3.00
		105.65	140.87	3.00
		140.87	176.09	4.00
		176.09	211.30	2.00
		211.30	246.52	3.00
		246.52	281.74	3.00
		281.74	316.96	3.00
		316.96	352.17	3.00
		352.17	387.39	2.00
		387.39	422.61	2.00
		422.61	457.83	3.00
		457.83	493.04	1.00
		493.04	528.26	2.00
		528.26	563.48	2.00
		563.48	598.70	1.00
		598.70	633.91	2.00
		633.91	669.13	2.00
		669.13	704.35	1.00
		704.35	Infinity	37.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-11	delay	0.	684.96	381.4	2967.0	5
		Lower CI:	211.50			
		Upper CI:	1158.0			

		Count	Std Dev
A2-11	no. releas	148	1.949

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
--	--	--------------	---------------------	-------------------------

A2-12	delay	- Infinity	0.	98.67	
		0.	1.00	.27	
		1.00	Infinity	1.07	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
A2-12	delay	0.	.095	.136	14.360
		Count	Std Dev		
A2-12	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A2-13	delay	- Infinity	0.	36.38	
		0.	1.00	27.23	
		1.00	Infinity	36.39	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
A2-13	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
A2-13	no. releas	148	2.168		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A2-14	delay	- Infinity	14.33	2.00	
		14.33	54.07	4.00	
		54.07	93.81	5.00	
		93.81	133.55	5.00	
		133.55	173.29	4.00	
		173.29	213.03	4.00	
		213.03	252.77	3.00	
		252.77	292.51	4.00	
		292.51	332.25	4.00	
		332.25	371.99	4.00	
		371.99	411.73	3.00	
		411.73	451.47	3.00	
		451.47	491.21	3.00	
		491.21	530.95	3.00	
		530.95	570.69	2.00	
		570.69	610.43	2.00	
		610.43	650.17	2.00	
		650.17	689.91	2.00	
		689.91	729.65	1.00	
		729.65	769.39	2.00	
		769.39	809.13	2.00	
		809.13	Infinity	38.00	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
A2-14	delay	1.460	798.64	384.4	3020.0
		Lower CI:	321.40		

		Upper CI: 1276.0				
		Count	Std Dev			

A2-14	no. releas	149	2.074			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

A2-15	delay	- Infinity	.05	3.07		
		.05	1.09	30.31		
		1.09	2.12	21.50		
		2.12	3.15	13.62		
		3.15	4.19	10.94		
		4.19	5.22	6.14		
		5.22	6.25	4.14		
		6.25	7.29	3.07		
		7.29	8.32	2.27		
		8.32	Infinity	4.94		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

A2-15	delay	0.	4.569	2.703	559.50	5
		Lower CI:	1.214			
		Upper CI:	7.924			
		Count	Std Dev			

A2-15	no. releas	150	.447			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

A2-16	delay	- Infinity	42.72	2.00		
		42.72	82.80	4.00		
		82.80	122.89	4.00		
		122.89	162.97	4.00		
		162.97	203.06	3.00		
		203.06	243.14	5.00		
		243.14	283.23	4.00		
		283.23	323.31	4.00		
		323.31	363.40	4.00		
		363.40	403.48	4.00		
		403.48	443.57	2.00		
		443.57	483.65	3.00		
		483.65	523.74	3.00		
		523.74	563.82	3.00		
		563.82	603.90	2.00		
		603.90	643.99	2.00		
		643.99	684.07	2.00		
		684.07	724.16	2.00		
		724.16	764.24	1.00		
		764.24	804.33	1.00		
		804.33	844.41	1.00		
		844.41	Infinity	38.00		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

A2-16	delay	3.860	833.91	384.7	3139.0	5

Lower CI: 356.30
Upper CI: 1311.0

		Count	Std Dev	
A2-16	no. releas	149	2.074	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A2-17	delay	- Infinity	65.06	1.00
		65.06	106.14	3.00
		106.14	147.23	4.00
		147.23	188.32	3.00
		188.32	229.40	4.00
		229.40	270.49	4.00
		270.49	311.58	4.00
		311.58	352.67	4.00
		352.67	393.75	5.00
		393.75	434.84	4.00
		434.84	475.93	4.00
		475.93	517.01	3.00
		517.01	558.10	2.00
		558.10	599.19	3.00
		599.19	640.27	2.00
		640.27	681.36	3.00
		681.36	722.45	2.00
		722.45	763.54	1.00
		763.54	804.62	2.00
		804.62	845.71	2.00
		845.71	886.80	1.00
		886.80	Infinity	38.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-17	delay	21.900	886.21	386.5	3147.0	5
		Lower CI:	406.40			
		Upper CI:	1366.0			

		Count	Std Dev	
A2-17	no. releas	149	2.074	
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A2-18	delay	- Infinity	73.15	1.00
		73.15	114.04	3.00
		114.04	154.93	5.00
		154.93	195.83	3.00
		195.83	236.72	4.00
		236.72	277.61	4.00
		277.61	318.50	4.00
		318.50	359.40	5.00
		359.40	400.29	4.00
		400.29	441.18	4.00
		441.18	482.07	4.00
		482.07	522.97	3.00
		522.97	563.86	2.00
		563.86	604.75	3.00

604.75	645.64	3.00
645.64	686.54	2.00
686.54	727.43	3.00
727.43	768.32	1.00
768.32	809.21	2.00
809.21	850.11	2.00
850.11	891.00	2.00
891.00	Infinity	38.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-18	delay	30.400	898.58	386.8	3165.0	5
		Lower CI:	418.30			
		Upper CI:	1379.0			

		Count	Std Dev
A2-18	no. releas	149	2.074

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A2-19	delay	- Infinity	0.	35.83
		0.	1.00	31.91
		1.00	Infinity	32.26
Number of Observations:				5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-19	delay	0.	0.	0.	.004	5

		Count	Std Dev
A2-19	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A2-2	delay	- Infinity	0.	100.00
		0.	1.00	0.
		1.00	Infinity	0.
Number of Observations:				5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-2	delay	0.	0.	0.	0.	5

		Count	Std Dev
A2-2	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A2-20	delay	- Infinity	0.	99.07
		0.	1.00	.13
		1.00	Infinity	.80
Number of Observations:				5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-20	delay	0.	.042	.059	9.394	5
		Count	Std Dev			
A2-20	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A2-21	delay	- Infinity	147.90	3.00		
		147.90	177.04	2.00		
		177.04	206.18	2.00		
		206.18	235.33	2.00		
		235.33	264.47	3.00		
		264.47	293.61	2.00		
		293.61	322.75	3.00		
		322.75	351.89	3.00		
		351.89	381.04	3.00		
		381.04	410.18	4.00		
		410.18	439.32	2.00		
		439.32	468.46	3.00		
		468.46	497.60	2.00		
		497.60	526.75	3.00		
		526.75	555.89	3.00		
		555.89	585.03	2.00		
		585.03	614.17	3.00		
		614.17	643.31	2.00		
		643.31	672.46	1.00		
		672.46	701.60	2.00		
		701.60	730.74	2.00		
		730.74	Infinity	47.00		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-21	delay	85.100	962.30	387.7	3280.0	5
		Lower CI:	481.40			
		Upper CI:	1444.0			
		Count	Std Dev			
A2-21	no. releas	149	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A2-22	delay	- Infinity	7.45	0.		
		7.45	10.09	1.00		
		10.09	12.73	1.00		
		12.73	15.36	4.00		
		15.36	18.00	7.00		
		18.00	20.64	8.00		
		20.64	23.27	9.00		
		23.27	25.91	11.00		
		25.91	28.55	10.00		
		28.55	31.19	10.00		
		31.19	33.82	8.00		

33.82	36.46	8.00
36.46	39.10	6.00
39.10	41.73	4.00
41.73	44.37	4.00
44.37	47.01	3.00
47.01	49.64	2.00
49.64	52.28	1.00
52.28	54.92	1.00
54.92	57.55	1.00
57.55	60.19	1.00
60.19	Infinity	1.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-22	delay	4.060	29.325	1.166	60.830	5
		Lower CI:	27.880			
		Upper CI:	30.770			

		Count	Std Dev
A2-22	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
A2-22A	delay	- Infinity	11.42	1.00
		11.42	13.94	1.00
		13.94	16.47	2.00
		16.47	18.99	4.00
		18.99	21.52	6.00
		21.52	24.04	6.00
		24.04	26.57	7.00
		26.57	29.09	9.00
		29.09	31.62	9.00
		31.62	34.14	10.00
		34.14	36.66	7.00
		36.66	39.19	7.00
		39.19	41.71	7.00
		41.71	44.24	4.00
		44.24	46.76	5.00
		46.76	49.29	3.00
		49.29	51.81	3.00
		51.81	54.34	2.00
		54.34	56.86	2.00
		56.86	59.39	2.00
		59.39	61.91	1.00
		61.91	Infinity	2.00
Number of Observations:				5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-22A	delay	8.540	34.790	1.362	79.060	5
		Lower CI:	33.100			
		Upper CI:	36.480			

		Count	Std Dev
A2-22A	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A2-22B	delay	- Infinity	0.	100.00		
		0.	1.00	0.		
		1.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-22B	delay	0.	0.	0.	0.	5
		Count	Std Dev			
A2-22B	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A2-23	delay	- Infinity	.65	4.00		
		.65	1.69	11.00		
		1.69	2.73	13.00		
		2.73	3.77	15.00		
		3.77	4.81	12.00		
		4.81	5.85	11.00		
		5.85	6.89	8.00		
		6.89	7.92	5.00		
		7.92	8.96	4.00		
		8.96	10.00	5.00		
		10.00	11.04	3.00		
		11.04	12.08	2.00		
		12.08	13.12	1.00		
		13.12	14.16	1.00		
		14.16	15.20	1.00		
		15.20	16.24	1.00		
		16.24	17.28	0.		
		17.28	18.31	0.		
		18.31	19.35	0.		
		19.35	Infinity	4.00		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-23	delay	.060	13.218	12.95	628.00	5
		Count	Std Dev			
A2-23	no. releas	150	.447			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
A2-24	delay	- Infinity	0.	100.00		
		0.	1.00	0.		
		1.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
A2-24	delay	0.	0.	0.	0.	5

		Count	Std Dev			

A2-24	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

A2-3	delay	- Infinity	0.	96.00		
		0.	1.00	1.47		
		1.00	Infinity	2.53		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

A2-3	delay	0.	.111	.037	12.120	5
		Lower CI:	.065			
		Upper CI:	.156			
		Count	Std Dev			

A2-3	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

A2-4	delay	- Infinity	6.99	1.00		
		6.99	9.12	1.00		
		9.12	11.26	3.00		
		11.26	13.40	7.00		
		13.40	15.53	7.00		
		15.53	17.67	9.00		
		17.67	19.81	11.00		
		19.81	21.94	10.00		
		21.94	24.08	9.00		
		24.08	26.22	8.00		
		26.22	28.35	8.00		
		28.35	30.49	7.00		
		30.49	32.63	5.00		
		32.63	34.76	4.00		
		34.76	36.90	3.00		
		36.90	39.04	1.00		
		39.04	41.17	1.00		
		41.17	43.31	1.00		
		43.31	45.44	1.00		
		45.44	47.58	1.00		
		47.58	49.72	1.00		
		49.72	Infinity	1.00		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

A2-4	delay	3.410	23.521	.929	51.850	5
		Lower CI:	22.370			
		Upper CI:	24.670			
		Count	Std Dev			

A2-4	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of		

		Than	Including	Observations	
A2-5	delay	- Infinity	0.	36.23	
		0.	1.00	33.30	
		1.00	Infinity	30.47	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
A2-5	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
A2-5	no. releas	148	2.168		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A2-6	delay	- Infinity	0.	71.20	
		0.	1.10	9.33	
		1.10	2.19	5.33	
		2.19	3.29	5.07	
		3.29	4.39	2.00	
		4.39	5.49	1.33	
		5.49	6.58	1.87	
		6.58	Infinity	3.87	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
A2-6	delay	0.	.893	.189	16.380
		Lower CI:	.658		
		Upper CI:	1.128		
		Count	Std Dev		
A2-6	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
A2-7	delay	- Infinity	.60	7.33	
		.60	1.63	29.50	
		1.63	2.67	25.50	
		2.67	3.71	14.30	
		3.71	4.74	9.73	
		4.74	5.78	5.60	
		5.78	6.82	3.87	
		6.82	7.86	2.00	
		7.86	8.89	1.47	
		8.89	9.93	.27	
		9.93	10.97	.40	
		10.97	Infinity	.13	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
A2-7	delay	.040	2.635	.095	10.970
		Lower CI:	2.517		
		Upper CI:	2.753		

A2-7	no. releas	Count	Std Dev		
		-----	-----		
		150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----	-----	-----	
A2-8	delay	- Infinity	.17	4.50	
		.17	1.23	29.00	
		1.23	2.29	19.00	
		2.29	3.35	15.00	
		3.35	4.41	11.00	
		4.41	5.47	5.90	
		5.47	6.53	3.70	
		6.53	7.59	3.60	
		7.59	8.65	2.00	
		8.65	9.71	1.10	
		9.71	10.77	1.50	
		10.77	11.83	.50	
		11.83	Infinity	3.70	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
		-----	-----	-----	-----
A2-8	delay	0.	3.250	.572	43.400
		Lower CI:	2.540		
		Upper CI:	3.960		
		Count	Std Dev		
		-----	-----		
A2-9	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----	-----	-----	
A2-9	delay	- Infinity	0.	98.80	
		0.	1.00	0.	
		1.00	Infinity	1.20	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
		-----	-----	-----	-----
A2-9	delay	0.	2.263	3.094	555.30
		Count	Std Dev		
		-----	-----		
A2-9	no. releas	150	.447		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
		-----	-----	-----	
E1-1	delay	- Infinity	0.	42.47	
		0.	1.00	25.30	
		1.00	Infinity	32.23	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
		-----	-----	-----	-----
E1-1	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
		-----	-----		

E1-1	no. releas	150	.447		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E1-10	delay	- Infinity	98.58	10.00	
		98.58	110.87	7.00	
		110.87	123.16	9.00	
		123.16	135.45	6.00	
		135.45	147.74	9.00	
		147.74	160.02	8.00	
		160.02	172.31	7.00	
		172.31	184.60	6.00	
		184.60	196.89	6.00	
		196.89	209.17	7.00	
		209.17	221.46	4.00	
		221.46	233.75	4.00	
		233.75	246.04	3.00	
		246.04	258.33	3.00	
		258.33	270.61	3.00	
		270.61	282.90	2.00	
		282.90	295.19	2.00	
		295.19	307.48	1.00	
		307.48	319.77	1.00	
		319.77	332.05	1.00	
		332.05	344.34	1.00	
		344.34	Infinity	3.00	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
E1-10	delay	29.900	178.13	4.925	621.80
		Lower CI:	172.00		
		Upper CI:	184.20		
		Count	Std Dev		
E1-10	no. releas	150	.894		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E1-11	delay	- Infinity	349.40	2.00	
		349.40	504.40	8.00	
		504.40	659.40	6.00	
		659.40	814.40	1.00	
		814.40	969.39	0.	
		969.39	1124.4	4.00	
		1124.4	1279.4	4.00	
		1279.4	1434.4	1.00	
		1434.4	1589.4	1.00	
		1589.4	1744.4	2.00	
		1744.4	1899.4	3.00	
		1899.4	2054.4	4.00	
		2054.4	2209.4	3.00	
		2209.4	2364.4	3.00	
		2364.4	2519.4	4.00	
		2519.4	2674.4	4.00	
		2674.4	2829.4	3.00	
		2829.4	2984.4	3.00	

2984.4 3139.4 2.00
 3139.4 3294.4 1.00
 3294.4 3449.3 2.00
 3449.3 Infinity 39.00
 Number of Observations: 5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-11	delay	190.00	3613.1	1527	12080	5
		Lower CI:	1718.0			
		Upper CI:	5508.0			

		Count	Std Dev
E1-11	no. releas	145	6.943

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E1-12	delay	- Infinity	0.	35.46
		0.	1.00	20.56
		1.00	Infinity	43.98
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-12	delay	0.	0.	0.	.004	5

		Count	Std Dev
E1-12	no. releas	145	6.943

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E1-13	delay	- Infinity	0.	26.00
		0.	6.56	36.00
		6.56	13.12	3.00
		13.12	19.68	2.00
		19.68	26.24	3.00
		26.24	32.80	2.00
		32.80	39.36	3.00
		39.36	45.92	3.00
		45.92	52.48	3.00
		52.48	59.04	2.00
		59.04	65.60	2.00
		65.60	72.16	2.00
		72.16	78.72	1.00
		78.72	85.28	1.00
		85.28	91.84	1.00
		91.84	98.40	1.00
		98.40	104.96	1.00
		104.96	111.52	1.00
		111.52	118.08	1.00
		118.08	124.64	1.00
		124.64	131.20	1.00
		131.20	Infinity	7.00
		Number of Observations:		5

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

E1-13 delay 0. 31.328 5.381 414.30 5
 Lower CI: 24.650
 Upper CI: 38.010

Count Std Dev

E1-13 no. releas

150 .837

Greater Than Up To and Including Percent of Observations

E1-14 delay

- Infinity 64.72 3.00
 64.72 77.92 4.00
 77.92 91.12 7.00
 91.12 104.33 9.00
 104.33 117.53 7.00
 117.53 130.74 9.00
 130.74 143.94 10.00
 143.94 157.14 7.00
 157.14 170.35 7.00
 170.35 183.55 7.00
 183.55 196.76 6.00
 196.76 209.96 5.00
 209.96 223.16 3.00
 223.16 236.37 2.00
 236.37 249.57 3.00
 249.57 262.78 3.00
 262.78 275.98 2.00
 275.98 289.18 2.00
 289.18 302.39 1.00
 302.39 315.59 1.00
 315.59 328.80 1.00
 328.80 Infinity 3.00

Number of Observations: 5

Min Mean Std Dev Max Obs

E1-14 delay

46.000 163.13 4.748 604.80 5
 Lower CI: 157.20
 Upper CI: 169.00

Count Std Dev

E1-14 no. releas

150 .894

Greater Than Up To and Including Percent of Observations

E1-15 delay

- Infinity 326.15 2.00
 326.15 481.28 6.00
 481.28 636.41 8.00
 636.41 791.54 1.00
 791.54 946.66 0.
 946.66 1101.8 4.00
 1101.8 1256.9 4.00
 1256.9 1412.0 1.00
 1412.0 1567.2 0.
 1567.2 1722.3 2.00
 1722.3 1877.4 3.00
 1877.4 2032.6 4.00
 2032.6 2187.7 3.00

2187.7	2342.8	3.00
2342.8	2497.9	4.00
2497.9	2653.1	4.00
2653.1	2808.2	4.00
2808.2	2963.3	3.00
2963.3	3118.4	2.00
3118.4	3273.6	2.00
3273.6	3428.7	1.00
3428.7	Infinity	39.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-15	delay	169.00	3607.4	1527	12058	5
		Lower CI:	1712.0			
		Upper CI:	5503.0			

		Count	Std Dev
E1-15	no. releas	145	6.943

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E1-16	delay	- Infinity	63.62	3.00
		63.62	76.81	5.00
		76.81	90.00	9.00
		90.00	103.19	9.00
		103.19	116.37	8.00
		116.37	129.56	9.00
		129.56	142.75	9.00
		142.75	155.93	6.00
		155.93	169.12	7.00
		169.12	182.31	7.00
		182.31	195.50	5.00
		195.50	208.68	4.00
		208.68	221.87	3.00
		221.87	235.06	2.00
		235.06	248.24	3.00
		248.24	261.43	3.00
		261.43	274.62	2.00
		274.62	287.81	1.00
		287.81	300.99	1.00
		300.99	314.18	1.00
		314.18	327.37	1.00
		327.37	Infinity	3.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-16	delay	42.300	158.17	4.855	600.60	5
		Lower CI:	152.10			
		Upper CI:	164.20			

		Count	Std Dev
E1-16	no. releas	150	.894

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations

E1-17	delay	- Infinity	0.	41.20	
		0.	1.00	21.20	
		1.00	Infinity	37.60	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
E1-17	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
E1-17	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E1-18	delay	- Infinity	0.	42.47	
		0.	1.00	25.30	
		1.00	Infinity	32.23	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
E1-18	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
E1-18	no. releas	150	.447		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E1-19	delay	- Infinity	0.	45.91	
		0.	1.00	22.67	
		1.00	Infinity	31.42	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
E1-19	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
E1-19	no. releas	145	6.943		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E1-2	delay	- Infinity	0.	36.00	
		0.	1.01	54.00	
		1.01	2.02	1.00	
		2.02	3.03	1.00	
		3.03	4.04	1.00	
		4.04	5.05	1.00	
		5.05	6.06	0.	
		6.06	7.08	1.00	
		7.08	8.09	0.	
		8.09	9.10	0.	
		9.10	10.11	0.	
		10.11	11.12	0.	
		11.12	12.13	0.	

12.13	13.14	0.
13.14	14.15	0.
14.15	15.16	0.
15.16	16.17	0.
16.17	17.18	0.
17.18	18.19	0.
18.19	Infinity	3.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-2	delay	0.	1.895	1.088	199.20	5
		Lower CI:	.545			
		Upper CI:	3.246			

		Count	Std Dev
E1-2	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E1-20	delay	- Infinity	15.01	2.00
		15.01	30.00	1.00
		30.00	44.99	3.00
		44.99	59.98	6.00
		59.98	74.97	7.00
		74.97	89.96	10.00
		89.96	104.95	9.00
		104.95	119.94	10.00
		119.94	134.93	9.00
		134.93	149.92	8.00
		149.92	164.91	6.00
		164.91	179.90	8.00
		179.90	194.89	3.00
		194.89	209.88	3.00
		209.88	224.87	3.00
		224.87	239.86	2.00
		239.86	254.85	2.00
		254.85	269.84	2.00
		269.84	284.83	1.00
		284.83	299.82	1.00
		299.82	314.81	1.00
		314.81	Infinity	3.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-20	delay	0.	137.17	6.273	597.50	5
		Lower CI:	129.40			
		Upper CI:	145.00			

		Count	Std Dev
E1-20	no. releas	150	.837

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E1-21	delay	- Infinity	0.	42.35
		0.	1.00	25.70

		1.00	Infinity	31.95	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
		Obs			
E1-21	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
E1-21	no. releas	150	.837		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E1-3.4	delay	- Infinity	0.	3.00	
		0.	9.06	20.00	
		9.06	18.12	11.00	
		18.12	27.18	9.00	
		27.18	36.24	9.00	
		36.24	45.30	6.00	
		45.30	54.36	5.00	
		54.36	63.41	6.00	
		63.41	72.47	3.00	
		72.47	81.53	3.00	
		81.53	90.59	3.00	
		90.59	99.65	3.00	
		99.65	108.71	3.00	
		108.71	117.77	1.00	
		117.77	126.83	1.00	
		126.83	135.89	2.00	
		135.89	144.95	2.00	
		144.95	154.01	1.00	
		154.01	163.07	1.00	
		163.07	172.12	1.00	
		172.12	181.18	1.00	
		181.18	Infinity	5.00	
		Number of Observations:			5
		Min	Mean	Std Dev	Max
		Obs			
E1-3.4	delay	0.	54.938	5.005	331.30
		Lower CI:	48.720		
		Upper CI:	61.150		
		Count	Std Dev		
E1-3.4	no. releas	150	0.		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E1-5.6	delay	- Infinity	306.25	1.00	
		306.25	461.95	7.00	
		461.95	617.64	8.00	
		617.64	773.33	0.	
		773.33	929.03	0.	
		929.03	1084.7	4.00	
		1084.7	1240.4	4.00	
		1240.4	1396.1	0.	
		1396.1	1551.8	0.	
		1551.8	1707.5	2.00	

1707.5	1863.2	4.00
1863.2	2018.9	3.00
2018.9	2174.6	3.00
2174.6	2330.3	3.00
2330.3	2486.0	4.00
2486.0	2641.7	4.00
2641.7	2797.4	4.00
2797.4	2953.0	3.00
2953.0	3108.7	1.00
3108.7	3264.4	2.00
3264.4	3420.1	1.00
3420.1	Infinity	39.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-5.6	delay	178.00	3591.7	1570	10725	5
		Lower CI:	1643.0			
		Upper CI:	5541.0			

		Count	Std Dev
E1-5.6	no. releas	145	6.943

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E1-7	delay	- Infinity	0.	41.20
		0.	1.00	21.20
		1.00	Infinity	37.60
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-7	delay	0.	0.	0.	.004	5

		Count	Std Dev
E1-7	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E1-8	delay	- Infinity	0.	6.00
		0.	14.21	11.00
		14.21	28.41	5.00
		28.41	42.62	8.00
		42.62	56.82	7.00
		56.82	71.03	8.00
		71.03	85.23	7.00
		85.23	99.44	10.00
		99.44	113.64	4.00
		113.64	127.85	5.00
		127.85	142.06	5.00
		142.06	156.26	4.00
		156.26	170.47	6.00
		170.47	184.67	3.00
		184.67	198.88	3.00
		198.88	213.08	2.00
		213.08	227.29	2.00
		227.29	241.50	1.00

241.50	255.70	1.00
255.70	269.91	1.00
269.91	284.11	1.00
284.11	Infinity	2.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-8	delay	0.	95.391	7.494	528.30	5
		Lower CI:	86.090			
		Upper CI:	104.70			

		Count	Std Dev
E1-8	no. releas	150	.837

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E1-9	delay	- Infinity	0.	1.00
		0.	21.79	12.00
		21.79	43.58	21.00
		43.58	65.37	18.00
		65.37	87.16	12.00
		87.16	108.95	10.00
		108.95	130.74	6.00
		130.74	152.53	5.00
		152.53	174.32	5.00
		174.32	196.11	2.00
		196.11	217.90	3.00
		217.90	239.69	1.00
		239.69	261.48	1.00
		261.48	283.27	1.00
		283.27	305.06	0.
		305.06	326.85	0.
		326.85	348.64	0.
		348.64	370.43	1.00
		370.43	392.22	0.
		392.22	414.01	0.
		414.01	435.80	0.
		435.80	Infinity	0.
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E1-9	delay	0.	82.366	2.910	435.80	5
		Lower CI:	78.750			
		Upper CI:	85.980			

		Count	Std Dev
E1-9	no. releas	150	0.

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-1	delay	- Infinity	335.40	3.00
		335.40	388.86	2.00
		388.86	442.32	5.00
		442.32	495.79	3.00
		495.79	549.25	5.00

549.25	602.71	4.00
602.71	656.17	4.00
656.17	709.64	4.00
709.64	763.10	4.00
763.10	816.56	5.00
816.56	870.02	4.00
870.02	923.49	4.00
923.49	976.95	3.00
976.95	1030.4	4.00
1030.4	1083.9	3.00
1083.9	1137.3	1.00
1137.3	1190.8	3.00
1190.8	1244.3	2.00
1244.3	1297.7	3.00
1297.7	1351.2	1.00
1351.2	1404.7	2.00
1404.7	Infinity	32.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-1	delay	88.700	1214.6	382.9	3407.0	5
		Lower CI:	739.30			
		Upper CI:	1690.0			

		Count	Std Dev
E2-1	no. releas	148	1.949

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-10	delay	- Infinity	418.98	3.00
		418.98	475.78	2.00
		475.78	532.59	4.00
		532.59	589.39	4.00
		589.39	646.19	4.00
		646.19	703.00	4.00
		703.00	759.80	6.00
		759.80	816.61	5.00
		816.61	873.41	4.00
		873.41	930.21	4.00
		930.21	987.02	4.00
		987.02	1043.8	4.00
		1043.8	1100.6	3.00
		1100.6	1157.4	3.00
		1157.4	1214.2	3.00
		1214.2	1271.0	3.00
		1271.0	1327.8	2.00
		1327.8	1384.6	2.00
		1384.6	1441.5	1.00
		1441.5	1498.3	2.00
		1498.3	1555.1	2.00
		1555.1	Infinity	29.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-10	delay	122.00	1294.8	379.3	3669.0	5
		Lower CI:	823.90			
		Upper CI:	1766.0			

		Count	Std Dev		

E2-10	no. releas	148	1.949		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	

E2-11	delay	- Infinity	480.33	6.00	
		480.33	521.02	3.00	
		521.02	561.72	3.00	
		561.72	602.41	4.00	
		602.41	643.11	5.00	
		643.11	683.81	8.00	
		683.81	724.50	9.00	
		724.50	765.20	7.00	
		765.20	805.89	7.00	
		805.89	846.59	6.00	
		846.59	887.29	6.00	
		887.29	927.98	6.00	
		927.98	968.68	5.00	
		968.68	1009.4	5.00	
		1009.4	1050.1	3.00	
		1050.1	1090.8	3.00	
		1090.8	1131.5	3.00	
		1131.5	1172.2	2.00	
		1172.2	1212.9	2.00	
		1212.9	1253.6	1.00	
		1253.6	1294.2	1.00	
		1294.2	Infinity	3.00	
Number of Observations:				5	

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

E2-11	delay	2.590	811.86	16.75	1749.0	5
		Lower CI:	791.10			
		Upper CI:	832.70			

		Count	Std Dev		

E2-11	no. releas	148	2.168		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	

E2-12	delay	- Infinity	264.61	6.00	
		264.61	292.27	2.00	
		292.27	319.94	4.00	
		319.94	347.61	4.00	
		347.61	375.28	4.00	
		375.28	402.94	6.00	
		402.94	430.61	7.00	
		430.61	458.28	5.00	
		458.28	485.95	6.00	
		485.95	513.62	4.00	
		513.62	541.28	6.00	
		541.28	568.95	5.00	
		568.95	596.62	6.00	
		596.62	624.29	6.00	
		624.29	651.96	3.00	

651.96	679.62	4.00
679.62	707.29	3.00
707.29	734.96	4.00
734.96	762.63	3.00
762.63	790.29	2.00
790.29	817.96	2.00
817.96	Infinity	8.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-12	delay	0.	540.40	10.87	1568.0	5
		Lower CI:	526.90			
		Upper CI:	553.90			

	Count	Std Dev
E2-12	148	2.168

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-13	- Infinity	0.	36.38
	0.	1.00	27.23
	1.00	Infinity	36.39
Number of Observations:			5

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-13	0.	0.	0.	.004	5

	Count	Std Dev
E2-13	148	2.168

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-14	- Infinity	449.09	11.00
	449.09	484.69	4.00
	484.69	520.29	4.00
	520.29	555.89	7.00
	555.89	591.49	5.00
	591.49	627.09	7.00
	627.09	662.69	6.00
	662.69	698.29	5.00
	698.29	733.89	6.00
	733.89	769.49	6.00
	769.49	805.10	5.00
	805.10	840.70	6.00
	840.70	876.30	5.00
	876.30	911.90	5.00
	911.90	947.50	2.00
	947.50	983.10	3.00
	983.10	1018.7	2.00
	1018.7	1054.3	2.00
	1054.3	1089.9	3.00
	1089.9	1125.5	1.00
	1125.5	1161.1	1.00
	1161.1	Infinity	4.00
Number of Observations:			5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-14	delay	56.700	718.66	17.30	1673.0	5
		Lower CI:	697.20			
		Upper CI:	740.10			
		Count	Std Dev			
E2-14	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
E2-15	delay	- Infinity	175.48	1.00		
		175.48	214.11	1.00		
		214.11	252.74	1.00		
		252.74	291.37	2.00		
		291.37	330.00	4.00		
		330.00	368.63	6.00		
		368.63	407.27	7.00		
		407.27	445.90	7.00		
		445.90	484.53	8.00		
		484.53	523.16	8.00		
		523.16	561.79	8.00		
		561.79	600.42	7.00		
		600.42	639.05	8.00		
		639.05	677.69	7.00		
		677.69	716.32	6.00		
		716.32	754.95	6.00		
		754.95	793.58	3.00		
		793.58	832.21	3.00		
		832.21	870.84	2.00		
		870.84	909.47	1.00		
		909.47	948.11	1.00		
		948.11	Infinity	3.00		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-15	delay	71.400	562.74	11.89	1540.0	5
		Lower CI:	548.00			
		Upper CI:	577.50			
		Count	Std Dev			
E2-15	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
E2-16	delay	- Infinity	566.28	14.00		
		566.28	598.41	6.00		
		598.41	630.53	6.00		
		630.53	662.66	5.00		
		662.66	694.79	6.00		
		694.79	726.92	7.00		
		726.92	759.05	6.00		
		759.05	791.18	5.00		
		791.18	823.31	7.00		

823.31	855.44	5.00
855.44	887.57	5.00
887.57	919.69	6.00
919.69	951.82	3.00
951.82	983.95	3.00
983.95	1016.1	2.00
1016.1	1048.2	3.00
1048.2	1080.3	2.00
1080.3	1112.5	2.00
1112.5	1144.6	1.00
1144.6	1176.7	2.00
1176.7	1208.9	1.00
1208.9	Infinity	3.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-16	delay	20.900	778.21	10.61	1789.0	5
		Lower CI:	765.00			
		Upper CI:	791.40			

		Count	Std Dev
E2-16	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-17	delay	- Infinity	594.96	16.00
		594.96	627.09	6.00
		627.09	659.21	7.00
		659.21	691.34	5.00
		691.34	723.46	7.00
		723.46	755.58	6.00
		755.58	787.71	5.00
		787.71	819.83	7.00
		819.83	851.96	6.00
		851.96	884.08	6.00
		884.08	916.21	6.00
		916.21	948.33	4.00
		948.33	980.46	3.00
		980.46	1012.6	3.00
		1012.6	1044.7	2.00
		1044.7	1076.8	3.00
		1076.8	1109.0	1.00
		1109.0	1141.1	1.00
		1141.1	1173.2	2.00
		1173.2	1205.3	1.00
		1205.3	1237.5	1.00
		1237.5	Infinity	3.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-17	delay	41.600	796.35	9.634	1808.0	5
		Lower CI:	784.90			
		Upper CI:	808.30			

		Count	Std Dev
E2-17	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E2-18	delay	- Infinity	444.02	6.00	
		444.02	481.17	3.00	
		481.17	518.32	6.00	
		518.32	555.48	4.00	
		555.48	592.63	6.00	
		592.63	629.79	8.00	
		629.79	666.94	7.00	
		666.94	704.10	7.00	
		704.10	741.25	8.00	
		741.25	778.41	7.00	
		778.41	815.56	7.00	
		815.56	852.71	8.00	
		852.71	889.87	5.00	
		889.87	927.02	3.00	
		927.02	964.18	3.00	
		964.18	1001.3	2.00	
		1001.3	1038.5	2.00	
		1038.5	1075.6	2.00	
		1075.6	1112.8	1.00	
		1112.8	1149.9	2.00	
		1149.9	1187.1	1.00	
		1187.1	Infinity	2.00	
		Number of Observations:		5	
		Min:	Mean	Std Dev	Max
E2-18	delay	25.900	728.38	8.260	1667.0
		Lower CI:	718.60		
		Upper CI:	739.10		
		Count	Std Dev		
E2-18	no. releas	148	2.168		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E2-19	delay	- Infinity	0.	35.83	
		0.	1.00	31.91	
		1.00	Infinity	32.26	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
E2-19	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
E2-19	no. releas	148	2.168		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
E2-2	delay	- Infinity	0.	30.00	
		0.	17.98	41.00	
		17.98	35.96	1.00	

35.96	53.94	3.00
53.94	71.93	2.00
71.93	89.91	2.00
89.91	107.89	2.00
107.89	125.87	3.00
125.87	143.85	3.00
143.85	161.83	2.00
161.83	179.82	2.00
179.82	197.80	1.00
197.80	215.78	1.00
215.78	233.76	1.00
233.76	251.74	1.00
251.74	269.72	1.00
269.72	287.70	1.00
287.70	305.69	0.
305.69	323.67	1.00
323.67	341.65	1.00
341.65	359.63	0.
359.63	Infinity	2.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-2	delay	0.	49.659	4.493	559.80	5
		Lower CI:	44.080			
		Upper CI:	55.240			

		Count	Std Dev	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-2	no. releas	148	1.949			

E2-2.3	delay	- Infinity	0.	38.42
		0.	1.00	26.70
		1.00	Infinity	34.88
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-2.3	delay	0.	0.	0.	.004	5

		Count	Std Dev	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-2.3	no. releas	148	1.949			

E2-20	delay	- Infinity	736.66	5.00
		736.66	794.75	3.00
		794.75	852.85	2.00
		852.85	910.95	3.00
		910.95	969.04	5.00
		969.04	1027.1	3.00
		1027.1	1085.2	5.00
		1085.2	1143.3	6.00
		1143.3	1201.4	6.00
		1201.4	1259.5	4.00
		1259.5	1317.6	4.00

1317.6	1375.7	6.00
1375.7	1433.8	3.00
1433.8	1491.9	3.00
1491.9	1550.0	3.00
1550.0	1608.1	4.00
1608.1	1666.2	2.00
1666.2	1724.3	2.00
1724.3	1782.4	1.00
1782.4	1840.5	2.00
1840.5	1898.6	2.00
1898.6	Infinity	29.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-20	delay	88.900	1637.6	389.7	3921.0	5
		Lower CI:	1154.0			
		Upper CI:	2121.0			

		Count	Std Dev
E2-20	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-21	delay	- Infinity	298.30	1.00
		298.30	343.13	1.00
		343.13	387.96	2.00
		387.96	432.79	3.00
		432.79	477.63	7.00
		477.63	522.46	7.00
		522.46	567.29	7.00
		567.29	612.12	10.00
		612.12	656.95	9.00
		656.95	701.78	8.00
		701.78	746.61	10.00
		746.61	791.44	8.00
		791.44	836.28	7.00
		836.28	881.11	4.00
		881.11	925.94	4.00
		925.94	970.77	3.00
		970.77	1015.6	2.00
		1015.6	1060.4	1.00
		1060.4	1105.3	1.00
		1105.3	1150.1	2.00
		1150.1	1194.9	1.00
		1194.9	Infinity	2.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-21	delay	9.240	688.85	11.01	1458.0	5
		Lower CI:	675.20			
		Upper CI:	702.50			

		Count	Std Dev
E2-21	no. releas	148	2.168

		Greater	Up To and	Percent of
--	--	---------	-----------	------------

		Than	Including	Observations
E2-22	delay	- Infinity	516.04	3.00
		516.04	578.33	1.00
		578.33	640.62	3.00
		640.62	702.90	2.00
		702.90	765.19	4.00
		765.19	827.48	3.00
		827.48	889.77	4.00
		889.77	952.06	5.00
		952.06	1014.3	6.00
		1014.3	1076.6	7.00
		1076.6	1138.9	4.00
		1138.9	1201.2	4.00
		1201.2	1263.5	5.00
		1263.5	1325.8	3.00
		1325.8	1388.1	3.00
		1388.1	1450.4	2.00
		1450.4	1512.6	3.00
		1512.6	1574.9	3.00
		1574.9	1637.2	2.00
		1637.2	1699.5	1.00
		1699.5	1761.8	2.00
		1761.8	Infinity	29.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-22	delay	11.300	1494.4	394.5	3752.0	5
		Lower CI:	1005.0			
		Upper CI:	1984.0			

		Count	Std Dev
E2-22	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-23	delay	- Infinity	176.74	2.00
		176.74	209.60	1.00
		209.60	242.46	1.00
		242.46	275.32	1.00
		275.32	308.18	2.00
		308.18	341.04	5.00
		341.04	373.90	6.00
		373.90	406.77	6.00
		406.77	439.63	6.00
		439.63	472.49	8.00
		472.49	505.35	6.00
		505.35	538.21	8.00
		538.21	571.07	5.00
		571.07	603.94	7.00
		603.94	636.80	6.00
		636.80	669.66	6.00
		669.66	702.52	6.00
		702.52	735.38	4.00
		735.38	768.24	3.00
		768.24	801.11	2.00
		801.11	833.97	2.00
		833.97	Infinity	6.00

Number of Observations: 5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-23	delay	15.300	541.18	14.48	1410.0	5
		Lower CI:	523.20			
		Upper CI:	559.20			

		Count	Std Dev
E2-23	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-24	delay	- Infinity	421.02	2.00
		421.02	477.74	2.00
		477.74	534.46	3.00
		534.46	591.18	3.00
		591.18	647.90	4.00
		647.90	704.61	5.00
		704.61	761.33	5.00
		761.33	818.05	6.00
		818.05	874.77	5.00
		874.77	931.49	4.00
		931.49	988.20	5.00
		988.20	1044.9	3.00
		1044.9	1101.6	4.00
		1101.6	1158.4	4.00
		1158.4	1215.1	3.00
		1215.1	1271.8	2.00
		1271.8	1328.5	2.00
		1328.5	1385.2	3.00
		1385.2	1441.9	2.00
		1441.9	1498.7	2.00
		1498.7	1555.4	1.00
		1555.4	Infinity	30.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-24	delay	183.00	1333.1	378.7	3584.0	5
		Lower CI:	862.90			
		Upper CI:	1803.0			

		Count	Std Dev
E2-24	no. releas	148	1.949

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-3	delay	- Infinity	0.	12.00
		0.	21.65	27.00
		21.65	43.29	9.00
		43.29	64.94	8.00
		64.94	86.59	7.00
		86.59	108.23	8.00
		108.23	129.88	6.00
		129.88	151.53	6.00
		151.53	173.18	2.00

173.18	194.82	4.00
194.82	216.47	3.00
216.47	238.12	2.00
238.12	259.76	2.00
259.76	281.41	1.00
281.41	303.06	1.00
303.06	324.70	1.00
324.70	346.35	1.00
346.35	368.00	0.
368.00	389.65	0.
389.65	411.29	0.
411.29	432.94	1.00
432.94	Infinity	1.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-3	delay	0.	77.148	3.922	742.40	5
		Lower CI:	72.280			
		Upper CI:	82.020			

		Count	Std Dev
E2-3	no. releas	148	1.949

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-4	delay	- Infinity	759.38	5.00
		759.38	816.24	2.00
		816.24	873.09	1.00
		873.09	929.95	4.00
		929.95	986.80	5.00
		986.80	1043.7	3.00
		1043.7	1100.5	3.00
		1100.5	1157.4	6.00
		1157.4	1214.2	5.00
		1214.2	1271.1	4.00
		1271.1	1327.9	4.00
		1327.9	1384.8	5.00
		1384.8	1441.6	3.00
		1441.6	1498.5	3.00
		1498.5	1555.4	2.00
		1555.4	1612.2	3.00
		1612.2	1669.1	3.00
		1669.1	1725.9	2.00
		1725.9	1782.8	1.00
		1782.8	1839.6	2.00
		1839.6	1896.5	2.00
		1896.5	Infinity	30.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-4	delay	123.00	1658.8	391.1	4041.0	5
		Lower CI:	1173.0			
		Upper CI:	2144.0			

		Count	Std Dev
E2-4	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
E2-5	delay	- Infinity	0.	36.23		
		0.	1.00	33.30		
		1.00	Infinity	30.47		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-5	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
E2-5	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
E2-6	delay	- Infinity	462.22	2.00		
		462.22	525.39	1.00		
		525.39	588.56	3.00		
		588.56	651.73	3.00		
		651.73	714.90	4.00		
		714.90	778.07	5.00		
		778.07	841.24	6.00		
		841.24	904.41	5.00		
		904.41	967.58	6.00		
		967.58	1030.7	5.00		
		1030.7	1093.9	4.00		
		1093.9	1157.1	4.00		
		1157.1	1220.3	5.00		
		1220.3	1283.4	4.00		
		1283.4	1346.6	2.00		
		1346.6	1409.8	3.00		
		1409.8	1472.9	3.00		
		1472.9	1536.1	2.00		
		1536.1	1599.3	1.00		
		1599.3	1662.4	2.00		
		1662.4	1725.6	2.00		
		1725.6	Infinity	28.00		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-6	delay	101.00	1425.5	383.9	3820.0	5
		Lower CI:	948.90			
		Upper CI:	1902.0			
		Count	Std Dev			
E2-6	no. releas	148	1.789			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
E2-7	delay	- Infinity	491.70	2.00		
		491.70	553.59	1.00		
		553.59	615.47	2.00		

615.47	677.35	3.00
677.35	739.23	3.00
739.23	801.12	5.00
801.12	863.00	5.00
863.00	924.88	6.00
924.88	986.76	5.00
986.76	1048.6	5.00
1048.6	1110.5	5.00
1110.5	1172.4	4.00
1172.4	1234.3	4.00
1234.3	1296.2	4.00
1296.2	1358.1	3.00
1358.1	1419.9	2.00
1419.9	1481.8	4.00
1481.8	1543.7	3.00
1543.7	1605.6	1.00
1605.6	1667.5	1.00
1667.5	1729.4	3.00
1729.4	Infinity	29.00
Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-7	delay	105.00	1465.6	384.8	3680.0	5
		Lower CI:	987.90			
		Upper CI:	1943.0			

		Count	Std Dev
E2-7	no. releas	148	1.789

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
E2-8	delay	- Infinity	405.52	3.00
		405.52	460.52	2.00
		460.52	515.52	4.00
		515.52	570.52	3.00
		570.52	625.51	3.00
		625.51	680.51	6.00
		680.51	735.51	5.00
		735.51	790.51	5.00
		790.51	845.51	4.00
		845.51	900.51	4.00
		900.51	955.51	4.00
		955.51	1010.5	4.00
		1010.5	1065.5	4.00
		1065.5	1120.5	4.00
		1120.5	1175.5	3.00
		1175.5	1230.5	2.00
		1230.5	1285.5	2.00
		1285.5	1340.5	3.00
		1340.5	1395.5	2.00
		1395.5	1450.5	1.00
		1450.5	1505.5	2.00
		1505.5	Infinity	31.00
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
E2-8	delay	145.00	1294.3	375.7	3689.0	5

Lower CI: 827.90
Upper CI: 1761.0

		Count	Std Dev		

E2-8	no. releas	148	1.949		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	

E2-9	delay	- Infinity	496.43	2.00	
		496.43	561.43	2.00	
		561.43	626.43	3.00	
		626.43	691.43	4.00	
		691.43	756.43	4.00	
		756.43	821.43	6.00	
		821.43	886.43	6.00	
		886.43	951.43	6.00	
		951.43	1016.4	5.00	
		1016.4	1081.4	5.00	
		1081.4	1146.4	4.00	
		1146.4	1211.4	4.00	
		1211.4	1276.4	4.00	
		1276.4	1341.4	3.00	
		1341.4	1406.4	3.00	
		1406.4	1471.4	4.00	
		1471.4	1536.4	2.00	
		1536.4	1601.4	1.00	
		1601.4	1666.4	2.00	
		1666.4	1731.4	2.00	
		1731.4	1796.4	2.00	
		1796.4	Infinity	27.00	
			Number of Observations:	5	

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

E2-9	delay	115.00	1454.8	383.4	3846.0	5
		Lower CI:	978.80			
		Upper CI:	1931.0			

		Count	Std Dev		

E2-9	no. releas	148	1.789		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	

Q PART1	delay	- Infinity	0.	43.59	
		0.	1.00	21.24	
		1.00	Infinity	35.17	
			Number of Observations:	5	

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

Q PART1	delay	0.	0.	0.	.004	5

		Count	Std Dev		

Q PART1	no. releas	145	6.943		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of	

		Than	Including	Observations		
Q PART2	delay	- Infinity	0.	33.58		
		0.	1.00	30.82		
		1.00	Infinity	35.60		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
Q PART2	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
Q PART2	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
Q S1	delay	- Infinity	0.	8.00		
		0.	13.53	13.00		
		13.53	27.06	7.00		
		27.06	40.59	6.00		
		40.59	54.12	7.00		
		54.12	67.65	5.00		
		67.65	81.18	8.00		
		81.18	94.72	8.00		
		94.72	108.25	7.00		
		108.25	121.78	5.00		
		121.78	135.31	4.00		
		135.31	148.84	4.00		
		148.84	162.37	2.00		
		162.37	175.90	3.00		
		175.90	189.43	3.00		
		189.43	202.96	2.00		
		202.96	216.49	1.00		
216.49	230.02	1.00				
230.02	243.55	1.00				
243.55	257.08	1.00				
257.08	270.61	1.00				
270.61	Infinity	2.00				
Number of Observations:			5			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
Q S1	delay	0.	84.832	4.420	584.00	5
		Lower CI:	79.350			
		Upper CI:	90.320			
		Count	Std Dev			
Q S1	no. releas	150	.837			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
Q S2	delay	- Infinity	0.	36.31		
		0.	1.00	33.64		
		1.00	Infinity	30.05		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

Q S2	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
Q S2	no. releas	150	.894			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
Q S3	delay	- Infinity	116.24	2.00		
		116.24	274.42	5.00		
		274.42	432.61	8.00		
		432.61	590.79	3.00		
		590.79	748.97	1.00		
		748.97	907.16	3.00		
		907.16	1065.3	5.00		
		1065.3	1223.5	1.00		
		1223.5	1381.7	1.00		
		1381.7	1539.9	2.00		
		1539.9	1698.1	3.00		
		1698.1	1856.3	3.00		
		1856.3	2014.4	3.00		
		2014.4	2172.6	3.00		
		2172.6	2330.8	4.00		
		2330.8	2489.0	4.00		
		2489.0	2647.2	4.00		
		2647.2	2805.4	2.00		
		2805.4	2963.6	2.00		
		2963.6	3121.7	2.00		
		3121.7	3279.9	2.00		
		3279.9	Infinity	39.00		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
Q S3	delay	0.	3446.8	1523	10533	5
		Lower CI:	1556.0			
		Upper CI:	5337.0			
		Count	Std Dev			
Q S3	no. releas	145	6.943			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
Q S4	delay	- Infinity	0.	35.28		
		0.	1.00	34.56		
		1.00	Infinity	30.17		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
Q S4	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
Q S4	no. releas	145	6.943			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of		

		Than	Including	Observations	
Q S5	delay	- Infinity	0.	35.89	
		0.	1.00	29.93	
		1.00	Infinity	34.18	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Q S5	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
Q S5	no. releas	145	6.943		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
Q SYNARM	delay	- Infinity	0.	49.53	
		0.	1.00	.44	
		1.00	Infinity	50.03	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
Q SYNARM	delay	0.	.142	.022	27.860
		Lower CI:	.116		
		Upper CI:	.169		
		Count	Std Dev		
Q SYNARM	no. releas	1186	22.28		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
Q YS1	delay	- Infinity	0.	6.00	
		0.	15.10	9.00	
		15.10	30.21	4.00	
		30.21	45.31	6.00	
		45.31	60.42	8.00	
		60.42	75.52	8.00	
		75.52	90.63	10.00	
		90.63	105.73	7.00	
		105.73	120.84	8.00	
		120.84	135.94	5.00	
		135.94	151.04	5.00	
		151.04	166.15	6.00	
		166.15	181.25	4.00	
		181.25	196.36	3.00	
		196.36	211.46	2.00	
		211.46	226.57	2.00	
		226.57	241.67	1.00	
		241.67	256.77	2.00	
		256.77	271.88	1.00	
		271.88	286.98	1.00	
		286.98	302.09	1.00	
		302.09	Infinity	2.00	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
					Obs

Q YS1	delay	0. Lower CI: Upper CI:	102.24 95.880 108.60	5.118	610.80	5
		Count	Std Dev			
Q YS1	no. releas	150	.837			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
Q YS2	delay	- Infinity 0. 1.00	0. 1.00 Infinity	45.91 22.67 31.42		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
Q YS2	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
Q YS2	no. releas	145	6.943			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
Q YS3	delay	- Infinity 0. 1.00	0. 1.00 Infinity	37.84 31.72 30.44		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
Q YS3	delay	0.	.007	.015	4.945	5
		Count	Std Dev			
Q YS3	no. releas	145	6.943			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
Q YS4	delay	- Infinity 0. 1.16 2.33 3.49 4.66 5.82	0. 1.16 2.33 3.49 4.66 5.82 Infinity	35.87 63.33 0. .13 .13 .27 .27		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
Q YS4	delay	0. Lower CI: Upper CI:	.047 .005 .089	.034	10.380	5
		Count	Std Dev			

Q YS4	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
Q YS5	delay	- Infinity	112.55	0.		
		112.55	274.68	2.00		
		274.68	436.82	8.00		
		436.82	598.96	6.00		
		598.96	761.09	0.		
		761.09	923.23	1.00		
		923.23	1085.4	5.00		
		1085.4	1247.5	3.00		
		1247.5	1409.6	0.		
		1409.6	1571.8	2.00		
		1571.8	1733.9	3.00		
		1733.9	1896.0	3.00		
		1896.0	2058.2	4.00		
		2058.2	2220.3	3.00		
		2220.3	2382.5	3.00		
		2382.5	2544.6	5.00		
		2544.6	2706.7	3.00		
		2706.7	2868.9	3.00		
		2868.9	3031.0	3.00		
		3031.0	3193.1	2.00		
		3193.1	3355.3	1.00		
		3355.3	Infinity	39.00		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
Q YS5	delay	113.00	3535.7	1570	11849	5
		Lower CI:	1587.0			
		Upper CI:	5485.0			
		Count	Std Dev			
Q YS5	no. releas	145	6.943			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS1	delay	- Infinity	0.	37.44		
		0.	1.00	27.90		
		1.00	Infinity	34.65		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS1	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS1	no. releas	148	1.949			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS10	delay	- Infinity	0.	34.39		
		0.	1.00	32.31		
		1.00	Infinity	33.30		

		Number of Observations: 5				
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS10	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count		Std Dev		
QSS10	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS11	delay	- Infinity	0.	33.68		
		0.	1.00	33.56		
		1.00	Infinity	32.76		
		Number of Observations: 5				
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS11	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count		Std Dev		
QSS11	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS12	delay	- Infinity	0.	36.64		
		0.	1.00	32.64		
		1.00	Infinity	30.72		
		Number of Observations: 5				
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS12	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count		Std Dev		
QSS12	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS13	delay	- Infinity	0.	35.59		
		0.	1.00	32.90		
		1.00	Infinity	31.50		
		Number of Observations: 5				
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS13	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count		Std Dev		
QSS13	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

QSS14	delay	- Infinity	0.	36.38		
		0.	1.00	27.23		
		1.00	Infinity	36.39		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS14	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS14	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS15	delay	- Infinity	0.	36.23		
		.0	1.00	33.30		
		1.00	Infinity	30.47		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS15	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS15	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS16	delay	- Infinity	0.	30.73		
		0.	1.00	36.80		
		1.00	Infinity	32.47		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS16	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS16	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS17	delay	- Infinity	0.	34.10		
		0.	1.00	33.70		
		1.00	Infinity	32.20		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS17	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS17	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		

		Than	Including	Observations	
QSS18	delay	- Infinity	0.	35.83	
		0.	1.00	31.91	
		1.00	Infinity	32.26	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
QSS18	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
QSS18	no. releas	148	2.168		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
QSS19	delay	- Infinity	0.	39.83	
		0.	1.00	30.57	
		1.00	Infinity	29.61	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
QSS19	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
QSS19	no. releas	148	2.168		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
QSS2	delay	- Infinity	0.	36.82	
		0.	1.00	27.90	
		1.00	Infinity	35.28	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
QSS2	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		
QSS2	no. releas	148	1.949		
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
QSS20	delay	- Infinity	0.	34.93	
		0.	1.00	27.06	
		1.00	Infinity	38.01	
		Number of Observations:		5	
		Min	Mean	Std Dev	Max
QSS20	delay	0.	0.	0.	.004
		Count	Std Dev		

QSS20	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS21	delay	- Infinity	0.	44.24		
		0.	1.00	24.76		
		1.00	Infinity	30.99		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS21	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS21	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS22	delay	- Infinity	0.	36.36		
		0.	1.00	28.97		
		1.00	Infinity	34.66		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS22	delay	0.	.009	.021	7.051	5
		Count	Std Dev			
QSS22	no. releas	148	2.168			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS3	delay	- Infinity	0.	37.72		
		0.	1.00	28.99		
		1.00	Infinity	33.29		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS3	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS3	no. releas	148	1.949			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS4	delay	- Infinity	0.	37.79		
		0.	1.00	29.14		
		1.00	Infinity	33.07		
		Number of Observations:			5	
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

QSS4	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS4	no. releas	148	1.789			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS5	delay	- Infinity	0.	39.27		
		0.	1.00	27.28		
		1.00	Infinity	33.45		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS5	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS5	no. releas	148	1.789			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS6	delay	- Infinity	0.	34.68		
		0.	1.00	28.60		
		1.00	Infinity	36.72		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS6	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS6	no. releas	148	1.789			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS7	delay	- Infinity	0.	42.93		
		0.	1.00	18.49		
		1.00	Infinity	38.57		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS7	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
QSS7	no. releas	148	1.789			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
QSS8	delay	- Infinity	0.	37.36		
		0.	1.00	22.47		
		1.00	Infinity	40.16		

Number of Observations: 5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS8	delay	0.	0.	0.	.004	5

		Count	Std Dev
QSS8	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
QSS9	delay	- Infinity	0.	36.03
		0.	1.00	27.84
		1.00	Infinity	36.13
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSS9	delay	0.	0.	0.	.004	5

		Count	Std Dev
QSS9	no. releas	148	2.168

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
QSYNARM1	delay	- Infinity	0.	52.42
		0.	1.00	.45
		1.00	Infinity	47.13
		Number of Observations:		5

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
QSYNARM1	delay	0.	.046	.041	36.070	5

		Count	Std Dev
QSYNARM1	no. releas	2513	36.03

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q1 syn12	delay	.570	908.18	388.7	3263.0	5
		Lower CI:	425.60			
		Upper CI:	1391.0			

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
q1 syn12	delay	- Infinity	1.15	1.00
		1.15	28.53	9.00
		28.53	55.92	0.
		55.92	83.30	1.00
		83.30	110.68	1.00
		110.68	138.07	2.00
		138.07	165.45	2.00
		165.45	192.84	2.00

192.84	220.22	1.00
220.22	247.61	2.00
247.61	274.99	1.00
274.99	302.38	2.00
302.38	329.76	2.00
329.76	357.14	1.00
357.14	384.53	1.00
384.53	411.91	2.00
411.91	439.30	2.00
439.30	466.68	2.00
466.68	494.07	1.00
494.7	521.45	2.00
521.45	548.84	2.00
548.84	Infinity	61.00
Number of Observations:		5

	Count	Std Dev
q1 syn12 no. releas	293	9.257

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q1 syn13 delay	.980	31.042	.674	140.90	5
	Lower CI:	30.210			
	Upper CI:	31.880			

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
q1 syn13 delay	- Infinity	7.48	4.00
	7.48	10.49	6.00
	10.49	13.49	7.00
	13.49	16.50	5.00
	16.50	19.51	8.00
	19.51	22.51	6.00
	22.51	25.52	7.00
	25.52	28.52	7.00
	28.52	31.53	6.00
	31.53	34.53	7.00
	34.53	37.54	6.00
	37.54	40.55	6.00
	40.55	43.55	4.00
	43.55	46.56	4.00
	46.56	49.56	3.00
	49.56	52.57	3.00
	52.57	55.57	3.00
	55.57	58.58	2.00
	58.58	61.58	1.00
	61.58	64.59	1.00
	64.59	67.60	1.00
	67.60	Infinity	3.00
Number of Observations:			5

	Count	Std Dev
q1 syn13 no. releas	300	0.

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q1 syn3 delay	0.	0.	0.	.004	5

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q1 syn3	delay	- Infinity	0.	45.07		
		0.	1.00	24.13		
		1.00	Infinity	30.80		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
q1 syn3	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q1 syn4	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q1 syn4	delay	- Infinity	0.	45.07		
		0.	1.00	24.13		
		1.00	Infinity	30.80		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
q1 syn4	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q1 syn5	delay	6.550	24.974	.919	63.000	5
		Lower CI:	23.830			
		Upper CI:	26.110			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q1 syn5	delay	- Infinity	7.28	0.		
		7.28	9.04	2.00		
		9.04	10.80	3.00		
		10.80	12.56	4.00		
		12.56	14.32	5.00		
		14.32	16.08	6.00		
		16.08	17.84	6.00		
		17.84	19.60	10.00		
		19.60	21.36	7.00		
		21.36	23.12	7.00		
		23.12	24.88	7.00		
		24.88	26.64	6.00		
		26.64	28.41	6.00		
		28.41	30.17	5.00		
		30.17	31.93	6.00		
		31.93	33.69	3.00		
		33.69	35.45	3.00		
		35.45	37.21	3.00		
37.21	38.97	3.00				
38.97	40.73	2.00				
40.73	42.49	2.00				
42.49	Infinity	6.00				
Number of Observations:			5			

		Count	Std Dev			
q1 syn5	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q1 syn6	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q1 syn6	delay	- Infinity	0.	33.20		
		0.	1.00	33.07		
		1.00	Infinity	33.73		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
q1 syn6	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q1 synS1.1	delay	- Infinity	0.	49.15		
		0.	1.00	11.68		
		1.00	Infinity	39.17		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q1 synS1.1	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
q1 synS1.1	no. releas	293	9.257			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q1 synS1.2	delay	- Infinity	0.	39.33		
		0.	1.00	23.33		
		1.00	Infinity	37.33		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q1 synS1.2	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
q1 synS1.2	no. releas	150	0.			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q1 synS1.3	delay	- Infinity	0.	40.27		
		0.	1.00	22.40		
		1.00	Infinity	37.33		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

q1 synS1.3 delay	0.	0.	0.	.004	5
	Count	Std Dev			
q1 synS1.3 no. releas	150	0.			
	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 syn1 delay	.120	15.169	.985	98.000	5
	Lower CI:	13.950			
	Upper CI:	16.390			
	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q2 syn1 delay	- Infinity	1.63	5.00		
	1.63	4.38	16.00		
	4.38	7.13	15.00		
	7.13	9.88	11.00		
	9.88	12.63	8.00		
	12.63	15.37	7.00		
	15.37	18.12	7.00		
	18.12	20.87	6.00		
	20.87	23.62	4.00		
	23.62	26.36	5.00		
	26.36	29.11	2.00		
	29.11	31.86	2.00		
	31.86	34.61	2.00		
	34.61	37.36	2.00		
	37.36	40.10	2.00		
	40.10	42.85	1.00		
	42.85	45.60	1.00		
	45.60	48.35	1.00		
	48.35	51.10	1.00		
	51.10	53.84	0.		
	53.84	56.59	1.00		
	56.59	Infinity	1.00		
	Number of Observations:		5		
	Count	Std Dev			
q2 syn1 no. releas	150	0.			
	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 syn14 delay	0.	2.780	.443	21.060	5
	Lower CI:	2.229			
	Upper CI:	3.330			
	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q2 syn14 delay	- Infinity	.06	2.68		
	.06	1.22	33.77		
	1.22	2.38	21.65		
	2.38	3.55	13.57		
	3.55	Infinity	28.33		
	Number of Observations:		5		
	Count	Std Dev			

q2 syn14	no. releas	149	2.280			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 syn16	delay	0.	.609	.042	8.835	5
		Lower CI:	.556			
		Upper CI:	.661			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q2 syn16	delay	- Infinity	0.	22.79		
		0.	1.91	67.84		
		1.91	Infinity	9.36		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
q2 syn16	no. releas	297	4.147			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 syn20	delay	0.	31.692	2.477	185.30	5
		Lower CI:	28.620			
		Upper CI:	34.770			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q2 syn20	delay	- Infinity	0.	6.00		
		0.	6.76	18.00		
		6.76	13.53	12.00		
		13.53	20.29	10.00		
		20.29	27.05	10.00		
		27.05	33.82	7.00		
		33.82	40.58	6.00		
		40.58	47.34	7.00		
		47.34	54.11	5.00		
		54.11	60.87	4.00		
		60.87	67.63	3.00		
		67.63	74.40	2.00		
		74.40	81.16	2.00		
		81.16	87.92	2.00		
		87.92	94.69	1.00		
		94.69	101.45	1.00		
		101.45	108.22	1.00		
		108.22	114.98	1.00		
		114.98	121.74	0.		
		121.74	128.51	1.00		
		128.51	135.27	1.00		
		135.27	Infinity	2.00		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
q2 syn20	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 syn22.1	delay	7.840	25.550	.594	73.020	5

Lower CI: 24.810
Upper CI: 26.290

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
q2 syn22.1 delay	- Infinity	13.33	5.00
	13.33	15.42	6.00
	15.42	17.52	9.00
	17.52	19.61	9.00
	19.61	21.71	10.00
	21.71	23.80	10.00
	23.80	25.90	9.00
	25.90	27.99	8.00
	27.99	30.09	7.00
	30.09	32.18	5.00
	32.18	34.28	4.00
	34.28	36.37	5.00
	36.37	38.47	3.00
	38.47	40.56	3.00
	40.56	42.66	1.00
	42.66	44.75	2.00
	44.75	46.85	1.00
	46.85	48.94	1.00
	48.94	51.04	1.00
	51.04	53.13	0.
	53.13	55.23	1.00
	55.23	Infinity	1.00
	Number of Observations:		5

Count Std Dev

q2 syn22.1 no. releas

150 0.

Min Mean Std Dev Max Obs

q2 syn22.2 delay

0. .044 .063 12.590 5

Greater Than Up To and Including Percent of Observations

q2 syn22.2 delay

- Infinity 0. 37.95

0. 1.00 21.84

1.00 Infinity 40.21

Number of Observations: 5

Count Std Dev

q2 syn22.2 no. releas

150 .447

Greater Than Up To and Including Percent of Observations

q2 syn22A delay

- Infinity 0. 25.00

0. 1.06 25.00

1.06 2.13 0.

2.13 3.19 0.

3.19 4.26 0.

4.26 5.32 0.

5.32 6.39 2.60

6.39 7.45 5.30

7.45	8.52	6.70
8.52	9.58	5.60
9.58	10.65	4.50
10.65	11.71	4.30
11.71	12.77	4.70
12.77	13.84	3.10
13.84	14.90	1.80
14.90	15.97	2.20
15.97	Infinity	9.10
Number of Observations:		5

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 syn22A delay	0.	6.024	.093	50.240	5
	Lower CI:	5.909			
	Upper CI:	6.140			

	Count	Std Dev
q2 syn22A no. releas	300	0.

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
q2 syn22B delay	- Infinity	27.11	5.00
	27.11	31.71	2.00
	31.71	36.30	5.00
	36.30	40.90	3.00
	40.90	45.49	5.00
	45.49	50.08	6.00
	50.08	54.68	6.00
	54.68	59.27	6.00
	59.27	63.87	6.00
	63.87	68.46	5.00
	68.46	73.06	5.00
	73.06	77.65	5.00
	77.65	82.25	5.00
	82.25	86.84	5.00
	86.84	91.43	4.00
	91.43	96.03	4.00
	96.03	100.62	3.00
	100.62	105.22	3.00
	105.22	109.81	3.00
	109.81	114.41	2.00
	114.41	119.00	1.00
	119.00	Infinity	10.00
Number of Observations:			5

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 syn22B delay	0.	73.787	3.126	229.70	5
	Lower CI:	69.910			
	Upper CI:	77.670			

	Count	Std Dev
q2 syn22B no. releas	150	.447

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
--	--------------	---------------------	-------------------------

q2 synA	delay	- Infinity	0.	31.00
		0.	1.67	55.00
		1.67	3.34	1.00
		3.34	5.02	1.00
		5.02	6.69	2.00
		6.69	8.36	1.00
		8.36	10.03	1.00
		10.03	11.70	1.00
		11.70	13.37	1.00
		13.37	15.05	1.00
		15.05	16.72	0.
		16.72	18.39	0.
		18.39	20.06	1.00
		20.06	21.73	1.00
		21.73	23.41	0.
		23.41	25.08	0.
		25.08	26.75	0.
		26.75	28.42	0.
		28.42	30.09	0.
		30.09	31.77	0.
		31.77	33.44	0.
		33.44	Infinity	1.00
		Number of Observations:		5

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 synA delay	0.	1.812	.721	61.620	5
	Lower CI:	.917			
	Upper CI:	2.707			

	Count	Std Dev
q2 synA no. releas	150	0.

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
q2 synS2.1 delay	- Infinity	0.	38.67
	0.	1.00	26.13
	1.00	Infinity	35.20
	Number of Observations:		5

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 synS2.1 delay	0.	0.	0.	.004	5

	Count	Std Dev
q2 synS2.1 no. releas	150	0.

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
q2 synS2.2 delay	- Infinity	0.	36.78
	0.	1.00	26.03
	1.00	Infinity	37.19
	Number of Observations:		5

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 synS2.2 delay	0.	0.	0.	.004	5

	Count	Std Dev			
q2 synS2.2 no. releas	149	1.732			
	Than	Including	Observations		
q2 synS2.3 delay	- Infinity	0.	36.42		
	0.	1.00	31.32		
	1.00	Infinity	32.25		
	Number of Observations:		5		
	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 synS2.3 delay	0.	0.	0.	.004	5
	Count	Std Dev			
q2 synS2.3 no. releas	149	2.280			
	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q2 synS2.4 delay	- Infinity	0.	41.00		
	0.	1.00	25.92		
	1.00	Infinity	33.07		
	Number of Observations:		5		
	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 synS2.4 delay	0.	0.	0.	.004	5
	Count	Std Dev			
q2 synS2.4 no. releas	149	2.280			
	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q2 synS2.5 delay	- Infinity	0.	7.00		
	0.	42.85	87.00		
	42.85	85.70	0.		
	85.70	128.54	0.		
	128.54	171.39	0.		
	171.39	214.24	0.		
	214.24	257.09	0.		
	257.09	299.94	0.		
	299.94	342.79	0.		
	342.79	385.63	0.		
	385.63	428.48	0.		
	428.48	471.33	0.		
	471.33	514.18	0.		
	514.18	557.03	0.		
	557.03	599.87	1.00		
	599.87	642.72	1.00		
	642.72	685.57	1.00		
	685.57	728.42	0.		
	728.42	771.27	0.		
	771.27	814.12	0.		
	814.12	856.96	1.00		

	856.96	Infinity	2.00	
	Number of Observations:		5	
	Min	Mean	Std Dev	Max
q2 synS2.5 delay	0.	51.716	16.31	1571.0
	Lower CI:	31.470		
	Upper CI:	71.960		
	Count	Std Dev		
q2 synS2.5 no. releas	148	1.949		
	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
q2 synS2.6 delay	- Infinity	0.	35.63	
	0.	1.00	26.79	
	1.00	Infinity	37.58	
	Number of Observations:		5	
	Min	Mean	Std Dev	Max
q2 synS2.6 delay	0.	0.	0.	.004
	Count	Std Dev		
q2 synS2.6 no. releas	149	2.074		
	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations	
q2 synS2.7 delay	- Infinity	0.	33.00	
	0.	60.31	56.00	
	60.31	120.62	0.	
	120.62	180.93	0.	
	180.93	241.24	0.	
	241.24	301.55	0.	
	301.55	361.86	0.	
	361.86	422.17	0.	
	422.17	482.48	0.	
	482.48	542.79	0.	
	542.79	603.10	1.00	
	603.10	663.41	2.00	
	663.41	723.72	1.00	
	723.72	784.03	1.00	
	784.03	844.34	2.00	
	844.34	904.65	0.	
	904.65	964.96	1.00	
	964.96	1025.3	1.00	
	1025.3	1085.6	1.00	
	1085.6	1145.9	0.	
	1145.9	1206.2	0.	
	1206.2	Infinity	0.	
	Number of Observations:		5	
	Min	Mean	Std Dev	Max
q2 synS2.7 delay	0.	86.942	12.74	1461.0
	Lower CI:	71.130		
	Upper CI:	102.80		

		Count	Std Dev			
q2 synS2.7 no. releas		149	1.643			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
q2 synS2.8 delay		- Infinity	0.	36.53		
		0.	1.00	23.07		
		1.00	Infinity	40.40		
		Number of Observations:		5		
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
q2 synS2.8 delay		0.	0.	0.	.004	5
		Count	Std Dev			
q2 synS2.8 no. releas		150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 1 delay		0.	19.076	.465	92.320	5
		Lower CI: 18.500				
		Upper CI: 19.650				
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 1 delay		- Infinity	0.	9.83		
		0.	5.00	24.23		
		5.00	10.00	12.20		
		10.00	Infinity	53.73		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
queue 1 no. releas		600	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 10 delay		0.	1.037	.195	106.90	5
		Lower CI: .795				
		Upper CI: 1.279				
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 10 delay		- Infinity	0.	51.59		
		0.	5.00	43.26		
		5.00	10.00	1.80		
		10.00	Infinity	3.35		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
queue 10 no. releas		1044	10.57			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

queue 11	delay	0.	8.044	.597	140.20	5
		Lower CI:	7.303			
		Upper CI:	8.786			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 11	delay	- Infinity	0.	18.81		
		0.	5.00	43.65		
		5.00	10.00	13.37		
		10.00	Infinity	24.17		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 11	no. releas	1498	1.949			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 12	delay	0.	.224	.164	97.760	5
		Lower CI:	.020			
		Upper CI:	.428			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 12	delay	- Infinity	0.	54.71		
		0.	5.00	44.33		
		5.00	10.00	.24		
		10.00	Infinity	.72		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 12	no. releas	1495	8.585			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 13	delay	0.	.358	.373	93.250	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 13	delay	- Infinity	0.	53.97		
		0.	5.00	44.95		
		5.00	10.00	.13		
		10.00	Infinity	.94		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 13	no. releas	149	2.168			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 14	delay	0.	.000	0.	.004	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 14	delay	- Infinity	0.	53.60		

0. 5.00 46.40
 5.00 10.00 0.
 10.00 Infinity 0.
 Number of Observations: 5

		Count	Std Dev			
queue 14	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 15	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 15	delay	- Infinity	0.	53.73		
		0.	5.00	46.27		
		5.00	10.00	0.		
		10.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:				5
		Count	Std Dev			
queue 15	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 16	delay	0.	.861	.339	21.970	5
		Lower CI:	.440			
		Upper CI:	1.282			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 16	delay	- Infinity	0.	49.40		
		0.	5.00	44.39		
		5.00	10.00	2.74		
		10.00	Infinity	3.47		
		Number of Observations:				5
		Count	Std Dev			
queue 16	no. releas	145	6.943			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 17	delay	0.	.067	.038	20.370	5
		Lower CI:	.019			
		Upper CI:	.115			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 17	delay	- Infinity	0.	56.27		
		0.	5.00	43.29		
		5.00	10.00	.27		
		10.00	Infinity	.18		
		Number of Observations:				5
		Count	Std Dev			

queue 17	no. releas	450	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 18	delay	0.	.811	.141	68.250	5
		Lower CI:	.636			
		Upper CI:	.986			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 18	delay	- Infinity	0.	52.63		
		0.	5.00	43.23		
		5.00	10.00	1.54		
		10.00	Infinity	2.61		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 18	no. releas	1342	9.960			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 19	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 19	delay	- Infinity	0.	58.13		
		0.	5.00	41.87		
		5.00	10.00	0.		
		10.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 19	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 2	delay	0.	5.292	8.496	848.30	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 2	delay	- Infinity	0.	56.00		
		0.	5.00	41.36		
		5.00	10.00	.33		
		10.00	Infinity	2.30		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 2	no. releas	296	5.762			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 20	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Greater Than	Up To and	Percent of		

		Than	Including	Observations		
queue 20	delay	- Infinity	0.	53.87		
		0.	5.00	46.13		
		5.00	10.00	0.		
		10.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
queue 20	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 21	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 21	delay	- Infinity	0.	56.40		
		0.	5.00	43.60		
		5.00	10.00	0.		
		10.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
queue 21	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 22	delay	0.	0.	0.	.004	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 22	delay	- Infinity	0.	52.93		
		0.	5.00	47.07		
		5.00	10.00	0.		
		10.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
queue 22	no. releas	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 23	delay	0.	1.075	.045	24.890	5
		Lower CI:	1.019			
		Upper CI:	1.131			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 23	delay	- Infinity	0.	43.20		
		0.	5.00	48.93		
		5.00	10.00	4.67		
		10.00	Infinity	3.20		
		Number of Observations:		5		

		Count	Std Dev			
queue 23	no. releas	300	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 24	delay	0.	.069	.035	21.420	5
		Lower CI:	.025			
		Upper CI:	.112			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 24	delay	- Infinity	0.	56.18		
		0.	5.00	43.28		
		5.00	10.00	.40		
		10.00	Infinity	.13		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 24	no. releas	449	2.388			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 25	delay	0.	.070	.039	5.336	5
		Lower CI:	.022			
		Upper CI:	.118			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 25	delay	- Infinity	0.	52.17		
		0.	5.00	47.70		
		5.00	10.00	.14		
		10.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 25	no. releas	145	6.943			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 26	delay	0.	.480	.152	42.760	5
		Lower CI:	.291			
		Upper CI:	.668			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 26	delay	- Infinity	0.	51.25		
		0.	5.00	45.27		
		5.00	10.00	2.18		
		10.00	Infinity	1.30		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 26	no. releas	3737	20.47			

		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 27	delay	0.	1.643	.165	109.90	5
		Lower CI:	1.437			
		Upper CI:	1.848			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 27	delay	- Infinity	0.	48.47		
		0.	5.00	45.67		
		5.00	10.00	1.99		
		10.00	Infinity	3.87		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 27	no. releas	1495	8.515			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 28	delay	0.	.000	0.	2.161	5
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 28	delay	- Infinity	0.	55.57		
		0.	5.00	44.43		
		5.00	10.00	0.		
		10.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 28	no. releas	4774	40.52			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 3	delay	0.	1.103	.107	18.810	5
		Lower CI:	.970			
		Upper CI:	1.236			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 3	delay	- Infinity	0.	35.92		
		0.	5.00	57.25		
		5.00	10.00	4.93		
		10.00	Infinity	1.89		
		Number of Observations:			5	
		Count	Std Dev			
queue 3	no. releas	750	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 4	delay	0.	.017	0.	2.204	5
		Lower CI:	.017			
		Upper CI:	.017			

		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 4	delay	- Infinity	0.	54.49		
		0.	5.00	45.51		
		5.00	10.00	0.		
		10.00	Infinity	0.		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
queue 4	no. releas	450	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 6	delay	0.	.067	.050	7.770	5
		Lower CI:	.005			
		Upper CI:	.130			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 6	delay	- Infinity	0.	51.54		
		0.	5.00	47.65		
		5.00	10.00	.67		
		10.00	Infinity	.13		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
queue 6	no. releas	149	2.074			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 7	delay	0.	1009.1	377.9	3511.0	5
		Lower CI:	540.00			
		Upper CI:	1478.0			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 7	delay	- Infinity	0.	2.00		
		0.	5.00	1.90		
		5.00	10.00	.61		
		10.00	Infinity	95.49		
		Number of Observations:		5		
		Count	Std Dev			
queue 7	no. releas	1333	27.97			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 8	delay	0.	24.222	1.378	219.00	5
		Lower CI:	21.890			
		Upper CI:	26.550			
		Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations		
queue 8	delay	- Infinity	0.	18.35		

0. 5.00 20.67
 5.00 10.00 7.04
 10.00 Infinity 53.94
 Number of Observations: 5

	Count	Std Dev
queue 8 no. releas	449	2.236

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue 9 delay	0.	3.699	.612	228.70	5
	Lower CI:	2.939			
	Upper CI:	4.459			

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
queue 9 delay	- Infinity	0.	48.27
	0.	5.00	40.90
	5.00	10.00	2.12
	10.00	Infinity	8.71
	Number of Observations:		5

	Count	Std Dev
queue 9 no. releas	746	6.221

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue1 syn delay	0.	.602	.818	388.70	5

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
queue1 syn delay	- Infinity	0.	46.42
	0.	.02	49.60
	.02	Infinity	3.98
	Number of Observations:		5

	Count	Std Dev
queue1 syn no. releas	443	9.257

	Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
queue2 syn delay	0.	1.205	.101	46.430	5
	Lower CI:	1.080			
	Upper CI:	1.330			

	Greater Than	Up To and Including	Percent of Observations
queue2 syn delay	- Infinity	0.	38.00
	0.	1.01	40.00
	1.01	2.02	5.30
	2.02	3.03	3.60
	3.03	4.04	2.80
	4.04	5.05	2.40
	5.05	6.06	1.50
	6.06	7.07	1.20

7.07	8.08	1.20
8.08	9.09	1.00
9.09	10.10	.50
10.10	11.11	.40
11.11	12.12	.30
12.12	Infinity	1.80
Number of Observations:		5

		Count	Std Dev			

	queue2 syn no. releas	1195	8.093			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

S1.1	makespan	7.320	2184.2	975.9	9031.0	5
		Lower CI:	972.70			
		Upper CI:	3396.0			
		Count	Std Dev			

S1.1	no. to exi	290	13.89			
		Count	Std Dev			

S1.1	no. create	296	5.320			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

S1.2	makespan	152.00	3589.6	1570	10719	5
		Lower CI:	1640.0			
		Upper CI:	5539.0			
		Count	Std Dev			

S1.2	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			

S1.2	no. create	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

S1.3	makespan	219.00	3631.9	1570	10759	5
		Lower CI:	1682.0			
		Upper CI:	5581.0			
		Count	Std Dev			

S1.3	no. to exi	145	6.943			
		Count	Std Dev			

S1.3	no. create	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

S2.1	makespan	457.00	1669.9	396.4	3424.0	5
		Lower CI:	1178.0			
		Upper CI:	2162.0			
		Count	Std Dev			

S2.1	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.1	no. create	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
S2.10	makespan	52.100	211.14	5.749	691.40	5
		Lower CI:	204.00			
		Upper CI:	218.30			
		Count	Std Dev			
S2.10	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.10	no. create	148	1.789			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
S2.2	makespan	94.200	743.24	17.66	1714.0	5
		Lower CI:	721.30			
		Upper CI:	765.20			
		Count	Std Dev			
S2.2	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.2	no. create	149	1.732			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
S2.3	makespan	186.00	857.03	14.95	1948.0	5
		Lower CI:	838.50			
		Upper CI:	875.60			
		Count	Std Dev			
S2.3	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.3	no. create	149	2.280			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
S2.4	makespan	239.00	890.22	17.26	1965.0	5
		Lower CI:	868.80			
		Upper CI:	911.60			
		Count	Std Dev			
S2.4	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			

S2.4	no. create	149	2.074			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
S2.5	makespan	365.00	834.14	11.89	1856.0	5
		Lower CI:	819.40			
		Upper CI:	848.90			
		Count	Std Dev			
S2.5	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.5	no. create	149	2.074			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
S2.6	makespan	365.00	834.14	11.89	1856.0	5
		Lower CI:	819.40			
		Upper CI:	848.90			
		Count	Std Dev			
S2.6	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.6	no. create	149	2.074			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
S2.7	makespan	365.00	830.11	12.12	1853.0	5
		Lower CI:	815.10			
		Upper CI:	845.20			
		Count	Std Dev			
S2.7	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.7	no. create	149	2.074			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs
S2.8	makespan	503.00	1701.8	397.9	3426.0	5
		Lower CI:	1208.0			
		Upper CI:	2196.0			
		Count	Std Dev			
S2.8	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.8	no. create	150	0.			
		Min	Mean	Std Dev	Max	Obs

S2.3	makespan	563.00 Lower CI: 1248.0 Upper CI: 2236.0	1742.1	397.8	3455.0	5
		Count	Std Dev			
S2.3	no. to exi	148	2.168			
		Count	Std Dev			
S2.3	no. create	150	0.			
		State	Percent	Std Dev		
SYNARM	state	request	0.	0.		
		idle	96.960	.102		
		busy	3.041	.105		
		Count	Std Dev			
SYNARM	no. releas	1187	22.34			
		Count	Std Dev			
SYNARM1	no. releas	2513	36.03			
		State	Percent	Std Dev		
SYNARM1	state	request	0.	0.		
		busy	8.649	.159		
		idle	91.350	.159		
		Count	Std Dev			
station 1	no. releas	2550	0.			
		State	Percent	Std Dev		
station 1	state	request	0.	0.		
		busy	9.831	.165		
		idle	90.170	.171		
		Count	Std Dev			
station 10	no. releas	1044	10.10			
		State	Percent	Std Dev		
station 10	state	request	0.	0.		
		busy	11.550	.507		
		idle	88.450	.508		
		Count	Std Dev			
station 11	no. releas	1798	1.949			
		State	Percent	Std Dev		
station 11	state	request	0.	0.		
		busy	10.580	.186		
		idle	89.420	.185		

	Count	Std Dev	

station 12 no. releas	1495	9.397	
	State	Percent	Std Dev

station 12 state	request	0.	0.
	busy	56.830	.761
	idle	43.170	.761
	Count	Std Dev	

station 13 no. releas	299	2.608	
	State	Percent	Std Dev

station 13 state	request	1.111	1.663
	busy	3.123	.149
	idle	95.770	1.675
	Count	Std Dev	

station 14 no. releas	150	0.	
	State	Percent	Std Dev

station 14 state	request	0.	0.
	busy	1.001	.045
	idle	99.000	.057
	Count	Std Dev	

station 15 no. releas	150	0.	
	State	Percent	Std Dev

station 15 state	request	0.	0.
	busy	.525	.026
	idle	99.470	0.
	Count	Std Dev	

station 16 no. releas	145	6.943	
	State	Percent	Std Dev

station 16 state	request	0.	0.
	busy	.839	.088
	idle	99.160	.083
	Count	Std Dev	

station 17 no. releas	450	0.	
	State	Percent	Std Dev

station 17 state	request	0.	0.
	busy	1.444	.066
	idle	98.560	.044

	Count	Std Dev	
station 18 no. releas	1342	9.960	
	State	Percent	Std Dev
station 18 state	request	0.	0.
	busy	14.150	.629
	idle	85.850	.629
	Count	Std Dev	
station 19 no. releas	150	0.	
	State	Percent	Std Dev
station 19 state	request	0.	0.
	busy	.905	.093
	idle	99.100	.097
	Count	Std Dev	
station 2 no. releas	745	7.537	
	State	Percent	Std Dev
station 2 state	request	2.941	5.038
	busy	1.323	.050
	idle	95.740	5.037
	Count	Std Dev	
station 20 no. releas	150	0.	
	State	Percent	Std Dev
station 20 state	request	0.	0.
	busy	.891	.114
	idle	99.110	.111
	Count	Std Dev	
station 21 no. releas	150	0.	
	State	Percent	Std Dev
station 21 state	request	0.	0.
	busy	.161	.010
	idle	99.840	0.
	Count	Std Dev	
station 22 no. releas	150	0.	
	State	Percent	Std Dev
station 22 state	request	0.	0.
	busy	.800	.031
	idle	99.200	.048
	Count	Std Dev	

station 23 no. releas	300	0.	
	State	Percent	Std Dev
station 23 state	request	0.	0.
	busy	1.682	.069
	idle	98.320	.070
	Count	Std Dev	
station 24 no. releas	449	2.388	
	State	Percent	Std Dev
station 24 state	request	0.	0.
	busy	2.951	.128
	idle	97.050	.133
	Count	Std Dev	
station 25 no. releas	145	6.943	
	State	Percent	Std Dev
station 25 state	request	0.	0.
	busy	.267	.020
	idle	99.730	.035
	Count	Std Dev	
station 26 no. releas	4637	20.96	
	State	Percent	Std Dev
station 26 state	request	.079	.130
	busy	38.080	.642
	idle	61.850	.760
	Count	Std Dev	
station 27 no. releas	1495	8.585	
	State	Percent	Std Dev
station 27 state	request	0.	0.
	busy	10.800	.148
	idle	89.200	.146
	Count	Std Dev	
station 28 no. releas	4924	40.60	
	State	Percent	Std Dev
station 28 state	request	0.	0.
	idle	60.140	.952
	busy	39.860	.952
	Count	Std Dev	

station 3 no. releas 750 0.

	State	Percent	Std Dev
station 3 state	request	0.	0.
	busy	1.537	.053
	idle	98.460	.042

Count	Std Dev
-------	---------

station 4 no. releas 450 0.

	State	Percent	Std Dev
station 4 state	request	0.	0.
	busy	.311	.020
	idle	99.690	.023

Count	Std Dev
-------	---------

station 5 no. releas 150 0.

	State	Percent	Std Dev
station 5 state	request	.559	.768
	busy	.242	.020
	idle	99.200	.767

Count	Std Dev
-------	---------

station 6 no. releas 599 2.280

	State	Percent	Std Dev
station 6 state	request	0.	0.
	busy	1.752	.075
	idle	98.250	.067

Count	Std Dev
-------	---------

station 7 no. releas 2224 40.10

	State	Percent	Std Dev
station 7 state	request	0.	0.
	idle	3.109	1.194
	busy	96.890	1.194

Count	Std Dev
-------	---------

station 8 no. releas 749 2.683

	State	Percent	Std Dev
station 8 state	request	0.	0.
	busy	13.730	.805
	idle	86.270	.805

Count	Std Dev
-------	---------

station 9 no. releas 896 6.221

	State	Percent	Std Dev
station 9 state	request	0.	0.
	busy	9.407	.308
	idle	90.590	.306

	Count	Std Dev
station1 s no. releas	443	9.257

	State	Percent	Std Dev
station1 s state	request	.585	.884
	busy	.867	.086
	idle	98.550	.830

	Count	Std Dev
station2 s no. releas	1345	8.093

	State	Percent	Std Dev
station2 s state	blocked	0.	0.
	request	0.	0.
	busy	5.719	.300
	idle	94.280	.301

***** End of report -- 4738 lines *****



