



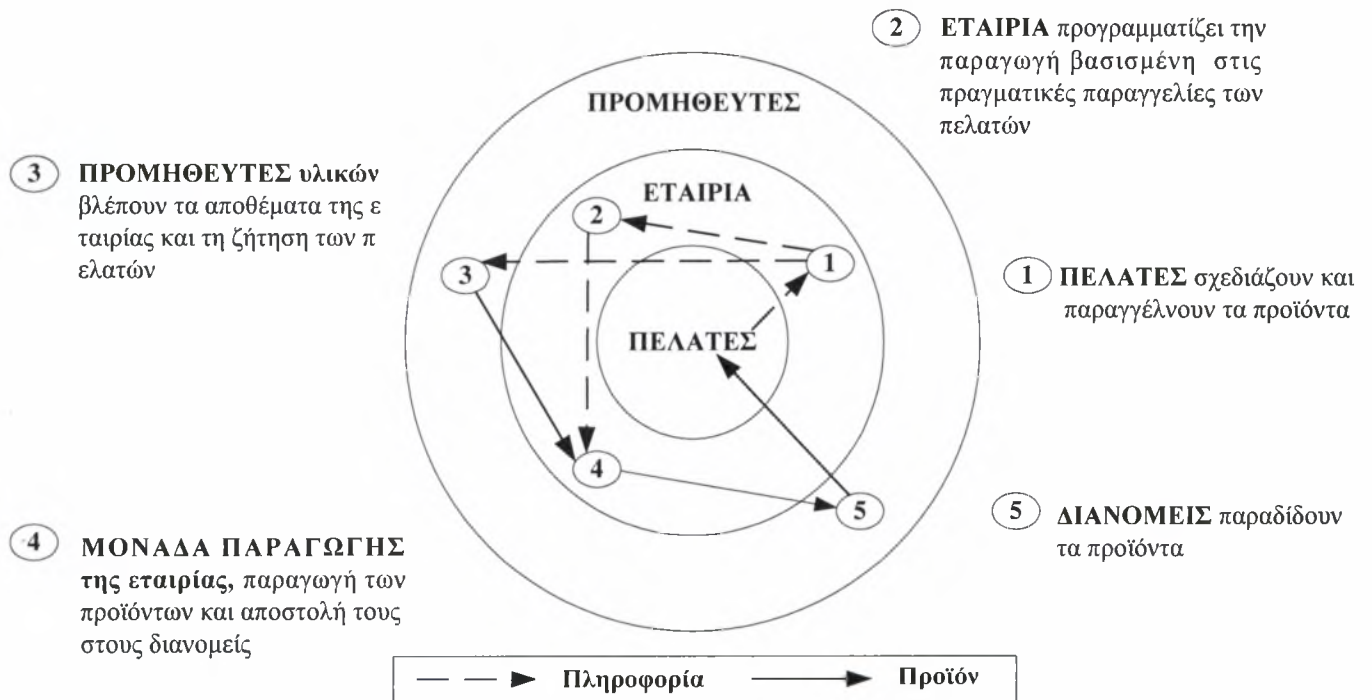
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ και ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΞΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



Διπλωματική Εργασία: Σιδηρόπουλος Μιχάλης

Επιβλέπων: Σταμπολής Γεώργιος



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

Αριθ. Εισ.: 912/1
Ημερ. Εισ.: 01-03-2004
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΜΜΒ
2002
ΣΙΔ

*αφιερώνεται στους γονείς μου
σας ευχαριστώ για όλα
όλα αυτά τα χρόνια*



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν στο να ολοκληρωθεί αυτή η διπλωματική εργασία αλλά και που μου συμπαραστάθηκαν όχι μόνο κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής αλλά και όλων των φοιτητικών μου χρόνων.

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω τον δρ Σταμπούλη Γεώργιο, ο οποίος δεν ήταν μόνο ο επιβλέπων της διπλωματικής μου αλλά και ένας καλός φίλος, για τις χρήσιμες συμβουλές και παρατηρήσεις του, την ηθική συμπαράσταση και τη διάθεση του να με βοηθήσει όποτε τον χρειαζόμουν.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο καθηγητή Λυμπερόπουλο Γεώργιο και τον Επίκουρο καθηγητή Μπακούρο Ιωάννη για τη συμμετοχή τους στη τριμελή επιτροπή εξέτασης της διπλωματικής εργασίας και τις σημαντικές γνώσεις που αποκόμισα από τη διδασκαλία τους όλα αυτά τα χρόνια.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον Επίκουρο καθηγητή Αδαμίδη Εμμανουήλ του τμήματος Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών για τις ουσιαστικές και χρησιμότερες παρατηρήσεις του και τη βοήθεια του για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο καθηγητή Σκάγιανη Παντελή και τα μέλη του εργαστηρίου Υποδομών, Τεχνολογικής Πολιτικής και Ανάπτυξης του ΤΜΧΠΠΑ γιατί μου επέτρεψαν να χρησιμοποιήσω έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή του εργαστηρίου σε μια κρίσιμη φάση της εργασίας. Χωρίς αυτή την ευγενική χειρονομία δε θα προλάβαινα να τελειώσω στην ώρα μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον υποψήφιο διδάκτορα Κουκούμιαλο Στέλιο, υπεύθυνο στο εργαστήριο Οργάνωσης Παραγωγής, που ήταν πάντα διαθέσιμος και πρόθυμος να βοηθήσει όποτε τον χρειάστηκα.

Ακόμη θέλω να ευχαριστήσω τη κ. Μανουσάκη Ηλέκτρα και τις συναδέλφους μου στην εταιρία συμβούλων επιχειρήσεων ΚΕΝΤΡΟ ΕΠΕ για όλα όσα έμαθα και όλα όσα έζησα κοντά τους το διάστημα που εργάστηκα εκεί.

Θέλω να ευχαριστήσω μέσα από τη ψυχή μου τους γονείς μου, στους οποίους αφιερώνω αυτή την εργασία, τη πρώτη μου σοβαρή δουλειά και το επιστέγασμα των σπουδών μου για όλες τις θυσίες που κάνανε για να καταφέρουμε εγώ και τα αδέρφια μου

να σπουδάσουμε. Ευχαριστώ τα δύο μου αδέρφια, Παντελή και Δημήτρη, για την υποστήριξη τους και για όσα περάσαμε μαζί ως συγγάτοικοι σπουδάζοντας και οι τρεις στην ίδια πόλη.

Όλους τους συμφοιτητές μου, τους φίλους και τις φίλες μου τους ευχαριστώ για όλα όσα περάσαμε μαζί μέσα και έξω από τη σχολή, θα τα θυμάμαι για πάντα. Ελπίζω να ξαναβρεθούμε σύντομα και να μη χαθούμε.

Τέλος, αλλά όχι τελευταία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Φωτεινή που μου στάθηκε σε κάθε μου προσπάθεια και ήταν δίπλα μου κάθε στιγμή καλή ή κακή. Σε ευχαριστώ Φωτεινούλα για όλες τις όμορφες στιγμές που περάσαμε μαζί αλλά και για αυτές που θα περάσουμε στο μέλλον.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή.....	1
Δομή διπλωματικής.....	2
1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	3
1.1 Δίκτυο Αξίας.....	3
1.1.1 Ορισμός.....	3
1.1.2 Τέσσερις κανόνες κλειδιά για τα δίκτυα αξία.....	4
1.1.3 Δραστηριότητες δικτύου αξίας.....	5
1.2 Πίνακας επιλογών (Choiceboard).....	6
1.2.1 Ορισμός.....	6
1.2.2 Αυτό-κατάτμηση των πελατών με τη χρήση του πίνακα επιλογών.....	7
1.2.3 Πίνακες επιλογών και κερδοφορία.....	7
1.2.4 Αντιστροφή της αλυσίδας αξίας.....	9
1.2.5 Πίνακας επιλογών χωρίς το δίκτυο αξίας ισούται με '0'.....	10
1.2.6 Η επανάσταση του πίνακα επιλογών και ο πόλεμος των πινάκων επιλογών.....	11
1.3 Integrator δικτύου αξίας.....	13
1.3.1 Υποδομή.....	14
1.3.2 Στρατηγικός στόχος και πρόταση αξίας.....	15
1.3.3 Πηγές εσόδων.....	16
1.3.4 Κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας.....	16
1.3.5 Ουσιώδεις ικανότητες.....	17
1.3.6 Η μελέτη περίπτωσης της Cisco Systems.....	17
2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	22
2.1 Τι είναι προσομοίωση.....	22
2.2 Η χρήση της προσομοίωσης.....	23

2.2.1 Σχεδιασμός νέου συστήματος.....	23
2.2.2 Αλλαγές / βελτιώσεις σε υπάρχον σύστημα.....	23
2.2.3 Διαχείριση συστήματος.....	23
2.2.4 Κοστολόγηση προϊόντων και υπηρεσιών.....	24
2.2.5 Εκπαίδευση.....	24
2.2.6 Πωλήσεις.....	24
2.2.7 Δημόσιες σχέσεις.....	25
2.3 Η οικονομία της προσομοίωσης.....	25
2.4 Μοντέλα συστημάτων και διαδικασιών.....	25
2.4.1 Είδη μοντέλων.....	25
2.4.2 Μοντέλα και επίπεδα αναπαράστασης.....	27
2.4.3 Συνεχή μοντέλα και μοντέλα διακριτών γεγονότων.....	28
2.4.4 Στοχαστικά και αιτιοκρατικά μοντέλα.....	28
2.4.4.1 Το περιβάλλον προσομοίωσης <i>EXTEND</i>	28
2.5 Πως μοντελοποιείται ένα σύστημα.....	29
2.5.1 Η μοντελοποίηση των διαδικασιών παραγωγής.....	29
2.5.2 Μοντελοποίηση των οντοτήτων.....	30
2.5.2.1 Οι οντότητες στο περιβάλλον προσομοίωσης <i>EXTEND</i>	30
2.5.3 Μοντελοποίηση πόρων.....	32
2.5.4 Πόροι ροής.....	32
2.5.4.1 Οι πόροι ροής στο <i>EXTEND</i>	32
2.5.5 Πόροι γενικής χρήσης.....	33
2.5.5.1 Οι πόροι γενικής χρήσης του <i>EXTEND</i>	33
2.5.6 Αναλώσιμοι πόροι.....	34
2.5.7 Πόροι διαχείρισης / μεταφοράς οντοτήτων.....	34
2.5.7.1 Οι πόροι μεταφοράς στο <i>EXTEND</i>	34
2.5.8 Μοντελοποίηση κίνησης.....	35
2.5.9 Μοντελοποίηση διαδρομών-κατεύθυνσης οντοτήτων.....	35
2.5.9.1 Μοντελοποίηση διαδρομών στο <i>EXTEND</i>	36
2.5.10 Μοντελοποίηση επεξεργασίας οντοτήτων-δραστηριοτήτων.....	36
2.5.10.1 Μοντελοποίηση δραστηριοτήτων στο <i>EXTEND</i>	36
2.5.11 Μοντελοποίηση διαθεσιμότητας πόρου.....	37

2.5.11.1	<i>Άλλα χρήσιμα δομικά στοιχεία του EXTEND</i>	37
2.6	Η διαδικασία μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Μια μεθοδολογική προσέγγιση.....	38
2.6.1	Η διαδικασία συνοπτικά.....	38
2.6.2	Ορισμός του σκοπού και των στόχων της προσομοίωσης.....	39
2.6.3	Κατανόηση και καταγραφή των περιορισμών.....	39
2.6.4	Κατασκευή πρόχειρου μοντέλου.....	39
2.6.5	Συλλογή δεδομένων.....	40
2.6.6	Κατασκευή του πλήρους μοντέλου.....	40
2.6.7	Επαλήθευση (Verification) του μοντέλου.....	41
2.6.8	Επικύρωση (Validation) του μοντέλου.....	41
2.7	Πειραματισμοί – Προσομοιώσεις.....	42
2.7.1	Είδη προσομοίωσης.....	42
2.7.2	Μεταβατικές και σταθερές καταστάσεις.....	42
2.7.3	Εύρεση της περιόδου ζεστάματος (Warm-Up).....	43
2.7.4	Διάρκεια της προσομοίωσης.....	43
2.7.5	Δειγματοληψία.....	44
2.7.6	Πειραματισμοί.....	44
2.8	Ανάλυση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης.....	45
3	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ–ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ..	46
3.1	Διατύπωση Προβλήματος.....	46
3.1.1	Ορισμός του σκοπού και των στόχων της προσομοίωσης.....	49
3.1.2	Κατασκευή πρόχειρου μοντέλου.....	49
3.2	Περιγραφή Πλήρους Μοντέλου.....	50
3.2.1	Περιγραφή του πλήρους μοντέλου.....	50
3.2.2	Παραγγελίες.....	51
3.2.2.1	<i>Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Έλεγχος Διαθεσιμότητας’</i>	53
3.2.2.1.1	<i>Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Αντικατάσταση’</i>	55
3.2.2.1.2	<i>Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Αντικατάσταση Attrib Y’</i>	56
3.2.3	Προμηθευτές.....	57
3.2.3.1	<i>Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Προμηθευτής ci’</i>	57

3.2.4	Παραγωγή Τελικών Προϊόντων.....	59
3.2.4.1	<i>Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’</i>	59
4	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	62
4.1	Πειραματισμοί.....	62
4.1.1	Περιπτώσεις ζήτησης τελικών προϊόντων.....	64
4.1.1.1	<i>Μοντελοποίηση των περιπτώσεων ζήτησης τελικών προϊόντων</i>	64
4.1.2	Περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας.....	65
4.1.2.1	<i>Μοντελοποίηση των περιπτώσεων ανταλλαξιμότητας</i>	65
5	ΑΝΑΛΥΣΗ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	66
5.1	Περιπτώσεις $1^n - 2^n - 3^n$: Χαμηλή Μεταβλητότητα και Χαμηλή-Μέτρια-Υψηλή Ανταλλαξιμότητα	66
5.1.1	Α Φάση Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας.....	67
5.1.1.1	<i>Αποτελέσματα Α Φάσης Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας</i>	67
5.1.1.2	<i>Συμπεράσματα Α Φάσης Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας</i>	72
5.1.2	Β Φάση Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας.....	73
5.1.2.1	<i>Αποτελέσματα Β Φάσης Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας</i>	74
5.1.2.2	<i>Συμπεράσματα Β Φάσης Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας</i>	80
5.2	Περιπτώσεις $4^n - 5^n - 6^n$: Υψηλή Μεταβλητότητα και Χαμηλή-Μέτρια-Υψηλή Ανταλλαξιμότητα.....	81
5.2.1	Α Φάση Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας.....	82
5.2.1.1	<i>Αποτελέσματα Α Φάσης Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας</i>	82

5.2.1.2	<i>Συμπεράσματα Α Φάσης Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας.....</i>	86
5.2.2	<i>Β Φάση Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας.....</i>	88
5.2.2.1	<i>Αποτελέσματα Β Φάσης Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας.....</i>	88
5.2.2.2	<i>Συμπεράσματα Β Φάσης Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας.....</i>	92
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	94
6.1	<i>Συμπεράσματα εργασίας.....</i>	<i>94</i>
6.2	<i>Προτάσεις – Ιδέες για περαιτέρω έρευνα.....</i>	<i>98</i>
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	100
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	101

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών και του διαδικτύου, τα τελευταία χρόνια, είναι οι κύριοι παράγοντες που οδήγησαν στην εμφάνιση και ανάπτυξη ενός νέου πεδίου επιχειρηματικής δραστηριότητας, του ηλεκτρονικού επιχειρείν. Οι επιχειρήσεις στην προσπάθεια τους να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις που δημιούργησε η μοντέρνα αυτή επιχειρηματική δραστηριότητα άλλαξαν τη δομή τους και υιοθέτησαν νέα, καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα. Τα μοντέλα αυτά έδιναν στις επιχειρήσεις ένα πιο ευέλικτο σχήμα στη δομή τους και απαιτούσαν στο έπακρο τη χρήση των νέων τεχνολογικών μέσων. Μέσα στο κυκεώνα των μοντέλων που προτάθηκαν από ακαδημαϊκούς, συμβούλους επιχειρήσεων, επιχειρηματίες και εφαρμόστηκαν από τις επιχειρήσεις που αποτέλεσαν τη μαγιά της αποκαλούμενης 'Νέας Οικονομίας' ήταν και το μοντέλο των δικτύων αξίας (Value nets). Πρόκειται για ένα ευέλικτο επιχειρηματικό σχήμα το οποίο λειτουργεί παράλληλα με ένα καινοτόμο μηχανισμό καταγραφής των επιλογών των πελατών μέσω του διαδικτύου, τον πίνακα επιλογών (Choiceboard). Το σχήμα αυτό υιοθετήθηκε τόσο από κατασκευαστικές εταιρίες όπως η *Dell Computers* αλλά και από εταιρίες παροχής υπηρεσιών όπως η *CharlesSchwab*, που δραστηριοποιείται στο χώρο των οικονομικών συμβουλών.

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα ασχοληθεί με το επιχειρηματικό μοντέλο των δικτύων αξίας και τον πίνακα επιλογών. Το θέμα με το οποίο θα ασχοληθούμε σε αυτήν την εργασία είναι η διερεύνηση ενός επιχειρηματικού μοντέλου δικτύου αξίας με τη χρήση της μοντελοποίησης και προσομοίωσης με στόχο :

- ✓ τη βέλτιστη διαχείριση της αλυσίδας προμήθειας (supply chain) με σκοπό τη διατήρηση του συνολικού κέρδους της επιχείρησης ώστε να μην επηρεάζεται από ελλείψεις προϊόντων ή καθυστερήσεις στη παράδοση των προϊόντων.
- ✓ τη μέγιστη ικανοποίηση των παραγγελιών που εισέρχονται σε ένα τέτοιο επιχειρηματικό μοντέλο,
- ✓ τη διαχείριση του πίνακα επιλογών κατά τρόπο που να προσφέρονται εναλλακτικές επιλογές όταν κάποιες δε μπορούν να ικανοποιηθούν ή όταν η επιχείρηση επιθυμεί να κατευθύνει τη ζήτηση σε συγκεκριμένα προϊόντα.

Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας έγινε η ανάπτυξη ενός θεωρητικού μοντέλου λειτουργίας μιας φανταστικής επιχείρησης σύμφωνα με τις αρχές που διέπουν το επιχειρηματικό μοντέλο των δικτύων αξίας. Στη συνέχεια έγινε προσομοίωση του μοντέλου σε περιβάλλον προσομοίωσης Extend version 5 της εταιρίας *Imagine That Inc!*.

Δομή διπλωματικής

Στο 1^ο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση και παρουσιάζεται αναλυτικά το μοντέλο των δικτύων αξίας, ο πίνακας επιλογών και αναφέρονται περιπτώσεις που εφαρμόστηκε.

Στο 2^ο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία εισαγωγή στη διαδικασία της μοντελοποίησης και προσομοίωσης των συστημάτων παραγωγής. Στα πλαίσια αυτής της εισαγωγής δίδεται ο ορισμός της προσομοίωσης, αναφέρονται οι κυριότερες περιοχές εφαρμογών της και περιγράφονται τα βήματα που ακολουθούνται κατά τη διαδικασία της προσομοίωσης.

Στο 3^ο κεφάλαιο έχουμε τη διατύπωση του προβλήματος με το οποίο θα ασχοληθούμε. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μοντελοποίηση του προβλήματος και ορίζονται οι παράμετροι που το χαρακτηρίζουν.

Στο 4^ο κεφάλαιο εξετάζουμε ορισμένες στρατηγικές με βάση σενάρια, τα οποία αφορούν τη ζήτηση των τελικών προϊόντων και την ανταλλαξιμότητα των εξαρτημάτων τελικού προϊόντος, για τα οποία εξετάζουμε τον τρόπο που επιδρούν στο δίκτυο αξίας.

Στο 5^ο κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα των σεναρίων και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση.

Στο 6^ο κεφάλαιο, και τελευταίο της εργασίας, παρουσιάζονται τα συνολικά συμπεράσματα της εργασίας και γίνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

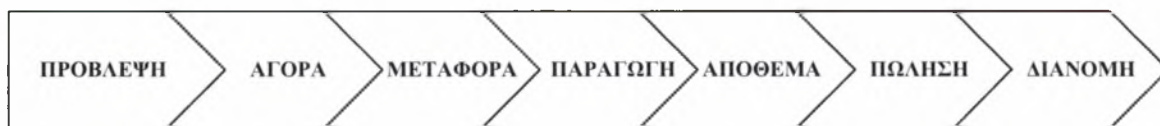
1.1 Δίκτυο Αξίας (Value Net)

1.1.1 Ορισμός

Σύμφωνα με τους Martha και Bovet (2000), ένα δίκτυο αξίας είναι ένα επιχειρηματικό σχήμα το οποίο χρησιμοποιεί τις αρχές της ψηφιακής αλυσίδας προμηθειών για να επιτύχει συγχρόνως τη μέγιστη ικανοποίηση του πελάτη και τη κερδοφορία της εταιρίας. Είναι ένα γρήγορο, ευέλικτο σύστημα που είναι ευθυγραμμισμένο με και έχει ως οδηγό ένα νέο μηχανισμό επιλογής του πελάτη που ονομάζεται πίνακας επιλογών (choiceboard), παρακάτω γίνεται αναλυτική περιγραφή των πινάκων επιλογής. Τα δίκτυα αξίας αντιπροσωπεύουν ένα δραστήριο νέο τύπο επιχειρηματικού σχήματος το οποίο διαφέρει από μία αποδοτική εφοδιαστική αλυσίδα ή από μία μοντέρνα τεχνολογία πληροφορίας γιατί αυτό προσδιορίζει ολοκληρωτικά την επιχειρηματική στρατηγική μιας εταιρίας. Τα δίκτυα αξίας είναι ολιστικά στη διασύνδεση τους με τις ανάγκες των πελατών και στην ικανότητα εκπλήρωσης αυτών.

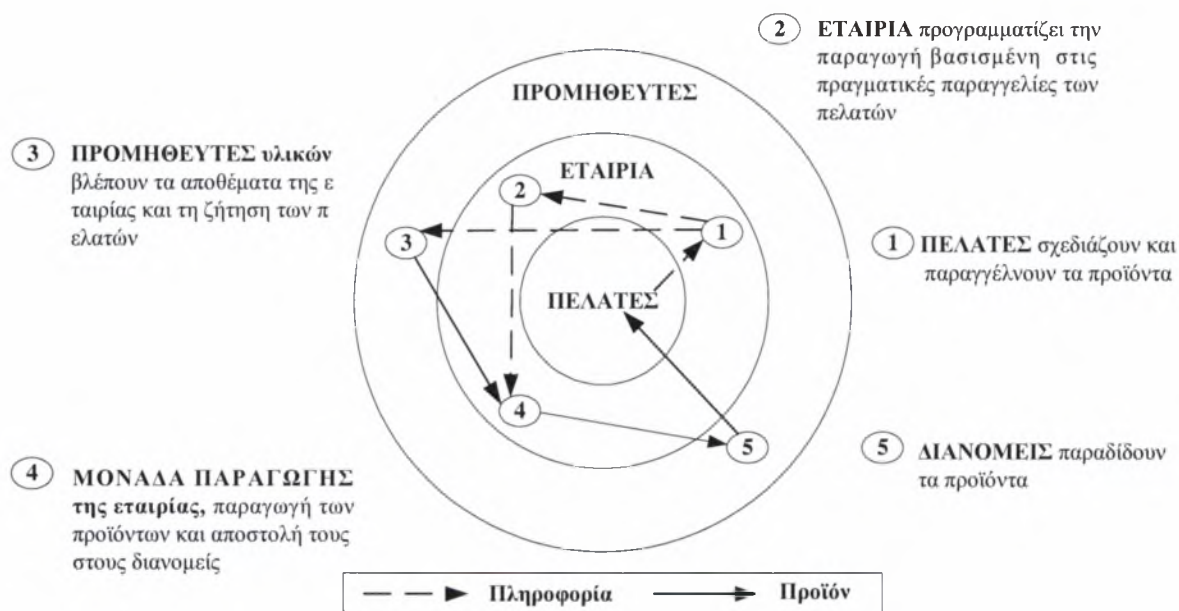
Η παραδοσιακή εφοδιαστική αλυσίδα είναι ένα σχήμα το οποίο είναι συνεχές, άκαμπτο και μη ευέλικτο, αργό και στατικό και αναλογικά μεγάλο σε σύγκριση με τα δίκτυα αξίας τα οποία είναι μη γραμμικά, πολλές δράσεις λαμβάνουν χώρα συγχρόνως για να ανταποκριθούν στις προτιμήσεις του πελάτη, συνεργατικά και συστημικά, ευκίνητα, γρήγορης ροής και ψηφιακά. Οι διαφορές τους γίνονται άμεσα αντιληπτές από τα σχήματα που ακολουθούν.

Εικόνα 1.1 Παραδοσιακή Εφοδιαστική Αλυσίδα



- Συνεχές και γραμμικό σχήμα
- Άκαμπτο και μη ευέλικτο
- Αργό και στατικό
- Αναλογικά μεγάλο

Εικόνα 1.2 Δίκτυο Αξίας



1.1.2 Τέσσερις κανόνες κλειδιά για τα δίκτυα αξίας

Τα νέα δίκτυα αξίας, οδηγούνται από τέσσερις κανόνες κλειδιά (Bovet, 1999), οι οποίοι είναι :

- *Απομάκρυνση της αβεβαιότητας.* Η καλή πληροφόρηση, που επιτυγχάνεται, αντικαθιστά τα μη επιθυμητά αποθέματα. Η συνεργατική πρόβλεψη, τα σχεδιασμένα από πελάτες προϊόντα και οι ελεγχόμενες διαδικασίες παράδοσης απομακρύνουν την εικασία από το σύστημα. Αυτό μειώνει τα απαιτούμενα αποθέματα μέσα στο κύκλο παραγωγής και επιτρέπει στις εταιρίες να μειώσουν το ενεργητικό τους μειώνοντας το απόθεμα των εξαρτημάτων και των ετοιμών προϊόντων τους.
- *Αύξηση της ταχύτητας.* Η ταχύτητα είναι βασικό στοιχείο για την άμεση ικανοποίηση της ζήτησης. Επίσης είναι απαραίτητη για τη μείωση του ρίσκου της αχρηστίας των προϊόντων λόγω παλαιότητας σε κατηγορίες προϊόντων με μικρό κύκλο ζωής όπως τα ηλεκτρονικά και για την αποφυγή δέσμευσης κεφαλαίου σε απούλητο απόθεμα.
- *Αύξηση των εσόδων.* Ένα ευέλικτο δίκτυο αξίας προσδίδει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα γιατί αποτελεί τη καλύτερη λύση για την ικανοποίηση της ζήτησης των πελατών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή τιμή ρευστοποίησης για το

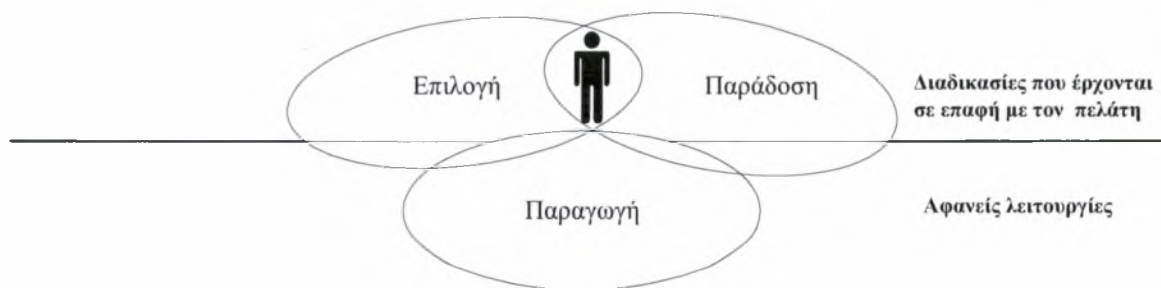
προϊόν ή την ικανότητα για απευθείας χρέωση των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας που παρέχονται. Ο πελάτης μπορεί να επιλέξει σχεδιαστικά χαρακτηριστικά, να ορίσει τρόπους παράδοσης, να λάβει πληροφορίες για το προϊόν και να έχει υποστήριξη μετά τη πώληση με τρόπους που πριν λίγα χρόνια ήταν απλά όνειρο.

- *Αύξηση της παραγωγικότητας.* Τα ανταγωνιστικά δίκτυα αξίας είναι αποδοτικά αλλά όχι σαν το είδος αποδοτικότητας που προκύπτει από τη μαζική παραγωγή η οποία κυριάρχησε στο μεγαλύτερο τμήμα του εικοστού αιώνα. Τα νέα δίκτυα αξίας πολλαπλασιάζουν τη παραγωγικότητα και μειώνουν τα κόστη δραματικά γρήγορα σε αντίθεση με τις μετριοπαθείς απολαβές που μας παρέχει η βελτιστοποίηση της παραδοσιακής αλυσίδας προμήθειας.

1.1.3 Δραστηριότητες δικτύου αξίας

Οι τρεις κατηγορίες δραστηριοτήτων που θα πρέπει να εμπλέκονται στο επιχειρηματικό μοντέλο ενός δικτύου αξίας είναι η επιλογή του πελάτη, η παραγωγή και η παράδοση του προϊόντος (Bovet and Martha, 2000). Η σχέση αυτών των δραστηριοτήτων μεταξύ τους και η σχέση του με τον πελάτη φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.

Εικόνα 1.3 Κατηγορίες δραστηριοτήτων



Το να θεωρούμε την *επιλογή του πελάτη* λειτουργική δραστηριότητα ίσως φαίνεται λίγο ασυνήθιστο και αυτό γιατί συνήθως ο πελάτης θεωρείται ο τελευταίος κρίκος της εφοδιαστικής αλυσίδας ενώ οι εταιρίες εμπιστεύονται την επαφή τους με τους πελάτες στα τμήματα των πωλήσεων και του μάρκετινγκ. Το διαδίκτυο έχει ξαναγράψει το ρόλο του πελάτη. Ο πελάτης δεν είναι πια ένας παθητικός δέκτης αλλά έχει μεταμορφωθεί σε ενεργό συμμετέχων στις λειτουργικές διαδικασίες μιας εταιρίας. Η παρουσία του διαδικτύου ζητά από κάθε εταιρία να λάβει υπ'όψιν της τη δημιουργία ενός διαδραστικού μηχανισμού

καταγραφής της επιλογής του πελάτη που καλείται πίνακας επιλογής. Αυτό επιτρέπει για πρώτη φορά τις εταιρίες να συλλάβουν τη πραγματική ζήτηση και να προωθήσουν τις επιλογές απευθείας στη μηχανή εκπλήρωσης του δικτύου αξίας.

Η παράδοση αποτελεί το άλλο σημαντικό σημείο επαφής με τον πελάτη. Το ενδεχόμενο για δημιουργικό σχέδιο της εμπειρίας παράδοσης παραμένει κυρίως ανεκμετάλλευτο. Πολλές εταιρίες εμπιστεύονται αυτό το σύνολο των δραστηριοτήτων σε τυποποιημένες λύσεις, συχνά υπεργολαβίες. Σε αντίθεση με τις εταιρίες δικτύου αξίας που χρησιμοποιούν τη παράδοση για να εκπληρώσουν τις ελκυστικές προτάσεις αξίας, που περιλαμβάνει.

Η επιλογή και η παράδοση είναι διαδικασίες που έρχονται σε επαφή με τον πελάτη ενώ απεναντίας η παραγωγή περιλαμβάνει τις λειτουργίες που είναι αφανείς στο πελάτη. Η παραγωγή πρέπει να σχεδιαστεί με στόχο να προάγει την ευκαμψία, την αξιοπιστία, τη ταχύτητα και την αποδοτικότητα. Κάθε εταιρία εργάζεται για να βελτιώσει την εσωτερική της αποτελεσματικότητα. Ένα δίκτυο αξίας επιχειρεί περαιτέρω υψηλή απόδοση και ευελιξία μέσω υπεργολαβιών και συνεργασιών με εξωτερικούς προμηθευτές.

Ενώ η παραγωγή και η βασική παράδοση είναι στοιχεία όλων των εφοδιαστικών αλυσίδων, τα δίκτυα αξίας κάνουν απαραίτητα τα παρακάτω :

- Δημιουργούν τους πίνακες επιλογής, τα διαδραστικά μέσα με τη χρήση των οποίων μπορούν οι πελάτες να υποδείξουν τις προτιμήσεις τους.
- Αναπτύσσουν προστιθέμενης αξίας διαδικασίες παράδοσης.
- Συγχρονίζουν τις δραστηριότητες της παραγωγής με τις διαδικασίες με τις οποίες έρχεται σε επαφή ο πελάτης, δηλαδή την επιλογή και τη παράδοση, και με τους συνεργάτες δια μέσου του δικτύου αξίας.
- Απασχολούν στρατηγικής σημασίας υπεργολαβίες, ειδικά των παραγωγικών λειτουργιών.
- Εδραιώνουν σχέσεις συνεργασίας με εξωτερικούς συνεργάτες με στόχο να εντείνουν την αξία του πελάτη και να αυξήσουν τα κέρδη.

1.2 Πίνακας επιλογών (Choiceboard)

1.2.1 Ορισμός

Οι πίνακες επιλογών είναι διαδραστικά συστήματα που επιτρέπουν σε ανεξάρτητους πελάτες να σχεδιάσουν τα δικά τους προϊόντα κάνοντας επιλογές από ένα κατάλογο χαρακτηριστικών, εξαρτημάτων, τιμών και επιλογών παράδοσης των προϊόντων

(Slywotzky, 2000). Οι επιλογές των πελατών στέλνουν σήματα στο σύστημα παραγωγής του εκάστοτε προμηθευτή τα οποία θέτουν σε κίνηση τους τροχούς της προμήθειας, της συναρμολόγησης και της παράδοσης.

1.2.2 Αυτό-κατάτμηση (self-segmentation) των πελατών με τη χρήση του πίνακα επιλογών

Ο πίνακας επιλογών καθιστά δυνατή την αυτό-κατάτμηση του πελάτη η οποία είναι γρήγορη, οικονομικά αποδοτική και πιο ακριβής από τη παραδοσιακή, επιβαλλόμενη από τον κατασκευαστή κατάτμηση. Σχεδόν όλοι συμφωνούν σε θεωρητικό επίπεδο με την αρχή της αγοραστικής κατάτμησης του πελάτη που βασίζεται σε ιδιαίτερα ενδιαφέροντα, ανάγκες και επιθυμίες από συγκεκριμένους τύπους πελατών. Ωστόσο δεν είναι εύκολο το να μεταφράζεται η θεωρία σε πράξη. Για αυτό το λόγο έχουν εξαπλωθεί σε μεγάλο βαθμό συστήματα που κατηγοριοποιούν τους πελάτες με βάση δημογραφικά και γεωγραφικά κριτήρια, το φύλο, τη μόρφωση, το εισόδημα, την ηλικία, τις αξίες, τη συμπεριφορά και άλλα.

Ο πίνακας επιλογών αντικαθιστά όλα αυτά τα συστήματα με το να τοποθετεί τις επιλογές σχεδιασμού του προϊόντος στα χέρια του πελατών, αυτό επιτρέπει τους πελάτες να αυτό-κατατμούνται. Ο πίνακας επιλογών επιτρέπει το ορθό-ακριβές μάρκετινγκ με στόχο το κοινό του ενός.

Οι πίνακες επιλογών είναι ιδανικοί όταν οι πελάτες ξέρουν τι θέλουν. Για την αντίθετη περίπτωση έχουν αναπτυχθεί μοντέλα πινάκων επιλογών τέτοια ώστε αντιμετωπίσουν ένα τέτοιο ζήτημα. Τα συγκεκριμένα μοντέλα θέτουν μία σειρά ερωτήσεων στους υποψηφίους πελάτες και αφού αναλύσουν τις απαντήσεις τους στη συνέχεια παραθέτουν το σύνολο των επιλογών που ταιριάζουν στη περίπτωση τους. Με το χρόνο οι πίνακες επιλογών θα ενσωματώνουν όλο και πιο εξεζητημένες και ακριβείς μεθόδους με τις οποίες θα βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να επιτύχουν το απόλυτο συνταίριασμα στις σχέσεις με τους πελάτες τους.

1.2.3 Πίνακες επιλογών και κερδοφορία

Ένας καλά σχεδιασμένος πίνακας επιλογών δε βελτιώνει μόνο την ικανοποίηση του πελάτη αλλά μπορεί να αυξήσει και την κερδοφορία. Προσφέροντας μία ευκολότερη, γρηγορότερη και πιο ικανοποιητική αγοραστική εμπειρία, ο πίνακας επιλογών αυξάνει τη

πιθανότητα να αναβαθμίσουν οι πελάτες τις επιλογές τους σε πιο ελκυστικά, εξεζητημένα, δυνατά και υψηλής αξίας προϊόντα. Το σχεδιασμένο από το πελάτη προϊόν δε περιλαμβάνει κανένα χαρακτηριστικό που ο ίδιος δεν έχει επιλέξει. Αυτό βοηθά στο να εξοικονομούνται χρήματα από μη επιθυμητά χαρακτηριστικά, που οι παραδοσιακές σχέσεις πωλητή – αγοραστή αναγκάζει τους πελάτες να αγοράσει, είναι τώρα διαθέσιμα να διατεθούν σε παρελκόμενα, βελτιώσεις ή επιπλέον προϊόντα. Πελάτες, που με τη χρήση πινάκων επιλογών, κατάφεραν να αγοράσουν αυτό ακριβώς που ήθελαν, από το να συμβιβαστούν με ένα λίγο ως πολύ ανάρμοστο ως προς τις επιθυμίες τους προϊόν, είναι πολύ πιθανό να επαναλάβουν αυτή την εμπειρία συντομότερα σε σχέση με το παραδοσιακό τρόπο αγοράς προϊόντων.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του πίνακα επιλογών είναι ότι παρέχει έρευνα αγοράς σε πραγματικό χρόνο, προσφέρει πιο συχνή και πιο ακριβή διορατικότητα στη πραγματική ζήτηση του πελάτη από ότι ήταν διαθέσιμη παλαιότερα. Τα πραγματικού χρόνου δεδομένα του πίνακα επιλογών σχετικά με τις προτιμήσεις των πελατών στηρίζονται στη αληθινή καταναλωτική συμπεριφορά των πελατών και όχι σε εκτιμήσεις ή στις εντυπώσεις των πωλητών. Μία εταιρία που κατέχει έναν σωστά διαχειριζόμενο πίνακα επιλογών είναι δυνατό να γνωρίζει πως αλλάζουν οι προτιμήσεις των πελατών τους μέρα με τη μέρα και όχι, για παράδειγμα, κάθε μήνα. Η εταιρία αυτή θα λειτουργεί, όσον αφορά τις προτιμήσεις των πελατών της, σε πραγματικό χρόνο και όχι σε χρόνο υστέρησης. Το γεγονός ότι συναλλάσσεται απευθείας με το πελάτη της δίνει τη δυνατότητα να συλλέξει, να καταγράψει και να ξαναχρησιμοποιήσει τη πληροφορία στο μέλλον, για παράδειγμα να προσαρμόσει στις απαιτήσεις του πελάτη τις επιλογές του πίνακα επιλογών για την επόμενη φορά που θα τον επισκεφτεί ο ίδιος πελάτης. Αυτό δίνει στο πίνακα επιλογών τη δυνατότητα να συλλέγει μία εντελώς νέα τάξη πληροφοριών η οποία δεν υπήρχε παλαιότερα, πληροφορία σχετικά με το τι πραγματικά θέλει ο πελάτης σε αντίθεση με το τι θα συμβιβαζότανε. Ο πίνακα επιλογών μειώνει τα κόστη για κατασκευαστές και προμηθευτές χωρίς να θυσιάζεται η αξία του πελάτη, στη πραγματικότητα η αξία του πελάτη τονίζεται.

Ο πίνακας επιλογών επηρεάζει τα οικονομικά των κατασκευαστών και προμηθευτών με πάρα πολλούς τρόπους, κάποιους φανερούς και άλλους όχι τόσο φανερούς. Για τις εταιρίες που χρησιμοποιούν πίνακα επιλογών δε χρειάζεται πια να :

- Κατασκευάζουν, αποθηκεύουν, εμπορεύονται, μεταφέρουν και προωθούν στην αγορά προϊόντα χωρίς να γνωρίζουν αν μπορούν να πωληθούν.
- Επενδύουν σε εξαρτήματα, εξοπλισμό, εργοστάσια και εργάτες να παράγουν επιπλέον απόθεμα με σκοπό να αντεπεξέλθουν στην απρόσμενη ζήτηση.
- Καταχωρούν σε καταλόγους, διαφημίζουν και προωθούν μία συγκεκριμένη γκάμα προϊόντων και μετά ελπίζουν οι επιλογές των πελατών να είναι κοινές με τις δικές τους επιλογές.
- Κάνουν εκπτώσεις, προσφορές και μειώσεις τιμών για να ξεφορτωθούν προϊόντα για τα οποία η ζήτηση ήταν χαμηλότερη από την αναμενόμενη.

1.2.4 Αντιστροφή της αλυσίδας αξίας

Ο πίνακας επιλογών είναι κάτι περισσότερο από ένα καινοτόμο εργαλείο για την πώληση προϊόντων και υπηρεσιών. Δίνει την εντύπωση ότι έχει τη δύναμη να αντιστρέψει τη παραδοσιακή αλυσίδα αξίας, μία αλλαγή η οποία έχει μεγαλύτερη σημασία για τη στρατηγική των επιχειρήσεων. Παρακάτω παρουσιάζεται ο τρόπος που ρέει η αξία στη τυπική μη ψηφιακή επιχείρηση.

Assets > Inputs > Offering > Channels > Customer.

Το μοντέλο αυτό για αιώνες ήταν ο μόνος πρακτικός τρόπος για τη μετατροπή πρώτων υλών και ταλέντων σε προϊόντα και υπηρεσίες και τη διανομή τους στους τελικούς χρήστες. Σε κάθε σύνδεσμο μέσα στη παραδοσιακή αλυσίδα αξίας διαρρέουν πληροφορία και αξία. Σήμερα όμως δεν είναι πια ο μόνος τρόπος, ο πίνακας επιλογών κάνει δυνατό για μία ψηφιακή επιχείρηση να αντιστρέψει την αλυσίδα αξίας :

Customer > Channels > Offering > Inputs > Assets.

Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο η διαδικασία μπορεί τώρα να ξεκινήσει με τη πηγή της πληροφορίας, τον πελάτη. Ο πελάτης κάνει χρήση του πίνακα επιλογών για να σχεδιάσει ο ίδιος / ίδια τη δική του/ της προϊόν. Με τον τρόπο αυτό το σύστημα παραγωγής, με τη δράση που προκαλεί η απαίτηση του πελάτη, παραγγέλλει τα απαραίτητα υλικά / εξαρτήματα (εξαρτήματα υπολογιστών για παράδειγμα) και έτσι εξαφανίζεται η εικασία. Αυτά παραδίδονται στο εργοστάσιο ή άλλα κέντρα όπου τα τελικά προϊόντα συναρμολογούνται.

Το παραγωγικό σύστημα της μη ψηφιακής επιχείρησης παράγει προϊόντα και υπηρεσίες και μετά τα πουλά. Η ψηφιακή επιχείρηση πρώτα πουλά και μετά παράγει. Αυτό έχει ως

αποτέλεσμα να χάνονται πολύ λιγότερη πληροφορία και αξία μέσα στη ψηφιακή αλυσίδα αξίας. Οι ακριβείς ανάγκες και επιθυμίες του πελάτη μεταδίδονται μέσω του μαρκετινγκ, των πωλήσεων και των καναλιών διανομής οι οποίες προσδιορίζουν επακριβώς το επιθυμητό προϊόν και τη παραδεκτή τιμή. Μόνο τα υλικά / εξαρτήματα που είναι απαραίτητα παραγγέλλονται. Σε κάθε επίπεδο σε αυτή τη νέα αλυσίδα αξίας η εικασία αντικαθίσταται από ακριβή πληροφόρηση και κάθε λεπτό που επενδύεται στηρίζεται σε πραγματική ζήτηση.

1.2.5 Πίνακας επιλογών χωρίς το δίκτυο αξίας ισούται με ‘0’

Τρία είναι τα εμπόδια που δεν αφήνουν τους πίνακες επιλογών να εξαπλωθούν. Το πρώτο εμπόδιο είναι το γεγονός ότι είναι καινούργια στην αγορά. Πολλοί προμηθευτές δε μπορούν να κατανοήσουν εύκολα το να λειτουργούν μέσω ενός μοντέλου πίνακα επιλογών. Για να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις ενός τέτοιου μοντέλου θα πρέπει να αλλάξουν εξ’ολοκλήρου τη δομή των συστημάτων παραγωγής, μεταφορών και πωλήσεων που διαθέτουν. Ακόμα πιο δύσκολο είναι το γεγονός ότι απαιτείται αλλαγή δομής και στο τρόπο σκέψης της εταιρίας. Η ακολουθία ‘Πούλησε, λάβε χρήματα από πελάτη και κατασκεύασε’ είναι ενάντια στο συνηθισμένο τρόπο σκέψης πολλών στελεχών και διευθυντών παραδοσιακών επιχειρήσεων.

Το δεύτερο εμπόδιο είναι η έλλειψη μιας κρίσιμης μάζας πελατών ικανών να χρησιμοποιήσουν τους πίνακες επιλογών. Η απόφαση μιας επιχείρησης να εισάγει τη χρήση του πίνακα επιλογών στις δραστηριότητες της εξαρτάται εν μέρει και στη γνώση που έχει για τη ψηφιακή ετοιμότητα των πελατών της. Ο όρος ψηφιακή ετοιμότητα αναφέρεται σε μία συνάρτηση διαφόρων παραγόντων οι οποίοι περιλαμβάνουν το πόσο βαθιά σε μία συγκεκριμένη αγορά έχει διεισδύσει η κατοχή προσωπικών υπολογιστών, το επίπεδο γνώσης της χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών μεταξύ των μελών της αγοράς και η σχετική διαθεσιμότητα ευρείας ζώνης πρόσβασης στο διαδίκτυο. Τέτοιοι παράγοντες βοηθούν να καθορισθεί τι κλάσμα των μελών της αγοράς είναι τεχνικά και ψυχολογικά έτοιμοι να χρησιμοποιήσουν πίνακες επιλογών. Η ψηφιακή ετοιμότητα διαφέρει σημαντικά από μέρος σε μέρος και από αγορά σε αγορά. Είναι πολύ σημαντικό για μια επιχείρηση να αποφασίσει το σωστό χρόνο που θα εισάγει στις δραστηριότητες τη χρήση του πίνακα επιλογών γιατί εάν περιμένει τη πλειοψηφία των πελατών της αγοράς που

απευθύνεται να γίνουν ψηφιακά έτοιμοι τότε θα είναι πολύ αργά για να αποκτήσει στρατηγικό πλεονέκτημα.

Το τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό εμπόδιο είναι η έλλειψη ταχείας απόκρισης, προστιθέμενης αξίας δίκτυα προμήθειας τα οποία να είναι ικανά να παραδώσουν εξαρτήματα και υπηρεσίες που απαιτούνται, μαζί με τους λιγότερους προμηθευτές, πιο στενές και βαθύτερες σχέσεις προμηθευτή – αγοραστή και πλουσιότερη, πληρέστερη και ταχύτερη διανομή πληροφοριών σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτός ο τύπος του εφοδιαστικού συστήματος είναι το σχήμα δικτύου αξίας που αναφέρθηκε παραπάνω. Είναι γεγονός πως χωρίς το απαραίτητο εφοδιαστικό σύστημα να το υποστηρίζει το μοντέλο του πίνακα επιλογών δε πρόκειται να δουλέψει. Αυτό είναι ίσως το σημαντικότερο εμπόδιο για τη δημιουργία του πίνακα επιλογών σε πολλές επιχειρήσεις αλλά καθώς όλο και περισσότερες από αυτές σκέφτονται να δραστηριοποιηθούν στο σχήμα της ψηφιακής επιχειρήσεις, το εμπόδιο αυτό θα ξεπεραστεί στο μέλλον.

1.2.6 Η επανάσταση του πίνακα επιλογών και ο πόλεμος των πινάκων επιλογών

Σήμερα το να έχει μια εταιρία ένα πίνακα επιλογών μπορεί να αποτελεί ένα στρατηγικό πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών της αλλά στο μέλλον, για πολλές βιομηχανίες / αγορές, θα αποτελεί εν μέρει το τίμημα εισόδου στην αγορά. Έτσι ο πίνακας επιλογών δεν θα είναι ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αλλά ένα απαραίτητο στοιχείο για να δραστηριοποιηθεί μία επιχείρηση. Όταν συμβεί αυτό οι εταιρίες που ηγούνται τώρα θα αποτελούν την εμπροσθοφυλακή στην ανάπτυξη των πινάκων επιλογών τους. Θα είναι στη θέση να προσφέρουν μεγαλύτερη αξία στο πελάτη και να δράττονται ένα μερίδιο αυτής της αξίας για τις ίδιες. Κάθε εταιρία που είναι η πρώτη στην αγορά / βιομηχανία της που δημιουργεί ένα πίνακα επιλογών για τους πελάτες θα πρέπει συγχρόνως να σχεδιάζει τις επόμενες εκδόσεις του πίνακα επιλογών. Παρακάτω περιγράφονται τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν οι βελτιωμένες εκδόσεις του πίνακα επιλογών ώστε να παραμείνει μια εταιρία μπροστά από τους ανταγωνιστές της.

- *Καλύτερα σχεδιασμένος πίνακας επιλογών.* Οι καλύτεροι πίνακες επιλογών θα αναπτύσσονται συνεχώς προς τη διεύθυνση της μεγαλύτερης διαφάνειας, της βελτιωμένης ευκολίας στη χρήση, σε πιο διαισθητικό μέσον αλληλεπίδρασης (*intuitive interface*), των πολυάριθμών επιλογών και πιο ολοκληρωμένης προσαρμογής στις απαιτήσεις του πελάτη. Οι πελάτες δεν εντυπωσιάζονται πια από

ιστοσελίδες που τους χαιρετούν με το όνομα τους ή τους οδηγούν απευθείας στην ίδια κατηγορία εμπορευμάτων με αυτό που αγόρασαν την τελευταία φορά που συνδέθηκαν. Θα στραφούν γρήγορα σε πίνακες επιλογών που θα θυμούνται τις προηγούμενες προτιμήσεις τους και θα μπορούν να τους οδηγήσουν κατευθείαν στις επόμενες καταναλωτικές επιλογές τους μέσα σε ελάχιστο χρόνο και χωρίς λάθη.

- *Παροχή πληροφοριών.* Οι πίνακες επιλογών διαφέρουν σημαντικά στη ποσότητα και το είδος των πληροφοριών που παρέχουν στους πελάτες. Νικητές θα αναδειχθούν εκείνοι που είναι σε θέση να ανακαλύψουν τις λεπτομέρειες, σχετικά με προϊόντα, υπηρεσίες και άλλα, που οι πελάτες χρειάζονται για να κάνουν ενημερωμένοι τις επιλογές του και να παρέχουν αυτές τις λεπτομέρειες με τον πιο παθητικό και αισθητικό τρόπο. Το ίδιο το μέσο παρέχει ένα μεγάλο πλεονέκτημα στους σχεδιαστές του, αυτό είναι η συνεχής ανάδραση από τους χρήστες σχετικά με το τι δουλεύει και τι όχι. Οι πιο επιτυχημένες ψηφιακές επιχειρήσεις θα είναι αυτές που θα κάνουν πραγματική χρήση αυτής της ανάδρασης με τους πιο εξεζητημένους τρόπους.
- *Συλλογή πληροφοριών.* Η ικανότητα ενός πίνακα επιλογών να καταγράφει και να μεταδίδει δεδομένα σχετικά με τις τάσεις τρεχουσών πωλήσεων είναι μία αξιοσημείωτη πρόοδος σε σχέση με την ανομοιόμορφη πληροφορία τέτοιου είδους που είναι τώρα διαθέσιμη στις περισσότερες επιχειρήσεις. Η προσεκτική διαχείριση, με βάση τη τήρηση της αρχής των προσωπικών δεδομένων, του πίνακα επιλογών μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός δυναμικού αρχείου με πληροφορίες για ανεξάρτητους πελάτες, επιτρέποντας στη συνέχεια στο πίνακα επιλογών να εξατομικευτεί όλο και περισσότερο.
- *Μηχανή υπόδειξης / σύστασης.* Ήδη έχουν κάνει την εμφάνιση τους πίνακες επιλογών που λειτουργούν ως μηχανές υπόδειξης και σύστασης επιλογών. Όσο αναπτύσσονται αυτές οι μηχανές θα προσφέρουν συγκεκριμένα προϊόντα και υπηρεσίες βασισμένα σε προφίλ ανεξάρτητων πελατών, σε κατευθυντήριες οδηγίες της επιχείρησης, σε εκτιμήσεις και αντιδράσεις από παρόμοιους πελάτες και αλγόριθμους πρόβλεψης οι οποίοι έχουν τροφοδοτηθεί με εκατομμύρια δεδομένα. Στην αρχή οι συστάσεις ίσως είναι περιορισμένες αλλά με το χρόνο και όσο στηρίζονται σε μεγαλύτερους και πιο μεθοδικά διαλεγμένους πίνακες δεδομένων

θα γίνουν πιο ακριβείς και πιο χρήσιμοι από τη συμβουλή κάποιου ειδικού ανθρώπου.

Η επιδεξιότητα και η ευαισθησία με την οποία οι σχεδιαστές του πίνακα επιλογών δημιουργούν ορθή εξατομίκευση θα βοηθήσει να προσδιορισθεί ποιοι πίνακες επιλογών θα αναδειχθούν νικητές στους επερχόμενους αγώνες για την εμπιστοσύνη των πελατών (Slywotzky and Morrison, 2000).

1.3 Integrator δικτύου αξίας

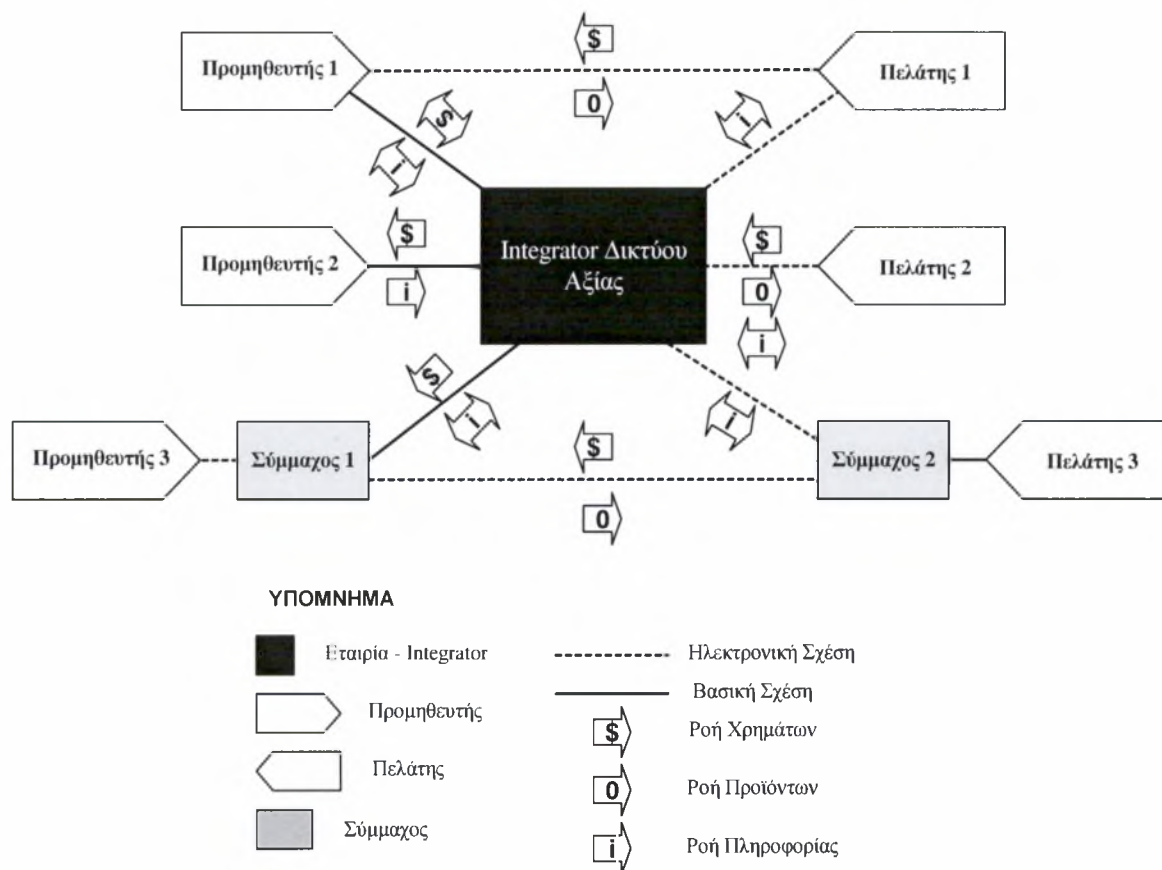
Παραδοσιακά οι περισσότερες επιχειρήσεις λειτουργούν σε δύο κόσμους ταυτόχρονα, τον φυσικό και τον εικονικό. Στο φυσικό κόσμο αγαθά και υπηρεσίες δημιουργούνται σε σειρές από προστιθέμενης αξίας δραστηριότητες που συνδέουν την εφοδιαστική πλευρά με τη πλευρά της ζήτησης. Αγαθά κινούνται κατά μήκος της φυσικής αλυσίδας αξίας από τον προμηθευτή στο παραγωγό και από εκεί στο καταναλωτή περνώντας από μεσάζοντες. Στο παράλληλο εικονικό κόσμο η πληροφορία για τα μέλη της φυσικής αλυσίδας αξίας συγκεντρώνεται, συνθέτεται και διανέμεται κατά μήκος της εικονικής αλυσίδας αξίας.

Το ηλεκτρονικό επιχειρείν δίνει την ευκαιρία διαχωρισμού της φυσικής από την εικονική αλυσίδα αξίας. Οι *integrator* των δικτύων αξίας επωφελούνται από αυτό το διαχωρισμό και επιχειρούν να ελέγξουν την εικονική αλυσίδα αξίας στην αγορά / βιομηχανία τους συγκεντρώνοντας, συνθέτοντας και διανέμοντας πληροφορία. Οι *integrator* των δικτύων αξίας προσθέτουν αξία βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα της αλυσίδας αξίας με το να συντονίζουν τη πληροφορία. Ένας ακέραιος *integrator* δικτύου αξίας λειτουργεί αποκλειστικά στην εικονική αλυσίδα αξίας, έχοντας στη κατοχή του λίγες φυσικές εγκαταστάσεις.

Ένα χαρακτηριστικό μοντέλο ενός *integrators* δικτύου αξίας παρουσιάζεται σχηματικά στην εικόνα 1.4. Ο *integrator* δικτύου αξίας, της εικόνας, για να πετύχει τη συγκέντρωση, τη σύνθεση και τη διανομή της πληροφορίας, λαμβάνει από και στέλνει πληροφορία σε όλους τους άλλους παίκτες μέσα στο μοντέλο. Ο *integrator* δικτύου αξίας συντονίζει τις ροές προϊόντων από τους προμηθευτές στους συμμάχους και τους πελάτες. Οι ροές προϊόντων από τους προμηθευτές στους πελάτες μπορεί να είναι άμεσες (προμηθευτής 1 στο πελάτη 3) ή μέσω συμμάχων (προμηθευτής 3 στο πελάτη 2). Σε μερικές περιπτώσεις ο *integrator* δικτύου αξίας μπορεί να πουλά πληροφορία ή άλλα προϊόντα στο πελάτη (π.χ πελάτη1). Ο *integrator* δικτύου αξίας αποφεύγει να διευθύνει τις σχέσεις των πελατών με

τους άλλους συμμετέχοντες στο μοντέλο παρόλο που γνωρίζει τα περισσότερα για τις λειτουργίες τους από κάθε άλλο παίκτη. Το μοντέλο του *integrator* δικτύου αξίας εξελίσσεται πολύ γρήγορα και νέες παραλλαγές κάνουν την εμφάνιση τους σχεδόν κάθε εβδομάδα. Το επιχειρηματικό μοντέλο του σχήματος είναι μόνο μία από τις πολλές πιθανές παραλλαγές.

Εικόνα 1.4 Επιχειρηματικό Μοντέλο του Integrator Δικτύου Αξίας



1.3.1 Υποδομή

Η ηλεκτρονική σύνδεση και η σύνδεση δεδομένων με τους συμμάχους και τους υπόλοιπους παίκτες είναι πολύ σημαντικά *assets* για έναν *integrator* δικτύου αξίας. Οι πιο σημαντικές υπηρεσίες υποδομής που απαιτούνται για έναν *integrator* δικτύου αξίας περιλαμβάνουν :

- συστήματα σύνδεσης σε διάφορες πλατφόρμες μεταξύ πολλών παικτών μέσα στην αλυσίδα αξίας,

- μια κεντρική βάση δεδομένων που συλλέγει και συνοψίζει βασικές πληροφορίες για ανάλυση από περιφερειακές βάσεις δεδομένων που διατηρούν διάφοροι παίκτες κατά μήκος του δικτύου αξίας,
- προδιαγραφές και επιβολή υψηλού επιπέδου αρχιτεκτονικές και λεπτομερή πρότυπα για δεδομένα, τεχνολογία, εφαρμογές και επικοινωνίες για να συνδεθούν μαζί διαφορετικές τεχνολογικές πλατφόρμες τις οποίες διαθέτουν διαφορετικές εταιρίες,
- τηλεφωνικά κέντρα για να παρέχουν συμβουλή και καθοδήγηση για συνεργάτες και συμμάχους με στόχο να κερδίζουν τη μέγιστη αξία από τη πληροφορία που τους παρέχει ο *integrator* δικτύου αξίας,
- υψηλής χωρητικότητας / δυναμικότητας υπηρεσία δικτύου επικοινωνίας για να υποστηρίζει το μεγάλο όγκο πληροφορίας που ρέει κατά μήκος του δικτύου αξίας.

Επειδή οι περισσότερες συναλλαγές πραγματοποιούνται από άλλους η ασφάλεια δεν αποτελεί ουσιαστική υπόθεση για τον *integrator* δικτύου αξίας αλλά η εχεμύθεια είναι σημαντική και θα πρέπει να είναι μεταξύ των διαθέσιμων υπηρεσιών υποδομής.

1.3.2 Στρατηγικός στόχος και πρόταση αξίας

Παραδοσιακά οι περισσότερες βιομηχανίες λειτουργούν σε σχετικά ευθείες αλυσίδες αξίας με προϊόντα και υπηρεσίες να μετακινούνται από παίκτη σε παίκτη. Με την αυξανόμενη χρήση του ηλεκτρονικού επιχειρείν, έκαναν την εμφάνιση τους δίκτυα αξίας με πολλαπλές διασυνδέσεις μεταξύ των παικτών σπάζοντας την παραδοσιακή αλυσίδα. Αναφερθήκαμε προηγουμένως στον *integrator* δικτύου αξίας ο οποίος συγκεντρώνει, συνθέτει και διανέμει πληροφορία για να βελτιώσει τη λειτουργία ενός δικτύου αξίας στο τμήμα μιας αγοράς. Ο *integrator* δικτύου αξίας κατέχει πολύ λίγες φυσικές εγκαταστάσεις αλλά διαθέτει πλούσια πληροφορία για τις ανάγκες και τις δυνατότητες των υπόλοιπων παικτών του δικτύου και τους πελάτες. Συχνά συναντούμε *integrator* δικτύου αξίας που διαθέτουν ένα δυνατό εμπορικό σήμα και ίσως παλαιότερα να είχαν δραστηριοποιηθεί και στο φυσικό κόσμο της βιομηχανίας. Ο *integrator* δικτύου αξίας δύναται να χρησιμοποιεί τη πληροφορία ως τμήμα μιας γενικότερης στρατηγικής με σκοπό να αυξήσει τα έσοδα και το κέρδος από τη πώληση φυσικών προϊόντων. Έχει παρατηρηθεί συχνά το φαινόμενο εταιρίες με επιχειρηματικά μοντέλα λειτουργίας που απευθύνονται στο πελάτη να

προσπαθούν να μεταμορφωθούν σε *integrator* δικτύου αξίας, κάνοντας χρήση του πλεονεκτήματος που τους προσδίδει το δυνατό εμπορικό τους σήμα και η θέση τους στο δίκτυο αξίας.

1.3.3 Πηγές εσόδων

Στο επιχειρηματικό μοντέλο του *integrator* δικτύου αξίας τα έσοδα κερδίζονται σε γενικές γραμμές από αμοιβές ή περιθώρια κέρδους στα φυσικά αγαθά που περνούν μέσω του δικτύου αξίας. Χρησιμοποιώντας τη πληροφορία σχετικά με τους καταναλωτές ο *integrator* δικτύου αξίας είναι σε θέση να αυξήσει τις τιμές ικανοποιώντας παράλληλα τη ζήτηση. Χρησιμοποιώντας τη πληροφορία για τους προμηθευτές είναι σε θέση να μειώσει τα κόστη μειώνοντας τα αποθέματα και τους χρόνους υστέρησης. Το μοντέλο του *integrator* δικτύου αξίας θα μπορούσε να συνδυαστεί με άλλα επιχειρηματικά μοντέλα δημιουργώντας ευκαιρίες και για άλλες πηγές εσόδων.

1.3.4 Κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας

Οι κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας για το επιχειρηματικό μοντέλο του *integrator* δικτύου αξίας παρουσιάζονται παρακάτω :

- Μείωση της κατοχής φυσικών εγκαταστάσεων με παράλληλη αύξηση της κατοχής δεδομένων.
- Πρόσβαση σε ολόκληρη την εικονική αλυσίδα αξίας της βιομηχανίας / αγοράς.
- Η καθιέρωση ενός έμπιστου εμπορικού σήματος αναγνωρίσιμο σε όλα τα μέρη μέσα στην αλυσίδα αξίας.
- Η λειτουργία σε αγορές όπου η πληροφορία μπορεί να προσθέσει σημαντική αξία και τέτοιες είναι αυτές που είναι περίπλοκες, πολύ-επίπεδες, αναποτελεσματικές και μεγάλες με πολλές πηγές πληροφόρησης. Αυτό απαιτεί ειδική γνώση.
- Η παρουσίαση της πληροφορίας στους πελάτες, στους συμμάχους, στους συνεργάτες και τους προμηθευτές με ξεκάθαρους καινοτόμους τρόπους που παρέχουν αξία.
- Η βοήθεια σε άλλους συμμετέχοντες της αλυσίδας αξίας να κεφαλαιοποιήσουν τη πληροφορία που τους παρέχει ο *integrator* δικτύου αξίας.

1.3.5 Ουσιώδεις ικανότητες

Οι ουσιώδεις ικανότητες για έναν *integrator* δικτύου αξίας είναι οι παρακάτω :

- Διαχείριση σχέσεων με πελάτες και όλους τους άλλους σημαντικούς παίκτες της αλυσίδας αξίας.
- Διαχείριση πληροφορίας : συλλογή, σύνθεση, διανομή και παρουσίαση πληροφορίας.
- Σύνδεση της αρχιτεκτονικής IT στους στρατηγικούς στόχους.
- Ανάπτυξη και διαχείριση του εμπορικού σήματος.
- Ανάλυση και ερμηνεία της πληροφορίας από πολλαπλές πηγές.
- Προσδιορισμός και χρήση μοχλών επιρροής σε αντίθεση με τον απευθείας έλεγχο.
- Αποτίμηση κόστους και οφέλους του πελάτη από διαφόρων τύπων πληροφορία.

1.3.6 Η μελέτη περίπτωσης της Cisco Systems

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστεί η περίπτωση της εταιρίας Cisco Systems ως *integrator* δικτύου αξίας και θα γίνει αναφορά στα οφέλη που αποκόμισε με την υιοθέτηση και εφαρμογή αυτού του επιχειρηματικού μοντέλου. Με τον τρόπο αυτό θέλουμε να δώσουμε και ένα απτό και κατανοητό παράδειγμα για τη λειτουργία μιας επιχείρησης με το μοντέλο *integrator* δικτύου αξίας μετά την ανάλυση των στοιχείων που χαρακτηρίζουν αυτό το μοντέλο.

Η Cisco Systems πουλά δρομολογητές και άλλες συσκευές που ενεργούν ως ηλεκτρονικοί τροχονόμοι κατευθύνοντας τη ροή των πακέτων πληροφοριών μέσα στο διαδίκτυο. Η εταιρία πουλά αυτές τις συσκευές στο διαδίκτυο με άμεσες πωλήσεις αλλά και δια μέσου μιας ευρείας κλίμακας πωλητών και συνεργατών. Οι αγοραστές των προϊόντων της Cisco είναι ως επί το πλείστο άλλες επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν τα προϊόντα της για να λειτουργούν και να ελέγχουν τα δίκτυα τους. Κάθε εταιρία με σημαντική IT επένδυση χρειάζεται δρομολογητές για να συνδέει μεταξύ τους τα εσωτερικά της δίκτυα καθώς επίσης και για να συνδέεται με άλλα εξωτερικά δίκτυα και το διαδίκτυο. Η διαμόρφωση ενός δρομολογητή για τις συγκεκριμένες ανάγκες ενός πελάτη είναι μια τεχνική εργασία που απαιτεί σημαντική πραγματογνωμοσύνη. Οι πωλητές και συνεργάτες της Cisco είναι πιστοποιημένοι να παρέχουν προστιθέμενης αξίας υπηρεσίες στους πελάτες και παράγουν το 70 τοις εκατό των εσόδων της εταιρίας. Για παράδειγμα

ένας ‘Gold Certified Cisco’ συνεργάτης προσφέρει μία ολοκληρωμένη λύση σε κάθε δικτυακή απαίτηση, συμπεριλαμβανομένης της διαμόρφωσης, της εκπαίδευσης, της εγκατάστασης και της επισκευής.

Όταν ένας πελάτης ή ένα πωλητής παραγγέλνει δρομολογητές, διακόπτες ή άλλο εξοπλισμό από τη Cisco με τη χρήση τηλεφώνου ή φαξ, μια στις τέσσερις παραγγελίες έχει ένα λάθος στη τιμή ή στη διαμόρφωση. Για παραγγελίες που πραγματοποιούνται με χρήση της ιστοσελίδας της Cisco ο ρυθμός λάθους μειώνεται σε 1 παραγγελία στις 100. Η ιστοσελίδα οδηγεί τον πελάτη από την αρχή ως το τέλος της διαδικασίας διαμόρφωσης και αγοράς μέσω του διαμορφωτή της Cisco. Ο διαμορφωτής είναι ένα λογισμικό εργαλείο που υποβάλει ερωτήσεις σχετικά με τον τρόπο που θα χρησιμοποιηθεί η συσκευή και με αυτό το τρόπο βοηθά το πελάτη να ορίσει πλήρως τις προδιαγραφές του προϊόντος. Όταν ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός ο πελάτης μπορεί να εξετάσει τη συσκευή ως προς την επιτευξιμότητα της και να τη παραγγείλει. Η ιστοσελίδα της Cisco με τον διαμορφωτή της έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα. :

- Μειώνει το κόστος πώλησης, αποταμιεύοντας \$ 1.5 δις τα τελευταία τρία χρόνια.
- Απαλείφει την ανάγκη να απαντηθούν ερωτήσεις για τη κατάσταση των παραγγελιών γιατί παρέχει αυτή τη πληροφορία όταν ο πελάτης είναι συνδεδεμένος.
- Εξοικονομεί περίπου \$ 25 εκατομμύρια το μήνα σε κόστη αποστολής και διαχείρισης με τη δυνατότητα που δίνει στους πελάτες να κατεβάζουν λογισμικό.
- Επιτρέπει την αυτό-εξυπηρέτηση εικοσιτέσσερις ώρες την ημέρα.
- Ελευθερώνει προσωπικό πωλήσεων για υψηλότερης προστιθέμενης αξίας δραστηριότητες.
- Καθιστά ικανή τη εξάπλωση της εταιρίας σε παγκόσμιο επίπεδο χωρίς ύπαρξη γραφείων. Στις Η.Π.Α το 50 % των παραγγελιών της Cisco λαμβάνονται ηλεκτρονικά ενώ στη Νότια Αμερική και την Αυστραλία το ποσοστό αυτό είναι 90 % και 70 % αντίστοιχα.
- Παρέχει πληροφορία σχετικά με τι θέλουν οι πελάτες σε αντίθεση με το τι τελικά αγοράζουν.

- Μειώνει το χρόνο κύκλου παραγγελίας από 3 ως 5 ημέρες σε σύγκριση με αυτό των παραγγελιών που γίνονται μέσω τηλεφώνου και φαξ.

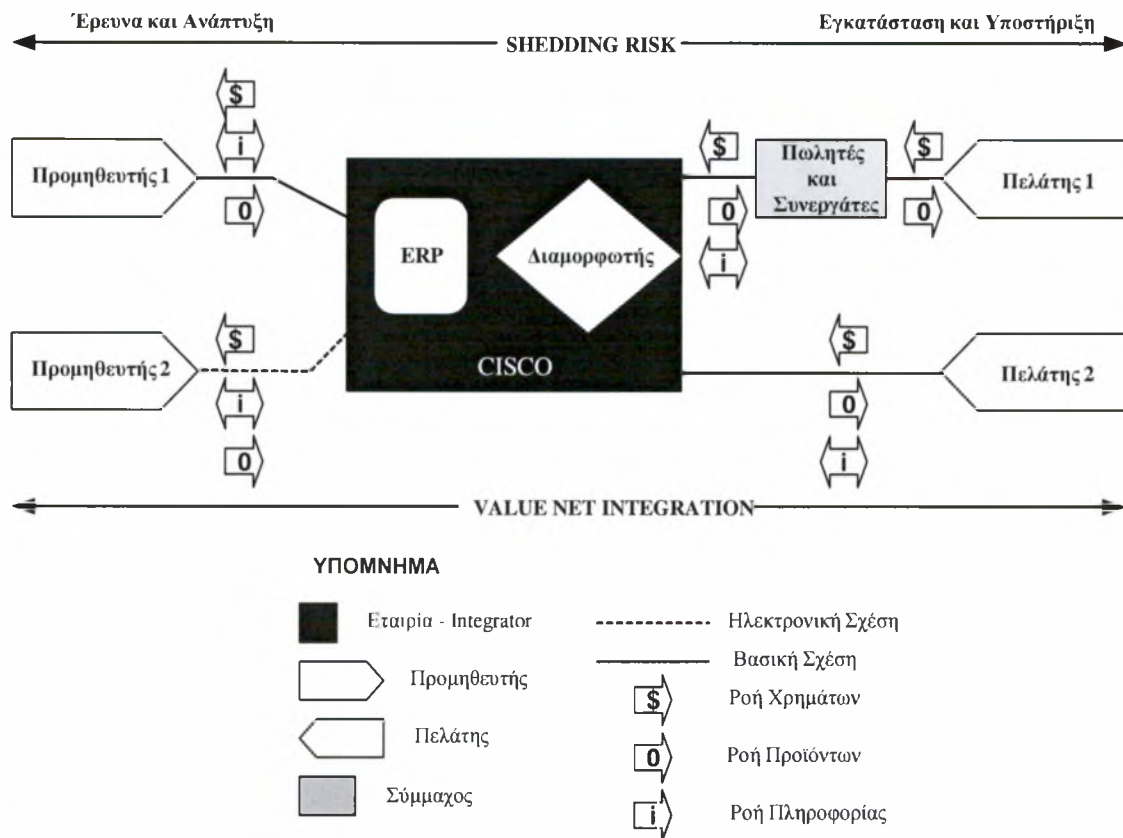
Η Cisco εγκατέστησε ένα εικονικό σύστημα παραγωγής, συνεργαζόμενη με προμηθευτές και υποκατασκευαστές σαν τις Selectron και Flextronics. Αυτοί οι συνεργάτες είναι τόσο ηλεκτρονικά συνδεδεμένοι με τη Cisco που η οροθεσία ανάμεσα στην εταιρία και τους προμηθευτές της είναι θολή. Περίπου εκατό από τους πρώτης τάξης συνεργάτες της Cisco είναι συνδεδεμένοι στο σύστημα ERP της Cisco, έτσι ώστε να μοιράζονται παραγγελίες, προβλέψεις και προδιαγραφές.

Η Cisco δε πέτυχε αυτό το επίπεδο ηλεκτρονικής ολοκλήρωσης εν μια νυκτί. Παρακάτω παρουσιάζεται μια περίληψη των πιο σημαντικών βημάτων :

- 1996 : Δεδομένα τιμολόγησης, διαμόρφωση και κατάστασης παραγγελιών ορατά μέσω διαδικτύου.
- 1997 : Διαμόρφωση, τιμολόγηση και παραγγελία μέσω διαδικτύου.
- 1998 : Το σύστημα πώλησης της Cisco ολοκληρώνεται με τα συστήματα αγοράς των πελατών.
- 1999 : Εργαλεία συγκεκριμένα για κάθε πελάτη διαθέσιμα για τη παροχή υπηρεσιών, μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, μεγάλες εταιρίες και πωλητές. Οι μεγαλύτεροι πελάτες μπορούν να εισέλθουν στα συστήματα παραγωγής της Cisco και να προγραμματίσουν τις δικές τους παραγγελίες.
- 2000 : Λύσεις πώλησης που σκοπό να ενοποιήσουν τη λήψη παραγγελιών για σχετικά προϊόντα τρίτων.

Η Cisco δε βασίζεται μόνο στην έρευνα και ανάπτυξη που πραγματοποιεί η ίδια αλλά με τις σαράντα δύο συμφωνίες τα τελευταία τρία χρόνια έχει παραχωρήσει εν μέρει την έρευνα και ανάπτυξη σε εξωτερικούς συνεργάτες. Το επιχειρηματικό μοντέλο της Cisco παρουσιάζεται στην εικόνα 1.5. Προς το παρόν η Cisco δραστηριοποιείται και στις δύο αλυσίδες αξίας, τη φυσική και την εικονική. Σχεδιάζει, εμπορεύεται, κατασκευάζει, πουλά και διανέμει προϊόντα. Η Cisco διαχέει το ρίσκο προς τη πλευρά του πελάτη, κατά μήκος της αλυσίδας, χρησιμοποιώντας πωλητές για την εγκατάσταση και υποστήριξη και τον διαμορφωτή της για τη μείωση λαθών και τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με την αγορά. Προς την αντίθετη πλευρά, διαχέει το ρίσκο παραχωρώντας μερική από την έρευνα και ανάπτυξη και δημιουργώντας ένα ολοκληρωμένο δίκτυο κατασκευής και προμήθειας.

Εικόνα 1.5 Επιχειρηματικό Μοντέλο της Cisco Systems



Η εταιρία αποφεύγει τη σύγκρουση των καναλιών παρόλο που διατηρεί σε μερικές περιπτώσεις και το κανάλι απευθείας πώλησης και αυτό των πωλητών. Τα προϊόντα της εταιρίας απαιτούν ειδικές ικανότητες για να τεθούν σε εφαρμογή, μερικοί πελάτες διαθέτουν αυτές τις ικανότητες άλλοι όμως όχι. Οι τελευταίοι προτιμούν να πληρώσουν για να χρησιμοποιήσουν τις υπηρεσίες που τους προσφέρει ένας πωλητής. Η χρήση συνεργατών μειώνει την ανάγκη της εταιρίας για προσωπικό, που θα της ήταν απαραίτητο, για να αντεπεξέλθει στο πεδίο της υποστήριξης. Η εταιρία έχει συγκεντρωθεί σε τρία τμήματα : παροχή υπηρεσιών, μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις και μεγάλες επιχειρήσεις και πωλητές. Η κατάτμηση αυτή βοήθησε στη μείωση της σύγκρουσης μεταξύ των καναλιών. Κάθε ένα από αυτά τα τμήματα έχει εργαλεία στην ιστοσελίδα και ένα διαμορφωτή προσαρμοσμένα στις ανάγκες τους.

Η Cisco έχει κάνει ουσιαστική πρόοδο προς τη κατεύθυνση να κατέχει την εικονική αλυσίδα αξίας στη βιομηχανία / αγορά της. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Cisco ακόμα κατέχει φυσικές εγκαταστάσεις, δηλαδή ακόμα λειτουργεί στο φυσικό κόσμο, πουλώντας δρομολογητές κατευθείαν σε πελάτες και πωλητές, επίσης κατασκευάζει προϊόντα και

κρατά απόθεμα. Ωστόσο η εταιρία έχει τη δυναμική να υιοθετήσει περισσότερα στοιχεία από το μοντέλο *integrator* δικτύου αξίας όσο παραχωρεί όλο και περισσότερα στοιχεία της φυσικής αλυσίδας αξίας. Ο διαμορφωτής της Cisco, που περικλείει τόση πνευματική κυριότητα για τη διαμόρφωση των προϊόντων της όση και οι προτιμήσεις των καταναλωτών, τη τοποθετεί σε μία ισχυρή θέση για να αναπτυχθεί σε ακέραιο *integrator* δικτύου αξίας. Η Cisco με το άνοιγμα του συστήματος ERP, που διαθέτει, στους προμηθευτές της και κατανοώντας τις δυνατότητες των προμηθευτών της μπορεί να κινηθεί προς ένα επιχειρηματικό μοντέλο *integrator* δικτύου αξίας. Η εταιρία έχει κάνει αλματώδη πρόοδο προς αυτή τη κατεύθυνση με την αποτελεσματική παραχώρηση της έρευνας και ανάπτυξης. Στο μέλλον η Cisco θα κατέχει μόνο τη στρατηγική, το εμπορικό σήμα, τον διαμορφωτή και το κατάλογο προϊόντων παραχωρώντας τα υπόλοιπα. Τότε η Cisco θα μπορεί να κερδίζει χρήματα ως *integrator* δικτύου αξίας συλλέγοντας, συνθέτοντας και διανέμοντας πληροφορία (Weill and Vitale, 2001).

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Στόχος

Στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει μια σύντομη εισαγωγή στη μοντελοποίηση και προσομοίωση των συστημάτων παραγωγής. Η προσομοίωση αποτελεί σήμερα ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία μελέτης των συστημάτων παραγωγής. Παρουσιάζονται τα βασικά μεθοδολογικά στοιχεία χρήσης της προσομοίωσης για τη διερεύνηση παραγωγικών συστημάτων. Γίνεται σύντομη παρουσίαση των δομικών στοιχείων (block) που απαρτίζουν το περιβάλλον προσομοίωσης EXTEND version 5 της εταιρίας Imagine That!, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη εργασία.

2.1 Τι είναι προσομοίωση

Προσομοίωση είναι η τεχνική που, με τη χρήση ενός μοντέλου, δίνει τη δυνατότητα σε κάποιον να πάρει αποφάσεις σχετικά με τη δομή και τις παραμέτρους ενός πραγματικού συστήματος. Η προσομοίωση είναι μέθοδος πειραματισμού για την διερεύνηση και εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν υπαρκτά συστήματα χωρίς την ανάγκη πειραματισμών με τα ίδια τα πραγματικά συστήματα. Δύο είναι οι λόγοι που οδηγούν σε πειραματισμούς με το σύστημα :

- Ανακάλυψη κάτι καινούργιου με την ευρεία έννοια του όρου που συμπεριλαμβάνει την κατανόηση και τη μάθηση.
- Διερεύνηση μιας υπόθεσης αν είναι αληθινή ή ψεύτικη.

Η προσομοίωση είναι πολύτιμη για τη διοίκηση της παραγωγής, διότι πρώτα από όλα μας βοηθάει να καταλάβουμε το σύστημα παραγωγής και κατόπιν, μας βοηθάει στη λήψη αποφάσεων που αφορούν τη διοίκηση του.

Χονδρικά η διαδικασία προσομοίωσης περιλαμβάνει:

- Τη κατασκευή ενός μοντέλου
- Τους πειραματισμούς με το μοντέλο
- Την ανάλυση των αποτελεσμάτων των πειραματισμών

2.2 Η χρήση της προσομοίωσης

Η προσομοίωση είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων για όλες τις φάσεις της ζωής του συστήματος παραγωγής. Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότερες περιοχές εφαρμογών στο γενικό πλαίσιο της διοίκησης της παραγωγής.

2.2.1 Σχεδιασμός νέου συστήματος

Στη διαδικασία σχεδιασμού ενός πολύπλοκου δυναμικού συστήματος (συστήματος παραγωγής), ο σχεδιαστής – μελετητής πρέπει να διαλέξει μεταξύ διαφόρων εναλλακτικών λύσεων έχοντας μια εικόνα για το πώς συμπεριφέρεται το τελικό σύστημα στην κάθε επιλογή. Αναμφισβήτητα δεν υπάρχει καλύτερο εργαλείο από τη προσομοίωση για την αξιολόγηση των διαφορετικών περιπτώσεων. Οι πειραματισμοί με τα μοντέλα του υπό κατασκευήν συστήματος, όχι μόνο επιτρέπουν στο σχεδιαστή να αξιολογήσει τις διάφορες προτάσεις του, αλλά επιπλέον, αναδεικνύουν κρυμμένα προβλήματα και του παρέχουν καινούργιες ιδέες – λύσεις που είναι αδύνατο να τις σκεφτεί χωρίς μια εικόνα της συνολικής συμπεριφοράς του συστήματος.

2.2.2 Αλλαγές / βελτιώσεις σε υπάρχον σύστημα

Η διαφορά μεταξύ αυτής της περιοχής και της προηγούμενης είναι ότι εδώ μερικά μέρη του συστήματος θεωρούνται δεδομένα και αμετάβλητα. Συνεπώς οι πειραματισμοί αφορούν μόνο κάποια μέρη του ήδη υπάρχοντος συστήματος. Η επέκταση μιας γραμμής, ενός εργοστασίου ή μιας αποθήκης, η εισαγωγή ενός νέου προϊόντος, η βελτίωση μιας διαδικασίας, η απόφαση για υπεργολάβευση, κλπ είναι περιοχές που επιζητούν τη χρήση της προσομοίωσης για σίγουρα αποτελέσματα. Σε αυτή τη κατηγορία εφαρμογών, που αποκτά ιδιαίτερη σημασία λόγω των συνεχών αλλαγών που επιβάλλει το διεθνές επιχειρηματικό περιβάλλον, εντάσσονται και μερικές πιο ρητά διατυπωμένες αποφάσεις αλλαγής όπως είναι ο ανασχεδιασμός, η επιλογή τεχνολογίας, η επιλογή κατάλληλου προσωπικού και η επίτευξη συγκεκριμένης παραγωγικής δυναμικότητας.

2.2.3 Διαχείριση συστήματος

Η προσομοίωση χρησιμοποιείται στη διαχείριση ενός συστήματος βοηθώντας στην εύρεση του καλύτερου τρόπου ελέγχου της ροής των διαφόρων οντοτήτων, όπως προϊόντα, ενδιάμεσα, πελάτες, εργαζόμενοι, έντυπα, πληροφορίες του συστήματος. Με την

προσομοίωση εναλλακτικών προγραμμάτων παραγωγής, στρατηγικών λειτουργίας, βάρδιων προσωπικού και προτεραιότητας παραγγελιών, το στέλεχος της παραγωγής μπορεί να προβλέψει τα αποτελέσματα του καθενός και να πάρει σωστότερες και εξυπνότερες αποφάσεις. Το μεγαλύτερο δε πλεονέκτημα της προσομοίωσης σε αυτή τη περίπτωση είναι ότι παρέχει τη δυνατότητα μετρήσεων σε παραμέτρους που δεν είναι δυνατό να μετρηθούν πάνω στο πραγματικό σύστημα.

2.2.4 Κοστολόγηση προϊόντων και υπηρεσιών

Η προσομοίωση είναι το σημαντικότερο εργαλείο για τη κοστολόγηση προϊόντων και υπηρεσιών χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές κοστολόγησης (όπως το Activity Based Costing και το Target Costing). Η διαχείριση της στοχαστικότητας από τα εργαλεία προσομοίωσης επιτρέπουν όχι μόνο τον ακριβή υπολογισμό του κόστους ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας αλλά επιπλέον παρέχουν τη δυνατότητα εύρεσης των επεμβάσεων – αλλαγών που πρέπει να γίνουν στη παραγωγική διαδικασία για να επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο κόστος – στόχος.

2.2.5 Εκπαίδευση

Εδώ και αρκετό καιρό, η προσομοίωση είναι το σημαντικότερο και δημοφιλέστερο εποπτικό όργανο στελεχών και εργαζομένων. Η ιδέα της συστημικής μοντελοποίησης και της οργάνωσης που μαθαίνει είναι συνυφασμένη με την προσομοίωση.

2.2.6 Πωλήσεις

Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο βιομηχανικό μάρκετινγκ και τις πωλήσεις ως ‘δυναμικό’ επικοινωνιακό υλικό. Μπορεί να δείξει στον υποψήφιο πελάτη, με τον πιο παραστατικό τρόπο, τα αποτελέσματα της αγοράς – εγκατάστασης της προτεινόμενης λύσης π.χ ποια θα είναι τα αποτελέσματα από την εγκατάσταση μιας προτεινόμενης μηχανής στην υπάρχουσα γραμμή παραγωγής του πελάτη, ή πως θα βοηθήσει στην καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών η εγκατάσταση του προτεινόμενου συστήματος πληροφορικής.

2.2.7 Δημόσιες σχέσεις

Με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιούνται μοντέλα κλίμακας εργοστασίων, γραμμών παραγωγής και άλλα στις εισόδους εργοστασίων ή γραφείων, αλλά με το πλεονέκτημα της παρουσίας μιας πιο δυναμικής εικόνας, η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επικοινωνιακό υλικό δημοσίων σχέσεων.

2.3 Η οικονομία της προσομοίωσης

Η υιοθέτηση της προσομοίωσης από μια επιχείρηση αποτελεί επένδυση και συνεπώς πρέπει να αξιολογηθεί βάσει των αποτελεσμάτων που αποφέρει. Το κόστος απόκτησης και διατήρησης της τεχνολογίας της προσομοίωσης από μια επιχείρηση αποτελείται από το αρχικό κόστος εγκατάστασης / υιοθέτησης της τεχνολογίας και το σχετικό με κάθε έργο / δραστηριότητα κόστος χρήσης. Για τα ελληνικά δεδομένα, η αρχική επένδυση πρέπει να υπολογίζεται στο διάστημα των 3.000 ως 30.000 Ευρώ ανάλογα με το εργαλείο και την περιοχή που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί η προσομοίωση. Το αρχικό κόστος συμπεριλαμβάνει και την εκμάθηση και συνήθως αποσβήνεται στο πρώτο έργο. Έχει δε υπολογιστεί ότι το κόστος χρήσης της προσομοίωσης σε έργα δεν υπερβαίνει το 3 % του συνολικού κόστους του έργου.

2.4 Μοντέλα συστημάτων και διαδικασιών

Από τη μεριά της συστημικής, το μοντέλο ορίζεται ως μια απλοποιημένη αναπαράσταση των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των μερών ενός συστήματος. Οι σχέσεις αυτές μπορεί να είναι λογικές (αιτίας- αποτελέσματος), ροής (τι κυκλοφορεί μεταξύ των στοιχείων) ή γεωμετρικές (πως τοποθετούνται χωροταξικά τα διάφορα μέρη του συστήματος). Ο σκοπός της μοντελοποίησης είναι η κατανόηση, η πρόβλεψη, ο έλεγχος ή / και η βελτίωση της συνολικής συμπεριφοράς του συστήματος που είναι συνάρτηση αυτών των σχέσεων. Σε κάθε περίπτωση το μοντέλο αποτελεί προσέγγιση της συμπεριφοράς του πραγματικού συστήματος αναφορικά με το αντικείμενο του ενδιαφέροντος. Ένα πολύ απλό μοντέλο μπορεί να είναι πιο χρήσιμο από ένα πολύπλοκο που δεν εξυπηρετεί όμως καθόλου το αντικείμενο μιας συγκεκριμένης μελέτης.

2.4.1 Είδη μοντέλων

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να κατατάξει κανείς τα διάφορα είδη μοντέλων που υπάρχουν. Αναφορικά με τη βοήθεια τους στη λήψη αποφάσεων μπορούμε να τα κατατάξουμε σε τέσσερα είδη : συμβολικά, αναλυτικά, agent-based και προσομοίωσης.

Συμβολικά μοντέλα

Το συμβολικό μοντέλο αποτελείται από διάφορα γραφικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν τη διαδρομή των γεγονότων ή κάποιες στατικές σχέσεις. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της κατηγορίας είναι τα διαγράμματα ροής, τα διαγράμματα IDEFO, η Quality Process Language (QPL), διάφορα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για χωροταξικό σχεδιασμό κ.ά. Τα συμβολικά μοντέλα είναι στατικά και χρησιμοποιούνται κυρίως για την απλή καταγραφή διαδικασιών και συστημάτων. Δεν είναι λεπτομερή, δε παρέχουν τη δυνατότητα ποσοτικών μετρήσεων και δε μπορούν, φυσικά, να παραστήσουν τη δυναμική συμπεριφορά ενός συστήματος.

Αναλυτικά μοντέλα

Τα αναλυτικά μοντέλα είναι μαθηματικοί τύποι που δίνουν ποσοτικές λύσεις (π.χ γραμμικός προγραμματισμός, δυναμικός προγραμματισμός, ουρές Markov). Τα αναλυτικά μοντέλα μπορούν να δώσουν γρήγορα λύσεις σε προβλήματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις δε, δίνουν και βέλτιστες λύσεις. Το κύριο μειονέκτημα τους είναι ότι είναι δύσκολη η μοντελοποίηση πολύπλοκων και μη δομημένων συστημάτων με αποτέλεσμα να απλοποιείται αρκετά το σύστημα για 'ταιριάζει' σε ένα γενικευμένο μοντέλο. Επίσης τα αναλυτικά μοντέλα αναπαριστούν με δυσκολία τη τυχαία συμπεριφορά. Τα μοντέλα της επιχειρησιακής έρευνας είναι αναλυτικά.

Μοντέλα Agent-Based

Τα μοντέλα agent-based βασίζονται στην τεχνολογία των agents που χρησιμοποιεί τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης. Στην ουσία, τα μοντέλα αυτά είναι μοντέλα προσομοίωσης με τη διαφορά ότι δεν υπάρχει κάποια προκαθορισμένη σύνθεση του συστήματος, δηλαδή οι σχέσεις μεταξύ των μερών (agent) δεν ορίζονται ρητά ούτε είναι στατικές, αλλά δημιουργούνται και μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης σύμφωνα με τη εξέλιξη όλου του πληθυσμού των agents. Τα μοντέλα Agent-Based χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν κυρίως τη συμπεριφορά των καταναλωτών σε διάφορα προϊόντα ή τη

συνολική συμπεριφορά εργαζομένων μεγάλων επιχειρήσεων σε ανταπόκριση διαφόρων πρωτοβουλιών της διοίκησης. Τελευταία, χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση πολλών διαφορετικών πολύπλοκων δραστηριοτήτων και συστημάτων που περιλαμβάνουν και τις δραστηριότητες της διοίκησης παραγωγής. Σίγουρα αποτελούν την πιο ελπιδοφόρα μελλοντική εξέλιξη στο χώρο της μοντελοποίησης και των επιστημών των αποφάσεων.

Μοντέλα προσομοίωσης

Στα μοντέλα προσομοίωσης, ανάλογα με το επίπεδο αναπαράστασης, οι σχέσεις μεταξύ των μερών – στοιχείων ενός συστήματος αναπαρίστανται στον υπολογιστή ως μοντέλο που έχει τη δυνατότητα να αναπαραγάγει την ίδια με το πραγματικό σύστημα συμπεριφορά. Η προσομοίωση καταγράφει το ιστορικό της συμπεριφοράς μέσω στατιστικών μετρήσεων που αφορούν τους δείκτες απόδοσης του συστήματος. Με τη μέθοδο της προσομοίωσης, η εύρεση της βέλτιστης λύσης (αν και όταν είναι το ζητούμενο) μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω πειραματισμών. Τα κύρια μειονεκτήματα των μοντέλων προσομοίωσης είναι ότι εξαρτώνται από το εργαλείο μοντελοποίησης (δεν υπάρχει κοινή γλώσσα), ότι μπορεί να είναι δύσκολη η κατασκευή τους και ότι περισσότερο περιγράφουν καταστάσεις παρά δίνουν έτοιμες λύσεις.

2.4.2 Μοντέλα και επίπεδα αναπαράστασης

Το μοντέλο είναι μια παράσταση του πραγματικού συστήματος από μια συγκεκριμένη σκοπιά και με ένα συγκεκριμένο βαθμό λεπτομέρειας που ορίζει και το επίπεδο αναπαράστασης, δηλαδή του πώς παρατηρούμε τις σχέσεις μεταξύ των μερών του συστήματος. Για την επιχειρηματική μοντελοποίηση έχουν ενδιαφέρον τρία επίπεδα αναπαράστασης :

- Γεωμετρική / παραστατική, όπου γίνεται αναπαράσταση των γεωμετρικών και χωροταξικών σχέσεων των φυσικών στοιχείων και των σχέσεων τους.
- Αιτίας – αποτελέσματος, όπου γίνεται αναπαράσταση στο επίπεδο των διακριτών γεγονότων που ελέγχουν τη ροή των συμβάντων στα στοιχεία του συστήματος.
- Ροής, όπου η αναπαράσταση του συστήματος γίνεται στο επίπεδο των μοτίβων και των τάσεων που παρατηρούνται στη ροή των οντοτήτων μεταξύ των διαφόρων στοιχείων / μερών του συστήματος.

Ο χρονικός ορίζοντας της μελέτης αυξάνει καθώς μετακινούμαστε από το γεωμετρικό στο επίπεδο ροής.

2.4.3 Συνεχή μοντέλα και μοντέλα διακριτών γεγονότων

Ένα συνεχές μοντέλο αναπαριστά ένα σύστημα σε ένα επίπεδο αφαίρεσης στο οποίο η κατάσταση του καταγράφεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Έτσι δίδεται η εντύπωση ότι η κατάσταση του συστήματος – μοντέλου αλλάζει συνεχώς με το χρόνο. Συνήθως οι διαφορικές εξισώσεις περιγράφουν / αποτελούν τέτοια μοντέλα.

Από την άλλη μεριά, ένα μοντέλο διακριτών γεγονότων αναπαριστά το σύστημα σε ένα επίπεδο αφαίρεσης όπου το σύστημα αλλάζει (διακριτές) καταστάσεις σύμφωνα με την εμφάνιση διάφορων εσωτερικών ή εξωτερικών γεγονότων που συμβαίνουν σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα. Αν και υπάρχουν αμιγώς συνεχή και αμιγώς διακριτά συστήματα η πλειοψηφία των συστημάτων μπορεί να παρασταθεί και με τα δύο είδη μοντέλων, ανάλογα με το αντικείμενο της μελέτης.

2.4.4 Στοχαστικά και αιτιοκρατικά μοντέλα

Τα στοχαστικά μοντέλα περιέχουν διαδικασίες που ελέγχονται από τυχαίες μεταβλητές. Δύο προσομοιώσεις της ίδιας στοχαστικής διαδικασίας δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα μιας και εξαρτώνται από τυχαίες μεταβλητές. Αντίθετα ένα αιτιοκρατικό μοντέλο δεν περιέχει τυχαίες μεταβλητές και όσες φορές και αν προσομοιωθεί δίνει πάντα τα ίδια αποτελέσματα. Η μοντελοποίηση και προσομοίωση αιτιοκρατικών διαδικασιών είναι πιο εύκολη και τα εργαλεία που τις υποστηρίζουν απλούστερα.

2.4.4.1 Το περιβάλλον προσομοίωσης EXTEND

Με τη παρέμβαση αυτή, διακόπτοντας τη ροή του κεφαλαίου, θα πραγματοποιηθεί μία σύντομη περιγραφή του περιβάλλοντος του λογισμικού πακέτου EXTEND. Πρόκειται για το περιβάλλον προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε στη παρούσα εργασία. Θα ακολουθήσουν και άλλες τέτοιου είδους παρεμβάσεις με τις οποίες θα περιγράφονται οι κατηγορίες των δομικών στοιχείων από τις οποίες αποτελείται το EXTEND.

Ένα μοντέλο στο EXTEND κατασκευάζεται από δομικά στοιχεία (blocks) που βρίσκονται αποθηκευμένα σε βιβλιοθήκες. Οι βασικές βιβλιοθήκες του EXTEND που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι η DISCRETE EVENT (DE), η GENERIC, η

MANUFACTURING και η PLOTTER. Το μοντέλο κατασκευάζεται πρώτα με τη επιλογή των ανάλογων δομικών στοιχείων (blocks) και κατόπιν συνδέοντας τα μεταξύ τους. Στο μοντέλο κυκλοφορούν / ρέουν δύο είδη στοιχείων, οι οντότητες (entities) και οι τιμές (values). Οι οντότητες σχετίζονται με το λειτουργικό σύστημα παραγωγής, ρέουν μεταξύ δραστηριοτήτων και πόρων, ενώ οι τιμές αφορούν μετρήσεις και σήματα ελέγχου που προορίζονται για ή προέρχονται από, το σύστημα διοίκησης. Τα δομικά στοιχεία που παράγουν ή επεξεργάζονται τιμές βρίσκονται στη βιβλιοθήκη GENERIC. Οι βιβλιοθήκες DISCRETE EVENT και MANUFACTURING αφορούν τη μοντελοποίηση των πόρων και των δραστηριοτήτων, ενώ η PLOTTER περιέχει δομικά στοιχεία για τη γραφική παράσταση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης.

Όλα τα δομικά στοιχεία ενός μοντέλου στο EXTEND είναι παραμετροποιημένα. Αν ανοίξουμε ένα δομικό στοιχείο με διπλό κλικ στο εικονίδιο του, μπορούμε να ορίσουμε, να αλλάξουμε ή απλά να δούμε τις παραμέτρους του στοιχείου και τις τιμές τους. Κάθε δομικό στοιχείο έχει διάφορες παραμέτρους οργανωμένες σε καρτέλες. Οι κύριες παράμετροι (χρόνος, αριθμός οντοτήτων) βρίσκονται συνήθως στη πρώτη καρτέλα.

2.5 Πως μοντελοποιείται ένα σύστημα

2.5.1 Η μοντελοποίηση των διαδικασιών παραγωγής

Στα σύγχρονα εργαλεία προσομοίωσης, ανάπτυξη του μοντέλου γίνεται από διάφορα παραμετροποιημένα δομικά στοιχεία που αναπαριστούν δραστηριότητες και πόρους της επιχείρησης. Ένα μοντέλο προσομοίωσης είναι μια αναπαράσταση της πραγματικότητας σε μια γλώσσα, πολλές φορές γραφικών, που ορίζεται από το συγκεκριμένο λογισμικό που χρησιμοποιείται. Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι η μοντελοποίηση είναι και επιστήμη που απαιτεί γνώση του προβλήματος, γνώσεις συστημικής και γνώση του εργαλείου μοντελοποίησης / προσομοίωσης. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η μοντελοποίηση των διαφόρων στοιχείων της επιχείρησης. Τα στοιχεία της επιχείρησης που μοντελοποιούνται ως ανεξάρτητες μονάδες είναι :

- Οι οντότητες που κινούνται στην επιχείρηση όπως πελάτες, έγγραφα, προϊόντα κ.α.
- Οι διάφοροι πόροι που απαιτούνται για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων της επιχείρησης.

- Η κίνηση των οντοτήτων και των πόρων από δραστηριότητα σε δραστηριότητα.
- Οι κατευθύνσεις της κίνησης των οντοτήτων και πόρων.
- Η επεξεργασία των οντοτήτων με τη χρήση πόρων.
- Η διαθεσιμότητα των πόρων μέσω κάποιας προγραμματισμένης λογικής.
- Η περίοδος προετοιμασίας των πόρων.
- Οι διάφορες βλάβες ή γενικά εξαιρέσεις στη λειτουργία ή/και διαθεσιμότητα των πόρων και οι σχετικοί χρόνοι.
- Η λογική των αποφάσεων που κινούν τη ροή των πόρων, οντοτήτων κλπ, μέσα στο σύστημα.

2.5.2 Μοντελοποίηση οντοτήτων

Οι οντότητες, συνήθως, μπαίνουν στο σύστημα, τις επεξεργάζονται οι διάφορες δραστηριότητες και κατόπιν εξέρχονται. Με την είσοδο τους, τους δίδονται διάφορα χαρακτηριστικά (attributes), όπως χρώμα, είδος υπηρεσίας, κ.α., τα οποία αλλάζουν κατά την παραμονή τους στο σύστημα. Τα χαρακτηριστικά αυτά κανονίζουν και τη διαδρομή ή τις διαδρομές που ακολουθούν μέσα στο σύστημα. Επιπλέον, οι οντότητες μπορούν να έχουν διαφορετικές προτεραιότητες (priorities) στη χρήση των πόρων και την επεξεργασία. Κατά την διάρκεια της επεξεργασίας τους, οι οντότητες μπορούν να διαιρεθούν (unbatch) ή να ομαδοποιηθούν (batch) ή ακόμα και κλωνοποιηθούν (clone). Δεν είναι απαραίτητο να μοντελοποιούμε όλες τις οντότητες του πραγματικού συστήματος. Μοντελοποιούμε μόνον αυτές για τις οποίες χρειαζόμαστε στατιστικές μετρήσεις και αυτές που επηρεάζουν την κύρια ροή των γεγονότων. Επειδή ο αριθμός των οντοτήτων στο μοντέλο επιδρά στη ταχύτητα εκτέλεσης της προσομοίωσης, είναι χρήσιμο να ομαδοποιούμε πολλές οντότητες του πραγματικού συστήματος ως μια του μοντέλου ή να μοντελοποιούμε μερικές οντότητες ως χαρακτηριστικά άλλων.

2.5.2.1 Οι οντότητες στο περιβάλλον προσομοίωσης EXTEND

Οι οντότητες στο EXTEND ονομάζονται items και κινούνται πάντα από τα αριστερά του μοντέλου προς τα δεξιά. Πρέπει πάντα να ξεχωρίζουμε τις οντότητες που κινούνται στο μοντέλο από τις τιμές (values) που μεταφέρονται από δομικό στοιχείο (block) σε

δομικό στοιχείο. Τα δομικά στοιχεία του EXTEND που αφορούν τη δημιουργία και διαχείριση των οντοτήτων είναι :

- *GENERATOR* (Γεννήτρια οντοτήτων). Παράγει οντότητες με ένα προκαθορισμένο τρόπο που ορίζεται από το είδος και τις παραμέτρους μιας στατιστικής κατανομής.
- *BATCH* (Ομαδοποίηση οντοτήτων). Ομαδοποιεί οντότητες. Στη συνέχεια του μοντέλου η ομάδα οντοτήτων αντιμετωπίζεται ως μια οντότητα.
- *UNBATCH* (Διαίρεση οντότητας). Διαιρεί μια οντότητα σε πολλές ίδιες οντότητες.
- *SET ATTRIBUTE* (Χαρακτηρισμός οντότητας). Δίνει τιμές σε χαρακτηριστικά (attributes) μιας οντότητας. Το ίδιο και το *SET ATTRIBUTE(5)*, για μέχρι πέντε χαρακτηριστικά.
- *SET PRIORITY* (Καθορισμός προτεραιότητας). Καθορίζει το βαθμό προτεραιότητας μιας οντότητας.
- *SET VALUE* (Ορισμός τιμής). Ορίζει τη τιμή μιας οντότητας. Γενικά κάθε οντότητα φέρει τη τιμή 1 εκτός αν ορισθεί αλλιώς με το *SET VALUE*.
- *GET ATTRIBUTE* ('Ανάγνωση' τιμής χαρακτηριστικού). Διαβάζει τη τιμή ενός χαρακτηριστικού μια οντότητας.
- *GET PRIORITY* ('Ανάγνωση' προτεραιότητας). Διαβάζει τον βαθμό προτεραιότητας που είναι συνυφασμένος με μια οντότητα.
- *GET VALUE* ('Ανάγνωση' της τιμής που συνοδεύει μια οντότητα). Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η τιμή μιας οντότητας και η τιμή ενός χαρακτηριστικού μιας οντότητας είναι δύο διαφορετικά πράγματα. Η πρώτη αφορά την οντότητα συνολικά, ενώ η δεύτερη κάποιο χαρακτηριστικό (attribute) της.
- *CHANGE ATTRIBUTE* (Αλλαγή τιμής χαρακτηριστικού). Είναι συνδυασμός *GET* και *SET ATTRIBUTE*. Η τιμή του χαρακτηριστικού μπορεί να αυξηθεί, μειωθεί, πολλαπλασιασθεί ή διαιρεθεί με κάποια τιμή γενικά ή την τρέχουσα τιμή ενός άλλου χαρακτηριστικού.
- *PROGRAM* (Χρονοπρογραμματισμός οντοτήτων). Δίνει τη δυνατότητα προγραμματισμού της διαθεσιμότητας διαφόρων οντοτήτων.
- *EXIT* ('Εξόδος οντότητας από το μοντέλο). Εξάγει τις οντότητες από το μοντέλο.

2.5.3 Μοντελοποίηση πόρων

Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες πόρων που έχουν ιδιαίτερα λειτουργικά χαρακτηριστικά και μοντελοποιούνται ανάλογα :

- Πόροι ροής
- Πόροι γενικής χρήσης
- Αναλώσιμοι πόροι
- Πόροι διαχείρισης / μεταφοράς υλικών

Στη προσομοίωση, το ενδιαφέρον βρίσκεται στο πως χρησιμοποιούνται οι πόροι και στο πως η ροή των οντοτήτων περιορίζεται ή κατευθύνεται από τη διαθεσιμότητα των πόρων.

2.5.4 Πόροι ροής

Οι πόροι ροής αποτελούν ‘αποθηκευτικούς χώρους’ όπου τοποθετούνται οι οντότητες είτε προς επεξεργασία, είτε για κάποιο χρονικό διάστημα μέχρι να υπάρξει διαθέσιμος χώρος για την επεξεργασία, είτε μέχρι να υπάρξει ανάγκη χρήσης του πόρου, είτε πριν από κάποια απόφαση. Χαρακτηριστικά παραδείγματα πόρων ροής είναι :

- μια ουρά πριν από μια μηχανή,
- μια αποθήκη όπου βρίσκονται έτοιμα προϊόντα προς διάθεση στην αγορά
- ένας buffer όπου περιμένουν έτοιμα προϊόντα μέχρι να διατεθούν στην αγορά.

Μιας και ουσιαστικά οι πόροι ροής είναι περιοχές όπου οι οντότητες μπαίνουν και βγαίνουν, τα σημεία εισόδου και εξόδου ελέγχουν τη ροή των οντοτήτων σύμφωνα με διάφορους κανόνες. Τέτοιοι κανόνες είναι :

- Εκκλήρωση συνθήκης με εσωτερικές ή εξωτερικές για το πόρο παραμέτρους.
- First-In-First-Out (FIFO)
- Last-In-First-Out (LIFO)
- Άμεση ή έμμεση προτεραιότητα.
- Σύγκριση τιμών χαρακτηριστικών (attributes).

2.5.4.1 Οι πόροι ροής στο EXTEND

- *QUEUE FIFO (Ουρά FIFO)*. Ουρά τύπου FIFO με περιορισμένο ή απεριόριστο αριθμό θέσεων.

- *QUEUE LIFO (Ουρά LIFO)*. Ουρά τύπου LIFO με περιορισμένο ή απεριόριστο αριθμό θέσεων.
- *QUEUE ATTRIBUTES και QUEUE PRIORITY*. Δίνει προτεραιότητα στην έξοδο βάσει της τιμής κάποιου χαρακτηριστικού της οντότητας ή βάσει του επιπέδου προτεραιότητας.
- *QUEUE MATCHING*. Επιτρέπει την έξοδο των οντοτήτων από την ουρά μόνο όταν έχουν ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό (attribute) το οποίο έχει μια ορισμένη τιμή.
- *BIN (Βιβλιοθήκη MANUFACTURING)*. Μοντελοποιεί ένα αποθηκευτικό χώρο όπου μπαίνουν και βγαίνουν οντότητες χωρίς καμία ιδιαίτερη σειρά.
- *BUFFER (Βιβλιοθήκη MANUFACTURING)*. Buffer τύπου FIFO με περιορισμένο ή απεριόριστο αριθμό θέσεων.
- *STOCK (Βιβλιοθήκη MANUFACTURING)*. Μοντελοποιεί έναν αποθηκευτικό χώρο όπου μπαίνουν και βγαίνουν οντότητες χωρίς καμία ιδιαίτερη σειρά.

2.5.5 Πόροι γενικής χρήσης

Πόροι γενικής χρήσης είναι το προσωπικό και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία και την μετακίνηση των οντοτήτων ή για την ικανοποίηση των αναγκών άλλων πόρων. Ένας τέτοιος πόρος μπορεί να περιέχει πολλές οντότητες (π.χ ομάδα εργαζομένων) ή άλλους πόρους. Οι πόροι γενικής χρήσης μοντελοποιούνται 'στατικά', δηλαδή μοντελοποιούνται η διαθεσιμότητα και η χωρητικότητα τους σε μια δεδομένη χρονική στιγμή.

2.5.5.1 Οι πόροι γενικής χρήσης στο EXTEND

Οι πόροι γενικής χρήσης μοντελοποιούνται ως αποθήκες χώρων. Τα διαφορετικά εικονίδια χρησιμοποιούνται για την καλύτερη αναγνωσιμότητα των μοντέλων.

- *RESOURCE (Δοχείο πόρων)*.
- *AGV (Αυτόματο όχημα μεταφοράς υλικών)*. Βιβλιοθήκη MANUFACTURING
- *ASR (Αυτόματο όχημα εύρεσης και μεταφοράς προϊόντων, ανταλλακτικών κ.λ.π.)*. Βιβλιοθήκη MANUFACTURING
- *PALLET (Μονάδα – χώρος αποθήκευσης παλετών)*. Βιβλιοθήκη MANUFACTURING

- *FIXTURE* (Χώρος αποθήκευσης βάσεων στήριξης). Βιβλιοθήκη MANUFACTURING
- *TOOL* (Χώρος αποθήκευσης εργαλείων). Βιβλιοθήκη MANUFACTURING
- *LABOR* (Ομάδα εργαζομένων). Βιβλιοθήκη MANUFACTURING

2.5.6 Αναλώσιμοι πόροι

Τέτοιοι πόροι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα, το νερό, τα υλικά συσκευασίας, τα χρήματα κ.α. Αν και οι αναλώσιμοι πόροι μπορούν να μοντελοποιηθούν όπως οι πόροι γενικής χρήσης, συνήθως για ευκολία, μοντελοποιούνται έμμεσα ως κατανάλωση σε συνάρτηση με το χρόνο.

2.5.7 Πόροι διαχείρισης / μεταφοράς οντοτήτων

Η μοντελοποίηση αυτών των πόρων, σχετίζεται άμεσα με τη μοντελοποίηση της κίνησης που παρουσιάζεται στη συνέχεια. Η βιβλιοθήκη MANUFACTURING του EXTEND περιέχει μερικά εξειδικευμένα δομικά στοιχεία για τη μοντελοποίηση των πόρων μεταφοράς οντοτήτων, κυρίως από σταθμό εργασίας σε σταθμό εργασίας. Τα χαρακτηριστικά των μονάδων αυτών είναι παραμετροποιημένα και είτε ορίζονται πριν τη προσομοίωση είτε αλλάζουν τιμές δυναμικά κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης.

2.5.7.1 Οι πόροι μεταφοράς στο EXTEND

- *CONVEYOR BELT* (Ταινία μεταφοράς). Μοντελοποίηση ταινίας μεταφοράς με παραμέτρους το μέγεθος, τη χωρητικότητα και τη ταχύτητα (Βιβλιοθήκη MANUFACTURING).
- *CONVEYOR CAROUREL* (Κυκλική ταινία μεταφοράς). Μοντελοποίηση κυκλικής ταινίας μεταφοράς με παραμέτρους το μέγεθος, τη χωρητικότητα και την ταχύτητα (Βιβλιοθήκη MANUFACTURING).
- *CRANE* (Γερανός). Βιβλιοθήκη MANUFACTURING
- *ROUTE* (Διαδρομή). Διαδρομή πόρου γενικής χρήσης (AGV, ASR) με οντότητα-ες (Βιβλιοθήκη MANUFACTURING).
- *TRANSPORTER*. Μοντελοποίηση οχήματος μεταφοράς οντοτήτων-ων και της διαδρομής επιστροφής (Βιβλιοθήκη MANUFACTURING).

2.5.8 Μοντελοποίηση κίνησης

Η κίνηση αφορά τις οντότητες και πόρους που μετακινούνται δυναμικά κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Η μετακίνηση μιας οντότητας στο μοντέλο γίνεται είτε με τη χρήση κάποιου πόρου / μεταφορικού μέσου ή αυτόνομα. Όταν η κίνηση είναι αυτόνομη

- Αγνοείται όταν ο χρόνος μετακίνησης είναι ελάχιστος σε σχέση με το χρόνο επεξεργασίας.
- Χρησιμοποιείται μια μέση τιμή όταν ο χρόνος κίνησης είναι σημαντικός και δεν υπάρχει μεγάλη κυκλοφορία οντοτήτων και ο αριθμός των πιθανών διαδρομών είναι μικρός (μικρότερος από 10).
- Χρήζει ειδικής μοντελοποίησης αν υπάρχει μεγάλη κυκλοφορία ή ο αριθμός των πιθανών διαδρομών είναι μεγάλος (μεγαλύτερος από 10).

Όταν η κίνηση γίνεται με τη χρήση πόρου

- Αγνοείται αν ο χρόνος της μετακίνησης είναι ελάχιστος σε σχέση με το χρόνο επεξεργασίας και ο πόρος είναι πάντα διαθέσιμος και η κίνηση δεν επηρεάζει τη συνολική διαδικασία.
- Ένα απλό κράτημα του πόρου για χρόνο ίσο με αυτόν της κίνησης είναι αρκετό όταν ο χρόνος μετακίνησης είναι μεν σημαντικός αλλά ο πόρος είναι πάντα διαθέσιμος και δεν υπάρχει μεγάλη κυκλοφορία.
- Χρήζει ειδικής μοντελοποίησης σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω κανόνες είναι εμπειρικοί και δεν έχουν καθολική ισχύ.

2.5.9 Μοντελοποίηση διαδρομών – κατεύθυνσης οντοτήτων

Διαφορετικές οντότητες ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές μέσα στο μοντέλο. Οι διαδρομές αυτές μπορεί να είναι προκαθορισμένες ή να αποφασίζονται σε πραγματικό χρόνο βάσει της κατάστασης του μοντέλου και των διάφορων χαρακτηριστικών των οντοτήτων. Οι διαδρομές των οντοτήτων βασίζονται σε αποφάσεις που παίρνονται με διάφορους τρόπους όπως είναι :

- Στατιστικοί κανόνες. Η διευθέτηση των οντοτήτων σε διαφορετικές διαδρομές είναι αποτέλεσμα στατιστικών κανόνων, π.χ 25 % των ετοιμών ελέγχονται ξανά.

- Στατικά προκαθορισμένα, π.χ ο πελάτης για έκδοση επιταγής πηγαίνει στο γκισέ 2, για ανάληψη στο γκισέ 3 κ.ο.κ.
- Με σειρά, π.χ κάθε τρίτο εξάρτημα χρειάζεται ειδική μεταχείριση.
- Σε διαθέσιμους πόρους, π.χ ο πελάτης πηγαίνει στο πρώτο ελεύθερο γκισέ.
- Στον περισσότερο χώρο, π.χ έτοιμα προϊόντα μεταφέρονται στην αποθήκη που είναι άδεια.
- Στον μικρότερο 'χώρο', π.χ μικρότερη ουρά
- Σε συγκεκριμένο χώρο μέχρι να γεμίσει.
- Τυχαία.
- Βάσει κάποιας σύνθετης λογικής απόφασης.

2.5.9.1 Μοντελοποίηση διαδρομών στο EXTEND

- *ACTIVITY SERVICE*. Αφήνει να περνούν οντότητες μόνο όταν 'ειδοποιείται' από ένα εξωτερικό σήμα – τιμή.
- *SELECT DE INPUT* και *SELECT DE INPUT(5)*. Επιλογή εισόδου.
- *SELECT DE OUTPUT* και *SELECT DE OUTPUT(5)*. Επιλογή εξόδου.
- *COMBINE* και *COMBINE(5)*. 'Συνένωση' διαδρομών, δύο και πέντε σε μία.

2.5.10 Μοντελοποίηση επεξεργασίας οντοτήτων - δραστηριοτήτων

Οι μονάδες επεξεργασίας οντοτήτων καθορίζουν το τι συμβαίνει σε μια οντότητα όταν αυτή εισέρχεται σε ένα συγκεκριμένο χώρο (μηχανή εμφιάλωσης, ταμείο κ.α.). Η ακριβής φύση της επεξεργασίας δεν έχει ιδιαίτερη σημασία στο επίπεδο μοντελοποίησης που μας ενδιαφέρει. Σημασία έχουν ο χρόνος επεξεργασίας, οι πόροι που απαιτούνται και οι αλλαγές των χαρακτηριστικών, των τιμών ή της προτεραιότητας που είναι αποτελέσματα της επεξεργασίας.

2.5.10.1 Μοντελοποίηση δραστηριοτήτων στο EXTEND

- *ACTIVITY DELAY* (Χρόνος δραστηριότητας). Καθυστερεί μια οντότητα για ένα χρονικό διάστημα.
- *ACTIVITY DELAY (ATTRIBUTES)*. Καθυστερεί μια οντότητα για ένα χρονικό διάστημα ανάλογα με την τιμή ενός χαρακτηριστικού (attribute).

- *ACTIVITY MULTIPLE*. Καθυστερεί ένα αριθμό οντοτήτων. Οι οντότητες ‘απελευθερώνονται’ ανάλογα με τη σειρά άφιξης και το χρόνο παραμονής.
- *MACHINE*. Όπως το *ACTIVITY DELAY* αλλά με την επιπλέον δυνατότητα μοντελοποίησης των βλαβών μιας μηχανής, δηλαδή του χρόνου που δεν είναι διαθέσιμη λόγω βλάβης (Βιβλιοθήκη *MANUFACTURING*).
- *MACHINE ATTRIBUTES*. Όπως το *ACTIVITY DELAY (ATTRIBUTES)* αλλά με την επιπλέον δυνατότητα μοντελοποίησης των βλαβών μιας μηχανής (Βιβλιοθήκη *MANUFACTURING*).
- *STATION και STATION ATTRIBUTES*. Όπως τα *MACHINE* και *MACHINE ATTRIBUTES* (Βιβλιοθήκη *MANUFACTURING*).

2.5.11 Μοντελοποίηση διαθεσιμότητας πόρου

Μερικά δομικά στοιχεία διοχετεύουν στο μοντέλο τα χρονοδιαγράμματα διαθεσιμότητας των διαφόρων πόρων του συστήματος-μοντέλου. Αυτό γίνεται είτε άμεσα με κάποιους κανόνες που καθορίζουν τη διαθεσιμότητα του πόρου, είτε έμμεσα με κάποιους κανόνες που ρυθμίζουν πότε θα διακοπεί και πότε θα συνεχίσει μια δραστηριότητα που παρέχει πόρους. Τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι :

- *PROGRAM και SCHEDULE*. Βιβλιοθήκη *MANUFACTURING*

Η προετοιμασία των πόρων μοντελοποιείται ως δραστηριότητα, οι δε βλάβες σε πόρους και οι χρόνοι επιδιόρθωσης μοντελοποιούνται είτε με προγράμματα διαθεσιμότητας πόρων, είτε ως διακοπές λειτουργίας σε δραστηριότητες. Τέλος όλα τα εργαλεία προσομοίωσης έχουν δομικά στοιχεία για τη μοντελοποίηση εσωτερικής και εξωτερικής (ελεγχόμενης από το χρήστη) λογικής αποφάσεων.

2.5.11.1 Άλλα χρήσιμα δομικά στοιχεία του *EXTEND*

Τα παρακάτω δομικά στοιχεία προέρχονται, κυρίως, από τη βιβλιοθήκη *GENERIC* και είναι στοιχεία που επεξεργάζονται τιμές.

- *DECISION*. Παράγει ένα σήμα ανάλογα με το αποτέλεσμα της σύγκρισης δύο τιμών.
- *LOGICAL END, LOGICAL OR και LOGICAL NOT*. Υλοποιούν τις αντίστοιχες λογικές πράξεις στις τιμές των εισόδων.

- *MAX και MIN*. Βρίσκει τη μέγιστη κα ελάχιστη τιμή των πέντε εισόδων και τις εισόδους που αντιστοιχούν σε αυτές.
- *WAIT TIME*. Καθυστερεί τιμές (όχι οντότητες). Δε πρέπει να χρησιμοποιείται σε μοντέλα διακριτών γεγονότων.
- *ACCUMULATE*. Προσθέτει τις τιμές που εμφανίζονται στη είσοδό του.
- *HOLDING TANK*. Συγκεντρώνει τις τιμές που εμφανίζονται στην είσοδο και παρέχει τη δυνατότητα επιλεκτικού αδειάσματος.
- *HOLDING TANK(INDEXED)*. Μοντελοποιεί μια σειρά από HOLDING TANKS.
- *INTEGRATE*. Ολοκληρώνει τις τιμές εισόδου σε σχέση με το χρόνο.
- *INPUT DATA*. Δημιουργεί μια καμπύλη δεδομένων και λειτουργεί ως LOOKUP TABLE.
- *INPUT FUNCTION*. Παράγει μια συνάρτηση.
- *INPUT RANDOM NUMBER*. Παράγει ακέραιους ή ρητούς σύμφωνα με μια στατιστική κατανομή.
- *ADD, SUBTRACT, DIVIDE, MULTIPLY, EXPONENT*. Αριθμητικές πράξεις.
- *EQUATION*. Εξίσωση διαφορών μεταβλητών με τη χρήση ετοιμών συναρτήσεων.

2.6 Η διαδικασία μοντελοποίησης και προσομοίωσης. Μια μεθοδολογική προσέγγιση.

2.6.1 Η διαδικασία συνοπτικά

Συνοπτικά η διαδικασία προσομοίωσης περιλαμβάνει τα εξής στάδια :

- Ορισμός του σκοπού και των στόχων της προσομοίωσης.
- Κατανόηση και καταγραφή των περιορισμών του έργου σε σχέση με τις εσωτερικές (σύστημα προς μοντελοποίηση) και εξωτερικές δυσκολίες (προϋπολογισμός έργου).
- Κατασκευή πρόχειρου μοντέλου.
- Συλλογή δεδομένων.
- Κατασκευή πλήρους μοντέλου.
- Πειραματισμοί – προσομοιώσεις.
- Ανάλυση των αποτελεσμάτων.

- Παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

2.6.2 Ορισμός του σκοπού και των στόχων της προσομοίωσης

Είναι πολύ σημαντικό να ξεκαθαριστεί από την αρχή το για ποιον λόγο γίνεται το έργο της προσομοίωσης και τι αποτελέσματα, ως προς το είδος, αναμένουν από αυτό οι ενδιαφερόμενοι. Ο λόγος για τον οποίο ξεκινάει το έργο θα πρέπει σε γενικές γραμμές να εμπίπτει σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες :

- Ανάλυση απόδοσης
- Μελέτη σκοπιμότητας
- Συγκριτική μελέτη
- Ανάλυση ευαισθησίας
- Βελτιστοποίηση
- Ανάλυση περιορισμών
- Επικοινωνία

Ο σκοπός και οι στόχοι του έργου καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την πορεία και το είδος των επόμενων βημάτων. Αν ο αναλυτής – κατασκευαστής του μοντέλου και ο τελικός χρήστης – ενδιαφερόμενος είναι διαφορετικά πρόσωπα, θα πρέπει να ευθυγραμμιστούν με τυπικές διαδικασίες σχετικά με το σκοπό και τα αναμενόμενα αποτελέσματα του έργου.

2.6.3 Κατανόηση και καταγραφή των περιορισμών

Σε αυτή τη φάση γίνεται μια προσεκτική θεώρηση του πόσο μακριά αξίζει να προχωρήσει κανείς στο συγκεκριμένο έργο σε σχέση με την αξία των τελικών αποτελεσμάτων. Ανάλογα με τη δυσκολία και το βαθμό λεπτομέρειας και ανάλυσης που απαιτείται καταρτίζεται και ο προϋπολογισμός του έργου σε σχέση με τα χρήματα, το χρόνο και τους άλλους πόρους που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

2.6.4 Κατασκευή πρόχειρου μοντέλου

Το πρόχειρο μοντέλο είναι ένα χονδρικό, στατικό (μη εκτελέσιμο) μοντέλο σχεδιασμένο στο χέρι. Αν και οι τυπικές γλώσσες σχεδιασμού (flowcharts, δομημένος προγραμματισμός κλπ) βοηθούν στην διαδικασία μετάφρασης-τελειοποίησης του πρόχειρου μοντέλου, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιεί ο κατασκευαστής τη δική του γλώσσα και το δικό του τρόπο καταγραφής. Επιπλέον, ο τρόπος καταγραφής μπορεί να

σχετίζεται και με τη γλώσσα του εργαλείου στο οποίο πρόκειται να κατασκευαστεί το τελικό μοντέλο. Πάντως, οι σημαντικές μεταβλητές και πληροφορίες που θα χρησιμοποιηθούν στα επόμενα βήματα, θα πρέπει να βρίσκονται πάνω στο πρόχειρο μοντέλο, στις σχετικές περιοχές.

2.6.5 Συλλογή δεδομένων

Στο στάδιο αυτό καθορίζονται τα όρια του μοντέλου (χώρος και χρόνος), ο απαιτούμενος βαθμός λεπτομέρειας και τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των οντοτήτων και των πόρων του συστήματος που σχετίζονται άμεσα με το σκοπό του έργου. Επίσης, καθορίζονται και οι εσωτερικές και εξωτερικές μεταβλητές αποφάσεων του μοντέλου.

Η συλλογή δεδομένων πρέπει να γίνει συστηματικά και να αφορά όλα τα στοιχεία του συστήματος. Οι κύριες πηγές πληροφοριών στις οποίες πρέπει να ανατρέξει ο κατασκευαστής του μοντέλου είναι : process plans, μετρήσεις χρόνου, συνταγές, διαγράμματα ροής, χωροταξικά διαγράμματα, συνεντεύξεις, επισκέψεις σε χώρους, στοιχεία και προδιαγραφές κατασκευαστών κ.ά.

Τις περισσότερες φορές τα δεδομένα είναι σε τέτοια μορφή που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμέσως στο μοντέλο. Ειδικά οι μετρήσεις τυχαίων (στοχαστικών) φαινομένων θα πρέπει να παρασταθούν είτε ως θεωρητικές κατανομές πιθανοτήτων, είτε ως εμπειρικές κατανομές. Σήμερα, η αντιστοίχιση των δεδομένων μας με κάποια θεωρητική κατανομή γίνεται αυτόματα με τη χρήση εργαλείων λογισμικού που ονομάζονται Distribution Fitting Packages. Τα πακέτα αυτά δέχονται ως εισαγόμενα τις μετρήσεις μας και αφού καθορίσουμε το είδος της κατανομής που ζητούμε μας δίδουν τις παραμέτρους της θεωρητικής κατανομής πιθανοτήτων που αντιστοιχεί καλύτερα στα δεδομένα μας.

2.6.6 Κατασκευή του πλήρους μοντέλου

Το τελικό μοντέλο κτίζεται στον υπολογιστή σε κάποιο περιβάλλον προσομοίωσης. Γενικά, δεν υπάρχει κάποια αυτοματοποιημένη διαδικασία / μεθοδολογία ανάπτυξης του μοντέλου που να μπορεί να τη χρησιμοποιήσει ο κατασκευαστής του μοντέλου για να φθάσει βήμα-βήμα από τις προδιαγραφές ή το πρόχειρο μοντέλο στο πλήρες μοντέλο. Μπορεί όμως να ακολουθήσει κάποιες συμβουλές εμπειρικής φύσης που διευκολύνουν τη κατασκευή του μοντέλου :

- Τα δομικά στοιχεία που μοντελοποιούν δραστηριότητες τοποθετούνται σύμφωνα με τη χρονική σειρά εκτέλεσης τους. Ταυτόχρονες ή εναλλακτικές δραστηριότητες τοποθετούνται ‘εν παραλλήλω’.
- Προστίθενται οι διάφοροι πόροι του συστήματος σε σχέση με τις δραστηριότητες που συνοδεύουν. Μαζί τοποθετούνται και οι λογικές συνδέσεις τους.
- Τέλος, προστίθεται η λογική των αποφάσεων. Αυτό βέβαια είναι και το δυσκολότερο κομμάτι της μοντελοποίησης και απαιτεί συνεχή αναθεώρηση του μοντέλου συνολικά. Συνήθως, η λογική των αποφάσεων αφορά τη ροή των οντοτήτων στο σύστημα η οποία, με τη σειρά της, καθορίζεται από τις τιμές των διαφόρων χαρακτηριστικών των οντοτήτων.

2.6.7 Επαλήθευση (Verification) του μοντέλου

Η επαλήθευση του μοντέλου έχει ως σκοπό να δώσει απάντηση στο ερώτημα ‘Το μοντέλο δουλεύει όπως πρέπει να δουλεύει;’. Η επαλήθευση σχετίζεται άμεσα με το εργαλείο – περιβάλλον που χρησιμοποιήθηκε για το κτίσιμο του μοντέλου, δηλαδή με το κατά πόσο ακολουθήθηκαν οι κανόνες που το ίδιο επιβάλλει στη μοντελοποίηση. Τα περισσότερα περιβάλλοντα προσομοίωσης παρέχουν κάποιες δυνατότητες αυτόματης επαλήθευσης και μας προειδοποιούν αν έχουμε κάνει κάποιο λάθος, π.χ αν χάνονται οντότητες στο μοντέλο, αν λείπουν κάποιοι παράμετροι κλπ. Η καλή δόμηση και τμηματοποίηση του μοντέλου βοηθά στη διαδικασία επαλήθευσης.

2.6.8 Επικύρωση (Validation) του μοντέλου

Η διαδικασία της επικύρωσης του μοντέλου αφορά το ερώτημα : ‘Το μοντέλο αναπαριστά το πραγματικό σύστημα σύμφωνα με τα δεδομένα και τις πληροφορίες που έχουν συγκεντρωθεί;’. Πρέπει όμως να παραδεχτούμε από την αρχή ότι δεν υπάρχουν μοντέλα, οποιουδήποτε τύπου και φύσης, που αναπαριστούν ακριβώς ένα σύστημα. Το μοντέλο είναι απλά μια προσέγγιση του πραγματικού συστήματος. Παρόλα αυτά υπάρχουν δύο σημαντικοί λόγοι για να ξεκινήσει κανείς μια διαδικασία επικύρωσης :

- Όσα περισσότερα στοιχεία έχουμε ότι το μοντέλο είναι έγκυρο τόσο το καλύτερο.

- Η απόδειξη της απόλυτης εγκυρότητας του μοντέλου είναι άχρηστη. Η μόνη απόδειξη που χρειαζόμαστε είναι ότι το μοντέλο είναι μια έγκυρη αναπαράσταση του συστήματος σε σχέση με τον σκοπό της προσομοίωσης.

Η επικύρωση του μοντέλου μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ένας τρόπος είναι η σύγκριση των εξαγόμενων από το μοντέλο με τα εξαγόμενα του πραγματικού συστήματος όταν και τα δύο τροφοδοτούνται με τα ίδια εισαγόμενα. Η σύγκριση αυτή μπορεί να γίνει με τη χρήση στατιστικών ελέγχων. Ένας διαφορετικός τρόπος επικύρωσης είναι το λεγόμενο Turing test. Τα εξαγόμενα του πραγματικού συστήματος και του μοντέλου παρουσιάζονται σε διάφορους ειδικούς από τους οποίους ζητείται να διακρίνουν τα εξαγόμενα του συστήματος από αυτά του μοντέλου. Αν δεν υπάρχει καθαρός διαχωρισμός το μοντέλο θεωρείται έγκυρο.

2.7 Πειραματισμοί – Προσομοιώσεις

2.7.1 Είδη προσομοίωσης

Υπάρχουν δύο ειδών προσομοιώσεις, η διερευνητική (exploratory) και η λειτουργική (operational). Στη πρώτη περίπτωση το μοντέλο διεγείρεται εξωτερικά με τυχαία σήματα / δεδομένα και μας ενδιαφέρει να δούμε την απόκριση του συστήματος σε αυτά τα σήματα. Το μοντέλο θεωρείται παθητικό. Το είδος αυτό της προσομοίωσης χρησιμοποιείται κυρίως όταν μας ενδιαφέρουν στατικά κυρίως χαρακτηριστικά του πραγματικού συστήματος π.χ όταν θέλουμε να βρούμε τη μέγιστη χωρητικότητα ενός συστήματος.

Στη δεύτερη περίπτωση (λειτουργική), λαμβάνεται υπόψη και το εσωτερικό σύστημα ελέγχου του μοντέλου. Λογικά, αυτού του είδους η προσομοίωση χρησιμοποιείται περισσότερο για την αξιολόγηση των δυναμικών χαρακτηριστικών ενός συστήματος και για την αξιολόγηση πολιτικών ελέγχου και λειτουργίας.

2.7.2 Μεταβατικές και σταθερές καταστάσεις

Η δυναμική συμπεριφορά ενός συστήματος διέρχεται από διάφορες φάσεις – καταστάσεις. Μερικές χαρακτηρίζονται ως μεταβατικές και άλλες ως σταθερές. Ένα σύστημα βρίσκεται σε μεταβατική κατάσταση όταν είναι άδειο και αρχίζει να λειτουργεί, όταν μεταβαίνει από μια σταθερή κατάσταση σε μια άλλη και όταν, για κάποιο λόγο, π.χ βλάβη, ξεφεύγει από τη σταθερή του κατάσταση και κατόπιν επανέρχεται. Συνήθως η προσομοίωση αφορά συστήματα σε σταθερή κατάσταση. Δεν είναι όμως σπάνια και η

προσομοίωση μεταβατικών καταστάσεων, π.χ συνωστισμός στο άνοιγμα και κλείσιμο ενός καταστήματος. Οι μεταβατικές καταστάσεις χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή όταν το ενδιαφέρον μας αφορά τη σταθερή κατάσταση ενός συστήματος. Σε αυτή την περίπτωση, υπάρχει κίνδυνος, αποτελέσματα προερχόμενα από μεταβατικές καταστάσεις να αλλοιώσουν τα συνολικά στατιστικά δεδομένα μας.

2.7.3 Εύρεση της περιόδου ζεστάματος (Warm-Up)

Το ζέσταμα είναι η χρονική περίοδος που μεσολαβεί από την έναρξη της προσομοίωσης με το μοντέλο άδειο από οντότητες μέχρι τη στιγμή που εισέρχεται στη σταθερή του κατάσταση. Στη σταθερή κατάσταση, οι μεταβλητές του συστήματος παρουσιάζουν στατιστική κανονικότητα. Δηλαδή, οι στατιστικές κατανομές τους δε διαφέρουν από χρονική περίοδο σε χρονική περίοδο.

Για τη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με τη σταθερή κατάσταση του συστήματος, θέλουμε να γνωρίζουμε ποια αποτελέσματα σχετίζονται με την περίοδο ζεστάματος ώστε να τα αγνοήσουμε. Ένας πρακτικός τρόπος για να βρούμε τη περίοδο ζεστάματος είναι :

- Τρέχουμε 3 με 5 αρκετά ‘μακριές’ χρονικά προσομοιώσεις και σημειώνουμε τη στιγμή που το σύστημα σταθεροποιείται στατιστικά.
- Ελέγχουμε 2-3 μεταβλητές απόκρισης.
- Στη χρονική στιγμή t που σταθεροποιούνται στατιστικά αυτές οι μεταβλητές προσθέτουμε ένα 20 – 30 % ως παράγοντα ασφάλειας.



Η περίοδος $t + 0.3t$ θεωρείται ως περίοδος ζεστάματος. Η περίοδος ζεστάματος μπορεί να βρεθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια υπολογίζοντας τον κινούμενο μέσο με πολλές προσομοιώσεις.

2.7.4 Διάρκεια της προσομοίωσης

Προσομοίωση με γνωστό σημείο περάτωσης

Τα συστήματα παροχής υπηρεσιών, τα σημεία εξυπηρέτησης πελατών, τα συστήματα παραγωγής τύπου job-shop κ.ά προσομοιώνονται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ίσο με αυτό του πραγματικού χρόνου λειτουργίας τους.

Προσομοίωση με άγνωστο σημείο περάτωση (non-terminating)

Ένα σύστημα παραγωγής τύπου batch flow, ένα σύστημα επεξεργασίας εγγράφων, η εντατική μονάδα ενός νοσοκομείου κ.ά χρήζουν προσομοίωσης με άγνωστο σημείο

περάτωσης. Στην προσομοίωση συστημάτων αυτού του είδους χρησιμοποιείται δειγματοληψία με γνωστή περίοδο warm-up.

2.7.5 Δειγματοληψία

Σχεδόν ποτέ μια προσομοίωση δεν είναι αρκετή για να καταλήξει κανείς σε συμπεράσματα. Οι στοχαστικές παράμετροι ‘παίζουν’ σε ένα εύρος τιμών και διαφορετικές προσομοιώσεις δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει κανείς να ακολουθήσει μια διαδικασία δειγματοληψίας με σκοπό το σχηματισμό μιας ευρύτερης εικόνας της συμπεριφοράς του συστήματος. Για να έχει κανείς πολλά δείγματα μπορεί να εκτελέσει πολλές προσομοιώσεις με τις ίδιες τιμές παραμέτρων. Ως αποτέλεσμα ο ενδιαφερόμενος θα έχει ανεξάρτητα δείγματα, μετά όμως από μια χρονοβόρα διαδικασία.

Εναλλακτικά, μπορεί να ακολουθήσει μια μέθοδο που ονομάζεται interval batching. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή τρέχουμε μια μακριά χρονικά προσομοίωση με επανεκκίνηση των στατιστικών μετρήσεων σε τακτά χρονικά διαστήματα. Με αυτό το σύντομο τρόπο έχουμε πολλά δείγματα, τα οποία όμως, δεν είναι απόλυτα ανεξάρτητα. Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιείται ο μέσος όρος των τιμών που εξάγονται από τη κάθε προσομοίωση.

2.7.6 Πειραματισμοί

Η προσομοίωση δε βρίσκει μόνη της τη βέλτιστη λύση ενός προβλήματος. Η βέλτιστη λύση που προέρχεται από μια διαδικασία προσομοίωσης είναι πάντα η βέλτιστη λύση σε σχέση με τις λύσεις που έχουν εξεταστεί. Μερικές φορές, το σύνολο των λύσεων που πρέπει να εξεταστεί δίδεται ρητά. Τις περισσότερες φορές, το σύνολο αυτό πρέπει να σχηματιστεί από τον ενδιαφερόμενο. Το πρόβλημα που προκύπτει σε αυτή τη περίπτωση είναι ‘πως μπορεί να ξέρει κανείς πόσους και ποιους συνδυασμούς παραμέτρων θα πρέπει να εξετάσει κανείς ώστε να είναι σίγουρος, ή σχεδόν σίγουρος, ότι η βέλτιστη (ή μια αποδεκτά βέλτιστη) λύση βρίσκεται μέσα σε αυτό το σύνολο;’

Για τη λύση αυτού του προβλήματος χρειάζεται να καταφύγουμε στη θεωρία σχεδιασμού πειραμάτων (experimental design theory). Στη θεωρία αυτή, οι παράμετροι εισόδου και οι δομικές παραδοχές ενός μοντέλου ονομάζονται παράγοντες (factors) και οι έξοδοι του μοντέλου αποκρίσεις (responses). Οι παράγοντες μπορεί να είναι ποσοτικοί ή

ποιοτικοί και ελεγχόμενοι ή ανεξέλεγκτοι. Επίπεδο παράγοντος ονομάζεται η τιμή ενός παράγοντα η οποία συμπεριλαμβάνεται σε μια ομάδα παραγόντων που χρησιμοποιείται στην εκτέλεση μιας συγκεκριμένης προσομοίωσης.

Το σχεδιασμένο σύμφωνα με παράγοντες πείραμα (factorial designed experiment) είναι μια μέθοδος για την ανάλυση της επίδρασης πολλαπλών παραγόντων σε ένα πείραμα. Οι αποκρίσεις που σχετίζονται με επιλεγμένα κριτήρια απόδοσης εξετάζονται για όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των παραγόντων σε όλα τα επίπεδα τους. Κάθε τέτοιος πιθανός συνδυασμός ονομάζεται σημείο σχεδιασμού (design point). Ο αριθμός των σημείων σχεδιασμού σε ένα πείραμα ισούται με 2^k , όπου k ο αριθμός των παραγόντων.

Ο πίνακας σχεδιασμού (design matrix) περιλαμβάνει όλα τα σημεία σχεδιασμού με τις ανάλογες αποκρίσεις. Τα σημεία + και - αντιστοιχούν σε υψηλές και χαμηλές τιμές των παραγόντων.

2.8 Ανάλυση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης

Το ζητούμενο στην ανάλυση των αποτελεσμάτων είναι να βρούμε πόσο κοντά στις πραγματικές τιμές βρίσκονται οι εκτιμήσεις μας. Για να το βρούμε ακολουθούμε τη παρακάτω διαδικασία.

Μετά την εκτέλεση n προσομοιώσεων βρίσκουμε τη μέση τιμή της παραμέτρου που μας ενδιαφέρει

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Η τυπική απόκλιση (s) είναι

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Το μισό εύρος του διαστήματος εμπιστοσύνης δίδεται από

$$hw = Q \frac{s}{\sqrt{n}}$$

το Q βρίσκεται από στατιστικούς πίνακες και σχετίζεται με το βαθμό εμπιστοσύνης.

Το συνολικό εύρος εμπιστοσύνης είναι μεταξύ $\bar{x} + hw$ και $\bar{x} - hw$ (Αδαμίδης, Εμίρης)

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό θα διατυπώσουμε το θεωρητικό πρόβλημα με το οποίο θα ασχοληθούμε στη διπλωματική εργασία και στη συνέχεια θα περιγράψουμε το μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε για την επίλυση του.

3.1 Διατύπωση Προβλήματος

Θεωρούμε μια υποθετική εταιρία με την επωνυμία KENTPO A.E η οποία λειτουργεί ως integrator δικτύου αξίας. Η εταιρία διαθέτει πίνακα επιλογών στο διαδίκτυο μέσω του οποίου πουλά τα προϊόντα της και οι φυσικές εγκαταστάσεις που έχει στη διάθεση της είναι μία γραμμή παραγωγής όπου συναρμολογούνται τα εξαρτήματα που λαμβάνει από τους προμηθευτές της σε τελικά προϊόντα και αποθήκες όπου κρατά σε απόθεμα τα εξαρτήματα που στέλνουν οι προμηθευτές. Για τη συγκεκριμένη εταιρία θεωρούμε ότι συνεργάζεται με 7 διαφορετικούς προμηθευτές και ότι ο καθένας από αυτούς είναι υπεύθυνος για τη κατασκευή ενός μόνο εξαρτήματος, δηλαδή ένας προμηθευτής για κάθε εξάρτημα, τότε:

- Έστω c_1, c_2, \dots, c_7 είναι τα εξαρτήματα τελικού προϊόντος.
- Έστω τα c_1 στέλνονται στην εταιρία σε παρτίδες μεγέθους b_1 , τα c_2 σε παρτίδες μεγέθους b_2, \dots , τα c_7 σε παρτίδες μεγέθους b_7 .
- Έστω C είναι το σύνολο των επιτρεπόμενων σχηματισμών/ συνθέσεων εξαρτημάτων προϊόντος που σχηματίζονται από τα διακριτά εξαρτήματα τελικού προϊόντος.

$$C = (c_1, c_2, \dots, c_m)$$

Πιο συγκεκριμένα θεωρούμε ότι η εταιρία μέσω του πίνακα επιλογών της διαθέτει τρεις βασικές συνθέσεις προϊόντος / βασικά τελικά προϊόντα τα οποία είναι

$$C_1 = (c_1, c_3, c_6)$$

$$C_2 = (c_2, c_4, c_7)$$

$$C_3 = (c_2, c_5, c_6)$$

- Έστω Sc_{ij} είναι η **ανταλλαξιμότητα (substitutability)** του εξαρτήματος c_i σε σχέση με το c_j .

ΟΡΙΣΜΟΣ :

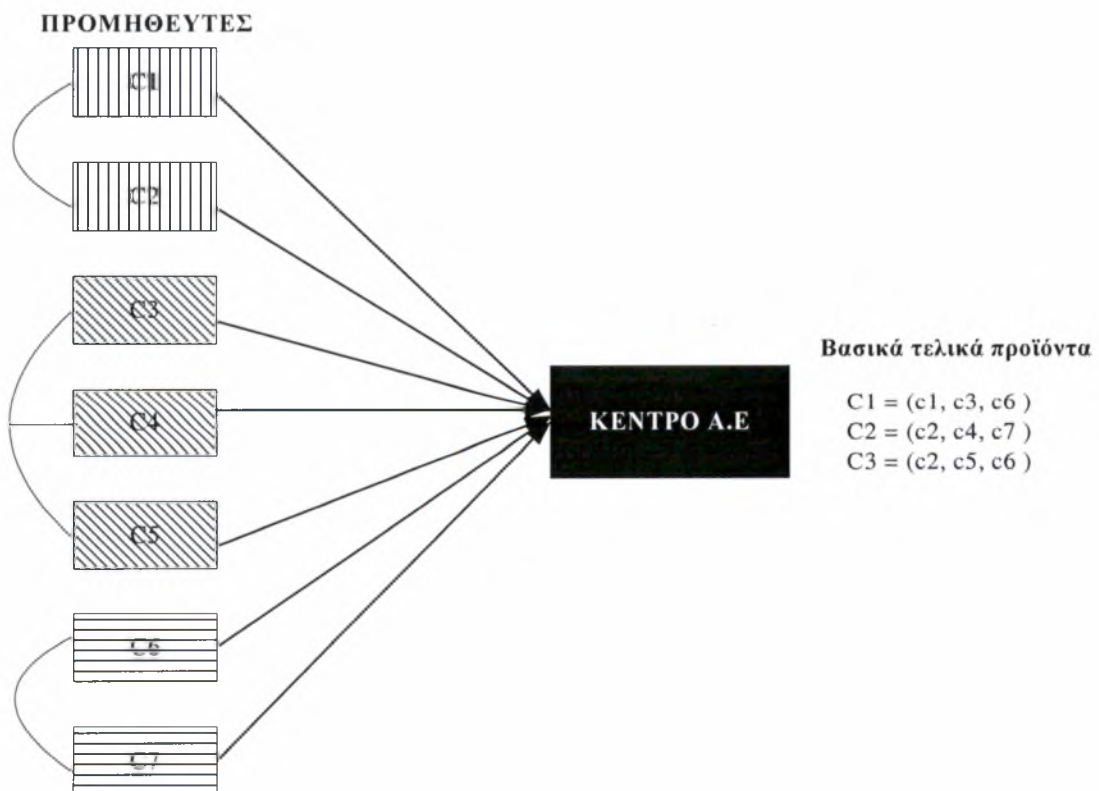
Ορίζουμε την ανταλλαξιμότητα ενός εξαρτήματος c_i σε σχέση με το εξάρτημα c_j σε μία σύνθεση προϊόντος C_x όπου $c_i, c_j \in C_x$, ως τη πιθανότητα ενός πελάτη να διαλέξει το εξάρτημα c_i όταν το c_j δεν είναι διαθέσιμο.

Με άλλα λόγια,

$$Sc_{ij} = p (c_i / c_j)$$

Θεωρούμε ότι από τα εξαρτήματα τελικού προϊόντος c_i όπου $i = 1,2,3,4,5,6,7$ τα εξαρτήματα c_1 και c_2 είναι όμοια και υπάρχει η δυνατότητα το ένα να αντικαταστήσει το άλλο σε μία βασική σύνθεση τελικού προϊόντος σύμφωνα με την ανταλλαξιμότητα τους. Ομοίως τα εξαρτήματα c_3, c_4 και c_5 μπορούν να αντικατασταθούν μεταξύ τους σύμφωνα με την ανταλλαξιμότητα τους. Το ίδιο ισχύει και για τα εξαρτήματα c_6 και c_7 . Αυτό φαίνεται και στο σχήμα 3.1 που ακολουθεί.

Σχήμα 3.1 Σχηματική περιγραφή της ανταλλαξιμότητας μεταξύ των εξαρτημάτων c_i



- Έστω Dc_u είναι η ζήτηση πελάτη για σύνθεση προϊόντος Cu για μία περίοδο T και δίνεται από τη συνάρτηση πιθανότητας

$$Dc_u = F(\mu, \sigma)$$

όπου μ, σ είναι οι παράμετροι της κατανομής.

Θεωρούμε ότι η ζήτηση εκφράζεται από εκθετική κατανομή με μέσο χρόνο $\mu = 2$ λεπτά ή διαφορετικά 30 παραγγελίες ανά ώρα.

Εάν Kc_i είναι το συνολικό κόστος για τη τήρηση αποθέματος για το εξάρτημα c_i , σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Εάν Tc_i είναι το κόστος αποστολής εξαρτήματος τελικού προϊόντος c_i από τον εκάστοτε προμηθευτή c_i στον integrator δικτύου αξίας. Το κόστος αποστολής Tc_i θεωρούμε είναι σταθερό και ανεξάρτητο από τον αριθμό των εξαρτημάτων τελικών προϊόντων που στέλνονται κάθε φορά από τους προμηθευτές c_i .

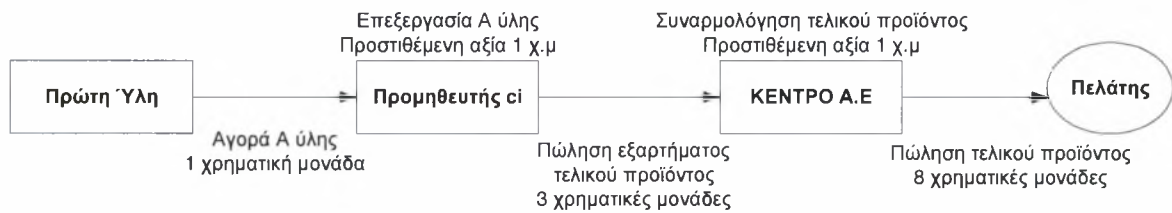
Εάν το κόστος από τις 'μη ικανοποιημένες' παραγγελίες, με τον όρο 'μη ικανοποιημένη' παραγγελία χαρακτηρίζεται η παραγγελία που δε μπορεί να ικανοποιηθεί λόγω της έλλειψης ενός εξαρτήματος c_i , είναι Ξc_i , τότε η αντικειμενική συνάρτηση για κάθε εξάρτημα που παράγεται, αποθηκεύεται, συναρμολογείται και πωλείται από το δίκτυο αξίας έχει τη μορφή :

$$\text{Min}[(Kc_i + Tc_i) + \Xi c_i] \quad (\text{Σχέση 3.1})$$

Όπου $\Xi c_i = d * L$, με d να είναι ο συντελεστής βαρύτητας για τις 'μη ικανοποιημένες' παραγγελίες θεωρούμε $d = 4$ και L να είναι ο αριθμός των 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών. Ο όρος $d = 4$ δηλώνει πως κάθε μία 'μη ικανοποιημένη' παραγγελία έχει ως αποτέλεσμα απώλεια κέρδους ίσο με 4 χρηματικές μονάδες. Αυτό προκύπτει από τη θεώρηση που έχουμε κάνει για τον υπολογισμό του κόστους. Σύμφωνα με τη θεώρηση αυτή οι προμηθευτές c_i αγοράζουν την πρώτη ύλη, για τη κατασκευή ενός εξαρτήματος τελικού προϊόντος, 1 χρηματική μονάδα. Με την επεξεργασία της πρώτης ύλης για την κατασκευή ενός εξαρτήματος προστίθεται αξία 1 χρηματικής μονάδας. Οι προμηθευτές c_i πωλούν κάθε εξάρτημα τελικού προϊόντος στο ΚΕΝΤΡΟ Α.Ε για 3 χρηματικές μονάδες. Η εταιρία συναρμολογεί τα εξαρτήματα σε τελικά προϊόντα προσδίδοντας αξία 1 χρηματικής μονάδας. Αυτό σημαίνει ότι τα εξαρτήματα μετά τη συναρμολόγηση τους 'στοιχίζουν' στη εταιρία 4 χρηματικές μονάδες, η οποία πουλά τα τελικά προϊόντα στους πελάτες προς 8 χρηματικές μονάδες. Προκύπτει έτσι ότι το 'χαμένο' κέρδος από μια 'μη ικανοποιημένη'

παραγγελία είναι 4 χρηματικές μονάδες. Η θεώρηση αυτή παρουσιάζεται σχηματικά παρακάτω.

Σχήμα 3.1 Σχηματική παράσταση της θεώρησης υπολογισμού του κόστους



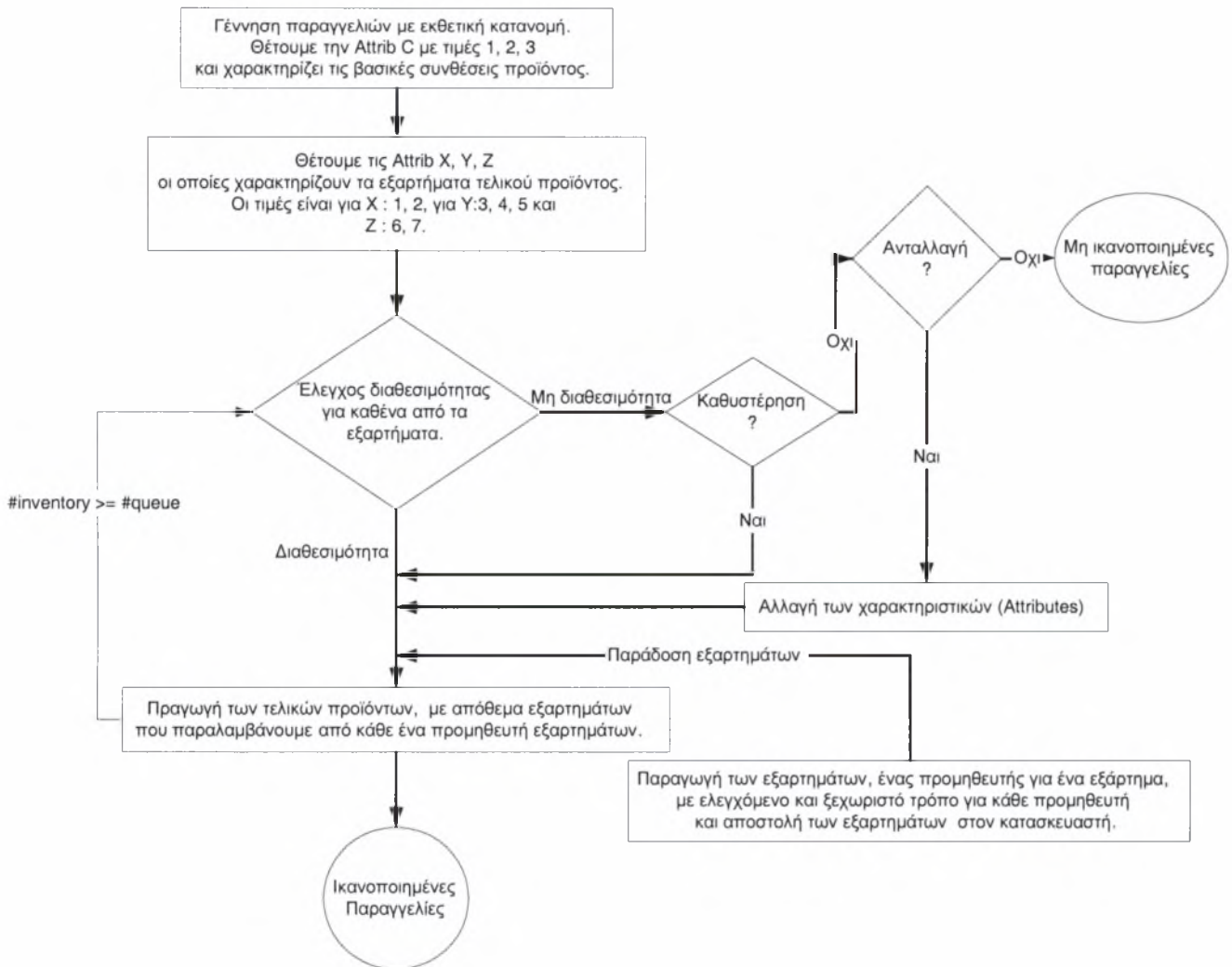
3.1.1 Ορισμός του σκοπού και των στόχων της προσομοίωσης

Ο σκοπός της προσομοίωσης είναι η εύρεση του αριθμού παρτίδας του εξαρτήματος c_i για την αποστολή των εξαρτημάτων από τον προμηθευτή c_i στο integrator δικτύου αξίας για τον οποίο προκύπτει ελάχιστο για την αντικειμενική συνάρτηση. Ζητάμε τον αριθμό παρτίδας με τον οποίο θα έχουμε το ελάχιστο κόστος αποθέματος, αποστολής και κόστος 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών. Θεωρούμε ότι στο πρόβλημα που θα εξετάσουμε ο αριθμός παρτίδας αποστολής είναι ίδιος και για τα 7 εξαρτήματα. Το πρόβλημα με το οποίο θα ασχοληθούμε είναι ουσιαστικά ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης, σχέση 3.1 και πιο συγκεκριμένα πρόβλημα ελαχιστοποίησης της σχέσης 3.1.

3.1.2 Κατασκευή πρόχειρου μοντέλου

Παρακάτω στο σχήμα 3.2 παρουσιάζεται το πρόχειρο μοντέλο του προβλήματος με το οποίο θα ασχοληθούμε. Το πρόχειρο μοντέλο είναι ένα χονδρικό, στατικό (μη εκτελέσιμο) μοντέλο στο οποίο περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία που θα μοντελοποιήσουμε. Στη περίπτωση μας το πρόχειρο μοντέλο είναι ένα διάγραμμα ροής της διαδικασίας που θα μοντελοποιήσουμε και για αυτό το λόγο σχεδιάστηκε με τη χρήση του προγράμματος Visio 2000 της Microsoft. Με βάση το πρόχειρο μοντέλο θα σχηματίσουμε το πλήρες μοντέλο του προβλήματος μας στο περιβάλλον προσομοίωσης Extend της εταιρίας Imagine That!, το οποίο περιγράφουμε παρακάτω.

Σχήμα 3.2 Πρόχειρο μοντέλο



3.2 Περιγραφή Πλήρους Μοντέλου

3.2.1 Περιγραφή του πλήρους μοντέλου

Στο σημείο αυτό θα γίνει η περιγραφή του πλήρους μοντέλου που κατασκευάστηκε στο περιβάλλον EXTEND για την μελέτη του προβλήματος που διατυπώθηκε παραπάνω. Το μοντέλο που κατασκευάσαμε αποτελείται από μεγάλο αριθμό δομικών στοιχείων και για το λόγο αυτό η κατασκευή του πραγματοποιήθηκε με ιεραρχική δομή. Η περιγραφή του θα γίνει σύμφωνα με τον τρόπο κατασκευής του, δηλαδή θα περιγραφούν ένα-ένα τα κύρια ιεραρχικά δομικά στοιχεία (Hierarchical blocks), η σύνθεση των οποίων δίνει το τελικό μοντέλο. Στις εικόνες που παρατίθενται στο παράρτημα της εργασίας παρουσιάζεται η δομή σε περιβάλλον EXTEND για κάθε ένα από τα ιεραρχικά δομικά στοιχεία που θα περιγράψουμε παρακάτω. Οι εικόνες εκτυπώθηκαν σε διάφορες κλίμακες ώστε να χωρέσουν όλα τα δομικά στοιχεία, που τα αποτελούν, σε μία σελίδα.

Το πλήρες μοντέλο αποτελείται από τρία βασικά τμήματα, τα οποία διακρίνονται στην εικόνα Π.1 του παραρτήματος και είναι:

- Το τμήμα ‘Παραγγελίες’, το οποίο αφορά τον τρόπο με τον οποίο καταφθάνουν οι παραγγελίες, δηλαδή η ζήτηση των προϊόντων, καθώς επίσης και τους ελέγχους που πραγματοποιούνται στις παραγγελίες ώστε να εξεταστεί αν μπορούν ικανοποιηθούν ή όχι.
- Το τμήμα των ‘Προμηθευτών’ όπου μοντελοποιείται η γραμμή παραγωγής των προμηθευτών και η αποστολή των εξαρτημάτων των τελικών προϊόντων.
- Το τμήμα ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’ όπου μοντελοποιείται η γραμμή παραγωγής των τελικών προϊόντων στις εγκαταστάσεις του integrator δικτύου αξίας. Στο τμήμα αυτό συναρμολογούνται τα ανεξάρτητα εξαρτήματα που φθάνουν από τους προμηθευτές σε τελικά προϊόντα ανάλογα με τις προδιαγραφές / απαιτήσεις των παραγγελιών.

3.2.2 Παραγγελίες

Τα δομικά στοιχεία που συνθέτουν το ιεραρχικό αυτό στοιχείο είναι ένας αριθμός δομικών στοιχείων και τρία όμοια ιεραρχικά στοιχεία τα οποία περιγράφουν τους ελέγχους που πραγματοποιούνται. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε κάθε ένα από τα ανεξάρτητα δομικά στοιχεία και θα περιγράψουμε και ένα από τα τρία ιεραρχικά στοιχεία. Στην εικόνα Π.2 παρουσιάζεται η δομή αυτού του ιεραρχικού στοιχείου.

Οι οντότητες, που μοντελοποιούν τη ζήτηση / τις παραγγελίες, ‘γεννιούνται’ σε ένα Generator σύμφωνα με εκθετική κατανομή με μέσο όρο 2 λεπτά ή 30 παραγγελίες ανά ώρα. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι δίδουμε στις οντότητες κάποια χαρακτηριστικά (attributes) τα οποία θα μας βοηθήσουν στη μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών των παραγγελιών. Τα βασικά προϊόντα που διαθέτει η εταιρία στους πελάτες της μέσω του πίνακα επιλογής της, είναι τα C_1 , C_2 και C_3 αυτό το μοντελοποιούμε ορίζοντας το χαρακτηριστικό C , στις οντότητες, να παίρνει τις τιμές 1,2 και 3. Κάθε ένα βασικό τελικό προϊόν είναι σύνθεση τριών εξαρτημάτων και πιο συγκεκριμένα :

- Το τελικό προϊόν C_1 είναι σύνθεση των εξαρτημάτων c_1 , c_3 και c_6 .
- Το τελικό προϊόν C_2 είναι σύνθεση των εξαρτημάτων c_2 , c_4 και c_7 .
- Το τελικό προϊόν C_3 είναι σύνθεση των εξαρτημάτων c_2 , c_5 και c_6 .

Αυτό το περιγράφουμε κατά τη μοντελοποίηση με τη χρήση των χαρακτηριστικών X, Y και Z. Θεωρούμε ότι μπορούμε να περιγράψουμε ένα τελικό προϊόν ως προς τα εξαρτήματα που το αποτελούν με ένα διάνυσμα της μορφής (Attrib X, Attrib Y, Attrib Z). Στο χαρακτηριστικό X δίνουμε τις τιμές 1 ή 2 και έτσι δηλώνουμε ότι στο τελικό προϊόν βρίσκεται το εξάρτημα c_1 ή το εξάρτημα c_2 αντίστοιχα. Στο χαρακτηριστικό Y δίνουμε τις τιμές 3 ή 4 ή 5 και έτσι δηλώνουμε ότι στο τελικό προϊόν βρίσκεται το εξάρτημα c_3 ή c_4 ή c_5 αντίστοιχα. Παρομοίως στο χαρακτηριστικό Z δίνουμε τις τιμές 6 ή 7 και έτσι δηλώνουμε ότι στο τελικό προϊόν βρίσκεται το εξάρτημα c_6 ή c_7 αντίστοιχα. Θα πρέπει εδώ να σημειώσουμε ότι τη παραπάνω θεώρηση μπορούμε να τη κάνουμε γιατί μας δίνει αυτή τη δυνατότητα το γεγονός ότι τα εξαρτήματα c_1 και c_2 είναι ουσιαστικά όμοια, όσον αφορά τις ιδιότητες τους, και η διαφορά τους είναι ότι προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές. Το ίδιο ισχύει για τα εξαρτήματα c_3 , c_4 και c_5 καθώς και για τα εξαρτήματα c_6 και c_7 .

Οι οντότητες στη συνέχεια εισέρχονται σε ένα Set Attribute δομικό στοιχείο όπου ορίζεται το χαρακτηριστικό (attribute) C. Το χαρακτηριστικό C παίρνει τις τιμές 1, 2 και 3 με ίση πιθανότητα 33% για κάθε τιμή. Οι οντότητες εισέρχονται σε ένα Get Attribute στοιχείο, που είναι συνδεδεμένο με ένα στοιχείο Select DE Output(5), ο συνδυασμός αυτών των στοιχείων διαχωρίζει τις οντότητες σε τρεις παράλληλες διαδρομές με βάση τη τιμή του χαρακτηριστικού C. Οι οντότητες με τιμή χαρακτηριστικού C ίση με 1 κατευθύνονται στον άνω κλάδο, αυτές με τιμή 2 στο μεσαίο και οι οντότητες με τιμή 3 στο κάτω κλάδο. Οι κλάδοι αυτοί αποτελούνται από ένα Set Attribute δομικό στοιχείο και ένα ιεραρχικό στοιχείο που μοντελοποιεί τους ελέγχους ικανοποίησης των παραγγελιών και θα το περιγράψουμε παρακάτω. Το στοιχείο Set Attribute ορίζει τις τιμές των χαρακτηριστικών (attributes) X, Y και Z στις οντότητες, οι οποίες εκφράζουν τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται κάθε τελικό προϊόν. Το χαρακτηριστικό X παίρνει τη τιμή 1, το Y τη τιμή 3, και το Z τη τιμή 6, στο πάνω κλάδο, το κλάδο του τελικού προϊόντος C_1 . Στο μεσαίο κλάδο, το κλάδο του προϊόντος C_2 , χαρακτηριστικά X, Y και Z παίρνουν τις τιμές 2, 4 και 7 αντίστοιχα. Στο τρίτο και τελευταίο κλάδο, αυτόν του προϊόντος C_3 , οι τιμές που δίδονται στα χαρακτηριστικά X, Y και Z είναι 2, 5 και 6 αντίστοιχα. Οι οντότητες μετά το στοιχείο Set Attribute εισέρχονται στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο 'Έλεγχος Διαθεσιμότητας', το οποίο θα περιγραφεί στη παρακάτω ενότητα, και όταν εξέρχονται από αυτό καταλήγουν σε ένα στοιχείο Combine όπου ενώνονται οι τρεις

παράλληλοι κλάδοι και από εκεί οι οντότητες / παραγγελίες εξέρχονται από το ιεραρχικό στοιχείο ‘Παραγγελίες’ και προωθούνται στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’ για να ικανοποιηθούν.

3.2.2.1 Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Έλεγχος Διαθεσιμότητας’

Το ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Έλεγχος Διαθεσιμότητας’, η δομή του οποίου παρουσιάζεται στην εικόνα Π.3, μοντελοποιεί τους ελέγχους, που γίνονται από την εταιρία, για την ικανοποίηση της κάθε παραγγελίας που εισέρχεται στο σύστημα. Όταν εισέρχεται μια νέα παραγγελία στο σύστημα ελέγχεται, σε πραγματικό χρόνο, η διαθεσιμότητα στο απόθεμα της εταιρίας, των εξαρτημάτων που συνθέτουν το προϊόν της παραγγελίας και:

- Στη περίπτωση που ο έλεγχος της διαθεσιμότητας των εξαρτημάτων δώσει θετικά αποτελέσματα, δηλαδή υπάρχουν στο απόθεμα τα εξαρτήματα που απαιτούνται για τη συγκεκριμένη παραγγελία τότε αυτή προωθείται στη παραγωγή για την εκτέλεση της.
- Στη περίπτωση που διαπιστωθεί ότι κάποιο από τα εξαρτήματα δεν είναι άμεσα διαθέσιμο, δηλαδή δε μπορεί να ικανοποιηθεί άμεσα αυτή η παραγγελία, τότε δίδεται η επιλογή στο πελάτη να περιμένει μέχρι να ικανοποιηθεί η παραγγελία του ή αν δεν αποδεχτεί την επιλογή της αναμονής του προσφέρεται η επιλογή της ανταλλαγής του εξαρτήματος, που δεν είναι διαθέσιμο, με άλλο παρόμοιο εξάρτημα.
- Στη περίπτωση που ο πελάτης δεν αποδεχτεί την επιλογή της ανταλλαγής τότε η παραγγελία αυτή εξέρχεται από το σύστημα ως ‘μη ικανοποιημένη’ με τη χρήση ενός Exit δομικού στοιχείου στο οποίο καταγράφεται και ο αριθμός των ‘μη ικανοποιημένων’ παραγγελιών.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επικοινωνία με το πελάτη πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση του πίνακα επιλογών μέσω του διαδικτύου.

Μία οντότητα με το που εισέρχεται στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Έλεγχος Διαθεσιμότητας’ υπόκειται σε ελέγχους για τη διαθεσιμότητα των εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται. Πρώτα ελέγχονται τα εξαρτήματα που περιγράφονται από το χαρακτηριστικό X, μετά αυτά που περιγράφονται από το χαρακτηριστικό Y και τέλος τα εξαρτήματα που περιγράφονται με το χαρακτηριστικό Z. Οι έλεγχοι πραγματοποιούνται

σειριακά με τη σειρά που αναφέρθηκε προηγουμένως. Η οντότητα υπόκειται στον έλεγχο διαθεσιμότητας των εξαρτημάτων με τη χρήση ενός Decision δομικού στοιχείου που είναι συνδεδεμένο με ένα Select DE Output στοιχείο. Το Decision στοιχείο συγκρίνει ανά πάσα στιγμή τον αριθμό των οντοτήτων / εξαρτημάτων c_i στο απόθεμα του εξαρτήματος c_i του integrator δικτύου αξίας με τον αριθμό των οντοτήτων / παραγγελιών που περιμένουν στην ουρά πριν από την συναρμολόγηση του εξαρτήματος c_i στη γραμμή παραγωγής του integrator. Τα στοιχεία που δίνουν αυτούς τους αριθμούς βρίσκονται στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο 'Παραγωγή Τελικών Προϊόντων'. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι όταν στη συνέχεια της εργασίας αναφερόμαστε σε έλεγχο διαθεσιμότητας κάποιου εξαρτήματος c_i αυτός γίνεται με τον τρόπο που μόλις περιγράψαμε.

- Αν ο αριθμός των εξαρτημάτων στο απόθεμα είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των παραγγελιών που περιμένουν στην ουρά τότε η παραγγελία όσον αφορά το συγκεκριμένο εξάρτημα μπορεί να ικανοποιηθεί άμεσα και προωθείται η παραγγελία στους περαιτέρω ελέγχους.
- Εάν όμως συμβεί το αντίθετο τότε προωθείται η οντότητα σε ένα άλλο Select DE Output στοιχείο στο οποίο θα κριθεί η αποδοχή ή όχι, από τον υποψήφιο πελάτη, της επιλογής 'Αναμονή', να περιμένει δηλαδή μέχρι να ικανοποιηθεί η παραγγελία του.

Όσον αφορά την επιλογή 'Αναμονή' έχουμε θεωρήσει ότι η πιθανότητα ένας πελάτης να δεχτεί να περιμένει εξαρτάται από το χρόνο αναμονής μιας παραγγελίας στη ουρά του εξαρτήματος c_i πριν το σταθμό συναρμολόγησης του εξαρτήματος c_i . Θεωρήσαμε ότι η σχέση αυτή εκφράζεται με τη συνάρτηση $Pr = 100 * \text{Exp}((-0.06) * x)$, όπου x ο χρόνος αναμονής μιας παραγγελίας στη ουρά του εξαρτήματος c_i πριν το σταθμό συναρμολόγησης του εξαρτήματος c_i . Σύμφωνα με τη παραπάνω συνάρτηση η πιθανότητα να δεχτεί να περιμένει ένας υποψήφιος πελάτης όταν $x = 0$ είναι $Pr = 100\%$ ενώ για τιμές μεγαλύτερες των 50 ωρών πλησιάζει τη τιμή μηδέν. Η τιμή που προκύπτει από τη συνάρτηση αυτή διαιρείται με το 100 και εισάγεται σε ένα Input Random Number στοιχείο ως την πιο πιθανή τιμή μιας τριγωνικής κατανομής που παράγει τιμές ανάμεσα στο 0 και το 1. Αυτό το κάνουμε για προσδώσουμε στοχαστικότητα στην επιλογή 'Αναμονή'. Η έξοδος του Input Random Number συνδέεται με το Select DE Output στοιχείο 'Αναμονή' και αν η τιμή που παράγεται από τη τριγωνική κατανομή είναι μεγαλύτερη του 0.5 τότε η οντότητα ακολουθεί τη διαδρομή 1, αυτό σημαίνει ότι ο πελάτης αποδέχεται την επιλογή 'Αναμονή'

και η παραγγελία προωθείται για τους περαιτέρω ελέγχους. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή αν η τιμή είναι μικρότερη από 0.5 τότε επιλέγεται η διαδρομή 0, αυτό εκφράζει την άρνηση του πελάτη να δεχτεί την επιλογή 'Αναμονή'. Τότε η οντότητα εισάγεται στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο 'Αντικατάσταση' που προσφέρεται στον υποψήφιο μια νέα επιλογή, αυτή της αντικατάστασης του εξαρτήματος με κάποιο άλλο όμοιο του. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ιεραρχικό δομικό στοιχείο 'Αντικατάσταση' που αφορά την αντικατάσταση των εξαρτημάτων που περιγράφονται από τα χαρακτηριστικά X και Z είναι διαφορετικό από αυτό που αφορά την αντικατάσταση των εξαρτημάτων που περιγράφονται από τα χαρακτηριστικά Y. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι η αντικατάσταση, για εξαρτήματα με χαρακτηριστικά X και Z, πραγματοποιείται μεταξύ 2 εξαρτημάτων ενώ για εξαρτήματα με χαρακτηριστικά Y η αντικατάσταση πραγματοποιείται μεταξύ 3 εξαρτημάτων. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζουμε ως 'Αντικατάσταση' το ιεραρχικό δομικό στοιχείο που αφορά εξαρτήματα με χαρακτηριστικά X και Z και ως 'Αντικατάσταση Attrib Y' το ιεραρχικό στοιχείο που αφορά εξαρτήματα χαρακτηριστικών Y. Παρακάτω θα περιγραφούν και τα δύο ιεραρχικά δομικά στοιχεία.

3.2.2.1.1 Ιεραρχικό δομικό στοιχείο 'Αντικατάσταση'

Το στοιχείο 'Αντικατάσταση' παρουσιάζεται στην εικόνα Π.4 του παραρτήματος. Αποτελείται από ένα δομικό στοιχείο Select DE Output το οποίο μοντελοποιεί την απόφαση του υποψήφιου πελάτη να δεχτεί ή όχι την ανταλλαγή του εξαρτήματος c_j , όταν αυτό δεν είναι διαθέσιμο, με το εξάρτημα c_i . Η πιθανότητα να δεχτεί ο πελάτης την επιλογή αυτή εκφράζεται με την ανταλλαξιμότητα, ο ορισμός της οποίας δόθηκε στη προηγούμενη ενότητα. Η πιθανότητα αυτή είναι που καθορίζει και τι ποσοστό των οντοτήτων / παραγγελιών που εισέρχονται στο στοιχείο Select DE Output θα 'δεχθούν' την ανταλλαγή.

- Στη περίπτωση που ο υποψήφιος πελάτης δε δεχθεί την επιλογή 'Αντικατάσταση' τότε η οντότητα / παραγγελία εξέρχεται από το σύστημα και χαρακτηρίζεται 'μη ικανοποιημένη παραγγελία'.
- Στη περίπτωση όμως που ο υποψήφιος πελάτης δεχθεί την επιλογή 'Αντικατάσταση' τότε η οντότητα / παραγγελία προωθείται σε έλεγχο της διαθεσιμότητας του εξαρτήματος c_i που θα αντικαταστήσει το εξάρτημα c_j και αν:

- ο Το εξάρτημα c_i είναι διαθέσιμο η οντότητα / παραγγελία εισάγεται σε ένα δομικό στοιχείο Change Attribute όπου αλλάζει η τιμή του χαρακτηριστικού X ή Z, ανάλογα με την περίπτωση. Στη συνέχεια η οντότητα / παραγγελία εξέρχεται από το ιεραρχικό δομικό στοιχείο και προωθείται στους περαιτέρω ελέγχους για τα υπόλοιπα εξαρτήματα που την αποτελούν.
- ο Το εξάρτημα c_i δεν είναι διαθέσιμο η οντότητα / παραγγελία εξέρχεται από το σύστημα ως ‘μη ικανοποιημένη παραγγελία’.

Στο σημείο αυτό ολοκληρώνεται η περιγραφή του ιεραρχικού δομικού στοιχείου ‘Αντικατάσταση’ και θα ακολουθήσει η περιγραφή του ‘Αντικατάσταση Attrib Y’.

3.2.2.1.2 Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Αντικατάσταση Attrib Y’

Το ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Αντικατάσταση Attrib Y’ μοντελοποιεί την επιλογή ‘Αντικατάσταση’ μεταξύ των εξαρτημάτων με χαρακτηριστικά Y, δηλαδή μεταξύ των εξαρτημάτων c_3 , c_4 , και c_5 . Στην εικόνα Π.5 διακρίνεται η δομή του συγκεκριμένου ιεραρχικού δομικού στοιχείου.

Με το που εισάγεται μία οντότητα / παραγγελία στο στοιχείο αυτό με τη χρήση ενός Select DE Output(5) στοιχείου και ενός Input Random Number, που με τη χρήση ενός εμπειρικού πίνακα δίνει την ανταλλαξιμότητα μεταξύ των εξαρτημάτων, καθορίζεται ποια διαδρομή θα ακολουθήσει η οντότητα. Οι πιθανές διαδρομές είναι τρεις και είναι ανταλλαγή του c_j από το c_i ή από το c_k ή μη αποδοχή της ανταλλαγής και έξοδος από το σύστημα ως ‘μη ικανοποιημένη παραγγελία’.

Οι διαδρομές που περιγράφουν την ανταλλαγή του c_j από το c_i και αυτή της ανταλλαγής του c_j από το c_k είναι κοινές όσο αφορά τα δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελούνται. Αρχικά γίνεται έλεγχος διαθεσιμότητας του c_i που θα αντικαταστήσει το c_j και αν:

- Αυτό είναι διαθέσιμο τότε η οντότητα / παραγγελία εισέρχεται σε ένα Change Attribute δομικό στοιχείο όπου πραγματοποιείται αλλαγή στη τιμή του χαρακτηριστικού Y της οντότητας και απομάκρυνση της, στη συνέχεια, από το ιεραρχικό δομικό στοιχείο για τη διενέργεια των περαιτέρω ελέγχων.
- Αν όμως το c_i δεν είναι διαθέσιμο τότε προσφέρεται η επιλογή ανταλλαγής του c_j από το c_k και εδώ με βάση την ανταλλαξιμότητα (πιθανότητα) κρίνεται αν ο υποψήφιος πελάτης δεχτεί τη νέα αυτή επιλογή ή όχι.

- ο Στη περίπτωση που δε τη δεχτεί εξέρχεται η οντότητα / παραγγελία του συστήματος ως ‘μη ικανοποιημένη παραγγελία’.
- ο Στη περίπτωση που δεχτεί την νέα επιλογή ελέγχεται η διαθεσιμότητα του εξαρτήματος c_k και αν είναι διαθέσιμο αλλάζει η τιμή του χαρακτηριστικού Y της οντότητας με ένα Change Attribute δομικό στοιχείο και εξάγεται η οντότητα από το ιεραρχικό δομικό στοιχείο. Αν όμως ούτε το εξάρτημα c_k είναι διαθέσιμο τότε η οντότητα εξάγεται από το ιεραρχικό δομικό στοιχείο με το χαρακτηρισμό ‘μη ικανοποιημένη παραγγελία’.

Στο σημείο αυτό ολοκληρώνεται η περιγραφή του ιεραρχικού δομικού στοιχείου ‘Αντικατάσταση $Attrib Y$ ’ και μαζί με αυτό ολοκληρώνεται η περιγραφή του ιεραρχικού δομικού στοιχείου ‘Παραγγελίες’.

3.2.3 Προμηθευτές

Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή του τμήματος του μοντέλου που αφορά τη μοντελοποίηση των προμηθευτών. Το τμήμα αυτό αποτελείται από 7, ίσο με τον αριθμό των προμηθευτών, ιεραρχικά δομικά στοιχεία τα οποία είναι ακριβώς όμοια όσον αφορά τα στοιχεία από τα οποία αποτελούνται, για το λόγο αυτό αρκεί η περιγραφή ενός μόνο ιεραρχικού δομικού στοιχείου. Επιλέξαμε να κατασκευάσουμε 7 ανεξάρτητα ιεραρχικά δομικά στοιχεία γιατί θα έχουμε τη δυνατότητα να θεωρήσουμε διαφορετικά χαρακτηριστικά παραγωγής για κάθε έναν από τους προμηθευτές.

3.2.3.1 Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Προμηθευτής c_i ’

Το ιεραρχικό δομικό στοιχείο που μοντελοποιεί τη γραμμή παραγωγής ενός προμηθευτή c_i αποτελείται έναν αριθμό δομικών στοιχείων συνδεδεμένα σειριακά μεταξύ τους, όπως φαίνεται και στην εικόνα Π.6. Πρώτο στη σειρά είναι ένα Generator δομικό στοιχείο, το οποίο ‘γεννά’ τις οντότητες / πρώτες ύλες από τις οποίες θα κατασκευαστεί το εξάρτημα c_i , ο ρυθμός με τον οποίο ‘γεννιούνται’ οι οντότητες αυτές θεωρήθηκε σταθερός και εκφράστηκε με εκθετική κατανομή που ο μέσος χρόνος της για κάθε ένα προμηθευτή c_i παρουσιάζεται στο πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 Χαρακτηριστικά ‘Generator’ δομικού στοιχείου Προμηθευτών c_i

Προμηθευτής	Μέσος Χρόνος Εκθετικής Κατανομής (λεπτά)	Αριθμός Οντοτήτων ανά Ώρα
Προμηθευτής c_1	6	10
Προμηθευτής c_2	3	20
Προμηθευτής c_3	6	10
Προμηθευτής c_4	6	10
Προμηθευτής c_5	6	10
Προμηθευτής c_6	3	20
Προμηθευτής c_7	6	10

Οι οντότητες εισέρχονται στη συνέχεια σε μία αποθήκη πρώτων υλών, η οποία μοντελοποιείται από ένα Queue FIFO δομικό στοιχείο. Στο στοιχείο αυτό περιμένουν μέχρι να εισέλθουν στο σταθμό εργασίας όπου θα επεξεργασθούν για να παραχθεί το εξάρτημα c_i . Το δομικό στοιχείο Activity Multiple περιγράφει το σταθμό αυτό, ο χρόνος επεξεργασίας θεωρήθηκε 2 ώρες και η χωρητικότητα του δίδεται από τη φόρμουλα : ‘χωρητικότητα = μέσος όρος παραγωγής οντοτήτων, ανά ώρα, στο Generator δομικό στοιχείο + 10% * μέσο όρο παραγωγής οντοτήτων, ανά ώρα, στο Generator δομικό στοιχείο’. Στη συνέχεια οι οντότητες εισέρχονται σε δύο, κατά σειρά, Batch (Variable) δομικά στοιχεία όπου ομαδοποιούνται. Στο πρώτο στοιχείο ομαδοποιούνται σε αριθμό παρτίδας σύμφωνα με αυτό που επιθυμούμε να εξετάσουμε κάθε φορά και ο αριθμός παρτίδας αυτός χαρακτηρίζεται αριθμός παρτίδας αποστολής των εξαρτημάτων τελικού προϊόντος. Στο δεύτερο στοιχείο οι παρτίδες που δημιουργούνται από το πρώτο στοιχείο ομαδοποιούνται εκ νέου σε παρτίδες των 10 οντοτήτων / παρτίδων, αυτό συμβαίνει γιατί θεωρούμε ότι κάθε αποστολή εξαρτημάτων αποτελείται από 10 παρτίδες οι οποίες έχουν μέγεθος ίσο με τον αριθμό παρτίδας αποστολής. Το επόμενο στάδιο είναι η άμεση αποστολή των ομαδοποιημένων οντοτήτων στον integrator. Η αποστολή των παρτίδων μοντελοποιείται από ένα Queue FIFO δομικό στοιχείο, που περιγράφει μια αποθήκη όπου περιμένουν οι παρτίδες μέχρι να αποσταλούν, και ένα Activity Delay δομικό στοιχείο το οποίο εκφράζει το χρόνο αποστολής των παρτίδων στο integrator και είναι ίσος με 2 ώρες. Όταν οι οντότητες εξέρχονται από το Activity Delay δομικό στοιχείο εξέρχονται άμεσα και από το ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Προμηθευτής c_i ’ και προωθούνται στο τμήμα ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’. Στο πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των στοιχείων Activity Multiple και Activity Delay σε κάθε ένα από τους προμηθευτές c_i .

Πίνακας 3.2 Χαρακτηριστικά ‘Activity’ δομικών στοιχείων Προμηθευτών c_i

Προμηθευτής	Activity Multiple	Activity Delay
	Χρόνος Επεξεργασίας (ώρες)	Χρόνος Αποστολής (ώρες)
Προμηθευτής c_1	2	2
Προμηθευτής c_2	2	2
Προμηθευτής c_3	2	2
Προμηθευτής c_4	2	2
Προμηθευτής c_5	2	2
Προμηθευτής c_6	2	2
Προμηθευτής c_7	2	2

3.2.4 Παραγωγή Τελικών Προϊόντων

Το τμήμα ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’ μοντελοποιεί τη γραμμή παραγωγής του integrator του δικτύου αξίας, είναι ένα ιεραρχικό δομικό στοιχείο το οποίο αποτελείται από ανεξάρτητα δομικά στοιχεία. Στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’ εισάγονται οι οντότητες / παραγγελίες που έχουν ολοκληρώσει όλους τους ελέγχους διαθεσιμότητας προκειμένου να ικανοποιηθούν αλλά και τα εξαρτήματα c_i που στέλνουν οι προμηθευτές στον integrator. Μια παραγγελία θεωρείται ότι έχει ικανοποιηθεί όταν ‘ομαδοποιηθεί’ με όλα τα εξαρτήματα c_i που την αποτελούν. Οι οντότητες / παραγγελίες οι οποίες εξάγονται από το ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’ θεωρούνται ικανοποιημένες παραγγελίες και με τη χρήση ενός Exit δομικού στοιχείου εξέρχονται από το σύστημα ως ‘ικανοποιημένη παραγγελία’.

3.2.4.1 Ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’

Στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’, όπως γίνεται αντιληπτό και από την εικόνα Π.7, μπορούμε να διακρίνουμε τρία μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά την ικανοποίηση των οντοτήτων / παραγγελιών ως προς τα εξαρτήματα που χαρακτηρίζονται από το χαρακτηριστικό X, το δεύτερο ως προς τα εξαρτήματα του χαρακτηριστικού Y και το τρίτο αφορά τα εξαρτήματα του χαρακτηριστικού Z. Τα μέρη αυτά αποτελούνται από δύο παράλληλους κλάδους δομικών στοιχείων για τα χαρακτηριστικά X και Z, ο αριθμός των κλάδων είναι ίσος με τον αριθμό των εξαρτημάτων που χαρακτηρίζουν, ενώ το τμήμα που αφορά το χαρακτηριστικό Y αποτελείται από τρεις παράλληλους κλάδους. Όλοι οι παράλληλοι κλάδοι αποτελούνται από τα ίδια ακριβώς δομικά στοιχεία γιατί περιγράφουν την ίδια διαδικασία τη

συναρμολόγηση των εξαρτημάτων προς τελικό προϊόν. Το γεγονός αυτό μας επιτρέπει να περιγράψουμε τα δομικά στοιχεία που αποτελούν ένα από τα τρία μέρη του ιεραρχικού δομικού στοιχείου.

Μία οντότητα / παραγγελία με το που εισέρχεται στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’ διέρχεται μέσα από ένα Get Attribute δομικό στοιχείο το οποίο διαβάζει τη τιμή του χαρακτηριστικού X και τη δίνει σε ένα DE Select Output στοιχείο με το οποίο είναι συνδεδεμένο. Σύμφωνα με τη τιμή αυτή καθορίζεται σε ποιον από τους δύο παράλληλους κλάδους θα οδηγηθεί η οντότητα / παραγγελία. Εάν η τιμή είναι 1 η οντότητα / παραγγελία οδηγείται στον πάνω κλάδο, στο κλάδο για τη συναρμολόγηση του εξαρτήματος c_1 , εάν η τιμή είναι 2 τότε οδηγείται στο κάτω κλάδο, στο κλάδο για την συναρμολόγηση του εξαρτήματος c_2 . Στη συνέχεια, και αφού έχει καθορισθεί ποιο κλάδο θα ακολουθήσει η οντότητα / παραγγελία διέρχεται από ένα Queue FIFO δομικό στοιχείο όπου περιμένει να ‘ομαδοποιηθεί’ με το εξάρτημα c_i που αφορά η παραγγελία. Από το δομικό αυτό στοιχείο λαμβάνουμε ανά πάσα στιγμή τον αριθμό των οντοτήτων / παραγγελιών που βρίσκονται στο στοιχείο, από το συνδετήρα L, τον οποίο χρησιμοποιούμε για τον έλεγχο διαθεσιμότητας που πραγματοποιείται στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγγελίες’. Επίσης λαμβάνουμε ακόμα μια τιμή από αυτό το στοιχείο, το χρόνο αναμονής που περιμένει μια οντότητα / παραγγελία μέχρι να προωθηθεί στο επόμενο στοιχείο. Τη τιμή αυτή τη παίρνουμε από το συνδετήρα W του στοιχείου και χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της πιθανότητας να δεχθούν οι πελάτες την επιλογή ‘Αναμονή’ που τους προσφέρουμε. Η ‘ομαδοποίηση’ πραγματοποιείται με τη χρήση ενός Batch δομικού στοιχείου στο οποίο η μία είσοδος είναι συνδεδεμένη με το Queue FIFO στοιχείο που περιμένει η οντότητα / παραγγελία και η άλλη είσοδος είναι συνδεδεμένη με ένα άλλο Queue FIFO δομικό στοιχείο το οποίο μοντελοποιεί το απόθεμα του integrator σε εξαρτήματα c_i . Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι οντότητες / εξαρτήματα c_i που αποτελούν το απόθεμα του integrator σε εξαρτήματα c_i προέρχονται από το ιεραρχικό δομικό στοιχείο του εκάστοτε ‘Προμηθευτή c_i ’ και πριν εισέλθουν στο δομικό στοιχείο που περιγράφει το απόθεμα περνούν από δύο Unbatch (Variable) δομικά στοιχεία. Με τον τρόπο αυτό διαιρούνται αρχικά οι οντότητες / εξαρτήματα σε 10 παρτίδες και στη συνέχεια οι παρτίδες αυτές σε ανεξάρτητες οντότητες αριθμού ίσου με τον αριθμό παρτίδας που ορίσαμε στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Προμηθευτή c_i ’. Από το Queue FIFO δομικό στοιχείο που μοντελοποιεί το απόθεμα του integrator σε εξαρτήματα c_i , με τη χρήση του

συνδετήρα του L, λαμβάνουμε τον αριθμό των οντοτήτων / εξαρτημάτων που βρίσκονται κάθε στιγμή στο στοιχείο και τον αριθμό αυτό το χρησιμοποιούμε στον έλεγχο διαθεσιμότητας.

Μετά την ‘ομαδοποίηση’ εξαρτήματος και παραγγελίας η οντότητα εισέρχεται σε ένα Activity Multiple δομικό στοιχείο που μοντελοποιείται η συναρμολόγηση του εξαρτήματος c_i . Τα χαρακτηριστικά αυτού είναι χρόνος επεξεργασίας 2 ώρες και χωρητικότητα που δίδεται από τη φόρμουλα: ‘χωρητικότητα = μέσος όρος παραγωγής οντοτήτων / παραγγελιών, ανά ώρα, στο Generator δομικό στοιχείο + 10% * μέσο όρο παραγωγής οντοτήτων / παραγγελιών, ανά ώρα, στο Generator δομικό στοιχείο’. Στο πίνακα 3.3 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά όλων των στοιχείων Activity Multiple του ιεραρχικού δομικού στοιχείου ‘Παραγωγή Τελικών Προϊόντων’.

Πίνακας 3.3 Χαρακτηριστικά ‘Activity Multiple’ δομικών στοιχείων Παραγωγής Τελικών Προϊόντων

Σταθμός Εργασίας	Activity Multiple	
	Χρόνος Επεξεργασίας (ώρες)	Χωρητικότητα (αριθμός οντοτήτων)
Assembly c_1	2	22
Assembly c_2	2	44
Assembly c_3	2	22
Assembly c_4	2	22
Assembly c_5	2	22
Assembly c_6	2	44
Assembly c_7	2	22

Στη συνέχεια όταν η οντότητα εξέρχεται από το Activity Multiple στοιχείου διέρχεται μέσα από ένα Combine στοιχείο στο οποίο γίνεται συνένωση των δυο παράλληλων κλάδων και συνεχίζει τη διαδρομή της στα τμήματα που αφορούν τα χαρακτηριστικά Y και Z, των εξαρτημάτων, με τη σειρά που αναφέρονται. Οι διαδικασίες στις οποίες υπόκειται μία οντότητα / παραγγελία στα τμήματα αυτά είναι ίδιες με αυτές που περιγράψαμε παραπάνω. Όταν ολοκληρωθεί η διέλευση της οντότητας / παραγγελίας και από το τμήμα του χαρακτηριστικού Z τότε αυτή εξέρχεται από το ιεραρχικό δομικό στοιχείο.

Με τη περιγραφή αυτού του ιεραρχικού δομικού στοιχείου ολοκληρώνεται εδώ η περιγραφή του μοντέλου που χρησιμοποιήσαμε στους πειραματισμούς μας.

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΙ

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν οι πειραματισμοί που εκτελέσαμε με σκοπό να βρούμε τη βέλτιστη λύση του προβλήματος, γιατί όπως αναφέρθηκε η προσομοίωση δε βρίσκει μόνη της τη βέλτιστη λύση αλλά η βέλτιστη λύση που προέρχεται από τη διαδικασία προσομοίωσης είναι η βέλτιστη σε σχέση με τις λύσεις που έχουν εξεταστεί.

4.1 Πειραματισμοί

Θα εξετάσουμε το μοντέλο για δύο διαφορετικές περιπτώσεις ζήτησης τελικών προϊόντων και για κάθε μια από αυτές τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας των εξαρτημάτων τελικών προϊόντων. Το νέο στοιχείο σε μια τέτοια μελέτη είναι το φαινόμενο της ανταλλαξιμότητας, ο ορισμός της οποίας δόθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Θεωρούμε ότι η ανταλλαξιμότητα θα είναι κοινή για όλα τα εξαρτήματα τελικών προϊόντων. Τους πειραματισμούς μπορούμε να τους διακρίνουμε σε δύο φάσεις. Στη πρώτη φάση εξετάζουμε έξι περιπτώσεις, δύο περιπτώσεις ζήτησης και για κάθε μια τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας, για χρονική διάρκεια ενός μήνα, 30 μέρες το μήνα, 7 μέρες την εβδομάδα και 24 ώρες την ημέρα. Θεωρούμε ότι η εταιρία λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο και τις 7 μέρες της εβδομάδας, οπότε ο χρόνος προσομοίωσης υπολογισμένος σε ώρες είναι:

$$1 \text{ (μήνας)} * 30 \text{ (ημέρες / μήνα)} * 24 \text{ (ώρες / ημέρα)} = 720 \text{ ώρες}$$

Στη πρώτη φάση εξετάζουμε τις περιπτώσεις για ένα μεγάλο εύρος αριθμών παρτίδας αποστολής των εξαρτημάτων και πιο συγκεκριμένα για τους 1, 5, 10, 20, 50, 80 και 100. Στη δεύτερη φάση η χρονική διάρκεια της προσομοίωσης του μοντέλου είναι 720 ώρες, όπως και η πρώτη φάση, και για τις έξι περιπτώσεις αλλά είναι πιο μικρό το εύρος των αριθμών παρτίδας αποστολής τελικών εξαρτημάτων που εξετάζουμε. Στη φάση αυτή εξετάζουμε ένα μικρό εύρος αριθμών παρτίδας γύρω από τους αριθμούς παρτίδας που είχαν στη πρώτη φάση τα μικρότερα αντικειμενικά κόστη. Μέσα από αυτό το εύρος αριθμών παρτίδας θα προκύψουν οι βέλτιστες λύσεις. Πιο αναλυτικά οι περιπτώσεις που εξετάζουμε παρουσιάζονται στο πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1. Συγκριτικός πίνακας πειραματισμών

Περιπτώσεις	Ζήτηση Τελικών Προϊόντων	Συντελεστής Μεταβλητότητας Ζήτησης	Ανταλλαξιμότητα	Α Φάση		Β Φάση	
				Αριθμός Παρτίδας	Χρόνος Προσομοίωσης	Αριθμός Παρτίδας	Χρόνος Προσομοίωσης
1 ^η	30 παραγγελίες ανά ώρα ή εκθετική κατανομή κατανομή με μέσο χρόνο 2 λεπτά	CV=0.75	Χαμηλή (10%)	1, 5, 10, 20, 50, 80, 100	720 ώρες	2,3,4,5,6,8, 10,12	720 ώρες
2 ^η			Μέτρια (50%)			2,3,4,5,6,8, 10,12,16,20, 24	
3 ^η			Υψηλή (90%)			80,90,95, 100,105,110 ,120	
4 ^η			Χαμηλή (10%)				
5 ^η			Μέτρια (50%)				
6 ^η			Υψηλή (90%)			CV=1.5	

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι αριθμοί παρτίδας αποστολή της Β φάσης προκύπτουν από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της Α φάσης. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων αυτών θα περιγραφεί αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

4.1.1 Περιπτώσεις ζήτησης τελικών προϊόντων

Όπως αναφέρθηκε η ζήτηση τελικών προϊόντων εκφράζεται από μία εκθετική κατανομή με μέσο χρόνο 2 λεπτά, διαφορετικά 30 παραγγελίες ανά ώρα. Στη παρούσα εργασία θα μελετήσουμε την αντίδραση του μοντέλου για δύο διαφορετικές τιμές του συντελεστή μεταβλητότητας (coefficient variation – CV) της ζήτησης τελικών προϊόντων. Ο συντελεστής μεταβλητότητας (coefficient variation – CV) εκφράζεται από το κλάσμα

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

όπου σ είναι η τυπική απόκλιση και μ η μέση τιμή (Λυμπερόπουλος 2000), που στη περίπτωση μας είναι ο μέσος χρόνος της εκθετικής κατανομής και ίσο με 2 λεπτά.

Οι τρεις διαφορετικές τιμές του συντελεστή μεταβλητότητας που θα εξετάσουμε είναι $CV = 0.75$ και $CV = 1.5$ οι οποίες προκύπτουν από το παραπάνω τύπο, για τιμές της τυπικής απόκλισης $\sigma = 1.5$ και $\sigma = 3$ αντίστοιχα και για σταθερή τιμή $\mu = 2$ της μέσης τιμής. Για τη πρώτη περίπτωση με $CV = 0.75$ θεωρούμε ότι οι παραγγελίες τελικών προϊόντων καταφθάνουν με μεταβλητότητα που χαρακτηρίζεται χαμηλή μεταβλητότητα ενώ για τη δεύτερη περίπτωση, $CV = 1.5$, εξετάζουμε τη περίπτωση που οι παραγγελίες καταφθάνουν με υψηλή μεταβλητότητα.

4.1.1.1 Μοντελοποίηση των περιπτώσεων ζήτησης τελικών προϊόντων

Οι περιπτώσεις ζήτησης τελικών προϊόντων μοντελοποιήθηκαν μέσα στο ιεραρχικό δομικό στοιχείο ‘Παραγγελίες’ του μοντέλου βάσης με τη χρήση δύο ανεξάρτητων δομικών στοιχείων, ενός Input Random Number και ενός Equation. Το δομικό στοιχείο Input Random Number, με τη χρήση της κανονικής κατανομής με μέση τιμή $\mu = 2$ και τυπική απόκλιση $\sigma = 1.5$ για $CV = 0.75$ και $\sigma = 3$ για $CV = 1.5$, παράγει τιμές / πραγματικούς αριθμούς οι οποίοι εισέρχονται στο δομικό στοιχείο Equation και από αυτό εξέρχονται οι απόλυτες τιμές των πραγματικών αριθμών. Με τον τρόπο αυτό δε επιτρέπεται σε αρνητικές τιμές των αριθμών να συνεχίσουν στο σύστημα. Οι τιμές, αφού εξέλθουν από το Equation δομικό στοιχείο, εισέρχονται στο δομικό στοιχείο Generator, το

οποίο ‘γεννά’ τις παραγγελίες ζήτησης τελικών προϊόντων, μέσο του συνδετήρα 1 ως ο μέσος χρόνος της εκθετικής κατανομής που εκφράζει τη ζήτηση τελικών προϊόντων.

4.1.2 Περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας

Οι περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας με τις οποίες πειραματιστήκαμε στην εργασία είναι τρεις και διακρίνονται σε χαμηλή, μέτρια και υψηλή ανταλλαξιμότητα. Σε κάθε περίπτωση η ανταλλαξιμότητα είναι κοινή για όλα τα εξαρτήματα τελικού προϊόντος. Όπως αναφέρθηκε η ανταλλαξιμότητα είναι ουσιαστικά πιθανότητα και στη συγκεκριμένη εργασία θεωρήσαμε πως η χαμηλή ανταλλαξιμότητα εκφράζεται με πιθανότητα 10 % να επιλέξει ο πελάτης το εξάρτημα c_i όταν το εξάρτημα c_j δεν είναι διαθέσιμο. Αντίστοιχα θεωρήσαμε πως η μέτρια ανταλλαξιμότητα εκφράζεται με τη πιθανότητα 50 % και η υψηλή ανταλλαξιμότητα με τη πιθανότητα 90 %.

4.1.2.1 Μοντελοποίηση των περιπτώσεων ανταλλαξιμότητας

Στο κεφάλαιο όπου γίνεται η περιγραφή του μοντέλου αναφέρθηκε πως η απόφαση του υποψήφιου πελάτη να δεχθεί ή όχι την επιλογή της αντικατάστασης που του δίδεται όταν το εξάρτημα που επέλεξε δεν είναι διαθέσιμο μοντελοποιήθηκε με τη χρήση του δομικού στοιχείου Select DE Output. Στο στοιχείο αυτό είναι δυνατό να ορίσουμε με τη μορφή πιθανότητας, π.χ 0.5, ποια διαδρομή θα ακολουθήσει η οντότητα / υποψήφιος πελάτης μέσα στο μοντέλο, δηλαδή αν θα δεχθεί την επιλογή και θα συνεχίσει ή όχι και θα εξέλθει από το μοντέλο. Για κάθε περίπτωση ανταλλαξιμότητας ορίζουμε τη πιθανότητα αυτή, με βάση αυτά που θεωρήσαμε στη παραπάνω παράγραφο, σε όλα τα δομικά στοιχεία Select DE Output που αφορούν την επιλογή της αντικατάστασης.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΝΑΛΥΣΗ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ανάλυση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την προσομοίωση καθώς επίσης και παρουσίαση των συμπερασμάτων που προκύπτουν από την ανάλυση. Όσον αφορά τη δομή του συγκεκριμένου κεφαλαίου θα παρουσιαστούν αρχικά τα αποτελέσματα των δύο φάσεων των πειραματισμών για τις περιπτώσεις χαμηλής μεταβλητότητας ($CV=0.75$) της ζήτησης τελικών προϊόντων, δηλαδή οι περιπτώσεις 1^η, 2^η και 3^η και στη συνέχεια τα αποτελέσματα των δύο φάσεων για τις περιπτώσεις υψηλής μεταβλητότητας ($CV=1.5$), δηλαδή οι περιπτώσεις 4^η, 5^η και 6^η. Οι παράμετροι του μοντέλου που εξετάζονται κατά τους πειραματισμούς είναι:

- Το κόστος που προκύπτει από την αντικειμενική συνάρτηση

$$\text{Min}[(Kc_i + Tc_i) + \Xi c_i]$$

την οποία θέλουμε να ελαχιστοποιήσουμε, για κάθε αριθμό παρτίδας αποστολής εξαρτημάτων τελικού προϊόντος. Η παραπάνω σχέση περιγράφεται αναλυτικά στη παράγραφο 3.1 της εργασίας.

- Ο βαθμός ικανοποίησης των πελατών που εκφράζεται από το λόγο

$$\text{Βαθμός Ικανοποίησης} = \frac{\text{Ικανοποιημένες Παραγγελίες}}{\text{Ικανοποιημένες Παραγγελίες} + \text{'Μη Ικανοποιημένες' Παραγγελίες}}$$

και τον οποίο θέλουμε να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερος για κάθε αριθμό παρτίδας.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι σε κάθε μια από τις περιπτώσεις που εξετάζουμε, ο αριθμός παρτίδας για τον οποίο θα έχουμε το ελάχιστο κόστος από την αντικειμενική συνάρτηση, ελάχιστο αντικειμενικό κόστος, και συγχρόνως υψηλό βαθμό ικανοποίησης θα θεωρείται η λύση του προβλήματος μας, σε σχέση με τους άλλους αριθμούς παρτίδας που εξετάζουμε.

5.1 Περιπτώσεις 1^η – 2^η – 3^η : Χαμηλή Μεταβλητότητα και Χαμηλή – Μέτρια – Υψηλή Ανταλλαξιμότητα

Στις περιπτώσεις αυτές που εξετάζουμε αφορά πειραματισμούς που πραγματοποιούνται για χαμηλή μεταβλητότητα της ζήτησης τελικών προϊόντων και πιο συγκεκριμένα για συντελεστή μεταβλητότητας ίσο με $CV = 0.75$ και για χαμηλή ανταλλαξιμότητα που

εκφράζεται από τη πιθανότητα 10% (1^η περίπτωση), μέτρια ανταλλαξιμότητα που εκφράζεται από τη πιθανότητα 50% (2^η περίπτωση) και για υψηλή ανταλλαξιμότητα με πιθανότητα 90% (3^η περίπτωση). Για κάθε μια από τις φάσεις των πειραματισμών έχουμε.

5.1.1 Α Φάση Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας

Στη φάση αυτή έτρεξε το μοντέλο για 7 διαφορετικούς αριθμούς παρτίδας αποστολής των εξαρτημάτων τελικού προϊόντος, τους 1, 5, 10, 20, 50, 80 και 100 και χρόνο προσομοίωσης 720 ώρες. Πραγματοποιήθηκαν 20 τρεξίματα για κάθε αριθμό παρτίδας ώστε να έχουμε ένα ικανοποιητικό δείγμα τιμών για να υπολογίσουμε για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% το μέσο αντικειμενικό κόστος για κάθε αριθμό παρτίδας. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων και οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται στη παράγραφο 2.8 της εργασίας.

5.1.1.1 Αποτελέσματα Α Φάσης Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας

Τα αποτελέσματα της Α φάσης που αφορούν το αντικειμενικό κόστος παρουσιάζονται στο πίνακα 5.1.1 για τη περίπτωση χαμηλής ανταλλαξιμότητας, στο πίνακα 5.1.2 για τη περίπτωση μέτριας ανταλλαξιμότητας και στο πίνακα 5.1.3 για τη περίπτωση υψηλής ανταλλαξιμότητας. Στους πίνακες αυτούς για κάθε αριθμό παρτίδας έχουμε το μέσο αντικειμενικό κόστος και τα όρια του εύρους εμπιστοσύνης για βαθμό εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι αριθμοί στους πίνακες εκφράζουν χρηματικές μονάδες.

Πίνακας 5.1.1 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=0.75 Χαμηλής Ανταλλαξιμότητας

Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Ανω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Ανω Όριο
1	15877372	40775	15836597	15918147	55735	15821636	15933107
5	1786597	117096	1669501	1903693	160058	1626539	1946655
10	1875384	92583	1782801	1967968	126552	1748833	2001936
20	2046831	70496	1976335	2117326	96360	1950471	2143190
50	2579539	72899	2506640	2652438	99645	2479894	2679184
80	2928204	34318	2893886	2962523	46910	2881295	2975114
100	3126093	31379	3094714	3157472	42892	3083202	3168985

Πίνακας 5.1.2 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=0.75 Μέτριας Ανταλλαξιμότητας

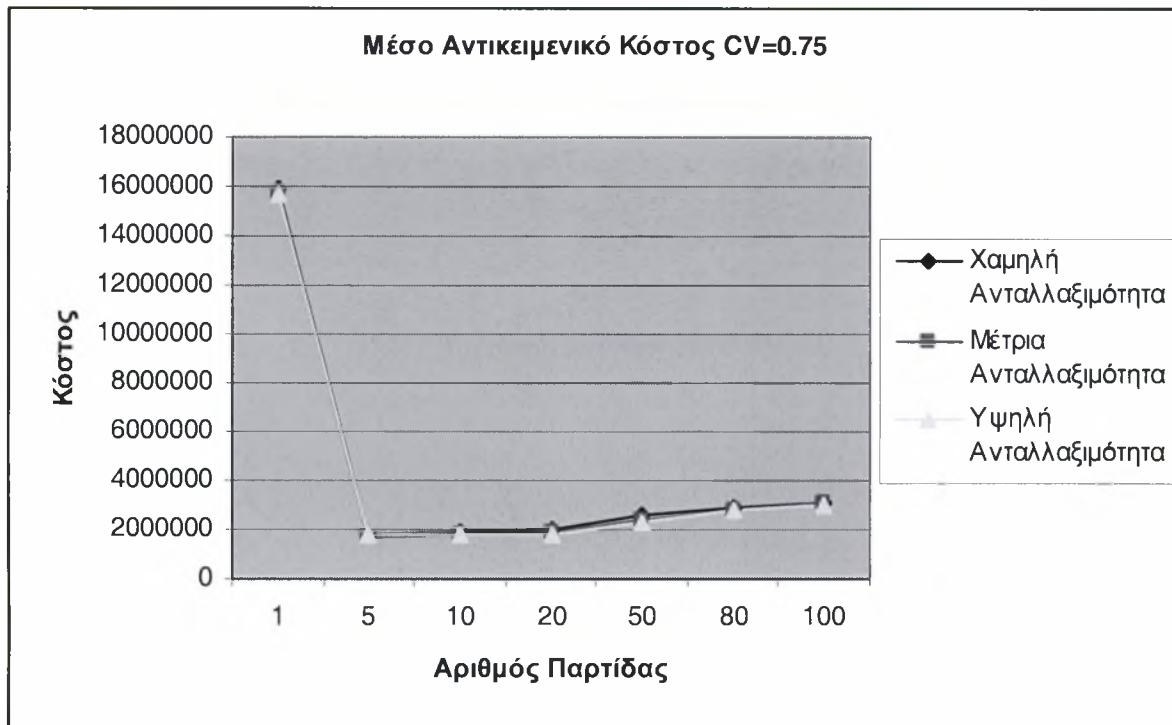
Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
1	15746235	38657	15707578	15784893	52840	15693395	15799076
5	1737749	75343	1662406	1813093	102986	1634763	1840736
10	1805764	113098	1692667	1918862	154592	1651172	1960357
20	1903614	85168	1818446	1988782	116416	1787198	2020030
50	2449624	60461	2389163	2510086	82644	2366980	2532269
80	2849032	41902	2807130	2890934	57276	2791757	2906308
100	3071437	34453	3036984	3105891	47094	3024343	3118531

Πίνακας 5.1.3 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=0.75 Υψηλής Ανταλλαξιμότητας

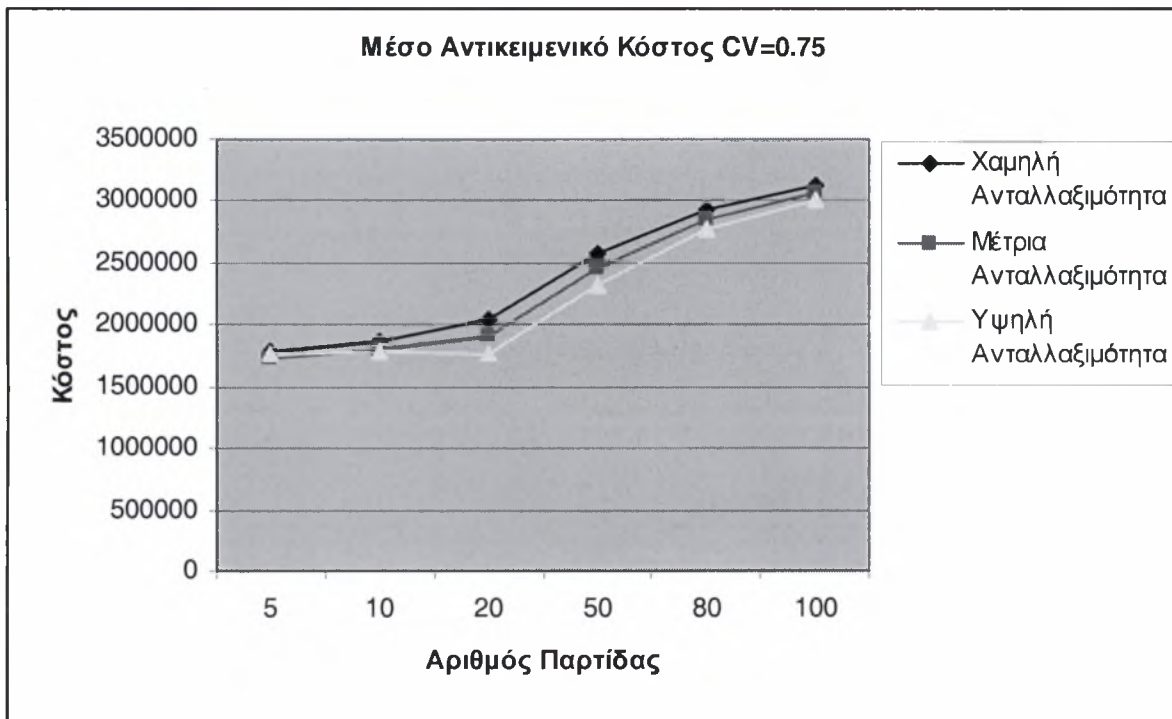
Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
1	15716887	60222	15656665	15777108	82317	15634570	15799203
5	1761835	119604	1642231	1881439	163486	1598349	1925322
10	1784930	150252	1634678	1935182	205379	1579551	1990309
20	1777671	64868	1712803	1842539	88667	1689004	1866338
50	2318442	72818	2245624	2391259	99534	2218908	2417976
80	2769253	40144	2729109	2809397	54872	2714381	2824125
100	3009357	29965	2979392	3039322	40959	2968398	3050316

Τα αποτελέσματα των πινάκων οπτικοποιούνται στα σχήματα που ακολουθούν. Στο σχήμα 5.1.1 παρουσιάζεται το μέσο αντικειμενικό κόστος για τους αριθμούς παρτίδας 1, 5, 10, 20, 50, 80, 100, και για τις περιπτώσεις χαμηλής, μέτριας και υψηλής ανταλλαξιμότητας. Εξαιτίας της μεγάλης μεταβολής του μέσου αντικειμενικού κόστους που παρατηρείται μεταξύ των αριθμών παρτίδας 1 και 5 στο σχήμα 5.1.1, παρουσιάζεται στο σχήμα 5.1.2 το μέσο αντικειμενικό κόστος για τους αριθμούς παρτίδας 5, 10, 20, 50, 80 και 100 και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας ώστε να φανεί πιο ξεκάθαρα η σύγκριση μεταξύ των περιπτώσεων ανταλλαξιμότητας, στο σχήμα 5.1.3 το μέσο αντικειμενικό κόστος με εύρος εμπιστοσύνης διάστημα 95% και στο σχήμα 5.1.4 για διάστημα εμπιστοσύνης 99% για τους ίδιους αριθμούς παρτίδας και για τις ίδιες περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας,

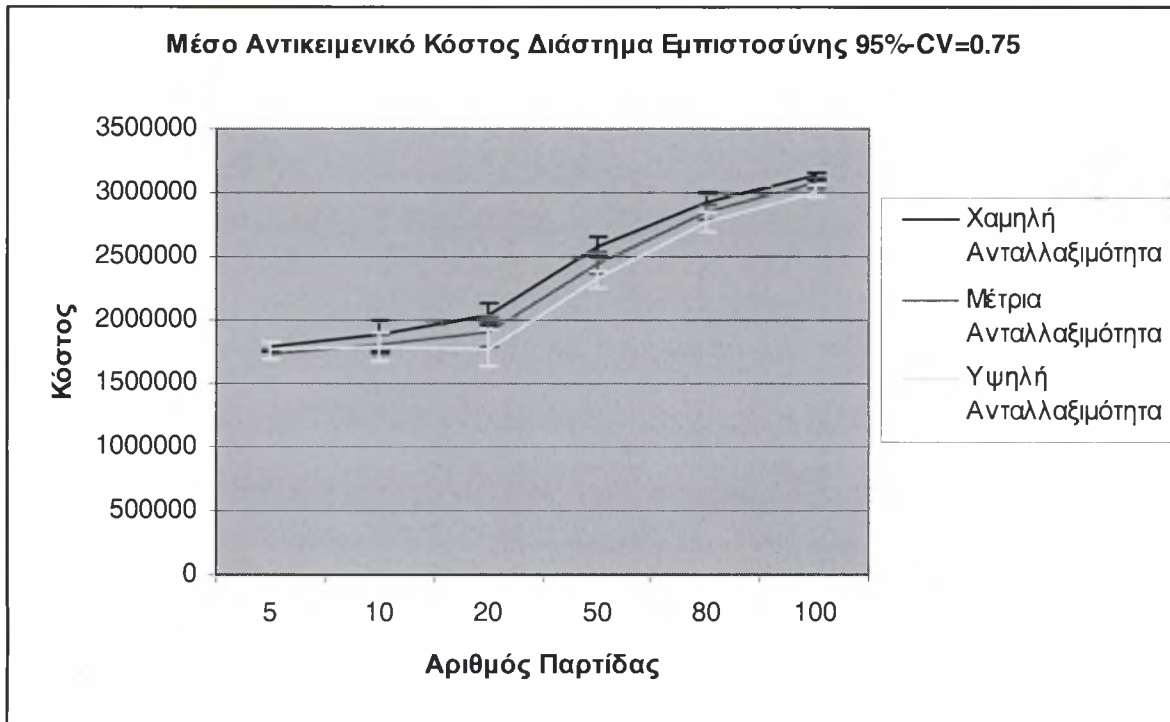
Σχήμα 5.1.1 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=0.75



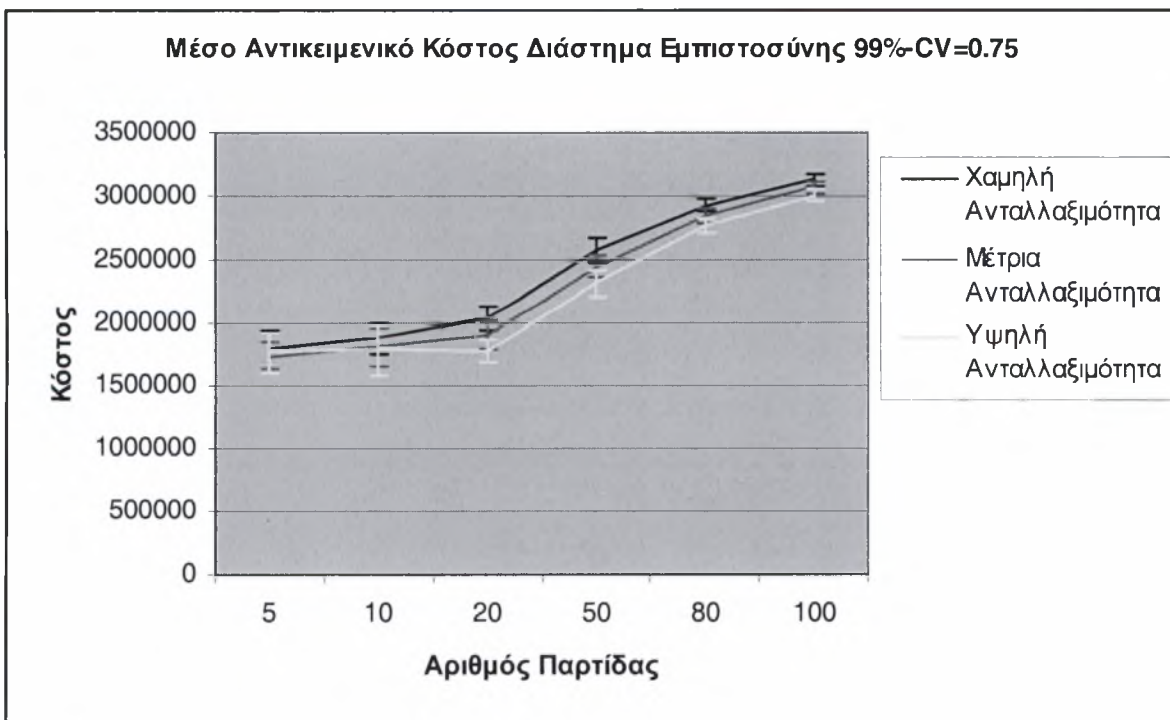
Σχήμα 5.1.2 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=0.75



Σχήμα 5.1.3 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 95% - CV=0.75



Σχήμα 5.1.4 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 99% - CV=0.75

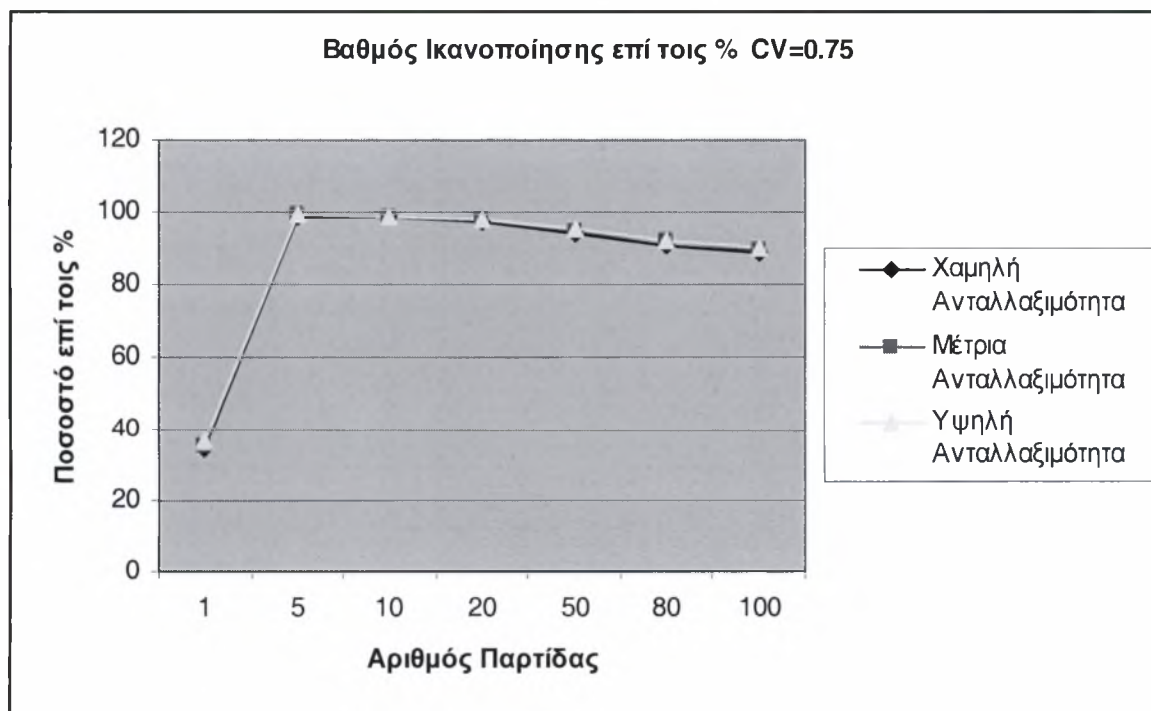


Όσον αφορά τα αποτελέσματα για το βαθμό ικανοποίησης των παραγγελιών ανά αριθμό παρτίδας αποστολής εξαρτημάτων τελικού προϊόντος για κάθε μία από τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας (χαμηλή, μέτρια και υψηλή) αυτά παρουσιάζονται σε ποσοστό επί τοις % στο πίνακα 5.1.4 και στο σχήμα 5.1.5.

Πίνακας 5.1.4 Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών ανά αριθμό παρτίδας – CV=0.75

Αριθμός Παρτίδας	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Χαμηλή Ανταλλαξιμότητα	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Μέτρια Ανταλλαξιμότητα	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Υψηλή Ανταλλαξιμότητα
1	34.57	35.53	36.34
5	98.99	99.11	99.27
10	98.68	98.79	98.97
20	97.60	97.91	98.19
50	94.31	94.98	95.40
80	90.96	91.79	92.19
100	88.69	89.52	90.12

Σχήμα 5.1.5. Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών επί τοις % CV=0.75



5.1.1.2 Συμπεράσματα Α Φάσης Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας

Από τη μελέτη των παραπάνω αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τους πειραματισμούς που διενεργήσαμε οδηγούμαστε στις παρακάτω παρατηρήσεις:

- Από τα παραπάνω στοιχεία γίνεται αντιληπτό ότι για όλους τους αριθμούς παρτίδας που εξετάσαμε, με εξαίρεση τον αριθμό παρτίδας 5, το αντικειμενικό κόστος για κάθε αριθμό παρτίδας είναι συγκριτικά για τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας υψηλό για χαμηλή ανταλλαξιμότητα, μέτριο για μέτρια ανταλλαξιμότητα και χαμηλό για υψηλή ανταλλαξιμότητα. Δηλαδή σε κάθε αριθμό παρτίδας το αντικειμενικό κόστος μειώνεται όσο η πιθανότητα που εκφράζει την ανταλλαξιμότητα αυξάνεται. Αυτό εξηγείται από το ότι όσο αυξάνεται η ανταλλαξιμότητα μειώνεται ο αριθμός των 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών οπότε μειώνεται στην αντικειμενική συνάρτηση το κόστος που αφορά αυτές τις παραγγελίες.
- Για τον αριθμό παρτίδας 5 που αποτελεί εξαίρεση από τη παραπάνω διαπίστωση έχουμε υψηλό αντικειμενικό κόστος για χαμηλή ανταλλαξιμότητα, μέτριο για υψηλή ανταλλαξιμότητα και χαμηλό για μέτρια ανταλλαξιμότητα, συγκριτικά για τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας. Αυτό συμβαίνει γιατί το κόστος αποθέματος στην αντικειμενική συνάρτηση ξεπερνά για αριθμό παρτίδας 5 το κέρδος, στην αντικειμενική συνάρτηση, από τη μείωση των 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών.
- Παρατηρείται μείωση με έντονο ρυθμό στο αντικειμενικό κόστος από τον αριθμό παρτίδας 1 στον αριθμό 5 ενώ από τον αριθμό 5 και μετά το αντικειμενικό κόστος αυξάνεται. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται από το ότι για αριθμό παρτίδας ίσο με 1 έχουμε υψηλά κόστη αποθέματος στην αποθήκη των εξαρτημάτων όπου αποθηκεύονται οι παρτίδες εξαρτημάτων τελικού προϊόντος μέχρι να αποσταλούν από τους προμηθευτές στο KENTPO A.E, μεγάλα κόστη αποστολής των παρτίδων, λόγω της συχνότατης αποστολής εξαρτημάτων, καθώς και μεγάλο κόστος λόγω 'μη ικανοποιημένων' πωλήσεων ενώ για μεγάλους αριθμούς παρτίδας έχουμε υψηλά κόστη αποθέματος των εξαρτημάτων.
- Για τις περιπτώσεις χαμηλής και μέτριας ανταλλαξιμότητας το ελάχιστο αντικειμενικό κόστος το έχουμε για αριθμό παρτίδας ίσο με 5 ενώ και για

αριθμό παρτίδας 10 έχουμε το δεύτερο μικρότερο αντικειμενικό κόστος, με τιμή αντικειμενικού κόστους κοντά σε αυτή του αριθμού παρτίδας 5. Σχετικά με το βαθμό ικανοποίησης σε αυτές τις περιπτώσεις για αριθμό παρτίδας 5 έχουμε τον υψηλότερο βαθμό ικανοποίησης. Αυτό μας οδηγεί να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός παρτίδας 5 είναι ο καλύτερος ανάμεσα σε αυτούς που εξετάσαμε στη συγκεκριμένη φάση.

- Για τη περίπτωση υψηλής ανταλλαξιμότητας το ελάχιστο αντικειμενικό κόστος το έχουμε πάλι για αριθμό παρτίδας 5 αλλά οι τιμές του αντικειμενικού κόστους των αριθμών παρτίδας 10 και 20 είναι κοντά στη τιμή του ελάχιστου αντικειμενικού κόστους. Επίσης στη περίπτωση αυτή ο αριθμός παρτίδας 5 έχει τον υψηλότερο βαθμό ικανοποίησης άρα ο αριθμός παρτίδας 5 μπορεί να θεωρηθεί ο καλύτερος και στη περίπτωση υψηλής ανταλλαξιμότητας.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις θα μας φανούν χρήσιμες για να επιλέξουμε το εύρος του αριθμού παρτίδας αποστολής των εξαρτημάτων τελικού προϊόντος που θα εξετάσουμε στην επόμενη φάση των πειραματισμών.

5.1.2 Β Φάση Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας

Στη Β φάση των πειραματισμών το μοντέλο έτρεξε για χρόνο προσομοίωσης 720 ωρών και έγιναν 20 τρεξίματα για κάθε αριθμό παρτίδας για κάθε μία από τις περιπτώσεις χαμηλής, μέτριας και υψηλής ανταλλαξιμότητας. Το εύρος των αριθμών παρτίδας για τους οποίους έτρεξε το μοντέλο είναι 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 και 12 για τις περιπτώσεις χαμηλής και μέτριας ανταλλαξιμότητας ενώ για τη περίπτωση υψηλής ανταλλαξιμότητας είναι 2,3,4,5,6,8,10,12,16,20 και 24. Η επιλογή τέτοιου εύρους αριθμών παρτίδας έγινε για τους λόγους που εξηγούνται παρακάτω:

- Σχετικά με το εύρος για χαμηλή και μέτρια ανταλλαξιμότητα επιλέχθηκαν οι αριθμοί παρτίδας 2,3 και 4 για να εξεταστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η μεγάλη μείωση του αντικειμενικού κόστους που παρατηρήθηκε μεταξύ των αριθμών παρτίδας 1 και 5. Οι αριθμοί 4,5,6,8,10 και 12 επιλέχθηκαν για να διερευνηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ο βέλτιστος αριθμός παρτίδας σε μια περιοχή αριθμών γύρω από το 5 και το 10 τα οποία δίνουν τις δύο μικρότερες τιμές του αντικειμενικού κόστους.

- Όσον αφορά την υψηλή ανταλλαξιμότητα οι αριθμοί παρτίδας 2,3 και 4 περιλαμβάνονται στο εύρος τιμών που εξετάζουμε για τον ίδιο λόγο που αναφέρθηκε στη προηγούμενη παράγραφο. Η επιλογή των αριθμών 4,5,6,8,10,12,16,20 και 24 έγινε για να εξεταστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η συμπεριφορά του αντικειμενικού κόστους σε ένα εύρος τιμών γύρω από τους αριθμούς παρτίδας 5, 10 και 20 για τους οποίους το αντικειμενικό κόστος έχει τις μικρότερες τιμές. Για κάθε ένα από τους αριθμούς παρτίδας 5, 10 και 20 επιλέξαμε να εξετάσουμε τους γειτονικούς αριθμούς τους που είναι 20% μικρότεροι και 20% μεγαλύτεροι από αυτούς, δηλαδή για τον αριθμό παρτίδας 5 εξετάζουμε τους αριθμούς 4 και 6, για τον αριθμό παρτίδας 10 τους 8 και 12 και για τον αριθμό παρτίδας 20 τους 16 και 24.

5.1.2.1 Αποτελέσματα Β Φάσης Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας

Τα αποτελέσματα των πειραματισμών της Β φάσης σχετικά με το μέσο αντικειμενικό κόστος παρουσιάζονται στο πίνακα 5.1.5 για χαμηλή ανταλλαξιμότητα, στο πίνακα 5.1.6 για μέτρια ανταλλαξιμότητα και στο πίνακα 5.1.7 για υψηλή ανταλλαξιμότητα.. Στο σχήμα 5.1.6 που ακολουθεί τους πίνακες παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα του μέσου αντικειμενικού κόστους για τις περιπτώσεις χαμηλής και μέτριας ανταλλαξιμότητας και στο σχήμα 5.1.7 της υψηλής ανταλλαξιμότητας.

Πίνακας 5.1.5 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=0.75 Χαμηλής Ανταλλαξιμότητας

Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
2	10258101	52521	10205580	10310622	71791	10186310	20444411
3	5282958	64298	5218660	5347256	87889	5195069	10478027
4	1813736	108253	1705483	1921988	147970	1665766	3479501
5	1804964	127724	1677240	1932688	174585	1630379	3435343
6	1808948	94188	1714760	1903136	128745	1680203	3489152
8	1797440	126599	1670841	1924039	173047	1624393	3421833
10	1914435	85473	1828962	1999908	116832	1797603	3712038
12	1892288	135170	1757119	2027458	184763	1707526	3599814

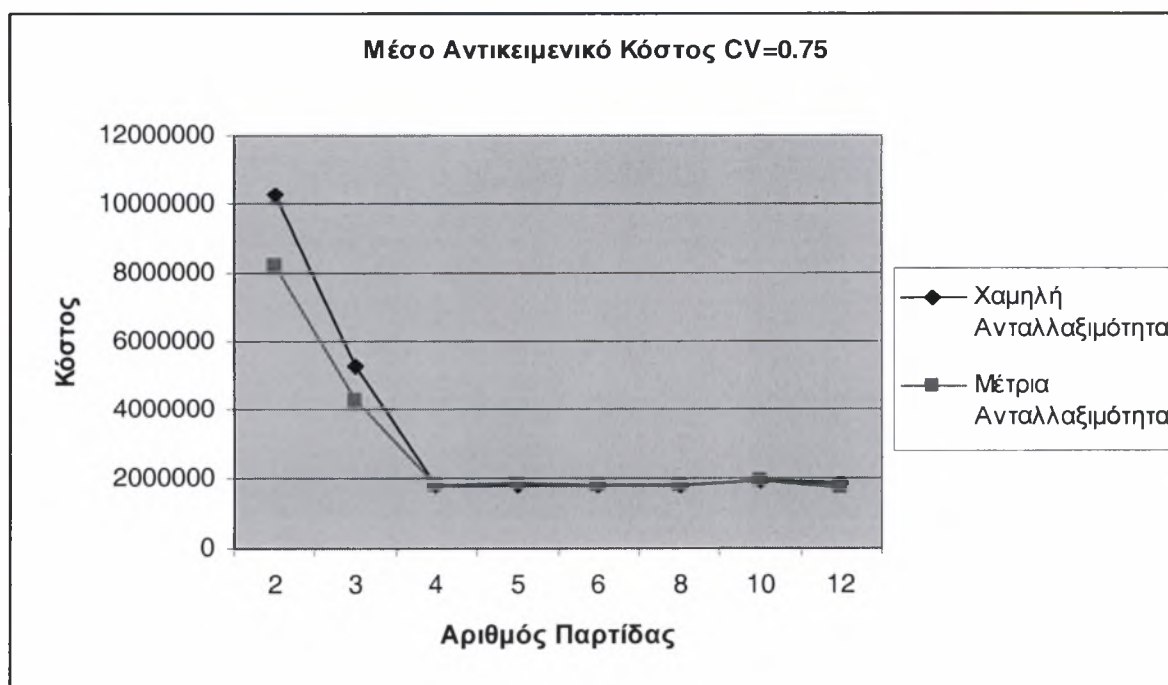
Πίνακας 5.1.6 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=0.75 Μέτριας Ανταλλαξιμότητας

Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
2	8198014	40623	8157391	8238637	55527	8142487	8253541
3	4273368	46218	4227150	4319586	63175	4210193	4336543
4	1806639	80739	1725899	1887378	110362	1696277	1917001
5	1840214	85839	1754375	1926053	117333	1722881	1957547
6	1782961	102352	1680608	1885313	139905	1643056	1922865
8	1783237	112404	1670833	1895640	153644	1629593	1936880
10	1900585	91860	1808725	1992445	125563	1775023	2026148
12	1750209	90396	1659813	1840605	123561	1626648	1873770

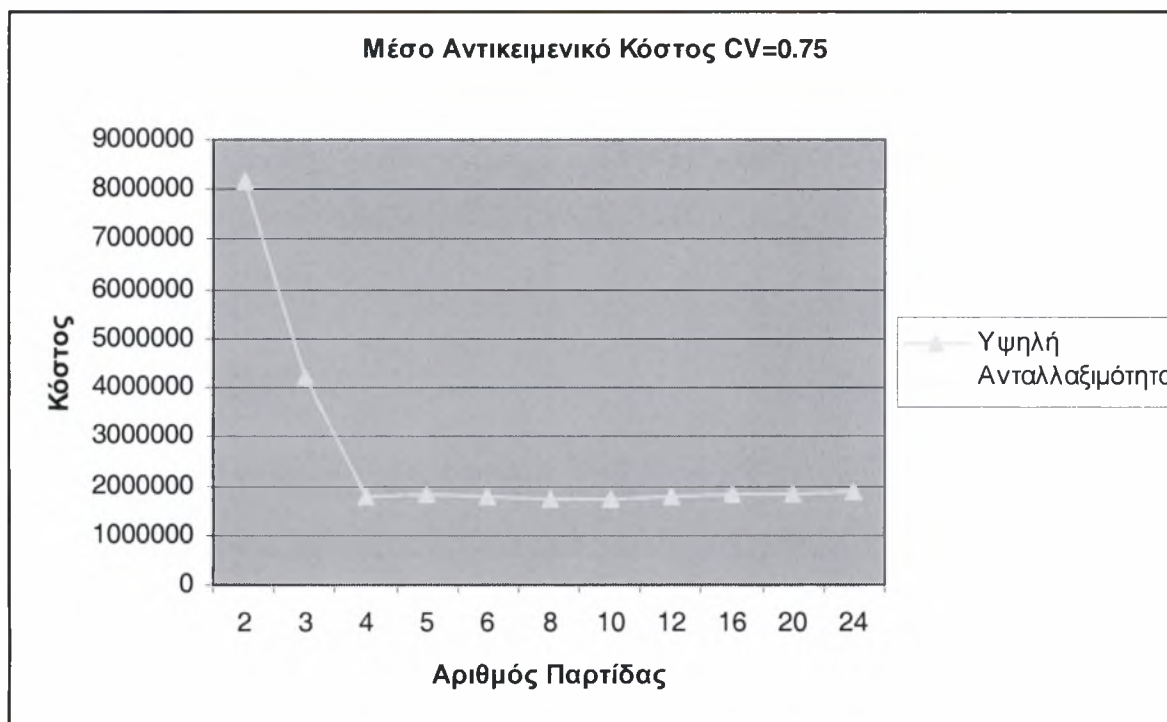
Πίνακας 5.1.7 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=0.75 Υψηλής Ανταλλαξιμότητας

Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
2	8137857	45006	8092851	8182863	61518	8076339	8199375
3	4191248	59416	4131832	4250664	81215	4110033	4272464
4	1758321	107605	1650717	1865926	147084	1611237	1905406
5	1835617	130170	1705447	1965787	177929	1657689	2013546
6	1755981	89620	1666362	1845601	122500	1633481	1878482
8	1706333	120022	1586311	1826354	164057	1542276	1870390
10	1737369	141190	1596179	1878559	192992	1544377	1930361
12	1766683	119348	1647334	1886031	163137	1603546	1929819
16	1814626	122894	1691731	1937520	167984	1646642	1982609
20	1838773	73296	1765477	1912069	100187	1738586	1938960
24	1865547	92652	1772895	1958200	126646	1738901	1992193

Σχήμα 5.1.6 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Χαμηλής και Μέτριας Ανταλλαξιμότητας-CV=0.75

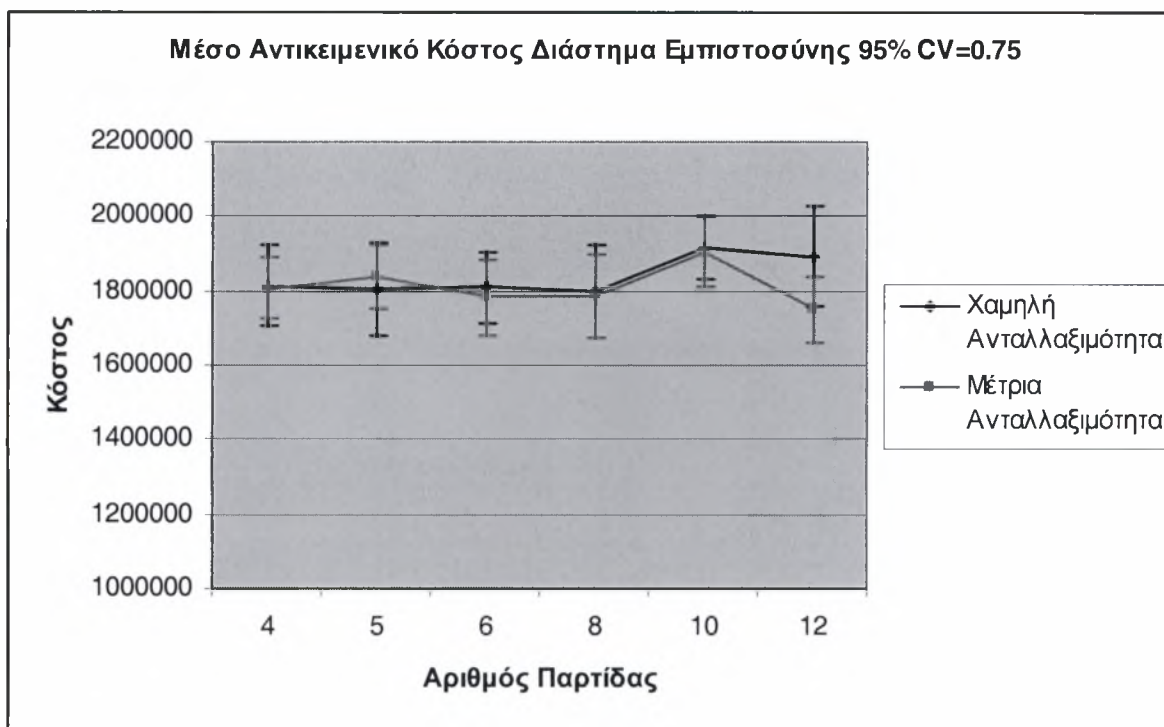


Σχήμα 5.1.7 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Υψηλής Ανταλλαξιμότητα-CV=0.75

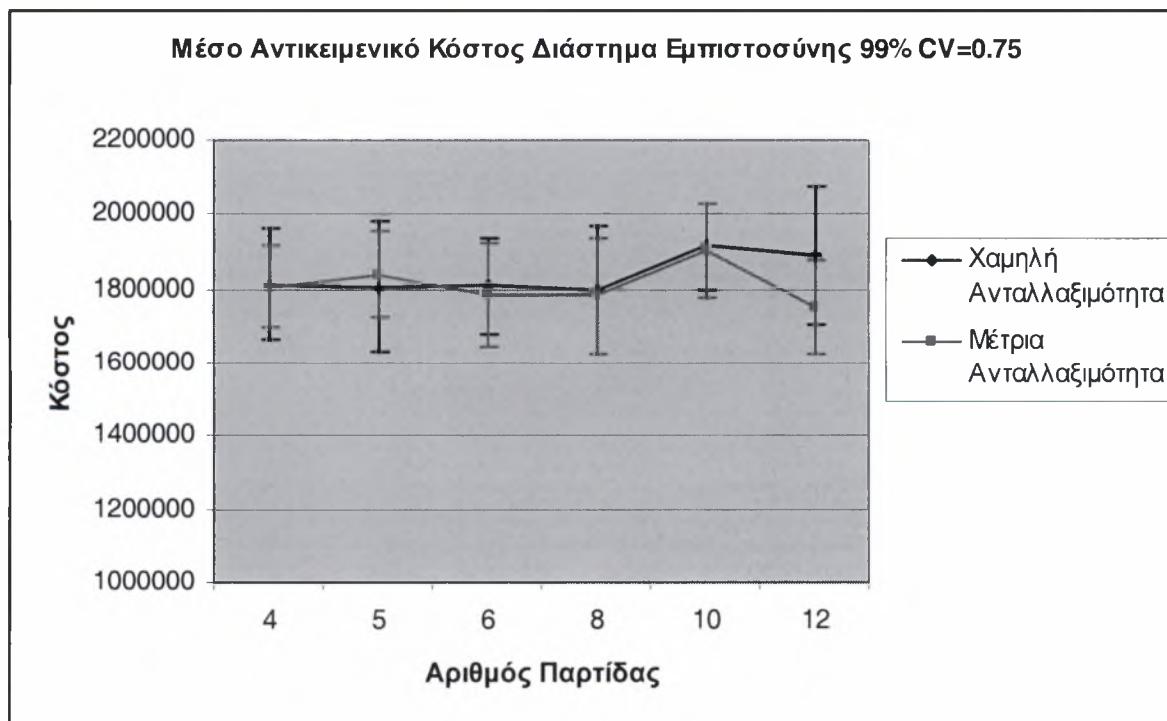


Από τα παραπάνω σχήματα φαίνεται ότι υπάρχει μεγάλη μεταβολή του αντικειμενικού κόστους από τον αριθμό παρτίδας 2 στον αριθμό παρτίδας 4 ενώ από τον αριθμό παρτίδας 4 και μετά οι τιμές του αντικειμενικού κόστους κινούνται στα ίδια επίπεδα. Εξαιτίας αυτού επιλέχθηκε να παρουσιαστούν γραφικά τα αποτελέσματα για το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% από τον αριθμό παρτίδας 4 και μετά, χωρίς δηλαδή τους αριθμούς παρτίδας 2 και 3 και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας. Στο σχήμα 5.1.8 παρουσιάζεται το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95%, στο σχήμα 5.1.9 για διάστημα εμπιστοσύνης 99% για χαμηλή και μέτρια ανταλλαξιμότητα και στο σχήμα 5.1.10 το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και στο σχήμα 5.1.11 για διάστημα εμπιστοσύνης 99% για υψηλή ανταλλαξιμότητα.

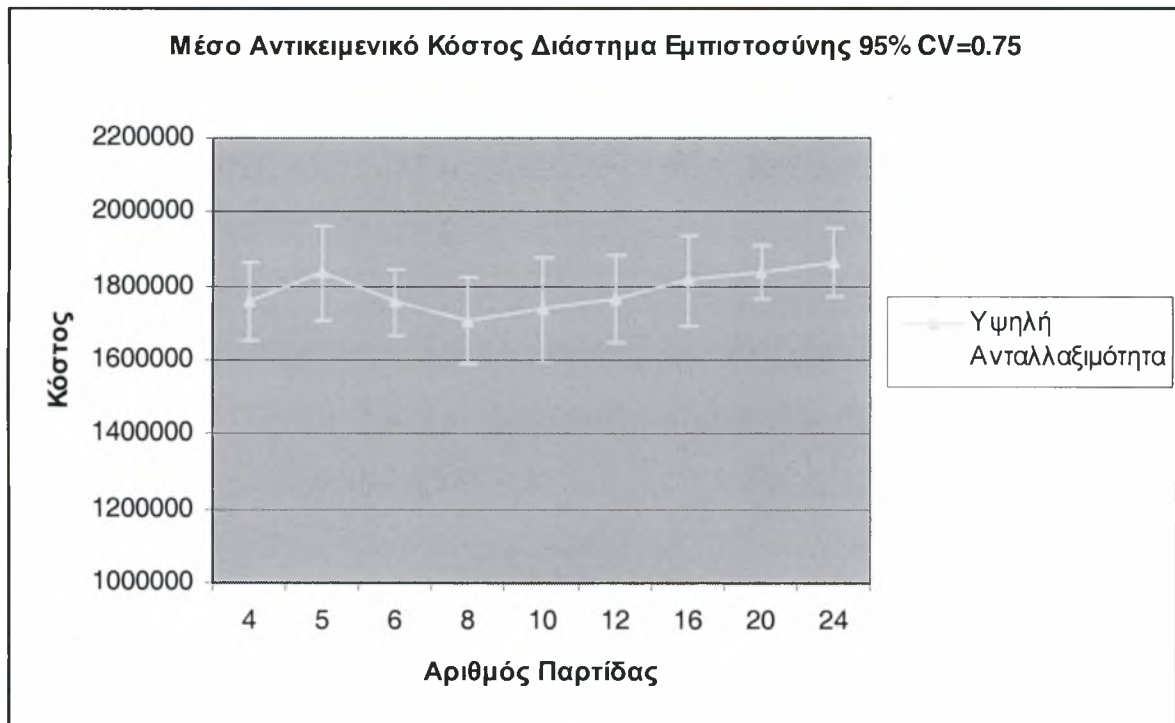
Σχήμα 5.1.8 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 95% - CV=0.75



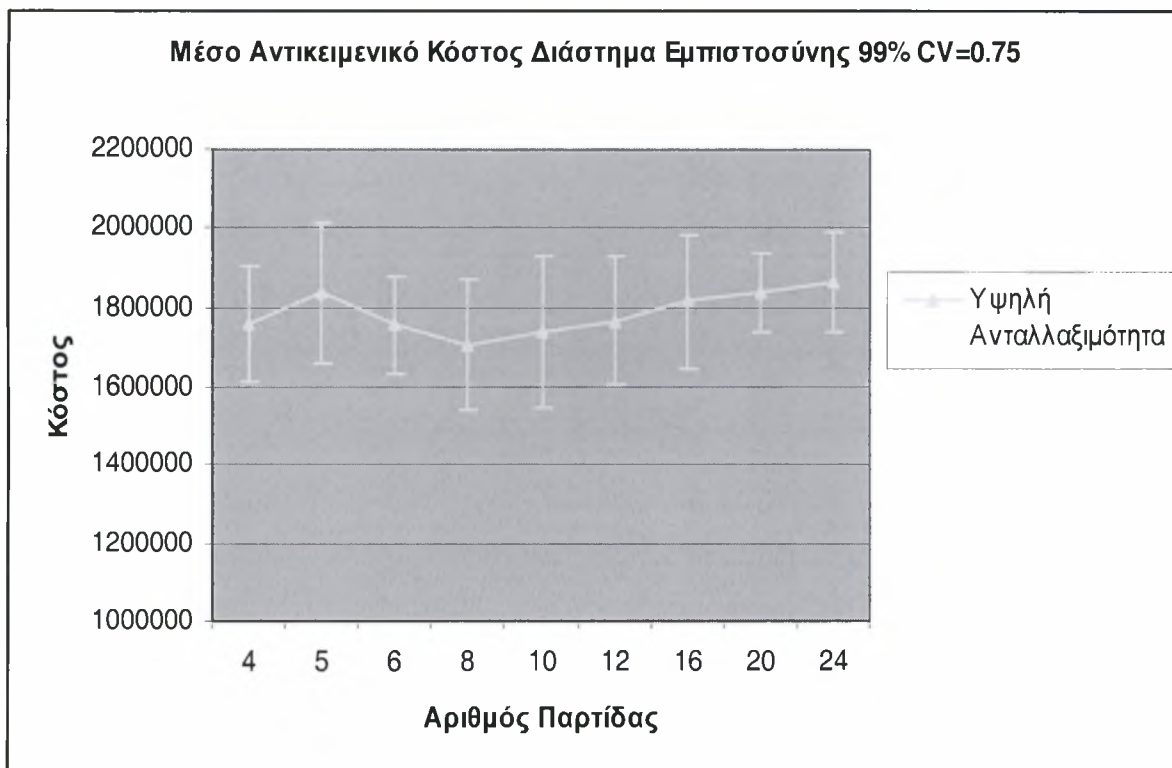
Σχήμα 5.1.9 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 99% - CV=0.75



Σχήμα 5.1.10 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 95% - CV=0.75



Σχήμα 5.1.11 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 99% - CV=0.75

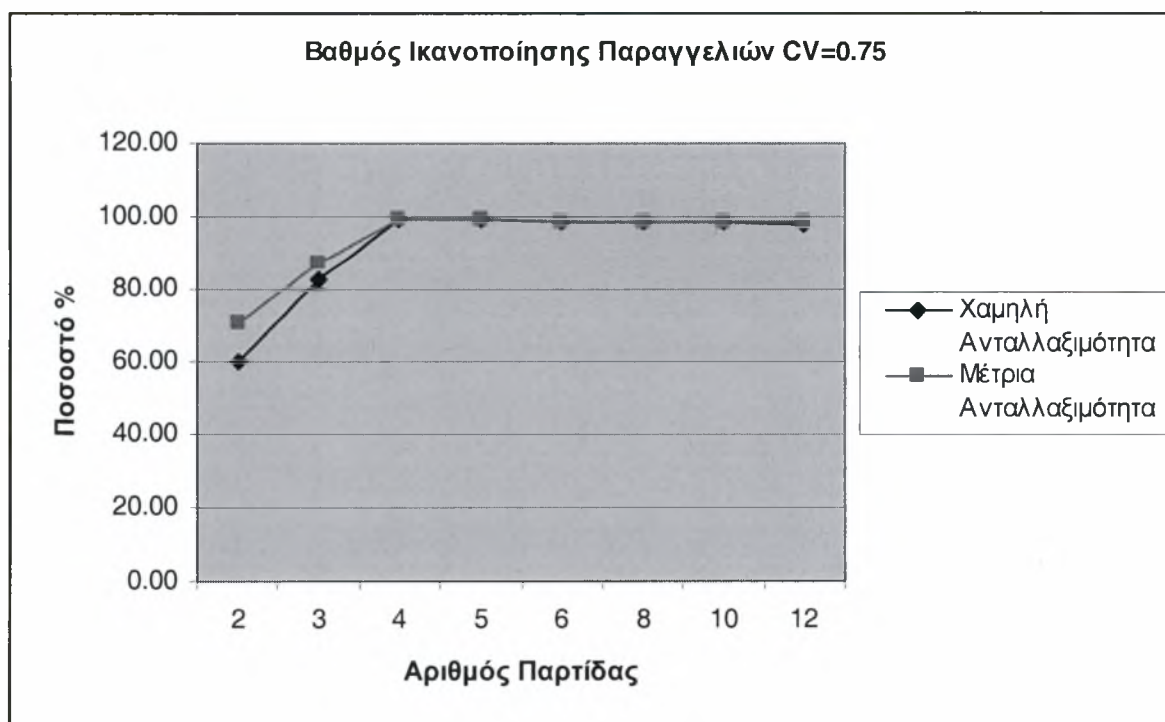


Τα αποτελέσματα των πειραματισμών σχετικά με το βαθμό ικανοποίησης των παραγγελιών ανά αριθμό παρτίδας, στη Β φάση των πειραματισμών, για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας παρουσιάζονται στο πίνακα 5.1.7 που ακολουθεί, στο σχήμα 5.1.12 για χαμηλή και μέτρια ανταλλαξιμότητα και στο σχήμα 5.1.13 για υψηλή ανταλλαξιμότητα. Στα αποτελέσματα αυτά ο βαθμός ικανοποίησης εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις %.

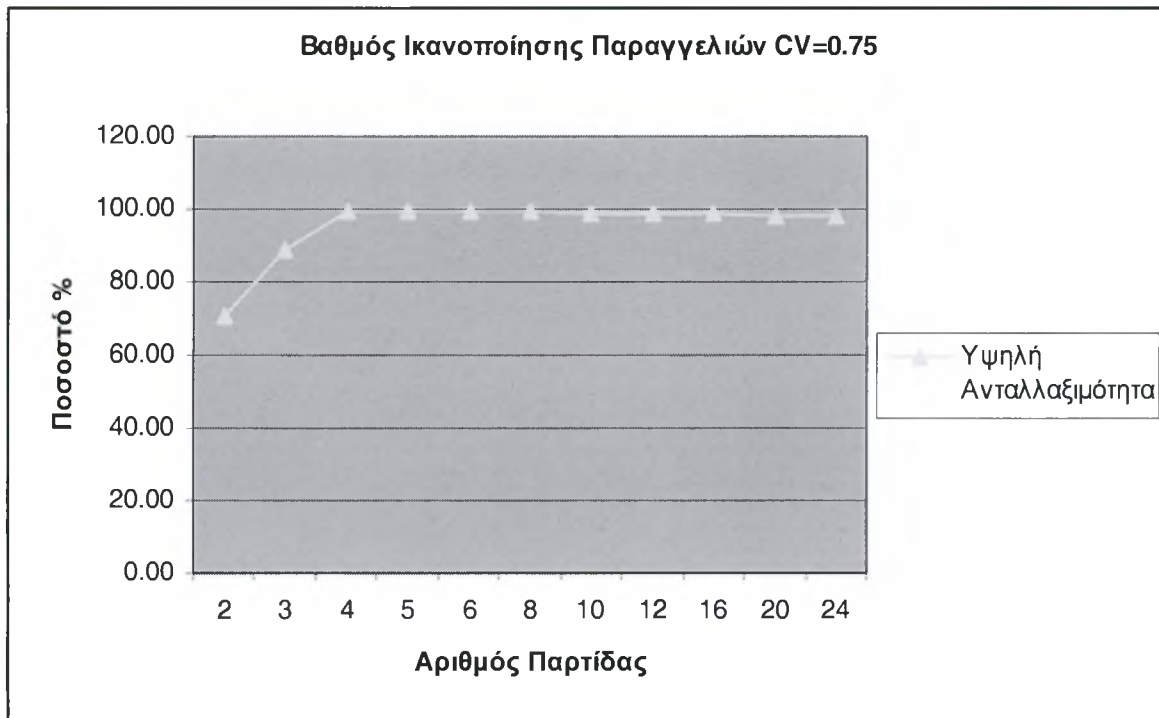
Πίνακας 5.1.7. Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών ανά αριθμό παρτίδας – CV =0.75

Αριθμός Παρτίδας	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Χαμηλή Ανταλλαξιμότητα	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Μέτρια Ανταλλαξιμότητα	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Υψηλή Ανταλλαξιμότητα
2	60.00	70.44	70.48
3	82.76	87.57	88.36
4	99.05	99.17	99.22
5	99.00	99.14	99.18
6	98.96	98.99	99.18
8	98.78	98.91	99.03
10	98.61	98.73	98.97
12	98.32	98.57	98.70
16	~	~	98.40
20	~	~	98.22
24	~	~	97.83

Σχήμα 5.1.12 Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών CV=0.75 – Χαμηλή και Μέτρια Ανταλλαξιμότητα



Σχήμα 5.1.13 Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών CV=0.75 – Υψηλή Ανταλλαξιμότητα



5.1.2.2 Συμπεράσματα Β Φάσης Πειραματισμών Χαμηλής Μεταβλητότητας

Με παρατήρηση των αποτελεσμάτων της Β φάσης των πειραματισμών εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Σχετικά με τη περίπτωση χαμηλής ανταλλαξιμότητας προκύπτει ότι το ελάχιστο μέσο αντικειμενικό κόστος το έχουμε για αριθμό παρτίδας 8 αλλά το μέσο αντικειμενικό κόστος για αυτόν τον αριθμό παρουσιάζει μεγάλο εύρος τιμών για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% σε σύγκριση με τον αριθμό παρτίδας 6 που το εύρος τιμών για μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% είναι μικρότερο. Αυτό μας οδηγεί να επιλέξουμε ως βέλτιστη λύση τον αριθμό παρτίδας 6 για τον οποίο το μέσο αντικειμενικό κόστος έχει τιμή πολύ κοντά στην ελάχιστη τιμή, μικρότερο εύρος τιμών για το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% άλλα και όσον αφορά το βαθμό ικανοποίησης των παραγγελιών έχουμε πολύ υψηλό ποσοστό, ίσο με 98,96%.
- Στη περίπτωση της μέτριας ανταλλαξιμότητας το ελάχιστο μέσο αντικειμενικό κόστος εμφανίζεται για αριθμό παρτίδας ίσο με 12 και στο οποίο το εύρος τιμών για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% είναι σχετικά μικρό, συγκριτικά με

αυτά των άλλων αριθμών παρτίδας. Ακόμη για αριθμό παρτίδας 12 έχουμε υψηλό βαθμό ικανοποίησης παραγγελιών και ίσο με 98,57%. Αυτά όλα μας οδηγούν να επιλέξουμε ως βέλτιστη λύση τον αριθμό παρτίδας 12 για μέτρια ανταλλαξιμότητα.

- Όσον αφορά τη περίπτωση της υψηλής ανταλλαξιμότητας συναντάμε το ίδιο φαινόμενο με αυτό της χαμηλής ανταλλαξιμότητας. Για αριθμό παρτίδας 8 έχουμε το ελάχιστο μέσο αντικειμενικό κόστος αλλά επιλέγουμε ως βέλτιστο αριθμό παρτίδας τον αριθμό παρτίδας 6. Αυτό συμβαίνει γιατί το μέσο αντικειμενικό κόστος για αριθμό παρτίδας 6 είναι πολύ κοντά στο ελάχιστο μέσο αντικειμενικό κόστος, το εύρος τιμών για το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% είναι μικρότερο του αντίστοιχου για αριθμό παρτίδας 8 αλλά και ο βαθμός ικανοποίησης των παραγγελιών είναι πολύ υψηλός, ίσος με 99,18%.

Συνοπτικά για κάθε μια από τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας οι αριθμοί παρτίδας που επιλέχθηκαν ως βέλτιστες λύσεις παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα 5.1.8.

Πίνακας 5.1.8 Βέλτιστος Αριθμός Παρτίδας - Χαμηλή Μεταβλητότητα (CV=0.75)

Περίπτωση	Βέλτιστος Αριθμός Παρτίδας
1 ^η . Χαμηλή Ανταλλαξιμότητα	6
2 ^η . Μέτρια Ανταλλαξιμότητα	12
3 ^η . Υψηλή Ανταλλαξιμότητα	6

5.2 Περιπτώσεις 4^η – 5^η – 6^η: Υψηλή Μεταβλητότητα και Χαμηλή – Μέτρια – Υψηλή Ανταλλαξιμότητα.

Στις περιπτώσεις 4^η – 5^η – 6^η πραγματοποιούνται πειραματισμοί για υψηλή μεταβλητότητα της ζήτησης τελικών προϊόντων, η τιμή του συντελεστή μεταβλητότητας είναι ίση με $CV = 1.5$ και για χαμηλή (10%), μέτρια (50%) και υψηλή (90%) ανταλλαξιμότητα αντίστοιχα (βλέπε σχετικά πίνακα 4.1). Τα αποτελέσματα των πειραματισμών αυτών για κάθε μία από τις φάσεις πειραματισμών παρουσιάζονται παρακάτω.

5.2.1 Α Φάση Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας

Στη Α φάση των πειραματισμών για τις 4^η, 5^η και 6^η περιπτώσεις πραγματοποιήθηκαν 20 τρεξίματα για κάθε ένα από τους αριθμούς παρτίδας 1, 5, 10, 20, 50, 80 και 100 για χρόνο προσομοίωσης τις 720 ώρες (ένα μήνα). Το πλήθος των τιμών του αντικειμενικού κόστους που λάβαμε μας επέτρεψε να υπολογίσουμε το μέσο αντικειμενικό κόστος για κάθε αριθμό παρτίδας για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%.

5.2.1.1 Αποτελέσματα Α Φάσης Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας

Τα αποτελέσματα των πειραματισμών παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν για κάθε μια από τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας. Οι πίνακες αυτοί δείχνουν για κάθε αριθμό παρτίδας το μέσο αντικειμενικό κόστος, που προκύπτει από τις 20 τιμές που έχουμε λάβει, τα όρια εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Ο πίνακας 5.2.1 περιλαμβάνει τα παραπάνω για τη περίπτωση χαμηλής μεταβλητότητας, ο πίνακας 5.2.2 για μέτρια ανταλλαξιμότητα και ο πίνακας 5.2.3 για υψηλή ανταλλαξιμότητα.

Πίνακας 5.2.1 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5 Χαμηλής Ανταλλαξιμότητας

Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
1	16244452	52893	16191559	16297345	72299	16172153	16316751
5	7045373	96710	6948663	7142083	132193	6913180	7177565
10	6952754	79036	6873718	7031790	108034	6844720	7060787
20	6435397	97161	6338236	6532558	132809	6302588	6568206
50	5405803	76422	5329381	5482225	104461	5301342	5510264
80	4864528	36291	4828236	4900819	49606	4814921	4914134
100	4634763	52573	4582190	4687337	71862	4562901	4706626

Πίνακας 5.2.2 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5 Μέτριας Ανταλλαξιμότητας

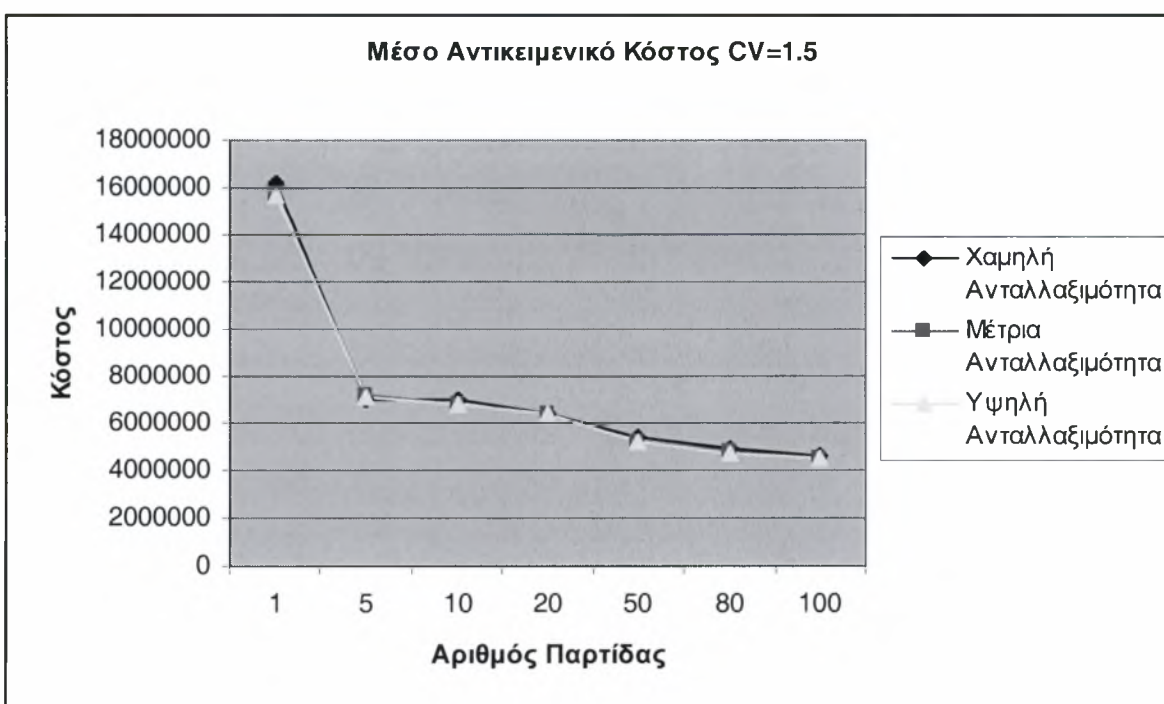
Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
1	15715258	51335	15663923	15766593	70170	15645089	15785428
5	7187000	94821	7092180	7281821	129610	7057390	7316611
10	6806356	133576	6672780	6939933	182585	6623772	6988941
20	6407511	103268	6304243	6510780	141157	6266354	6548668
50	5218198	83759	5134439	5301957	114490	5103708	5332687
80	4761745	32983	4728762	4794728	45084	4716661	4806830
100	4514561	38674	4475887	4553235	52863	4461698	4567424

Πίνακας 5.2.3 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5 Υψηλής Ανταλλαξιμότητας

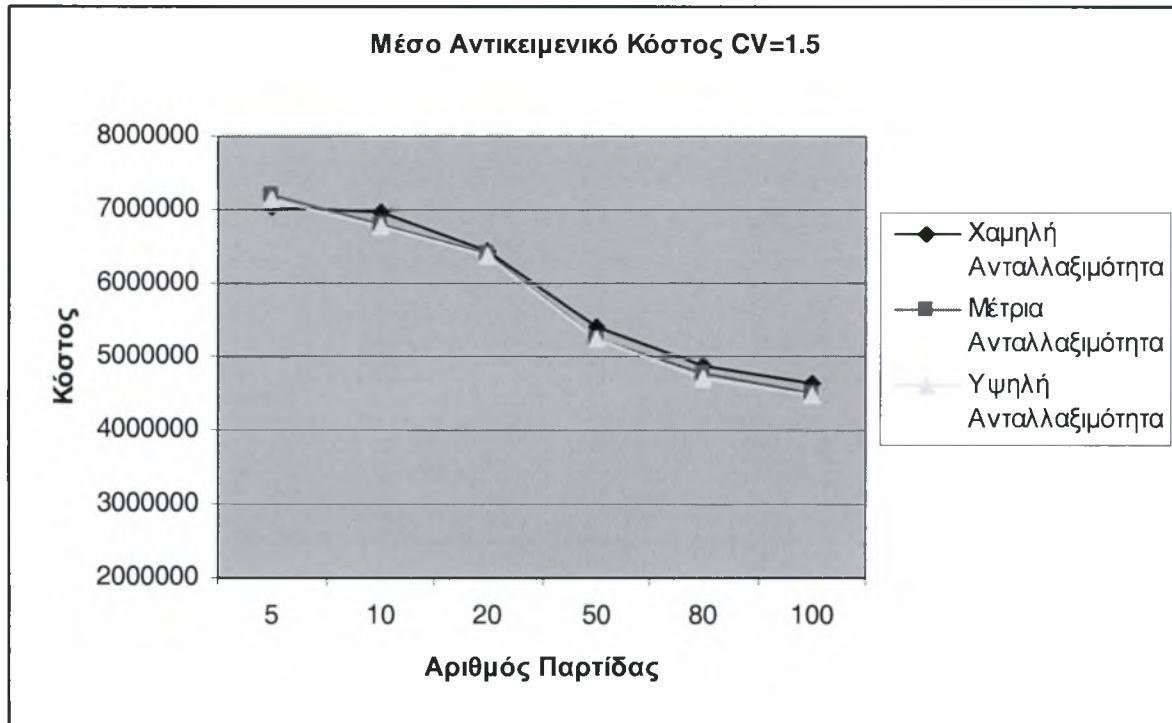
Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
1	15684207	39549	15644658	15723756	54059	15630148	15738266
5	7133832	92931	7040901	7226763	127027	7006805	7260859
10	6767445	107024	6660421	6874469	146290	6621154	6913735
20	6383272	52189	6331083	6435461	71337	6311935	6454609
50	5249750	64313	5185437	5314064	87910	5161841	5337660
80	4692530	44803	4647727	4737334	61242	4631289	4753772
100	4452894	21292	4431602	4474186	29104	4423790	4481998

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται γραφικά τα παραπάνω αποτελέσματα. Στο σχήμα 5.2.1 φαίνεται η καμπύλη της μέσης τιμής του αντικειμενικού κόστους για κάθε αριθμό παρτίδας και για κάθε μία από τις περιπτώσεις της ανταλλαξιμότητας. Εξαιτίας της μεγάλης μεταβολής της τιμής του αντικειμενικού κόστους από τον αριθμό παρτίδας 1 στον αριθμό παρτίδας 5, στο σχήμα 5.2.2 παρουσιάζεται το μέσο αντικειμενικό κόστος χωρίς να εμφανίζεται η τιμή για αριθμό παρτίδας 1 όπως επίσης και στις γραφικές παραστάσεις που αφορούν το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Αυτό έγινε για να είναι πιο ευκρινείς οι διαφορές μεταξύ των περιπτώσεων ανταλλαξιμότητας. Στο σχήμα 5.2.3 έχουμε το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και στο σχήμα 5.2.4 για διάστημα εμπιστοσύνης 99%.

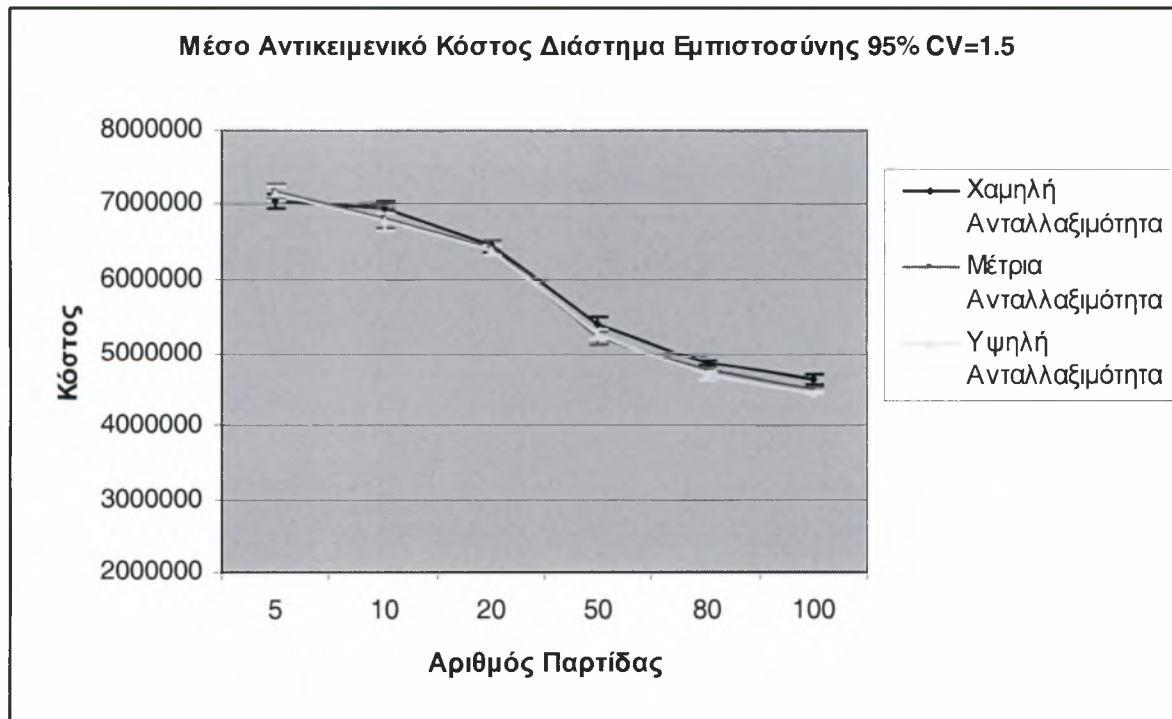
Σχήμα 5.2.1 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5



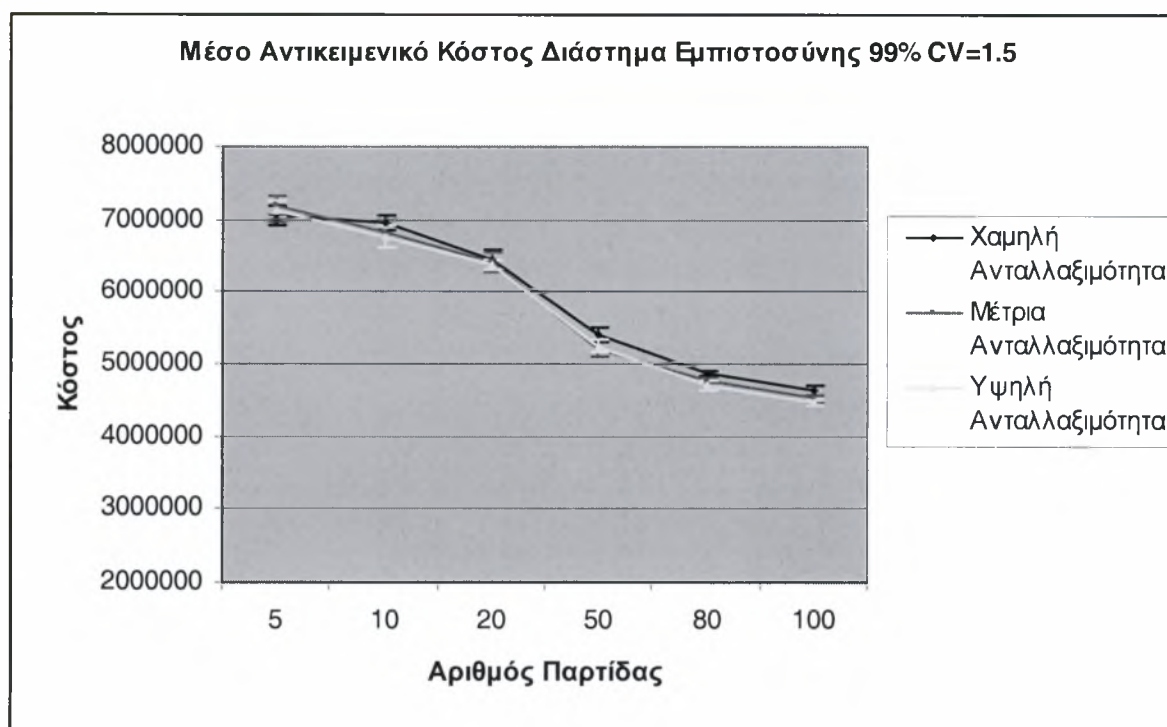
Σχήμα 5.2.2 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5



Σχήμα 5.2.3 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 95% CV=1.5



Σχήμα 5.2.4 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 99% CV=1.5

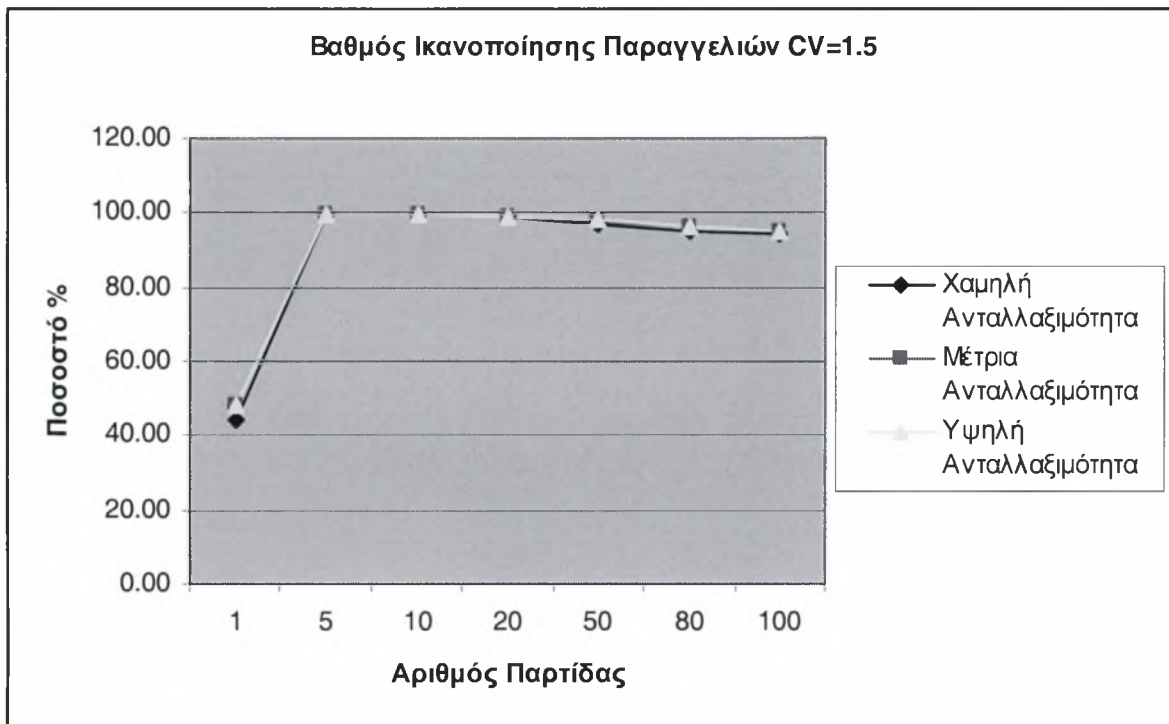


Σχετικά με τη δεύτερη παράμετρο που εξετάζουμε με τους πειραματισμούς, το βαθμό ικανοποίησης των παραγγελιών, αυτός εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις % και τα αποτελέσματα της Α φάσης παρουσιάζονται στο πίνακα 5.2.4 και στο σχήμα 5.2.5 για κάθε αριθμό παρτίδας για κάθε μία από τις περιπτώσεις της ανταλλαξιμότητας.

Πίνακας 5.2.4 Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών ανά αριθμό παρτίδας – CV=1.5

Αριθμός Παρτίδας	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Χαμηλή Ανταλλαξιμότητα	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Μέτρια Ανταλλαξιμότητα	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Υψηλή Ανταλλαξιμότητα
1	44.14	48.05	48.42
5	99.58	99.61	99.61
10	99.36	99.46	99.56
20	98.86	99.10	99.22
50	97.10	97.71	97.95
80	95.11	95.99	96.38
100	93.97	94.63	95.26

Σχήμα 5.2.5 Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών επί τοις % - CV=1.5



5.2.1.2 Συμπεράσματα Α Φάσης Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας

Η μελέτη των αποτελεσμάτων της Α φάσης των πειραματισμών για υψηλή μεταβλητότητα και για χαμηλή, μέτρια και υψηλή ανταλλαξιμότητα μας οδηγεί στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Όπως γίνεται αντιληπτό από την παρατήρηση των πινάκων και των σχημάτων οι τιμές του μέσου αντικειμενικού κόστους για υψηλή μεταβλητότητα για κάθε αριθμό παρτίδας και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας είναι μεγαλύτερες συγκριτικά με αυτές της χαμηλής μεταβλητότητας. Μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζει και ο βαθμός ικανοποίησης παραγγελιών για κάθε αριθμό παρτίδας, ιδιαίτερα για τους μεγάλους αριθμούς παρτίδας, για υψηλή μεταβλητότητα σε σύγκριση με τις αντίστοιχες για χαμηλή μεταβλητότητα.
- Για όλους τους αριθμούς παρτίδας που εξετάσαμε, με εξαίρεση τον αριθμό παρτίδας 5, το αντικειμενικό κόστος για κάθε αριθμό παρτίδας είναι συγκριτικά για τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας υψηλό για χαμηλή ανταλλαξιμότητα, μέτριο για μέτρια ανταλλαξιμότητα και χαμηλό για υψηλή ανταλλαξιμότητα. Δηλαδή σε κάθε αριθμό παρτίδας το αντικειμενικό κόστος μειώνεται όσο η πιθανότητα που εκφράζει την ανταλλαξιμότητα αυξάνεται. Αυτό εξηγείται από

το ότι όσο αυξάνεται η ανταλλαξιμότητα μειώνεται ο αριθμός των 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών οπότε μειώνεται στην αντικειμενική συνάρτηση το κόστος που αφορά αυτές τις παραγγελίες.

- Για τον αριθμό παρτίδας 5 που αποτελεί εξαίρεση από τη παραπάνω διαπίστωση έχουμε υψηλό αντικειμενικό κόστος για μέτρια ανταλλαξιμότητα, μέτριο για υψηλή ανταλλαξιμότητα και χαμηλό για χαμηλή ανταλλαξιμότητα, συγκριτικά για τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας, με ελάχιστη αριθμητική διαφορά μεταξύ των τιμών αυτών. Αυτό συμβαίνει πιθανόν γιατί το κόστος αποθέματος στην αντικειμενική συνάρτηση ξεπερνά για αριθμό παρτίδας 5 το κέρδος από τη μείωση των 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών.
- Παρατηρείται μείωση με μεγάλη κλίση στο αντικειμενικό κόστος από τον αριθμό παρτίδας 1 στον αριθμό 5 ενώ από τον αριθμό 5 και μετά το αντικειμενικό κόστος μειώνεται με μικρότερο ρυθμό και καταλήγουμε να έχουμε ελάχιστο μέσο αντικειμενικό κόστος για τον αριθμό παρτίδας 100 και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με αυτά που είδαμε για τη περίπτωση της χαμηλής μεταβλητότητας όπου από τον αριθμό παρτίδας 5 και μετά το μέσο αντικειμενικό κόστος παρουσίαζε αύξηση. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται από το ότι για αριθμό παρτίδας ίσο με 1 έχουμε υψηλά κόστη αποθέματος στην αποθήκη των εξαρτημάτων όπου αποθηκεύονται οι παρτίδες εξαρτημάτων τελικού προϊόντος μέχρι να αποσταλούν από τους προμηθευτές στο KENTPO A.E, μεγάλα κόστη αποστολής των παρτίδων, λόγω της συχνότατης αποστολής εξαρτημάτων, καθώς και μεγάλο κόστος λόγω 'μη ικανοποιημένων' πωλήσεων. Το μέσο αντικειμενικό κόστος μειώνεται για μεγαλύτερους αριθμούς παρτίδας, στη περίπτωση της υψηλής μεταβλητότητας, λόγω της μείωσης του κόστους αποθέματος των εξαρτημάτων στις αποθήκες των προμηθευτών πριν την αποστολή τους, της σημαντικής μείωσης του κόστους αποστολής των εξαρτημάτων και της διατήρησης σε πολύ υψηλά επίπεδα, πάνω από 94%, του βαθμού ικανοποίησης των παραγγελιών.
- Όπως αναφέρθηκε έχουμε ελάχιστο μέσο αντικειμενικό κόστος και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας στον αριθμό παρτίδας 100, που σε συνδυασμό με τον υψηλό βαθμό ικανοποίησης παραγγελιών, πάνω από 94%, που παρουσιάζει τον θεωρούμε ως το καλύτερο αριθμό παρτίδας σε σχέση με

αυτούς που εξετάσαμε. Αυτό σημαίνει ότι στην επόμενη φάση, τη Β φάση των πειραματισμών θα εξετάσουμε γειτονικούς αριθμούς του αριθμού παρτίδας 100.

5.2.2 Β Φάση Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας

Στη Β φάση των πειραματισμών για υψηλή μεταβλητότητα και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας πραγματοποιήθηκαν 20 τρεξίματα για κάθε αριθμό παρτίδας για χρόνο προσομοίωσης 720 ώρες (ένα μήνα). Το εύρος των αριθμών παρτίδας που εξετάζουμε αποτελούν οι αριθμοί 80, 90, 95, 100, 105, 110 και 120 γιατί θέλουμε να εξετάσουμε τη συμπεριφορά του αντικειμενικού κόστους σε γειτονικούς αριθμούς γύρω από το 100 για το οποίο είχαμε ελάχιστο στην Α φάση. Επιλέξαμε το κάτω όριο του εύρους των αριθμών να είναι αριθμός 20% μικρότερός του 100, δηλαδή ο αριθμός 80, και το άνω όριο να είναι αριθμός 20% μεγαλύτερος του 100, δηλαδή ο αριθμός 120. Ανάμεσα σε αυτά τα όρια επιλέξαμε τους αριθμούς 90, 95, 105 και 110 για να διαπιστώσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια τι συμβαίνει γύρω από το αριθμό 100. Με τη διαδικασία της Β φάσης των πειραματισμών επιδιώκουμε να ανακαλύψουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια το βέλτιστο αριθμό παρτίδας για κάθε περίπτωση ανταλλαξιμότητας.

5.2.2.1 Αποτελέσματα Β Φάσης Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας

Τα σχετικά με το αντικειμενικό κόστος αποτελέσματα που προέκυψαν από τους πειραματισμούς παρουσιάζονται παρακάτω. Το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% παρουσιάζεται στο πίνακα 5.2.5 για χαμηλή ανταλλαξιμότητα, στο πίνακα 5.2.6 για μέτρια ανταλλαξιμότητα και στο πίνακα 5.2.7 για υψηλή ανταλλαξιμότητα. Στους πίνακες αυτούς παρουσιάζεται η το μέσο αντικειμενικό κόστος, το εύρος τιμών και τα άνω και κάτω όρια εμπιστοσύνης 95% και 99% για κάθε αριθμό παρτίδας.

Πίνακας 5.2.5 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5 Χαμηλή Ανταλλαξιμότητα

Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
80	4873276	38150	4835126	4911427	52148	4821129	4925424
90	4735790	29952	4705838	4765742	40941	4694849	4776732
95	4691877	36288	4655589	4728164	49601	4642276	4741478
100	4642369	32495	4609874	4674865	44418	4597951	4686787
105	4574400	26109	4548291	4600509	35689	4538711	4610089
110	4502369	40664	4461705	4543032	55583	4446786	4557952
120	4405674	30201	4375473	4435875	41282	4364392	4446956

Πίνακας 5.2.6 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5 Μέτρια Ανταλλαξιμότητα

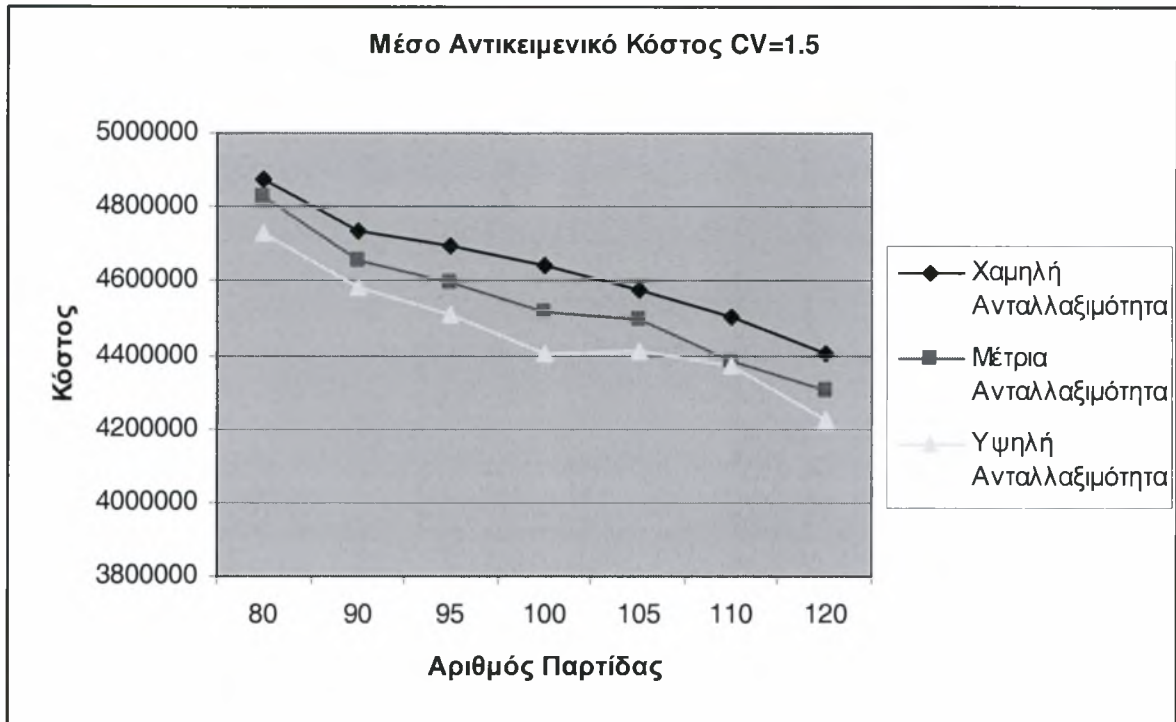
Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
80	4824551	28737	4795814	4853288	39280	4785270	4863831
90	4654167	36658	4617509	4690825	50108	4604059	4704275
95	4596328	36039	4560289	4632367	49262	4547066	4645590
100	4516521	40526	4475995	4557047	55394	4461127	4571915
105	4495921	38369	4457552	4534291	52447	4443475	4548368
110	4384230	39961	4344269	4424191	54623	4329607	4438852
120	4306401	39023	4267379	4345424	53340	4253062	4359741

Πίνακας 5.2.7 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5 Υψηλή Ανταλλαξιμότητα

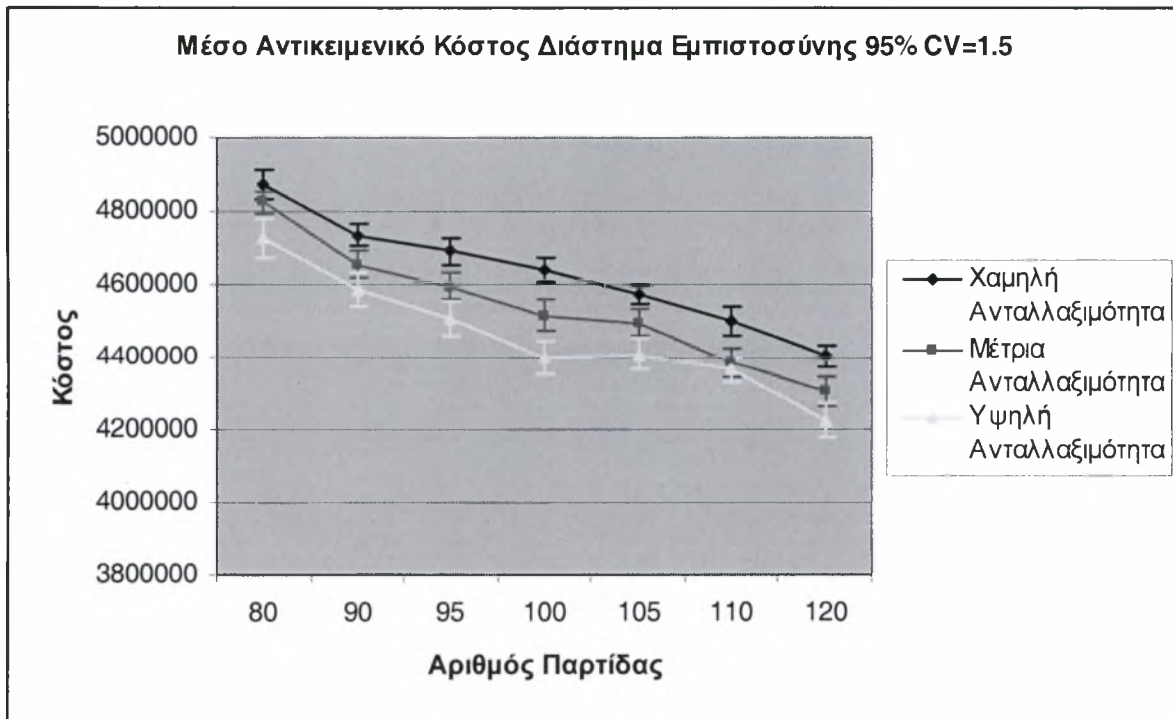
Αριθμός Παρτίδας	Μέσο Αντικειμενικό Κόστος	Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%			Διάστημα Εμπιστοσύνης 99%		
		Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο	Εύρος hw	Κάτω Όριο	Άνω Όριο
80	4725864	53740	4672124	4779604	73457	4652407	4799321
90	4585635	45267	4540368	4630903	61876	4523759	4647511
95	4509336	46545	4462791	4555881	63622	4445713	4572958
100	4400595	45631	4354964	4446226	62373	4338222	4462967
105	4409324	43824	4365500	4453148	59903	4349421	4469226
110	4367911	34149	4333762	4402060	46679	4321233	4414590
120	4225441	45040	4180402	4270481	61565	4163877	4287006

Στα σχήματα που ακολουθούν οπτικοποιούνται τα αποτελέσματα των παραπάνω πινάκων. Στο σχήμα 5.2.6 φαίνεται γραφικά το μέσο αντικειμενικό κόστος για κάθε αριθμό παρτίδας και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας. Στο σχήμα 5.2.7 παρουσιάζεται το μέσο αντικειμενικό κόστος για διάστημα εμπιστοσύνης 95% και στο σχήμα 5.2.8 για διάστημα εμπιστοσύνης 99% για τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας χαμηλή, μέτρια και υψηλή.

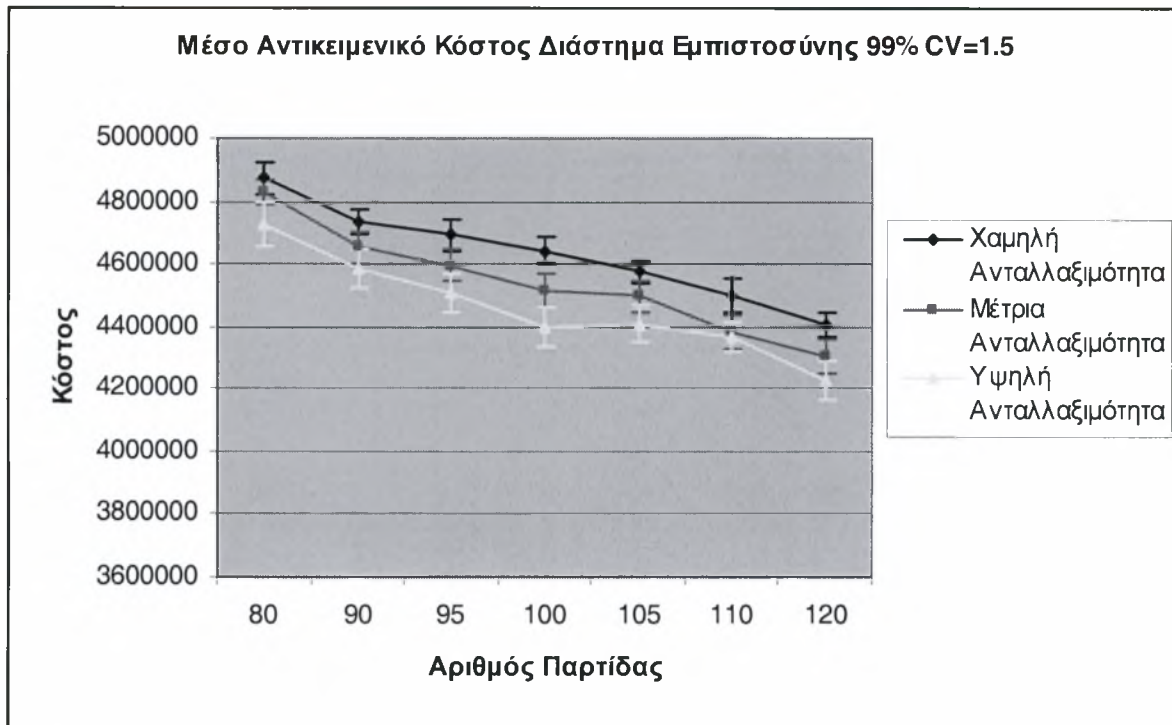
Σχήμα 5.2.6 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος CV=1.5



Σχήμα 5.2.7 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 95% CV=1.5



Σχήμα 5.2.8 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Διάστημα Εμπιστοσύνης 99% CV=1.5

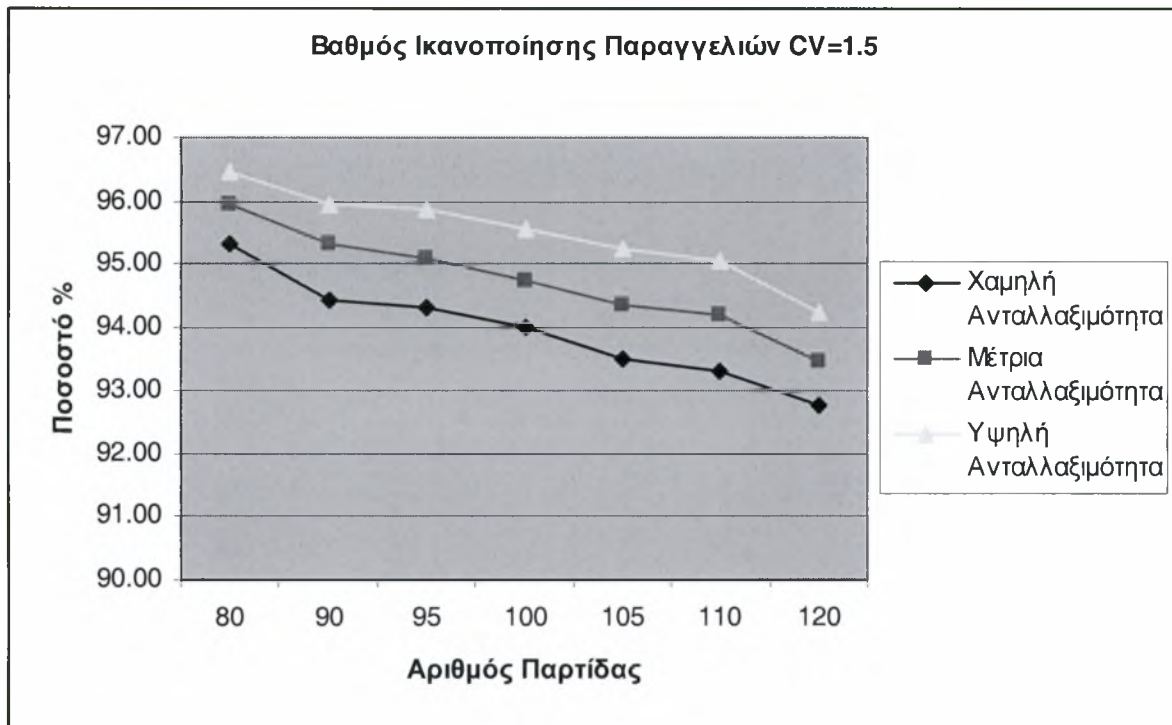


Σχετικά με το βαθμό ικανοποίησης των παραγγελιών, τα αποτελέσματα των πειραματισμών παρουσιάζονται στο πίνακα 5.2.8, για κάθε μία από τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας, όπου ο βαθμός ικανοποίησης των παραγγελιών εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις %. Στο σχήμα 5.2.9 έχουμε τη γραφική μορφή των αποτελεσμάτων του πίνακα 5.2.8.

Πίνακας 5.2.8 Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών ανά αριθμό παρτίδας – CV=1.5

Αριθμός Παρτίδας	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Χαμηλή Ανταλλαξιμότητα	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Μέτρια Ανταλλαξιμότητα	Βαθμός Ικανοποίησης σε ποσοστό % - Υψηλή Ανταλλαξιμότητα
80	95.33	95.96	96.47
90	94.44	95.31	95.96
95	94.32	95.09	95.87
100	94.00	94.73	95.56
105	93.51	94.36	95.24
110	93.32	94.21	95.06
120	92.75	93.47	94.25

Σχήμα 5.2.9 Βαθμός Ικανοποίησης Παραγγελιών επί τοις % - CV=1.5



5.2.2.2 Συμπεράσματα Β Φάσης Πειραματισμών Υψηλής Μεταβλητότητας

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη παρατήρηση των αποτελεσμάτων της Β φάσης των πειραματισμών υψηλής μεταβλητότητας αναλύονται παρακάτω:

- Συγκρίνοντας τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας μεταξύ τους για το μέσο αντικειμενικό κόστος παρατηρούμε ότι για χαμηλή ανταλλαξιμότητα έχουμε υψηλό αντικειμενικό κόστος, για μέτρια ανταλλαξιμότητα μέτριο αντικειμενικό κόστος και για υψηλή ανταλλαξιμότητα χαμηλό κόστος για τον ίδιο αριθμό παρτίδας. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται από την αύξηση του βαθμού ικανοποίησης των παραγγελιών που προκαλεί μείωση του κόστους 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών στην αντικειμενική συνάρτηση. Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.2.9 όσο μεγαλώνει η ανταλλαξιμότητα αυξάνεται και ο βαθμός ικανοποίησης παραγγελιών για τον ίδιο αριθμό παρτίδας. .
- Τόσο το μέσο αντικειμενικό κόστος όσο και ο βαθμός ικανοποίησης των παραγγελιών μειώνονται όσο μεγαλώνει ο αριθμός παρτίδας και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας. Η μείωση του αντικειμενικού κόστους με παράλληλη μείωση του βαθμού ικανοποίησης παραγγελιών φαντάζει εκ πρώτης όψεως αντικρουόμενη. Εξηγείται όμως από το ότι η μείωση του κόστους

αποθέματος, πριν την αποστολή, η μείωση του κόστους αποστολής που προκύπτουν όσο αυξάνεται ο αριθμός παρτίδας, υπερκαλύπτουν την αύξηση του κόστους 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών.

- Η μείωση του αντικειμενικού κόστους οδηγεί στο να έχουμε ελάχιστο μέσο αντικειμενικό κόστος για χαμηλή, μέτρια και υψηλή ανταλλαξιμότητα για τον αριθμό παρτίδας 120. Η τάση μείωσης του μέσου αντικειμενικού κόστους που παρατηρείται μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός παρτίδας τόσο συμπίεζεται το αντικειμενικό κόστος, με παράλληλη όμως μείωση και του βαθμού ικανοποίησης παραγγελιών. Θα πρέπει στη συγκεκριμένη περίπτωση να βρούμε τη χρυσή τομή μεταξύ των δύο παραμέτρων που εξετάζουμε, του αντικειμενικού κόστους και του βαθμού ικανοποίησης. Να βρούμε δηλαδή αυτό τον αριθμό παρτίδας για τον οποίο έχουμε το μικρότερο αντικειμενικό κόστος διατηρώντας παράλληλα σε υψηλά επίπεδα το βαθμό ικανοποίησης παραγγελιών. Στη Β φάση των πειραματισμών που εξετάζουμε προκύπτει έχουμε ως βέλτιστο αριθμό παρτίδας τον αριθμό 120 για τον οποίο έχουμε το ελάχιστο μέσο αντικειμενικό κόστος και βαθμό ικανοποίησης παραγγελιών ίσο με 92.75%, 93.47% και 94.25% για χαμηλή, μέτρια και υψηλή ανταλλαξιμότητα αντίστοιχα.

Συνοπτικά από τη Β φάση των πειραματισμών υψηλής μεταβλητότητας έχουμε στο πίνακα 5.2.9 το βέλτιστο αριθμό παρτίδας αποστολής εξαρτημάτων για κάθε μια από τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας.

Πίνακας 5.2.9 Βέλτιστος Αριθμός Παρτίδας - Υψηλή Μεταβλητότητα (CV=1.5)

Περίπτωση	Βέλτιστος Αριθμός Παρτίδας
4 ^η . Χαμηλή Ανταλλαξιμότητα	120
5 ^η . Μέτρια Ανταλλαξιμότητα	120
6 ^η . Υψηλή Ανταλλαξιμότητα	120

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΚΑΙ

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας θα παρουσιασθούν τα συνολικά συμπεράσματα που προκύπτουν από τη εργασία αυτή και θα προταθούν ιδέες για περαιτέρω εμπάθυνση στην έρευνα του αντικειμένου.

6.1 Συμπεράσματα εργασίας

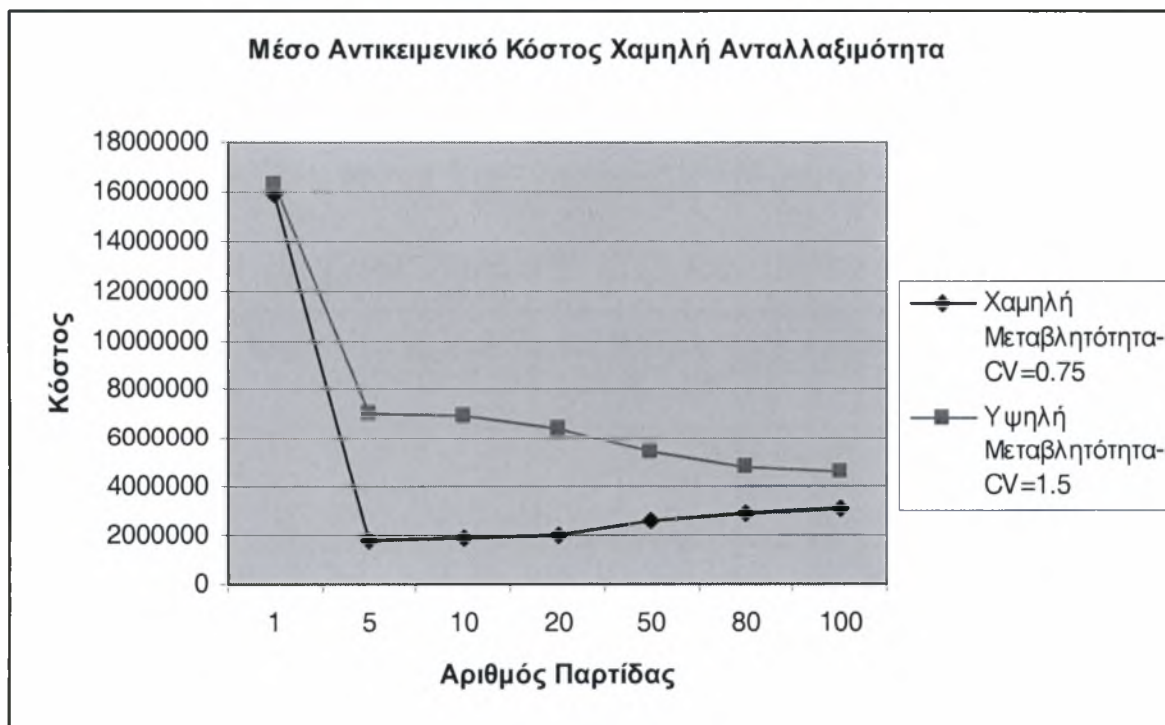
Στην ενότητα αυτή θα γίνει αναφορά των συμπερασμάτων στα οποία καταλήγουμε μετά το πέρας της διπλωματικής εργασίας. Τα συμπεράσματα αυτά αφορούν τη σύγκριση των στρατηγικών επιλογής αριθμού παρτίδας αποστολής των περιπτώσεων που εξετάσαμε.

Συγκριτικά μεταξύ των περιπτώσεων ανταλλαξιμότητας για χαμηλή και υψηλή μεταβλητότητα, το μέσο αντικειμενικό κόστος είναι υψηλό για χαμηλή ανταλλαξιμότητα, μέτριο για μέτρια ανταλλαξιμότητα και χαμηλό για υψηλή ανταλλαξιμότητα. Το αντίθετο συμβαίνει όσον αφορά το βαθμό ικανοποίησης των παραγγελιών. Σχετικά με το βαθμό ικανοποίησης έχουμε υψηλό βαθμό ικανοποίησης για υψηλή ανταλλαξιμότητα, μέτριο βαθμό για μέτρια ανταλλαξιμότητα και χαμηλό για χαμηλή ανταλλαξιμότητα. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι διαφορές μεταξύ των περιπτώσεων ανταλλαξιμότητας είναι μικρές αλλά διακριτές. Οι διαφορές εξηγούνται από το ότι με την αύξηση της ανταλλαξιμότητας μειώνεται το κόστος των 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών στην αντικειμενική συνάρτηση κόστους.

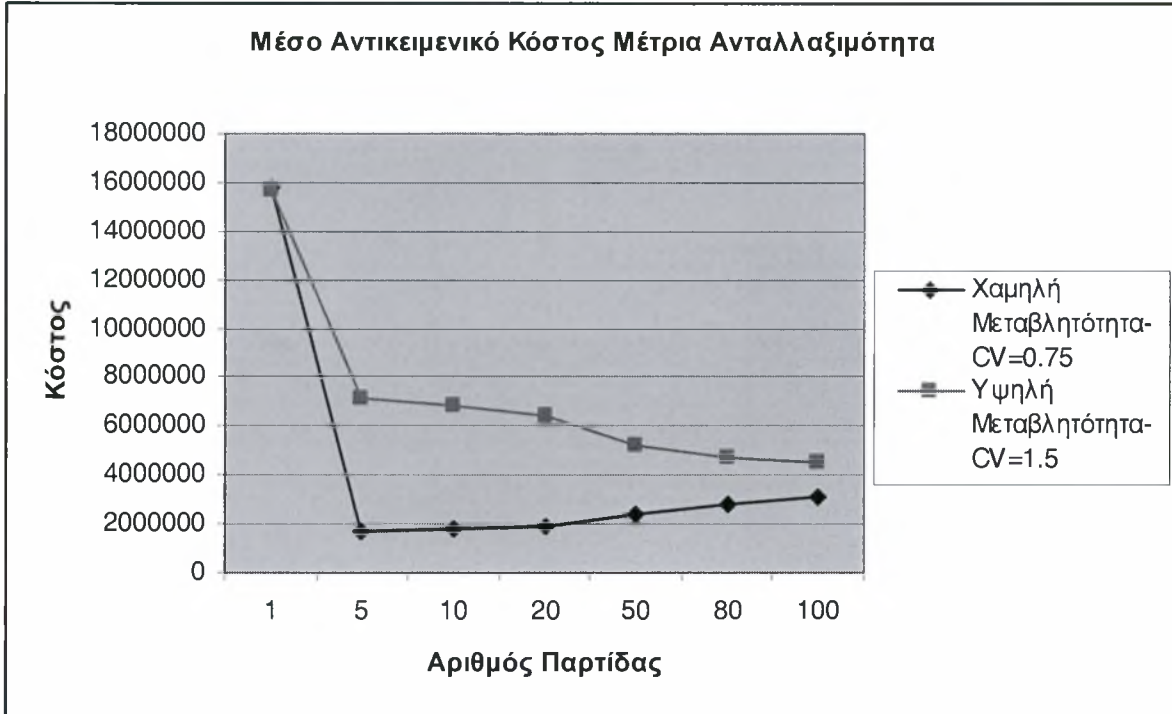
Πραγματοποιώντας σύγκριση μεταξύ των περιπτώσεων χαμηλής και υψηλής μεταβλητότητας, για όλες τις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας, παρατηρούμε ότι το μέσο αντικειμενικό κόστος είναι υψηλότερο στη περίπτωση της υψηλής μεταβλητότητας σε σχέση με αυτό στη χαμηλή μεταβλητότητα. Σε αυτό συμβάλει κυρίως η μεγαλύτερη τιμή του κόστους αποθέματος, στην αντικειμενική συνάρτηση κόστους, για υψηλή μεταβλητότητα σε σύγκριση με την ίδια τιμή για χαμηλή μεταβλητότητα. Αυτό δείχνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η μεταβλητότητα της ζήτησης τόσο πιο υψηλό είναι το κόστος διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι η χαμηλή

μεταβλητότητα μας δίνει ως βέλτιστες στρατηγικές επιλογής αριθμού παρτίδας αποστολής με μικρούς αριθμούς παρτίδας ενώ η υψηλή μεταβλητότητα δίνει ως βέλτιστες στρατηγικές με μεγάλους αριθμούς παρτίδας. Η διαφορά αυτή έγκειται στο ότι επιλέγουμε, με τον τρόπο που μοντελοποιήσαμε το μοντέλο, να υπερκεράσουμε το εμπόδιο της αβεβαιότητας, λόγω μεταβλητότητας της ζήτησης τελικών προϊόντων, και να διατηρήσουμε υψηλό βαθμό ικανοποίησης των παραγγελιών με μεγαλύτερους αριθμούς παρτίδας και κατά επέκταση μεγαλύτερα αποθέματα τα οποία επιβαρύνουν τελικά το συνολικό κόστος διαχείρισης του μοντέλου. Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται οι διαφορές αυτές. Στο σχήμα 6.1 παρουσιάζεται το μέσο αντικειμενικό κόστος χαμηλής και υψηλής μεταβλητότητας για τις περιπτώσεις χαμηλής ανταλλαξιμότητας, στο σχήμα 6.2 έχουμε το μέσο αντικειμενικό κόστος για τις περιπτώσεις μέτριας ανταλλαξιμότητας και στο σχήμα 6.3 για τις περιπτώσεις υψηλής ανταλλαξιμότητας. Στα σχήματα αυτά οι τιμές του μέσου αντικειμενικού κόστους είναι αυτές που προκύπτουν για αριθμούς παρτίδας της Α φάσης των πειραματισμών για χαμηλή και υψηλή μεταβλητότητα.

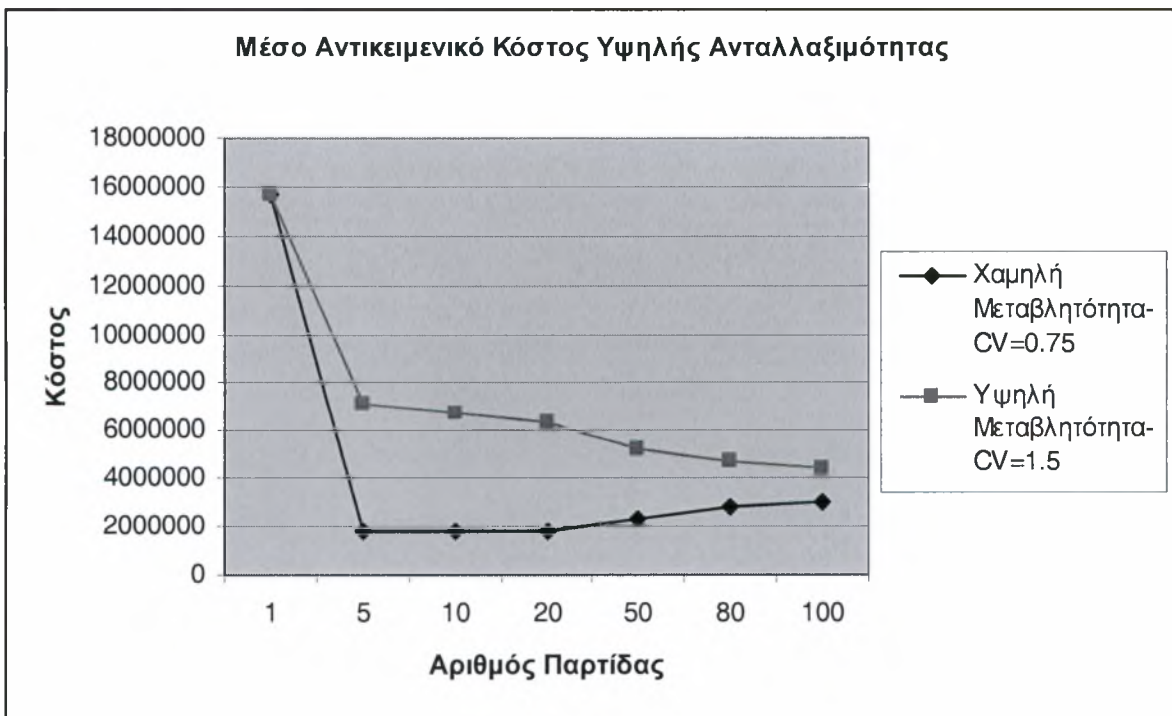
Σχήμα 6.1 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Χαμηλή Ανταλλαξιμότητα



Σχήμα 6.2 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Μέτρια Ανταλλαξιμότητα



Σχήμα 6.3 Μέσο Αντικειμενικό Κόστος Υψηλής Μεταβλητότητας



Όπως προκύπτει από τη παρατήρηση των σχημάτων αυτών η συμπεριφορά της καμπύλης του μέσου αντικειμενικού κόστους είναι κοινή και για τις τρεις περιπτώσεις ανταλλαξιμότητας. Μετά την φαινομενική τομή τους για αριθμό παρτίδας 1 ξεχωρίζουν ενώ παρατηρείται μία τάση να εμφανιστεί εκ νέου τομή των καμπυλών για αριθμό παρτίδας μεγαλύτερο του 100. Για τον αριθμό παρτίδας αυτό θα έχουμε το ίδιο μέσο αντικειμενικό κόστος για χαμηλή και υψηλή ανταλλαξιμότητα. Αυτό σημαίνει ότι εάν η εταιρία επιλέξει ως αριθμό παρτίδας αποστολής τον παραπάνω αριθμό το μέσο αντικειμενικό κόστος δε θα επηρεάζεται από τη μεταβλητότητα της ζήτησης τελικών προϊόντων. Με την επιλογή αυτή η εταιρία καταφέρνει να ουδετεροποιήσει το μέσο αντικειμενικό κόστος από την επίδραση μεταβλητότητα της ζήτησης αλλά θα 'πληρώσει' ένα υψηλό τίμημα σε κόστος αποθέματος των εξαρτημάτων τελικού προϊόντος. Το τίμημα αυτό που θα πληρώσει η εταιρία είναι ο βασικότερος λόγος για τον οποίο η παραπάνω επιλογή δεν αποτελεί λύση του προβλήματος που εξετάσαμε. Όπως άλλωστε φαίνεται και από τα αποτελέσματα που έχουμε στη διάθεση μας οι λύσεις του προβλήματος που προέκυψαν με τη μέθοδο που χρησιμοποιήσαμε είναι διαφορετικές για κάθε περίπτωση που εξετάσαμε.

Από τους πειραματισμούς που διενεργήσαμε προέκυψε ότι για τον αριθμό παρτίδας 1 για όλες τις περιπτώσεις καθώς και για τους αριθμούς παρτίδας 2 και 3 για τις περιπτώσεις χαμηλής μεταβλητότητας, που εξετάσαμε το μέσο αντικειμενικό κόστος κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με τους υπόλοιπους αριθμούς παρτίδας. Αυτό εξηγείται από το ότι για τους συγκεκριμένους αριθμούς είναι υψηλά τα κόστη αποθέματος, αποστολής των εξαρτημάτων και 'μη ικανοποιημένων' παραγγελιών.

Η μεθοδολογία, της επίλυσης του προβλήματος, που αναπτύξαμε στη παρούσα εργασία μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο με διττή χρησιμότητα. Από τη μια είναι χρήσιμη για την λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ένα παρόμοιο μοντέλο θα μπορούσε να αποτελέσει συμπληρωματικό κομμάτι ενός συστήματος Enterprise Resource Planning (ERP) από το οποίο θα αντλεί δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και θα παρουσιάζει σε πραγματικό πάλι χρόνο τις βέλτιστες επιλογές από τις στρατηγικές που εξετάζουμε κάθε φορά. Από την άλλη είναι ένα εργαλείο που διευκολύνει μια επιχείρηση στη διαχείριση των σχέσεων της με τους πελάτες της. Το επιχειρηματικό μοντέλο του δικτύου αξίας χαρακτηρίζεται πελατοκεντρικό και πιο συγκεκριμένα η επιλογή του πελάτη είναι αυτό που δίνει το έναυσμα στο να ξεκινήσουν να λειτουργούν οι

διαδικασίες μέσα στο δίκτυο αξίας. Με τη παρούσα μεθοδολογία προτείνουμε ένα τρόπο αξιοποίησης των λειτουργικών χαρακτηριστικών του δικτύου αξίας πετυχαίνοντας συγχρόνως τη διατήρηση του πελατοκεντρικού χαρακτήρα του μοντέλου και την κερδοφορία της επιχείρησης.

6.2 Προτάσεις – Ιδέες για περαιτέρω έρευνα

Ο στενός χρονικός ορίζοντας της διπλωματικής εργασίας δεν δίνει τη δυνατότητα για μια εκτεταμένη έρευνα γύρω από ένα αντικείμενο. Συνήθως η διπλωματική εργασία είναι μια εισαγωγή σε χώρους έρευνας που απαιτούν πολύ χρόνο και κόπο μέχρι να μας επιτρέψουν να ανακαλύψουμε όλα τα μυστικά τους. Αυτός είναι ο λόγος που στο σημείο αυτό θα κάνουμε προτάσεις και θα δώσουμε ιδέες για περαιτέρω έρευνα πάνω στο αντικείμενο με το οποίο ασχοληθήκαμε στη συγκεκριμένη εργασία. Οι προτάσεις μας για συνέχιση της έρευνας παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω:

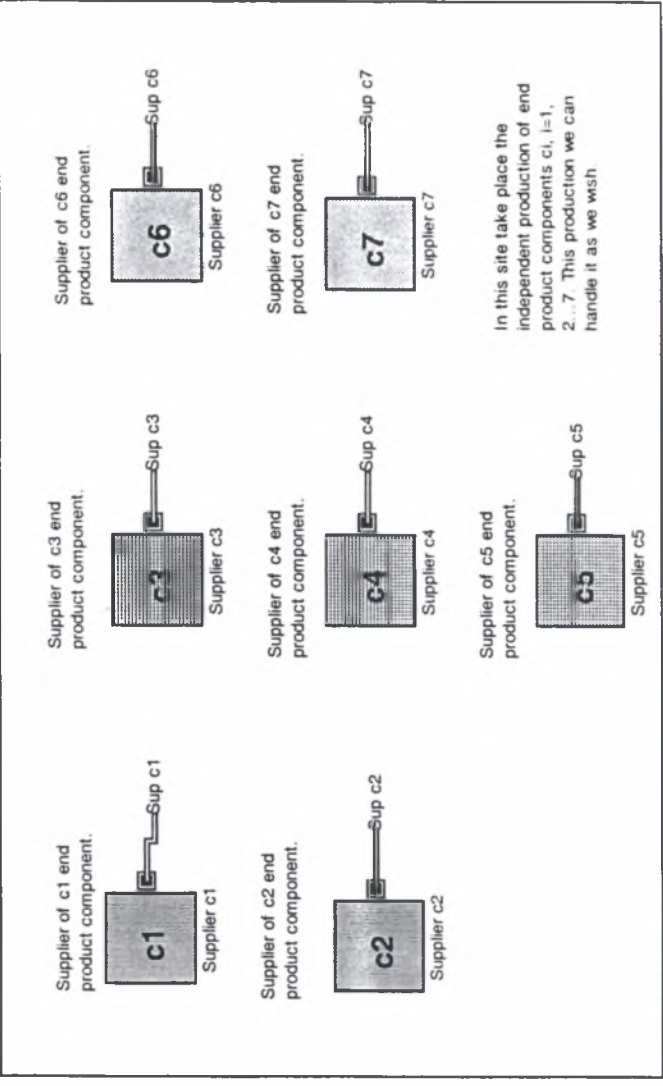
- Όπως αναφέρθηκε οι γραμμές παραγωγής των επτά προμηθευτών c_i , του προβλήματος που εξετάσαμε, μοντελοποιήθηκαν με επτά ανεξάρτητα μεταξύ τους ιεραρχικά δομικά στοιχεία. Το στοιχείο μας δίνει την ελευθερία να εξετάσουμε πως επηρεάζεται το μοντέλο του δικτύου αξίας:
 - Από το ρυθμό παραγωγής των εξαρτημάτων τελικού προϊόντος, όταν ο ρυθμός αυτό είναι κοινός για όλους τους προμηθευτές αλλά και όταν κάθε προμηθευτής παράγει με δικό του ανεξάρτητο ρυθμό παραγωγής.
 - Από την εμφάνιση βλαβών στις γραμμές παραγωγής των προμηθευτών που έχει ως αποτέλεσμα τη καθυστέρηση των εξαρτημάτων. Τη πρόταση αυτή μπορούμε να τη διευρύνουμε και για τη γραμμή συναρμολόγησης των τελικών προϊόντων στην εταιρία του προβλήματος μας.
- Στο μοντέλο της παρούσας εργασίας δεν εντάξαμε στην αντικειμενική συνάρτηση για τον υπολογισμό του κόστους το κόστος παραγωγής των εξαρτημάτων και των τελικών προϊόντων αλλά ασχοληθήκαμε κυρίως με το κόστος αποθέματος, το κόστος αποστολής και το κόστος ‘μη ικανοποιημένων’ παραγγελιών. Παρουσιάζει λοιπόν ενδιαφέρον να δούμε αν και κατά πόσο θα αλλάξουν τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε όταν συμμετάσχει στην αντικειμενική συνάρτηση και το κόστος παραγωγής εξαρτημάτων και τελικών προϊόντων.

- Ένα άλλο αντικείμενο έρευνας το οποίο παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι να δούμε τη συμπεριφορά του μοντέλου στη περίπτωση που όλα τα εξαρτήματα τελικού προϊόντος μπορούν να αντικατασταθούν μεταξύ τους. Δηλαδή η ανταλλαξιμότητα να είναι ιδιότητα όλων των εξαρτημάτων και όχι μόνο αυτών που ανήκουν στην ίδια ομάδα προϊόντων. Σε γενικές γραμμές αυτό σημαίνει να δίδεται η δυνατότητα στον υποψήφιο πελάτη να συνθέσει μεταξύ τους όποια εξαρτήματα τελικού προϊόντος αυτός επιθυμεί χωρίς περιορισμούς, δηλαδή χωρίς βασικές συνθέσεις προϊόντων.
- Το μοντέλο δικτύου αξίας που εξετάστηκε στη παρούσα εργασία είναι μοντέλο παραγωγής που χαρακτηρίζεται μοντέλο ώθησης (push). Είναι σημαντικό να εξετάσουμε το ίδιο μοντέλο και για τη περίπτωση που η παραγωγή τόσο των εξαρτημάτων τελικού προϊόντος όσο και των τελικών προϊόντων είναι μοντέλο έλξης (pull). Με τον τρόπο αυτό θα έχουμε τη δυνατότητα να δούμε τις διαφορές μεταξύ των μοντέλων παραγωγής μέσα στο επιχειρηματικό μοντέλο του δικτύου αξίας.
- Μετά την παρατήρηση των σχημάτων 6.1, 6.2 και 6.3 είναι θεμιτό να γίνει διερεύνηση του αριθμού παρτίδας για τον οποίο έχουμε την ίδια τιμή μέσου αντικειμενικού κόστους για χαμηλή και υψηλή μεταβλητότητα αλλά και να εξεταστεί η συμπεριφορά της καμπύλης του μέσου αντικειμενικού κόστους γύρω από αυτόν τον αριθμό παρτίδας.
- Η μεθοδολογία επίλυσης του προβλήματος στηρίζεται στη προσομοίωση και αυτό ενέχει κινδύνους για την ορθότητα των λύσεων αλλά για το κατά πόσο είναι ρεαλιστική. Αυτό μας οδηγεί στη πρόταση για επικύρωση του μοντέλου μας με τη χρήση πραγματικών στοιχείων από μια επιχείρηση, η οποία θα λειτουργεί με βάση το μοντέλο δικτύου αξίας. Με τον τρόπο αυτό θα καταφέρουμε να συγκρίνουμε τα εξαγόμενα αποτελέσματα της μεθοδολογίας με τα πραγματικά αποτελέσματα και να διαπιστώσουμε ένα υπάρχουν παρεκκλίσεις. Η διαπίστωση των παρεκκλίσεων θα μας επιτρέψει να τις ανακαλύψουμε μέσα στο μοντέλο και να τις διορθώσουμε αναπτύσσοντας έτσι μια ρεαλιστική και ορθή μεθοδολογία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

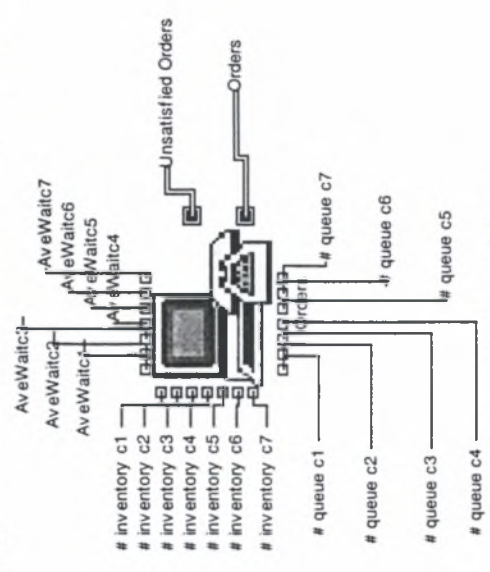
- Αδαμίδης, Ε και Εμίρης, Δ. *Διοίκηση και Χρονικός Προγραμματισμός Έργων*.
- Λυμπερόπουλος, Γ. (2000) *Σημειώσεις του μαθήματος: Σχεδιασμός και Προγραμματισμός Παραγωγής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας
- Bovet, D and Martha, J. (2000) *Value Nets: Breaking the Supply Chain to Unlock Hidden Profits*. John Willey and Sons Inc.
- Bovet, D. (1999) “Value Webs: The Next Business Revolution”, *Logistics!*, Spring / Summer 1999, pages 3-9.
- Slywotzky, A and Morrison, D. (2000) *How Digital Is your Business ?* Crown Business.
- Slywotzky, A. (2000) “The Age of the Choiceboard”, *Harvard Business Review*, ?, σελ. 40 – 41.
- Weill, P and Vitale, M. (2001) *Place to Space: Migrating to eBusiness Models*. Harvard Business School Publishing Corporation.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

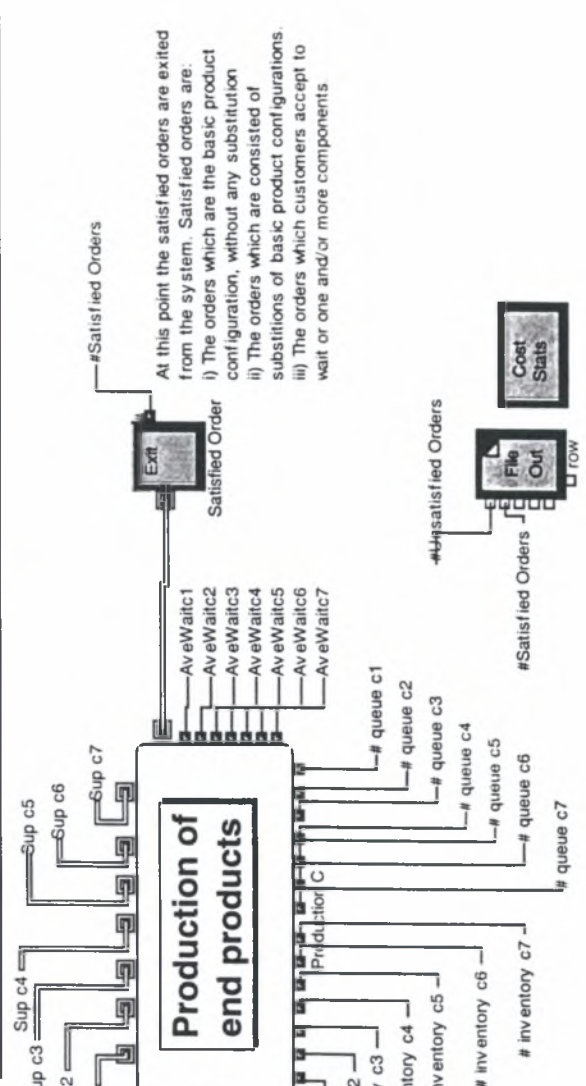


Orders: This H-block contains the orders' blocks which are :

- i) the ones for the generation of the orders
- ii) that which give characteristics / attributes to them and
- iii) the blocks which make checks of availability of components and offers delay or substitution if an end product component is unavailable.



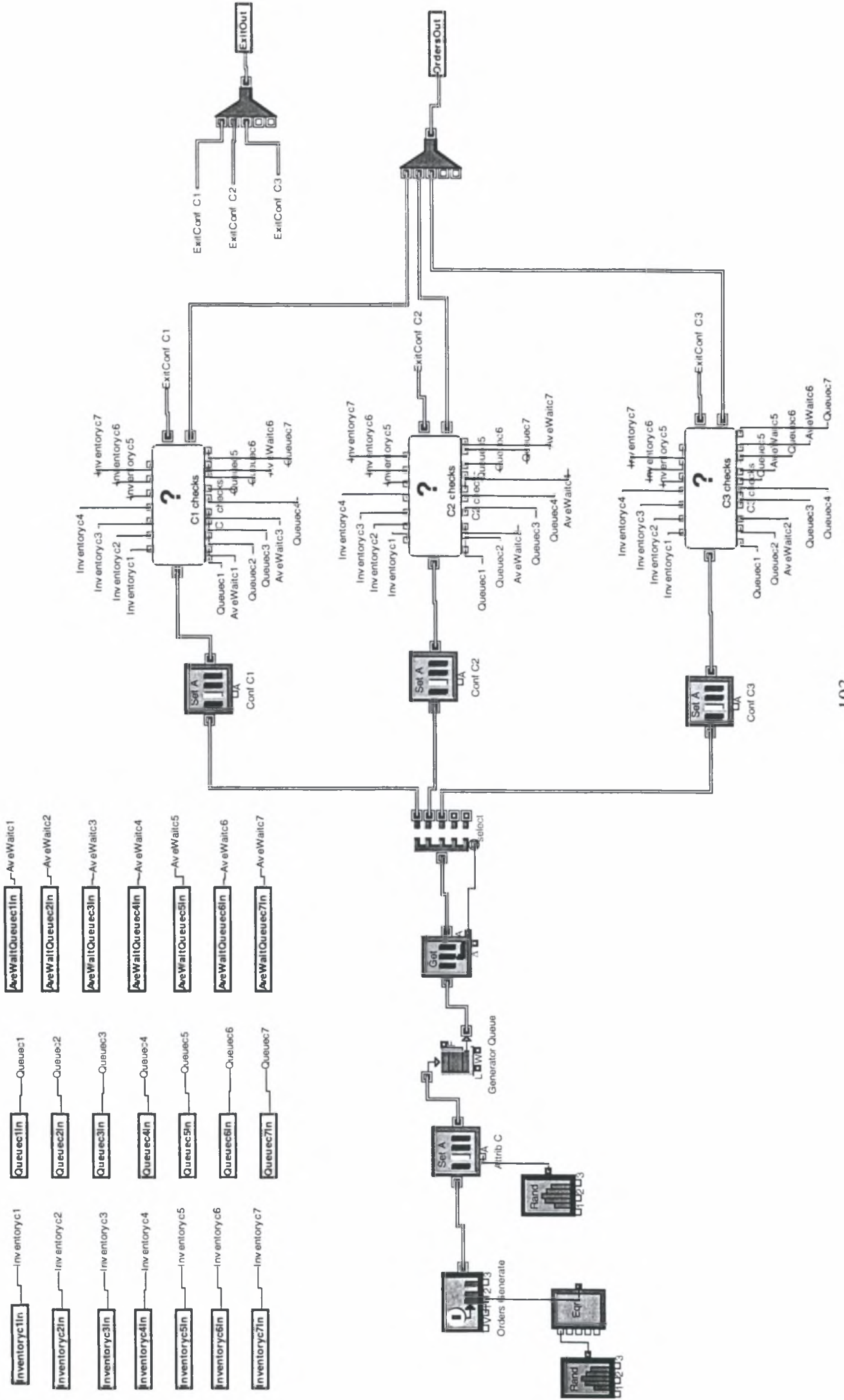
Here are entered in the H-block Orders the values which show the number in inventory of c_i and the queue of c_i at the assembly production line of c_i where $i = 1, 2, 3, \dots, 7$

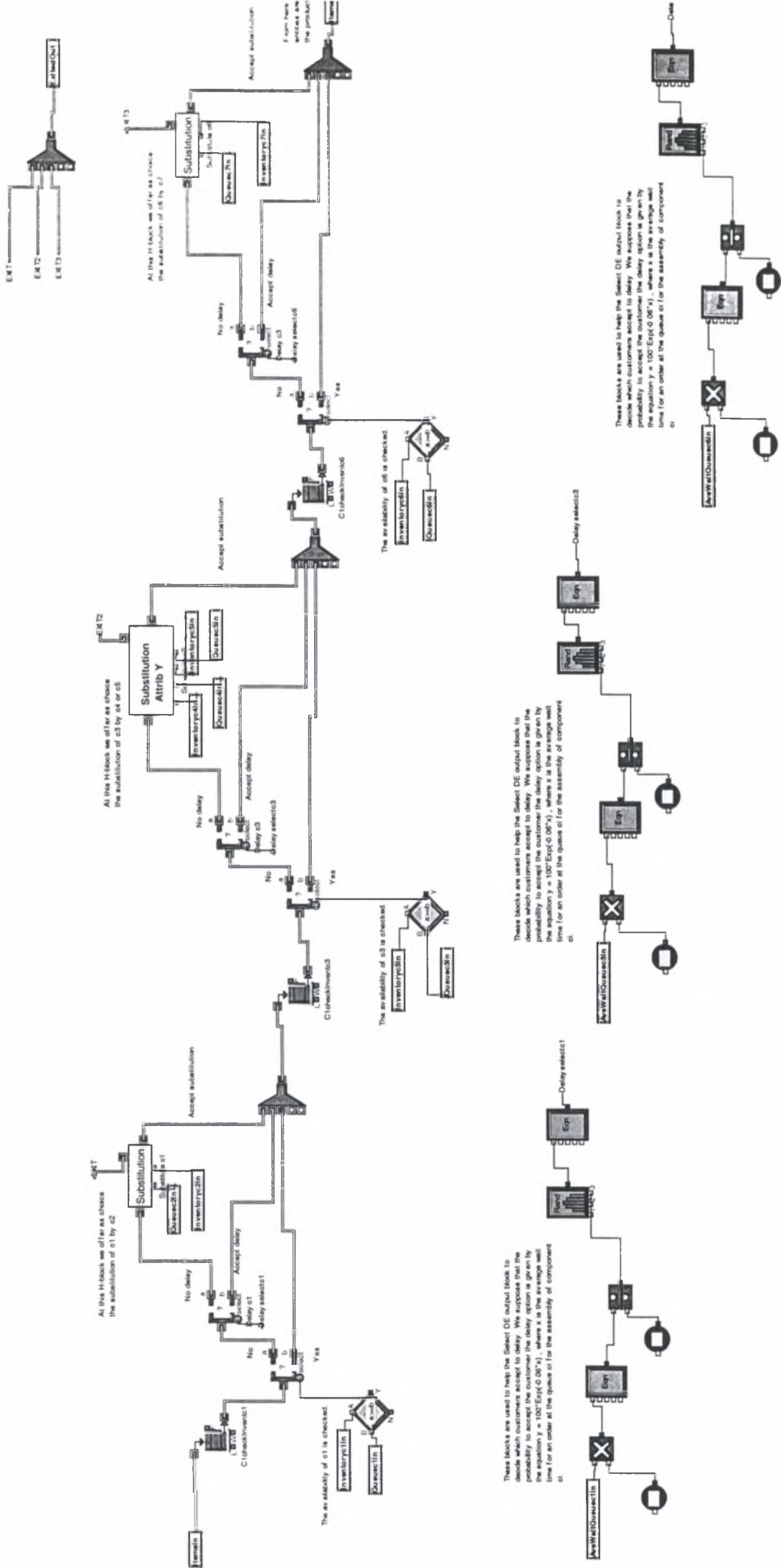


Here the unsatisfied orders exited. These orders are:

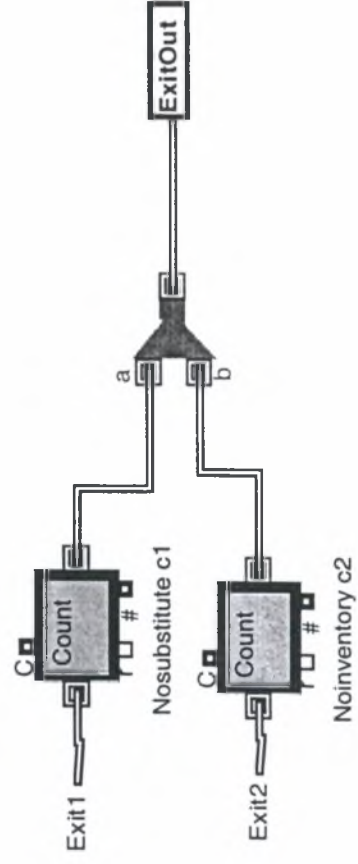
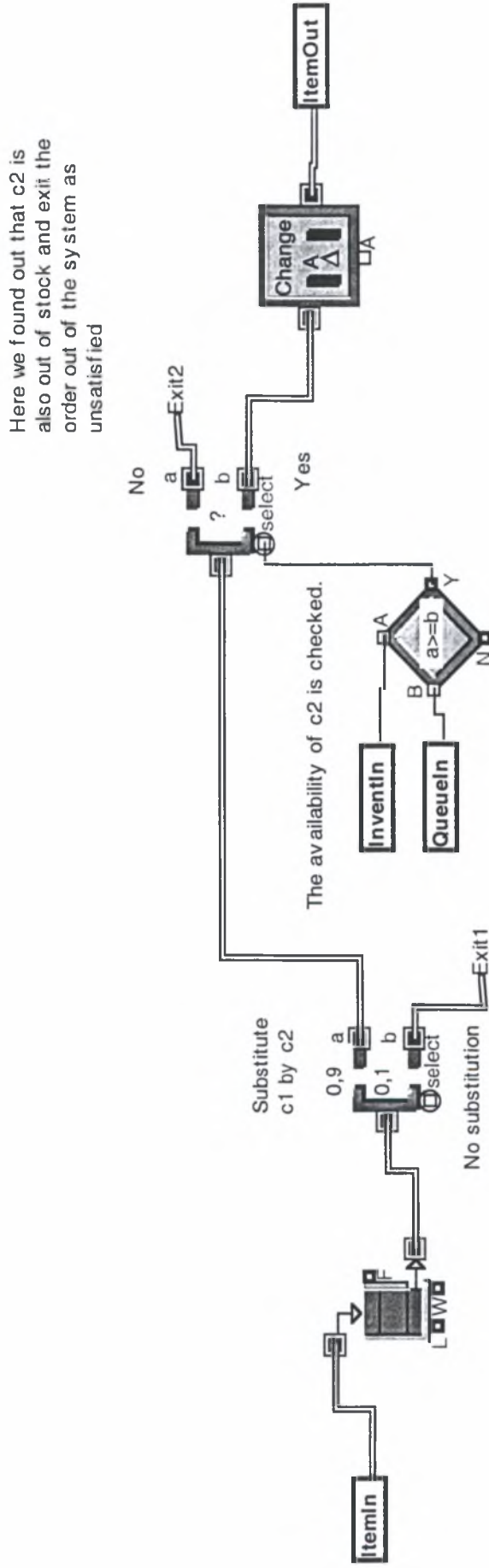
- i) The ones which the customer doesn't accept delay to the delivery of the product and any substitution of the end product components.
- ii) The ones which cannot be satisfied because of lack of inventory for the end product components which are assigned as substitutions.
- iii) Also as unsatisfied can be characterized the ones where the customer accepted the first substitution and not the second when it is offered, this is for the component group of c_3, c_4, c_5 .

Εικόνα Π.2 Παράγωγες

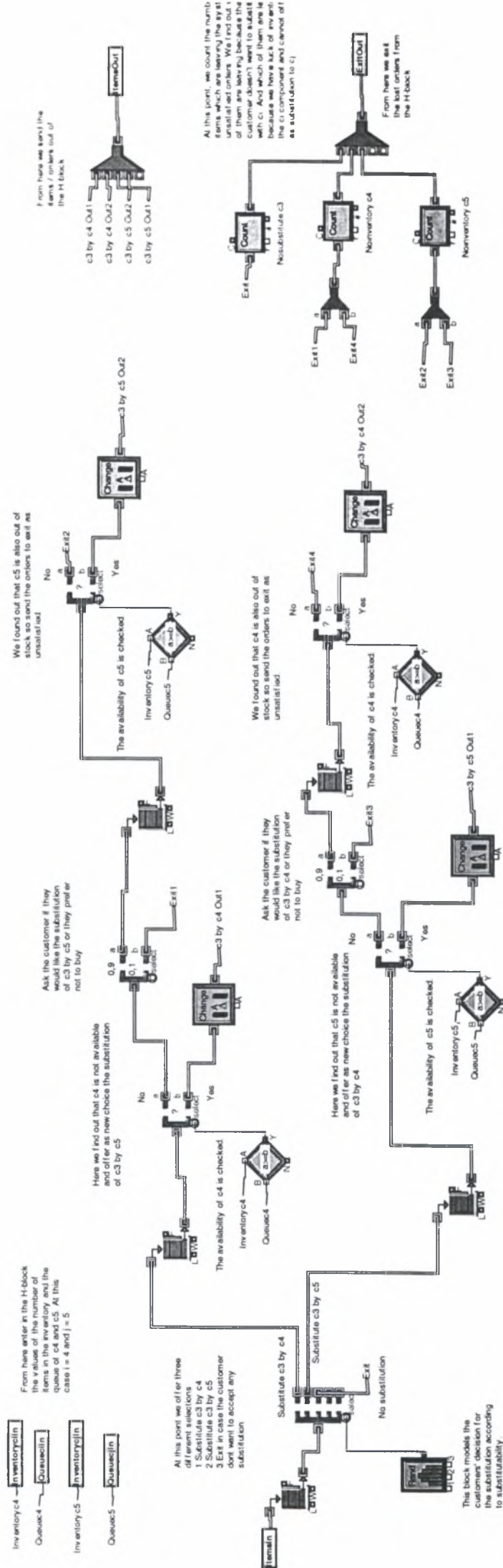




Εικόνα Π.4 Ιεραρχικό δομικό στοιχείο Αντικατάσταση



At this point, we count the number of items which are leaving the system as unsatisfied orders. We find out which of them are leaving because the customer doesn't want to substitute c_j with c_i . And which of them are leaving because we have lack of inventory to the c_i component and cannot offer it as substitution to c_j .



Εικόνα Π.6 Ιεραρχικό δομικό στοιχείο 'Προμηθευτής c1'

