6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

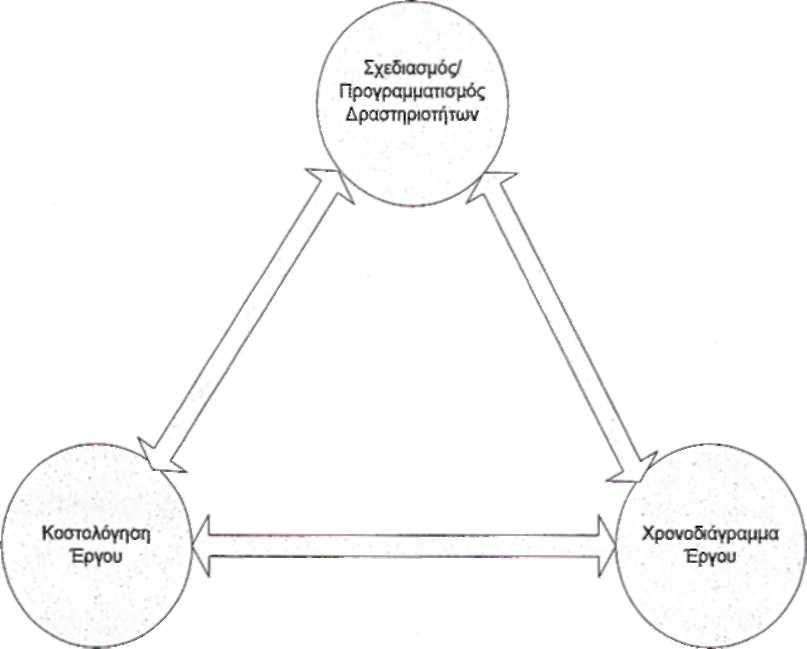
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΩΜΙΩΣΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο σωστός σχεδιασμός και προγραμματισμός ενός έργου είναι μια δύσκολη διαδικασία. Σε γενικές γραμμές αποτελείται από τις παρακάτω τρεις φάσεις:

1. Το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων
2. Την εκτίμηση του κόστους
3. Το χρονικό προγραμματισμός του έργου

Ο τρόπος σύνδεσης των παραπάνω φάσεων και το πως αλληλεπιδρούν μεταξύ τους φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 26 Σχεδιασμός έργου

Για τον σχεδιασμό των έργων έχουν αναπτυχθεί αρκετές μεθοδολογίες. Οι πιο σπουδαίες εξ αυτών είναι:

1. Η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής CPM και η μέθοδος PERT, οι οποίες χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή από την κατασκευαστική βιομηχανία για τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων.
2. Τα μοντέλα αναμονής, τα οποία έχουν αποδείξει την χρησιμότητα τους στην κατανομή των πόρων και στην αποφυγή δημιουργίας συνωστισμών των πόρων.

3) Η προσομοίωση των διαδικασιών εργοταξίου με την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Στην συνέχεια της παρούσας ενότητας θα γίνει αναφορά στις παραπάνω τεχνικές.

6.2 PERT/CPM

Η μέθοδος PERT (= Program Evaluation and Review Technique) και η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής CPM (=Critical Path Method), αποτελούν δυο διαδικασίες, οι οποίες βασίζονται στον σχεδιασμό δικτύων. Αναπτύχθηκαν αρχικά με σκοπό την διαχείριση χρονοδιαγραμμάτων έργων για την βιομηχανική παραγωγή αλλά και για την κατασκευαστική δραστηριότητα.

Οι μέθοδοι Pert και CPM παρέχουν την βάση για την ανάλυση της ακολουθίας και των αλληλεξαρτήσεων των δραστηριοτήτων, οι οποίες θα εκτελεστούν κατά την διάρκεια ενός συγκεκριμένου έργου.

Τα συγκεκριμένα εργαλεία διαχείρισης, παρέχουν την πληροφορία που απαιτείται για τον χρονικό προγραμματισμό ενός έργου. Έτσι, με βάση τις ημερομηνίες αποπεράτωσης που προκύπτουν από την διαδικασία αυτή, ο ανάδοχος καθορίζει των αριθμό των ανθρώπινων πόρων, των υλικών και των μηχανημάτων που απαιτούνται για την επιτυχή και εμπρόθεσμη ολοκλήρωση του έργου. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα αναγνώρισης κρίσιμων διαδρομών, και επομένως και κρίσιμων δραστηριοτήτων, οι οποίες θα πρέπει να παρακολουθούνται προσεκτικά, έτσι ώστε να υπάρξει επιτυχής αποπεράτωση του έργου. Καλούνται κρίσιμες, γιατί αυτές καθορίζουν την συνολική διάρκεια του έργου. Παρ’ όλες τις αβεβαιότητες που υπάρχουν στην κατασκευή, οι τεχνικές αυτές παρέχουν τη δυνατότητα στους αναδόχους- κατασκευαστές να παρακολουθούν τη πρόοδο του εργοταξίου, λαμβάνοντας υπόψη και ορισμένες συνθήκες, οι οποίες ενδεχομένως να παρουσιαστούν κατά την διάρκεια της κατασκευής.

Τέλος με τις δυο αυτές μεθόδους μπορούν να εκτιμηθούν διαφορετικά σενάρια, με σκοπό να καθοριστεί η επίδραση αυτών στην απόδοση του έργου και στο χρόνο ολοκλήρωσης αυτού. Επίσης με την μέθοδο PERT μπορεί να γίνει η πιθανοτική θεώρηση της διάρκειας των δραστηριοτήτων. Η ανάλυση ευαισθησίας που γίνεται με τον τρόπο αυτό αποτελεί το κλειδί για την λήψη αποφάσεων στα κατασκευαστικά έργα.

6.3 ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΜΟΝΗΣ

Οι διαδικασίες κατασκευής ενός έργου μπορούν να προσομοιωθούν επίσης και ως προβλήματα αναμονής ή σειράς. Στα κατασκευαστικά έργα κάθε δραστηριότητα -διεργασία απαιτεί συγκεκριμένους πόρους για να εκτελεστεί. Το αν εκτελεστεί εξαρτάται από την κατάσταση των πόρων αυτών, η οποία μπορεί να χαρακτηριστεί είτε ως ανενεργή κατάσταση, οπότε και οι απαιτούμενοι πόροι είναι στη διάθεση της δραστηριότητας, είτε ως εν ενεργεία κατάσταση, οπότε οι πόροι είναι απασχολημένοι σε άλλες δραστηριότητες.

Ένα κλασσικό παράδειγμα της προσέγγισης της προσομοίωσης με μοντέλα σειρών αναμονής αποτελεί η άφιξη των αυτοκινούμενων αναμικτήρων- φορτηγών σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ετοίμου σκυροδέματος. Στην περίπτωση αυτή, οι μονάδες (φορτηγά), που βρίσκονται στην σειρά αναμονής, εξυπηρετούνται από τη μονάδα παραγωγής του ετοίμου σκυροδέματος καθώς εισέρχονται και στη συνέχεια εξέρχονται από το σύστημα. Το σύστημα αποτελείται από μια δραστηριότητα- διεργασία, την παραγωγή και φόρτωση του σκυροδέματος, και από μια σειρά αναμονής. Όλα τα φορτηγά φτάνουν στο εργοστάσιο, φορτώνονται και στην συνέχεια εξέρχονται του εργοστασίου. Μόλις απομακρυνθεί το φορτηγό, κατευθύνεται στο εργοτάξιο, όπου ξεφορτώνει το σκυρόδεμα, και στην συνέχεια ξαναγυρνάει στο εργοστάσιο παραγωγής σκυροδέματος για να συνεχίσει τον κύκλο του. Ο κύκλος τελειώνει, όταν ο απαιτούμενος όγκος σκυροδέματος έχει παραδοθεί στο εργοτάξιο.

Είναι πολύ συνηθισμένο, σε εργοτάξια κατασκευαστικών έργων, η δραστηριότητα-διεργασία να μεταφέρεται από το ένα σημείο στο άλλο. Έτσι για παράδειγμα, κατά την διάρκεια των εργασιών κατασκευής ξυλοτύπου, οι εργάτες προμηθεύουν τους τεχνίτες με την απαραίτητη ξυλεία.

Τέσσερα είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των μοντέλων με σειρές αναμονής:

1. Το πρώτο χαρακτηριστικό ενός μοντέλου με σειρές αναμονής είναι ο ρυθμός άφιξης των πόρων στην είσοδο του συστήματος. Ο ρυθμός αυτός μπορεί να αναπαρασταθεί είτε με τυχαίες είτε με διακριτές χρονικές διάρκειες. Για την μαθηματική επίλυση του προβλήματος θα μπορούσαν να θεωρηθούν χρονικές διάρκειες της άφιξης των πόρων και της εκτέλεσης της διεργασίας που να ακολουθούν την εκθετική κατανομή.
2. Ο αριθμός των εργατών και των τεχνιτών ή το μέγεθος του πληθυσμού των πόρων είναι άλλη μια χαρακτηριστική παράμετρος για την είσοδο στο σύστημα της διεργασίας- δραστηριότητας. Ο πληθυσμός ορίζεται είτε ως πεπερασμένος είτε ως μη πεπερασμένος.
3. Ένα τρίτο χαρακτηριστικό είναι ο ρυθμός εξυπηρέτησης της διεργασίας.
4. Τέλος, η σειρά με την οποία οι μονάδες εισέρχονται στο σύστημα και εξυπηρετούνται από την δραστηριότητα- διεργασία είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας του συστήματος. Για διεργασίες στην κατασκευαστική βιομηχανία χρησιμοποιούνται συνήθως συστήματα του τύπου «πρώτος μέσα-πρώτος έξω» (FIFO)

6.4 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

Η προσομοίωση των διαδικασιών με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή χρησιμοποιείται ως μια εναλλακτική τεχνική στην πρόβλεψη της επίδοσης του συστήματος και την κατανόηση της συμπεριφορά του (Law and Kelton, 1991). Για να προσομοιώσουμε τις διεργασίες, η διαδικασία ή το σύστημα θα πρέπει να μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας έτσι ώστε να γνωρίζουμε επακριβώς τον τρόπο λειτουργίας. Από τη μελέτη αυτή του συστήματος γίνονται ορισμένες υποθέσεις, οι οποίες μεταφράζονται σε μαθηματικές ή λογικές σχέσεις. Αυτές οι σχέσεις αποτελούν αυτό που ονομάζουμε μοντέλο.

Ανάλογα με την πολυπλοκότητα του μοντέλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν αλγεβρικές, μαθηματικές ή στατιστικές μέθοδοι για να λάβουμε μια αναλυτική επίλυση του μοντέλου. Παρόλη την πολυπλοκότητα των πραγματικών διαδικασιών, οι προσομοιώσεις με την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή αποτελούν ένα αυτοματοποιημένο μέσο, το οποίο έχει την δυνατότητα να κάνει αριθμητική ανάλυση και να εκτιμήσει τα χαρακτηριστικά του μοντέλου υπό δεδομένες συνθήκες. Οι συνθήκες αυτές, με την σειρά τους, μπορούν με τη χρήση των Η/Υ να τροποποιηθούν κατά το δοκούν, με αποτέλεσμα να μας παρέχεται και η πρόσθετη δυνατότητα εκτέλεσης αναλύσεων ευαισθησίας. Οι Law and Kelton παρουσιάζουν μια λίστα από διάφορα προβλήματα για τα οποία η χρήση των μοντέλων προσομοίωσης έχει αποδειχθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο επίλυσης:

1. Σχεδιασμός και ανάλυση συστημάτων παραγωγής
2. Εκτίμηση των απαιτήσεων των συστημάτων Η/Υ σε λογισμικό και συσκευές
3. Εκτίμηση νέων οπλικών συστημάτων και τακτικών
4. Εκτίμηση πολιτικών παραγγελιών για αποθήκες
5. Σχεδιασμός τηλεπικοινωνιακών συστημάτων
6. Σχεδιασμός, κατασκευή και λειτουργία συστημάτων μεταφοράς
7. Εκτίμηση του σχεδιασμού για οργανισμούς κοινής ωφέλειας
8. Ανάλυση οικονομικών συστημάτων

Οι Law και Kelton διαπίστωσαν επίσης, ότι μεταξύ των ετών 1978 και 1989, η προσομοίωση κατελάμβανε την πέμπτη θέση ανάμεσα σε δεκαπέντε ερευνητικά αντικείμενα σε όρους προστιθεμένης αξίας μετά από την αποφοίτηση φοιτητών μεταπτυχιακών προγραμμάτων. Μεταξύ των φοιτητών που είχαν ολοκληρώσει τις διδακτορικές διατριβές τους κατελάμβανε τη δεύτερη θέση. Παρόλο που οι στατιστικές αυτές αντικατοπτρίζουν την εικόνα περασμένων δεκαετιών, η αξία των μοντέλων προσομοίωσης συνεχίζει να αυξάνει, λόγω της ανάπτυξης των υπολογιστών.

Υπάρχουν όμως και κάποιοι περιορισμοί καθώς και κάποια μειονεκτήματα τα οποία πρέπει να αναγνωρίσει κανείς:

1. Τα συστήματα μεγάλης κλίμακας έχουν έναν υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο προγραμματισμός και η προσομοίωση τέτοιων συστημάτων να είναι μια πολύ δύσκολη και χρονοβόρα εργασία. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί ποικίλα προγράμματα προσομοίωσης. Τα προγράμματα αυτά περιλαμβάνουν επιλογές, που διευκολύνουν την συγγραφή του κώδικα προσομοίωσης, όπως είναι για παράδειγμα οι γραφικοί επεξεργαστές κ.λ.π.
2. Σε πολλές περιπτώσεις καταναλώνεται πολύς χρόνος για τον σχεδιασμό του κώδικα προσομοίωσης σε σχέση με το σύστημα που προσομοιώνεται. Για το λόγο αυτό η προσομοίωση ενός συστήματος καταλήγει να είναι θέμα προγραμματισμού και όχι ανάλυσης.

7° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η προσομοίωση με την χρήση Η/Υ χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην παραγωγική διαδικασία της κατασκευαστικής βιομηχανίας το 1973, από τον Daniel W. Halpin στο πανεπιστήμιο του Illinois, ο οποίος ανέπτυξε το Cyclic Operations Network (CYCLONE) και από τους Robert Lorgcher and David Ashley στο τεχνικό ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (ΜΓΤ),οι οποίοι ανέπτυξαν το GPSS.To CYCLONE και το GPSS υιοθέτησαν τις αρχές και τα συμπεράσματα από προηγούμενα διακριτά μοντέλα προσομοίωσης, τα οποία χρησιμοποιούνταν εκείνη την εποχή για λόγους επιχειρησιακής έρευνας και σχεδιασμού γραμμών παραγωγής.

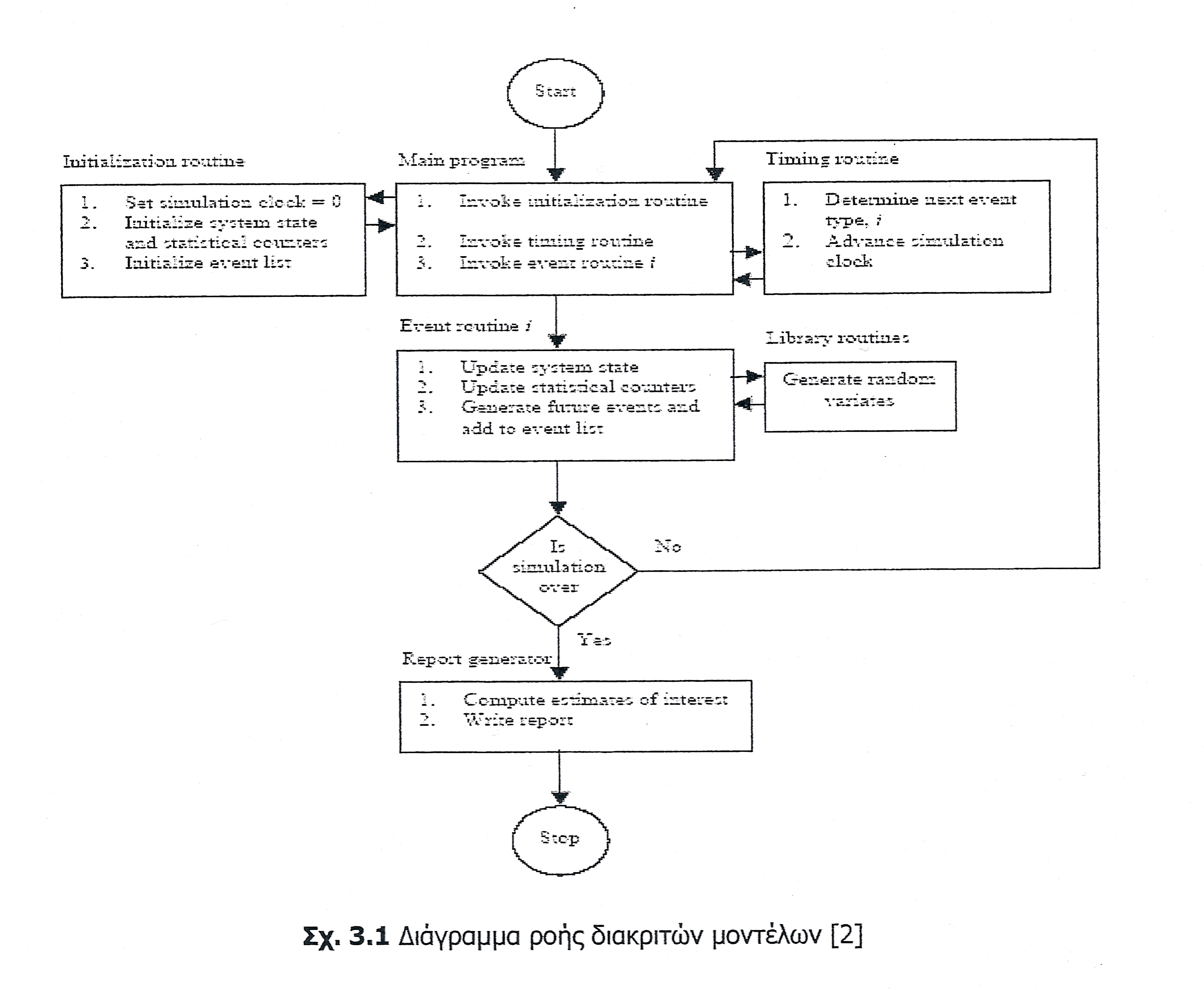
Αρκετοί ερευνητές στον τομέα των κατασκευών υιοθέτησαν το μοντέλο CYCLONE και ήταν επιτυχείς στην αναβάθμιση του και στην προσαρμογή της χρήσης του σε διάφορες διεργασίες της κατασκευής, όπως για παράδειγμα τις διεργασίες σε ένα χωματουργικό έργο, σε ένα έργο διάνοιξης σήραγγας, σε έργα πετρελαιαγωγών, σε έργα αποχέτευσης κ.α. Τέτοια προγράμματα είναι μεταξύ άλλων τα INSIGHT, RESQUE, COOPS, STROBOSCOPE, SIMPHONY και HSM.

7.2 ΔΙΑΚΡΙΤΑ ΜΟΝΤΕΑΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Με τα διακριτά μοντέλα επιτυγχάνεται η προσομοίωση συστημάτων, τα οποία εξελίσσονται με τον χρόνο με τέτοιο τρόπο ώστε μια ομάδα μεταβλητών κατάστασης του συστήματος να μεταβάλλεται μόνο σε ένα διακριτό αριθμό στιγμών στον χρόνο. Μεταβλητές κατάστασης είναι αυτές που περιγράφουν ένα σύστημα σε μια συγκεκριμένη χρονική κατάσταση σε συνάρτηση με το αντικείμενο της μελέτης. Στα χρονικά αυτά σημεία, συμβαίνει ένα γεγονός το οποίο ενδεχομένως να αλλάζει την κατάσταση του συστήματος. Μια προσομοίωση με διακριτά μοντέλα αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

1. Κατάσταση συστήματος: Συγκέντρωση όλων των μεταβλητών κατάστασης που απαιτούνται για να περιγράψουν το σύστημα σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
2. Ρολόι προσομοίωσης: Μια μεταβλητή η οποία δείχνει τον δεδομένο χρόνο προσομοίωσης
3. Στατιστικοί μετρητές: Μεταβλητές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση στατιστικών πληροφοριών για την επίδοση του συστήματος.
4. Κώδικας ενεργοποίησης: Ένα υποπρόγραμμα το οποίο ενεργοποιεί την προσομοίωση την χρονική στιγμή t=0.
5. Ρουτίνα χρονομέτρησης: Ένα υποπρόγραμμα, το οποίο καθορίζει το επόμενο γεγονός από μια λίστα με γεγονότα και στην συνέχεια προχωράει το ρολόι της προσομοίωσης στην χρονική στιγμή έναρξης του γεγονότος αυτού.
6. Ρουτίνα γεγονότος: Ένα υποπρόγραμμα, το οποίο ενημερώνει την κατάσταση του συστήματος, όταν εμφανίζεται ένα γεγονός συγκεκριμένου τύπου.
7. Ρουτίνες βιβλιοθήκης: Μία ομάδα υποπρογραμμάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για να παράγονται τυχαίες παρατηρήσεις από κατανομές πιθανότητας, οι οποίες ορίστηκαν ως τμήματα του μοντέλου προσομοίωσης.
8. Γεννήτρια αναφορών: Ένα υποπρόγραμμα το οποίο υπολογίζει εκτιμήσεις των μεγεθών που μετρούν την επίδοση του συστήματος και παράγει τις αναφορές μετά το πέρας της προσομοίωσης.
9. Κυρίως πρόγραμμα: Ένα υποπρόγραμμα, το οποίο περιλαμβάνει μια ρουτίνα χρόνου, η οποία ορίζει το επόμενο γεγονός και στη συνέχεια μεταφέρει τον έλεγχο στην αντίστοιχη ρουτίνα γεγονότων για να ενημερώσει κατάλληλα την κατάσταση του συστήματος. Το κυρίως πρόγραμμα μπορεί επίσης να ελέγξει για τυχόν πρόωρη λήξη της προσομοίωσης.

Τα στοιχεία αυτά φαίνονται στο σχήμα σχήμα 27. Την χρονική στιγμή μηδέν γίνεται εκκίνηση της προσομοίωσης μέσω της κλήσης της ρουτίνας ενεργοποίησης από το πρόγραμμα. Με την ρουτίνα αυτή ενεργοποιείται η κατάσταση του συστήματος, οι στατιστικοί καταμετρητές και ο κατάλογος γεγονότων. Αμέσως μετά, το κύριο πρόγραμμα ενεργοποιεί την ρουτίνα χρονομέτρησης. Η ρουτίνα αυτή καθορίζει ποιο από τα γεγονότα προσομοίωσης έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα να υλοποιηθεί. Μετά από το πέρας της υλοποίησης ενός γεγονότος το χρονόμετρο της προσομοίωσης προχωράει στο επόμενο γεγονός προς υλοποίηση.



**Σχήμα 27** Διάγραμμα Ροής Διακριτών Μοντέλων

Στην συνέχεια, το κυρίως πρόγραμμα συνεχίζει και ενεργοποιεί την ρουτίνα γεγονότος. Όταν συμβαίνει αυτό, η κατάσταση του συστήματος ενημερώνεται, έτσι ώστε να περιλαμβάνει και την εμφάνιση του νέου γεγονότος, όπως επίσης και των στατιστικών καταμετρητών. Οι στατιστικοί καταμετρητές συγκεντρώνουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την απόδοση του συστήματος. Συχνά, παράγονται τυχαίες μεταβλητές με την βοήθεια κατανομών πιθανότητας για να καθορίσουν τους χρόνους εκτέλεσης μελλοντικών γεγονότων. Όταν ολοκληρωθούν τα παραπάνω βήματα, το κυρίως πρόγραμμα ή η ρουτίνα γεγονότων επιβεβαιώνει το πέρας της προσομοίωσης. Στην περίπτωση που η προσομοίωση δεν έχει τελειώσει ακόμη, επαναλαμβάνεται ο κύκλος της προσομοίωσης μέχρι να ικανοποιηθεί η συνθήκη λήξης της προσομοίωσης. Όταν ικανοποιηθεί η συνθήκη λήξης, ενεργοποιείται η γεννήτρια αναφορών για να υπολογίσει τις εκτιμήσεις συγκεκριμένων μεγεθών απόδοσης του συστήματος.

0 τρόπος αυτός προσομοίωσης συστημάτων θα μπορούσε να εισαχθεί σε ένα σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή, χρησιμοποιώντας μια γλώσσα γενικού προγραμματισμού, όπως FORTRAN, PASCAL ή C. Όμως, λόγω της πολυπλοκότητας πολλών συστημάτων του πραγματικού κόσμου, μια τέτοια απόπειρα προσομοίωσης θα είχε ως αποτέλεσμα την κατανάλωση σημαντικού χρόνου για τον προγραμματισμό του κώδικα. Αυτό θα είχε ως συνέπεια την υπέρβαση του χρονοδιαγράμματος υλοποίησης της προσομοίωσης, υπό την προϋπόθεση βέβαια της πιστής προσομοίωσης του συστήματος. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό αναπτύχθηκαν ειδικές γλώσσες προσομοίωσης όπως η SIMAN, GPSS και η SLAM II.

7.3 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ CYCLONE

To μοντέλο Cyclone είναι ένα εργαλείο προσομοίωσης διακριτών γεγονότων και βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο εκτελείται η κατασκευαστική διεργασία. Όταν χρησιμοποιείται το μοντέλο CYCLONE , ο χρήστης θα πρέπει να αναλύσει την διαδικασία της κατασκευής σε μια σειρά δραστηριοτήτων, οι οποίες θα περιλαμβάνουν κυκλικές επαναλήψεις και κινήσεις ή διαχωρισμό των παραγωγικών πόρων.

Αυτές οι δραστηριότητες παρουσιάζονται στο διάγραμμα CYCLONE. Με το διάγραμμα αυτό ορίζονται η ροή των πόρων και του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται ή που παράγονται κατά τη διάρκεια των διαδικασιών της κατασκευής. Το διάγραμμα αποτελείται από μια σειρά συμβόλων, τα οποία ορίζουν τη λογική της διαδικασίας. Οι πόροι μπορούν να είναι είτε ενεργοί είτε ανενεργοί. Ο τετράγωνος κόμβος (NORMAL) ορίζει την ενεργή κατάσταση. Ένας κυκλικός κόμβος (QUEUE) ορίζει την ανενεργή κατάσταση. Επιπρόσθετα, βέλη ή γραμμές διεργασιών ενώνουν όλους αυτούς τους κόμβους του διαγράμματος. Τα βέλη αυτά κατευθύνουν τους πόρους ή τις μονάδες από την ενεργή στην ανενεργή κατάσταση και το αντίστροφο. Με τον συνδυασμό των παραπάνω γίνεται δυνατή η προσομοίωση διεργασιών.

Η ανάλυση, η οποία γίνεται με το μοντέλο CYCLONE παρέχει πληροφορίες για την παραγωγικότητα της διεργασίας, τις καθυστερήσεις του συστήματος και την κατάσταση- ενεργή ή ανενεργή- διαφόρων των πόρων. Η διαδικασία αυτή είναι πολύ χρήσιμη για την αναγνώριση πιθανόν αιτίων καθυστερήσεων. Στην περίπτωση που τα αίτια αυτά αναγνωριστούν, καθίσταται πιο εύκολη η λήψη μέτρων αποφυγής αυτών πριν από την έναρξη των εργασιών κατασκευής.

Το μοντέλο αυτό είναι πολύ χρήσιμο για κυκλικές, επαναλαμβανόμενες διαδικασίες. Τα δίκτυα στα μοντέλα CYCLONE θεωρούνται ως υποδίκτυα των δικτύων της μεθόδου της κρίσιμης διαδρομής CPM. Κάθε διεργασία στο δίκτυο του μοντέλου ολοκληρώνεται πολλές φορές, ενώ στην μέθοδο της κρίσιμης διαδρομής όλες αυτές οι κυκλικές επαναλήψεις παρουσιάζονται με μια μοναδική δραστηριότητα ολόκληρου του έργου. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης με το μοντέλο CYCLONE μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην μέθοδο CPM για να υπολογιστεί ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης του έργου.

7.4 ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΑ ΣΤΟ CYCLONE

7.4.1 INSIGHT

Ανεπτυγμένο αρχικά στο Stanford University, το Insight αποτελεί ουσιαστικά μια νεότερη έκδοση του CYCLONE, στην οποία επεκτάθηκαν σημαντικά οι δυνατότητες προσομοίωσης. Στο πρόγραμμα αυτό γίνεται εκτεταμένη χρήση γραφικού επεξεργαστή, κάτι που διευκολύνει την εκτέλεση των ήδη από το CYCLONE γνωστών εργασιών. Το πρόγραμμα έχει επιπρόσθετα έναν καταγραφέα βίντεο (video-data interactive processing (VIP)), ο οποίος καταγράφει τις πληροφορίες που συσχετίζονται με τις λογικές σχέσεις και αλληλεξαρτήσεις που προσομοιώνουν το σύστημα. Συνδέοντας στη συνέχεια έναν υπολογιστή με το σύστημα VIP, μας δίνεται η δυνατότητα να παράγουμε εκτιμήσεις για την παραγωγικότητα του συστήματος. Μόλις συγκεντρωθεί η πληροφορία αυτή, ο χρήστης μπορεί να προχωρήσει στην κατασκευή του δικτύου της προσομοίωσης, το οποίο θα αναπαράγει την απόδοση του συστήματος του πραγματικού κόσμου.

Έτσι οι άνθρωποι των κατασκευών μπορούν να λάβουν λειτουργικές πληροφορίες από το πεδίο. Οι πληροφορίες αυτές καταγράφονται με την χρήση βιντεοκάμερας και με την χρήση κατάλληλου προγράμματος γίνεται η χρονομέτρηση. Οι χρονικές διάρκειες αναλύονται τότε με την χρήση δυο υποσυστημάτων το Video Interactive Extraction (VIE) και το Video-data Interactive Statistical Analysis (VISA). Ιστογράμματα και καμπύλες κατανομής παράγονται από τα δυο αυτά υποσυστήματα. Ένας επεξεργαστής, ο οποίος ονομάζεται INSIGHT File Formatter δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να κατασκευάσει το προσομοίωμα που επιθυμεί. Το μοντέλο προσομοίωσης αποτελεί την είσοδο του INSIGHT. Το πρόγραμμα αυτό έχει τις ίδιες δυνατότητες με το CYCLONE, με το πλεονέκτημα ότι στην έξοδο του δίνει γραφικές αναφορές σε αντίθεση με το CYCLONE, το οποίο δίνει αναφορές υπό την μορφή πινάκων. Άλλο ένα πλεονέκτημα του προσομοιωτή αυτού είναι ότι συγκεντρώνει πληροφορίες παραγωγικότητας με μεθόδους βίντεο, οι οποίες μεταφέρονται σε έναν υπολογιστή στον οποίο γίνεται η αποκωδικοποίηση και μετέπειτα ανάλυση των συγκεντρωμένων πληροφοριών από το πεδίο.

7.4.2 RESQUE

Το δίκτυο προσομοίωσης RESource based QUEuing αναπτύχθηκε για την προσομοίωση της διαδικασίας σχεδιασμού των κατασκευών. Οι γραφικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται στο RESQUE έχουν πολύ μεγάλο βαθμό ομοιότητας με αυτές του CYCLONE. Οι αναπαραστάσεις αυτές αποτελούνται από δυο τμήματα: ένα διάγραμμα διαδικασιών και την πληροφορία των διαδικασιών. Το διάγραμμα διαδικασιών αποτελείται κατά βάση από τα ίδια στοιχεία που χρησιμοποιούνται και στο πρόγραμμα CYCLONE.

Παρόλα αυτά οι δυνατότητες προσομοίωσης στην περίπτωση αυτή είναι διαφορετικές:

1) Ένα τόξο το οποίο συνδέει ένα στοιχείο QUEUE με ένα στοιχείο C0MB1 αντιπροσωπεύει μια σχέση κλήσης. Με τον όρο σχέση κλήσης, εννοούμε ότι το στοιχείο COMBI καλεί παραγωγικούς πόρους από τους κόμβουο QUEUE με σκοπό να εκτελέσει την δραστηριότητα. Οι παραγωγικοί πόροι που χρησιμοποιούνται αναγνωρίζονται στην σύνδεση τύπου τόξου (arc) ή στο link.

1. Η διαχείριση των πόρων που καλούνται γίνεται τον κόμβο COMBI.
2. Οι πόροι που καλούνται από τον κόμβο COMBI οδηγούνται προς διαφορετικές κατευθύνσεις, σύμφωνα με τους κανόνες που έχει ορίσει ο χρήστης.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το πρόγραμμα προσομοίωσης RESQUE έχει την δυνατότητα ανάλυσης διαδικασιών με ανόμοιους πόρους.

7.4.3 COOPS

To COOPS είναι ένα αντικειμενοστραφές σύστημα προσομοίωσης διακριτών γεγονότων. Το πρόγραμμα αναπτύχθηκε από τους Liang Liu (Πανεπιστήμιο του Illinois) και Φώτιο Ιωάννου (Πανεπιστήμιο του Michigan) (Liu and Ioannou, 1992). Τα στοιχεία μοντελοποίησης σχεδιάζονται ως αντικείμενα (π.χ., κόμβοι, συνδέσεις και επισυνάψεις) με αποτέλεσμα να παρέχεται στο χρήστη ένα φιλικό περιβάλλον, στο οποίο μπορεί εύκολα να αναπτύξει τα μοντέλα προσομοίωσης. Με το σύστημα αυτό αντιμετωπίζεται το θέμα δημιουργίας ασυνεχειών το οποίο μπορεί να προκύψει από την ανάπτυξη διαφορετικών, ξεχωριστών αρχείων κειμένου εισόδου όπως στις περιπτώσεις των CYCLONE και INSIGHT. Με την χρήση του αντικειμενοστραφή προγραμματισμού, τα στοιχεία προσομοίωσης μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να περιλαμβάνουν την λειτουργικότητα τόσο της γραφικής προσομοίωσης όσο και της προσομοίωσης διακριτών γεγονότων. Ο συνδυασμός αυτός δίνει την δυνατότητα, η προσομοίωση να αναπτύσσεται άμεσα και να εκτελείται απευθείας στον γραφικό επεξεργαστή με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η ανάγκη κατασκευής ξεχωριστών αρχείων κειμένου για τον ορισμό του μοντέλου. (Liu and Ioannou, 1992). Όπως και στο CYCLONE, έτσι και το μοντέλο του COOPS είναι ένα δίκτυο προτεραιότητας αποτελούμενο από τριών ειδών στοιχεία: κόμβους, συνδέσμους και επισυνάψεις. Το δίκτυο αυτό είναι κατασκευασμένο με τέσσερεις διαφορετικούς κόμβους: δραστηριότητες, ουρές αναμονής, σταθεροποιητές και routers.

Οι συνδέσεις αναπαρίστανται ως βέλη και ορίζουν την ροή των πόρων διαμέσου του δικτύου. Οι επισυνάψεις τριών τύπων (συγκεκριμένοι πόροι, μονάδες πόρων, και σημαίες) επιδρούν άμεσα στα χαρακτηριστικά των στοιχείων προσομοίωσης. Υπάρχουν δυο ειδών πόροι: Χαρακτηριστικοί πόροι, οι οποίοι είναι μεταξύ τους ταυτόσημοι και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες δραστηριότητες και ιδιάζοντες πόροι, οι οποίοι ορίζονται μονοσήμαντα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο από μια συγκεκριμένη δραστηριότητα. Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης, κάθε πόρος παρακολουθείται ως προς τις χρησιμοποιούμενες μονάδες, την κατάσταση του, την ροή, τις αλληλεπιδράσεις, τους μετασχηματισμούς του και την συμπεριφορά σε κατάσταση αναμονής. Όπως και στο CYCLONE, έτσι και σε αυτό το πρόγραμμα οι σειρές αναμονής είναι χώροι αποθήκευσης των πόρων.

Οι δραστηριότητες του δικτύου προσομοίωσης αντιστοιχούν στις δραστηριότητες που θα πραγματοποιηθούν στην κλίμακα του πραγματικού κόσμου. Η έναρξη των δραστηριοτήτων αυτών καθορίζεται από τη διαθεσιμότητα των πόρων που θα χρησιμοποιηθούν κατά την εκτέλεση της δραστηριότητας. Η διάρκεια της δραστηριότητας καθορίζεται με μια από τις έξι διαφορετικές κατανομές πιθανότητας που διαθέτει το πρόγραμμα: διακριτή, ομοιόμορφη κατανομή, κανονική, κατανομή βήτα, κατανομή Γ και τριγωνική κατανομή. Επίσης στο μοντέλο αυτό εισάγεται η αρχή της προτεραιότητας. Κάθε δραστηριότητα χαρακτηρίζεται από έναν συγκεκριμένο βαθμό προτεραιότητας, ο οποίος καθορίζει το πια δραστηριότητα θα χρησιμοποιήσει συγκεκριμένο πόρο. Ο πόρος αυτός ενδεχομένως να είναι απαραίτητος από περισσότερες της μιας δραστηριότητες την συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Καθοδηγητές (routers) χρησιμοποιούνται για να ενεργοποιήσουν τις συνδέσεις που οδηγούν σε μια μετέπειτα δραστηριότητα σε ένα συγκεκριμένο μονοπάτι. Οι συνδέσεις αυτές ενεργοποιούνται βάσει στοχαστικών διαδικασιών. Από την άλλη πλευρά, οι συνδέσεις ορίζουν την διεύθυνση ροής των πόρων και την διαδοχικότητα μεταξύ των κόμβων. Επιτρέπουν την ροή των πόρων μόνο διαμέσου κόμβων, οι οποίοι ενώνονται μεταξύ τους με τις συνδέσεις (links). Τέλος, υπάρχουν σημεία (flags) τα οποία ορίζουν τις συνθήκες λήξης της προσομοίωσης. Μόλις ένας κόμβος σειράς φτάσει το όριο το ποιο έχει τεθεί από το επισυναπτόμενο σημείο, η προσομοίωση σταματά.

Η διαφορά του COOPS από το CYCLONE είναι ότι στο συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορούν να ορισθούν ταυτόχρονα στο ίδιο δίκτυο μοντέλου πολλά σημεία (flags). Το μοντέλο COOPS χρησιμοποιεί ημερολόγιο για να ελέγχει την διαθεσιμότητα των παραγωγικών πόρων. Επίσης ορίζονται οι εργάσιμες ώρες ανά ημέρα για όλους ή για μεμονωμένους πόρους του μοντέλου προσομοίωσης. Με τον τρόπο αυτό λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό της απαιτούμενης διάρκειας ολοκλήρωσης μιας δραστηριότητας τόσο οι ώρες διαλειμμάτων από την εργασία όσο και η υπερωριακή εργασία.

7.4.4 SIMPHONY- ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

Η προσομοίωση ειδικής χρήσης ( Special Purpose Simulation- SPS) αναπτύχθηκε για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας των τεχνικών και μεθοδολογιών που υπάρχουν στην οικοδομική βιομηχανία, και η ελλιπής γνώση από πλευράς του προσωπικού είναι μια από τις κυριότερες αιτίες της μικρής εφαρμογής τους στη διαδικασία προσομοίωσης και διοίκησης κατασκευαστικών έργων.

To Simphony αποτελεί ένα ολοκληρωμένο εργαλείο SPS και περιβάλλον προσομοίωσης. Το πρόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη και εφαρμογή νέων, ευέλικτων εργαλείων προσομοίωσης που υποστηρίζουν την γραφική, ιεραρχική και ολοκληρωμένη προσομοίωση. Δίνει τη δυνατότητα ενός ολοκληρωμένου ορισμού του εργαλείου προσομοίωσης καθώς και του απαιτούμενου περιβάλλοντος δοκιμών και οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία που έχουν αναπτύξει (templates) για να κατασκευάσουν τα μοντέλα προσομοίωσης.

Κάθε μοντέλο προσομοίωσης, το οποίο έχει κατασκευαστεί στο SIMPHONY, αποτελείται από έναν αριθμό στοιχείων μοντέλου, τα οποία κατασκευάζει ο χρήστης και τα τοποθετεί στην οθόνη, συνδέοντας τα με αλληλεξαρτήσεις. Κάθε ένα από τα στοιχεία μοντέλου έχει την δικιά του απόκριση σε διαφορετικά γεγονότα. Η συλλογή όλων αυτών των στοιχείων που ανήκουν στο ίδιο τομέα των κατασκευών και τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν από κοινού καλείται και πρότυπο.

Η δημιουργία ενός καινούργιου προτύπου με την χρήση του Simphony περιλαμβάνει δυο κύριες φάσεις: την φάση σχεδιασμού του προτύπου και την φάση εφαρμογής του προτύπου. Ο σχεδιασμός του προτύπου απαιτεί την ολοκληρωμένη κατανόηση του περιβάλλοντος ή του τεχνικού συστήματος της κατασκευής το οποίο θα προσομοιωθεί με την εφαρμογή του προτύπου. Βασιζόμενος στα παραπάνω ο χρήστης μπορεί να αποφασίσει πια από τα στοιχεία θα συμπεριλάβει στο πρότυπο του αλλά και να καθορίσει τους διαφορετικούς τρόπους συμπεριφοράς των στοιχείων που θα χρησιμοποιήσει. Κατά την διάρκεια αυτής της φάσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι απαιτούμενοι παράγοντες έτσι ώστε να κατασκευάζετε ένα ευέλικτο, λεπτομερές, φιλικό για τον χρήστη πρότυπο προσομοίωσης. Για παράδειγμα, η δημιουργία ενός προτύπου που αποτελείται από μεγάλο αριθμό στοιχείων με μικρό βαθμό λειτουργικότητας στην μεταξύ τους αλληλεπίδραση θα είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός προτύπου ευέλικτου το οποίο θα είχε την δυνατότητα να προσομοιώσει ένα μεγάλο φάσμα περιπτώσεων σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Ο χρήστης-μηχανικός όμως του προτύπου αυτού θα το θεωρούσε δύσχρηστο και το βαθμό λεπτομέρειας του υπερβολικό.

Μετά από την ολοκλήρωση του σχεδιασμού, ο χρήστης μπορεί να προχωρήσει στην εφαρμογή του προτύπου. Η εφαρμογή περιλαμβάνει τη δημιουργία νέων στοιχείων προσομοίωσης στο Simphony χρησιμοποιώντας το διαχειριστή προτύπων ( Template Manager) και την τροποποίηση της συμπεριφοράς για κάθε ένα από τα στοιχεία αυτά. Οι διαφορετικές συμπεριφορές ενός στοιχείου παράγονται μέσω της σύνταξης ενός κώδικα, ο οποίος έχει την μορφή διαχειριστών γεγονότων, οι οποίοι ανταποκρίνονται σε ενέργειες είτε του συστήματος είτε του χρήστη.

Για να επιταχυνθεί η διαδικασία ανάπτυξης το Simphony παρέχει όλες τις συνήθεις SPS δομές και ρουτίνες υπό τη μορφή αρχείων, στα οποία έχει εύκολη πρόσβαση ο χρήστης του προγράμματος. Μέσω των αρχείων, ο χρήστης του προγράμματος, έχει στην διάθεση του μια συλλογή από στοιχεία και ιδιότητες τις οποίες και μπορεί να χρησιμοποιήσει κατά τη διάρκεια της φάσης εφαρμογής. Η δυνατότητα προσομοίωσης, την οποία παρέχει το πρόγραμμα, υποστηρίζει τη διακριτή προσομοίωση γεγονότων συμπεριλαμβανομένου του χρονικού προγραμματισμού των γεγονότων και της διαχείρισης των χρόνων αναμονής. Στην διάθεση του χρήστη υπάρχουν και πιο ανεπτυγμένες μέθοδοι, που υποστηρίζουν και τις περιπτώσεις στις οποίες έχουμε ακύρωση κάποιου γεγονότος ή εσφαλμένη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων. Το πρόγραμμα διαθέτει τη δυνατότητα της στατιστικής επεξεργασίας των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης. Υπολογίζει το μέσο όρο, την τυπική απόκλιση, το ελάχιστο και το μέγιστο.

Η δυνατότητα παρακολούθησης της προσομοίωσης, μας προσφέρει έναν μηχανισμό γενικής χρήσης για την απόδοση πληροφορίας στον μηχανικό, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης και την συνεχή παρακολούθηση αυτών, μηνύματα λάθους και λάθη συμβατότητας. Το πρόγραμμα επίσης χρησιμοποιεί τη δυνατότητα αυτή για να πληροφορεί τον μηχανικό- χρήστη για την περίπτωση κατά την οποία υπάρχει λανθασμένη σύνταξη του κώδικα προσομοίωσης. Είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την επιδιόρθωση λαθών του μοντέλου της προσομοίωσης. Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του μοντέλου ο σχεδιαστής μπορεί να εισαγάγει στο μοντέλο μηνύματα παρακολούθησης σε σημεία κλειδιά του κώδικα νια να επιβεβαιώσει την ακολουθία εκτέλεσης του.

Η λειτουργία της κίνησης δίνει στους χρήστες μια επιπλέον δυνατότητα για να έχουν άμεση γνώση της λειτουργίας του μοντέλου της προσομοίωσης. Ο σχεδιαστής μπορεί να συσχετίσει τις οθόνες της κίνησης με ένα ή περισσότερα στοιχεία του μοντέλου προσομοίωσης. Μετά το πέρας της προσομοίωσης, κάθε οθόνη θα δείχνει ένα ίχνος των στοιχείων, των οποίων την κίνηση παρακολουθείται, με αποτέλεσμα να γίνεται η καταγραφή της ακολουθίας των διαφόρων γεγονότων και των ενδεχόμενων αλλαγών στο προσομοίωμα. Ο σχεδιαστής ελέγχει ποια στοιχεία του μοντέλου θα προβληθούν στην οθόνη και πώς.

7.4.5 ΜΟΝΤΕΛΑ ΙΕΡΑΡΧΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ (HSM)

Τα μοντέλα ιεραρχικής προσομοίωσης συνδυάζουν τις αρχές της μεθόδου ανάλυσης εργασίας work breakdown structure (WBS) και της προσομοίωσης διαδικασιών για τον σχεδιασμό κατασκευαστικών έργων. Στόχος αυτής της μεθόδου είναι να αναπτύξει και να εξελίξει το σχέδιο εκτέλεσης του έργου. Για να αναπτυχθεί το σχέδιο θα πρέπει να ακολουθηθούν τα παρακάτω τέσσερα βήματα:

1) Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει την ανάπτυξη της δομής WBS για το υπό μελέτη έργο. Το έργο διαιρείται σε τρία επίπεδα: στο επίπεδο έργου, στο επίπεδο λειτουργίας και στο επίπεδο διαδικασίας.

Στο επίπεδο έργου εστιάζεται η ανάπτυξη σε θέματα διαχείρισης όπως είναι το συνολικό κόστος του έργου, το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης εργασιών, οι διαθέσιμοι παραγωγικοί πόροι καθώς και τα υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή του έργου.

Στο επίπεδο λειτουργίας αντιμετωπίζονται θέματα σχετικά με τις μεθόδους και τον τρόπο εκτέλεσης εργασιών και κατασκευής του έργου. Το επίπεδο διαδικασιών επικεντρώνεται στην ακολουθία των διαδικασιών κατασκευής με άλλα λόγια των επιμέρους δραστηριοτήτων. Η WBS αναπτύσσεται με τη χρήση δυο στοιχείων προσομοίωσης, του στοιχείου λειτουργίας και του στοιχείου διαδικασιών.

Το στοιχείο λειτουργίας εστιάζει στη μέθοδο κατασκευής. Μπορεί να έχει μόνο ένα μητρικό αντικείμενο και πολλαπλά υπο-αντικείμενα. Μητρικό αντικείμενο μπορούν να αποτελέσουν μόνο άλλες λειτουργίες, ενώ υπο-αντικείμενα μπορούν να είναι είτε λειτουργίες είτε διαδικασίες.

Από τη άλλη πλευρά το στοιχείο διαδικασιών εστιάζει στην επιτυχή ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων εργασίας και στην ροή των πόρων. Το μητρικό αντικείμενο του στοιχείου ορίζεται μοναδιαία και μπορεί να είναι μόνο ένα αντικείμενο λειτουργίας. Δεν έχει υ πο-αντι κείμενα. Αποτελεί το κατώτερο επίπεδο της WBS.

1. Στο δεύτερο στάδιο αναπτύσσεται η αρχειοθήκη των πόρων. Γίνεται καταγραφή όλων των πόρων στην συγκεκριμένη βιβλιοθήκη. Περιέχει λεπτομέρειες όπως το όνομα του πόρου, η διαθέσιμη ποσότητα του, το μεταβλητό και το σταθερό του κόστος.
2. Στο τρίτο στάδιο ορίζεται η σειρά των διεργασιών και δραστηριοτήτων του έργου, σε πλήρη αντιστοιχία με την δομή WBS. Υπολογίζεται η χρονική διάρκεια όλων των δραστηριοτήτων και δημιουργούνται οι σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων.
3. Στο τελευταίο βήμα γίνεται η ανάπτυξη των μοντέλων προσομοίωσης των διεργασιών. Η ανάπτυξη γίνεται με την χρήση καταλλήλου λογισμικού ή κώδικα με επιπρόσθετα στοιχεία για την τροποποίηση των πόρων και την διασύνδεση των διεργασιών.

Το μοντέλο αυτό έχει την ιδιότητα να δίνει διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας ανάλογα με τις απαιτήσεις σχεδιασμού. Επίσης, τα μοντέλα που αναπτύσσονται με τον τρόπο αυτό μπορούν εύκολα να ξαναχρησιμοποιηθούν σε παρόμοια έργα.

Ο σχεδιασμός ενός μοντέλου με τον παραπάνω τρόπο βασίζεται εξ ολοκλήρου στην WBS, σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα μοντέλα, τα οποία βασίζονται στη μέθοδο CPM. Επίσης και με τα ιεραρχικά μοντέλα έχουμε τη δυνατότητα να κάνουμε ανάλυση ευαισθησίας σχετικά με την χρησιμοποίηση των διαθέσιμων παραγωγικών πόρων. Διάφορες στρατηγικές μπορούν να εξεταστούν με αυτόν τον τρόπο.

8° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Η ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ STROBOSCOPE

8.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκε από τον Julio Martinez στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν (1994) υπό την καθοδήγηση του καθηγητή Φώτιου Ιωάννου. Το STROBOSCOPE^] (STate and Resource Based Simulation of construction ProcEsses) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού, η οποία χρησιμοποιείται για την προσομοίωση διαδικασιών, βασισμένη στους παραγωγικούς πόρους ενός έργου. Χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των πόρων που χρησιμοποιούνται σε ένα δίκτυο διαδικασιών. Όπως στο CYCLONE, έτσι και στο STROBOSCOPE τα μοντέλα προσομοίωσης βασίζονται σε ένα δίκτυο από στοιχεία προσομοίωσης τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και από κώδικα σε γλώσσα προγραμματισμού. Με τον κώδικα ορίζεται η συμπεριφορά των στοιχείων προσομοίωσης. Οι χαρακτηρισμοί και τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα, μοιάζουν κατά πολύ με αυτά που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα CYCLONE.

Τα στοιχεία μοντελοποίησης έχουν ιδιότητες και χαρακτηριστικά που όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ορίζουν τον τρόπο συμπεριφοράς τους κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης. Οι ιδιότητες αυτές μπορούν να αντιπροσωπεύουν τη διάρκεια μιας δραστηριότητας, την προτεραιότητα μιας δραστηριότητας, την συμπεριφορά όταν οι πόροι βρίσκονται σε σειρές αναμονής και το ποσοστό του πόρου, το οποίο μεταβιβάζεται από το ένα στοιχείο προσομοίωσης στο άλλο μέσω των συνδέσμων του δικτύου. Οι εκφράσεις, που καθορίζουν τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των στοιχείων προσομοίωσης αποτελούνται από σταθερές και από μεταβλητές του συστήματος, οι οποίες έχουν πρόσβαση στην κατάσταση του συστήματος και στις ιδιότητες των πόρων. Επίσης αποτελούνται από μεταβλητές που καθορίζονται από τον χρήστη, από επιστημονικές, στατιστικές και μαθηματικές συναρτήσεις και από λογικές, αριθμητικές και καταστατικές υποθέσεις. (Martinez and Ioannou, 1994).

Τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των στοιχείων προσομοίωσης δίνουν την δυνατότητα στο μοντέλο να λαμβάνει υπόψη αβεβαιότητες χρονικών διαρκειών, αβεβαιότητες ποσοτήτων κ.λ.π. Επίσης επιλέγουν την ροή των πόρων καθώς και την αλληλουχία των διαδικασιών. Σχετικά με τη διαθεσιμότητα των πόρων, οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των στοιχείων προσομοίωσης δίνουν τη δυνατότητα επιλογής και εντοπισμού των πόρων. Οι ιδιότητες αυτές έχουν την δυνατότητα να καθυστερήσουν τις διαδικασίες του έργου όταν παρουσιαστούν συνθήκες οι οποίες δεν συνδέονται με τη διαθεσιμότητα των πόρων (όπως περιορισμοί χώρου και ζητήματα ασφαλείας). Τα βασικά χαρακτηριστικά του προγράμματος Stroboscope δίνονται στις επόμενες ενότητες

8.2 ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΗΤΗΣ

Ο χρονομετρητής παρακολουθεί τη χρονική εξέλιξη της προσομοίωσης. Είναι ένας αριθμός με ακρίβεια δυο δεκαδικών ψηφίων, ο οποίος δεν έχει καμία συγκεκριμένη σχέση με οποιαδήποτε χρονική μονάδα. Μια χρονική μονάδα του χρονομετρητή της προσομοίωσης μπορεί να αντιστοιχεί σε ένα δευτερόλεπτο, ένα λεπτό, είκοσι λεπτά, μια ημέρα κ.λ.π. Θα πρέπει η κλίμακα του χρόνου που χρησιμοποιείται, να είναι σταθερή σε όλα τα τμήματα του μοντέλου. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να εκτιμήσουμε και τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Ο χρονομετρητής έχει αρχικά την τιμή μηδέν. Καθώς εξελίσσεται η προσομοίωση, η τιμή του χρονομετρητή αυξάνεται. Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης ο υπολογιστής εκτελεί πολλά υπολογιστικά βήματα χωρίς να μεταβάλλεται ο χρονομετρητής της προσομοίωσης. Για το πρόγραμμα τα βήματα αυτά εκτελούνται ταυτόχρονα.

8.3 ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης δημιουργούνται και καταργούνται στιγμιότυπα δραστηριοτήτων. Η χρονική στιγμή έναρξης του στιγμιότυπου αντιστοιχεί στην τιμή που έχει ο χρονομετρητής όταν το στιγμιότυπο δημιουργείται. Η χρονική στιγμή λήξης του στιγμιότυπου αντιστοιχεί στην τιμή του χρονομετρητή όταν αυτό καταργείται. Η διαφορά των δυο τιμών ισούται με την διάρκεια του στιγμιότυπου.

8.4 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ

Ο κατάλογος μελλοντικών γεγονότων είναι ένας κατάλογος όλων των ενεργών στιγμιότυπων σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή της προσομοίωσης. Έτσι με τον κατάλογο αυτό λαμβάνουμε την σειρά τερματισμού των εν ενεργεία στιγμιότυπων. Με άλλα λόγια, είναι ένας κατάλογος όλων των δραστηριοτήτων που εκτελούνται την εκάστοτε χρονική στιγμή στο μοντέλο. Το περιεχόμενο του καταλόγου αυτού είναι δυναμικό και τα γεγονότα που περιέχονται στον κατάλογο αυτό είτε εκτελούνται είτε θα εκτελεστούν μελλοντικά. Μετά από τον τερματισμό τους αφαιρούνται από τον κατάλογο. Τα γεγονότα εμφανίζονται στον κατάλογο με βάση την χρονική στιγμή τερματισμού τους.

8.5 ΠΑΡΟΝΤΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ

Τα γεγονότα, τα οποία εμφανίζονται την παρούσα χρονική στιγμή προσομοίωσης, ονομάζονται παρόντα γεγονότα. Τα γεγονότα αυτά είναι έτοιμα για τερματισμό και επομένως να διαγραφούν από τον κατάλογο μελλοντικών γεγονότων. Στην περίπτωση κατά την οποία περισσότερα του ενός γεγονότα πρόκειται να τερματίσουν, τότε το STROBOSCOPE τερματίζει τα γεγονότα ένα προς ένα με την σειρά που εμφανίζονται στον κατάλογο μελλοντικών γεγονότων. Παρόλο που οι τερματισμοί γίνονται την ίδια χρονική στιγμή της προσομοίωσης, στον πραγματικό χρόνο τερματίζονται εν σειρά ένα προς ένα και όχι ταυτόχρονα.

8.6 ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟΥ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

0 τερματισμός του στιγμιότυπου δραστηριότητας αποδεσμεύει τους πόρους που χρησιμοποιήθηκαν μέσω των συνδέσεων που φεύγουν από τον κόμβο που προσομοιώνει τη λειτουργία της δραστηριότητας. Αυτοί οι πόροι τελικά φτάνουν στις δραστηριότητες που ακολουθούν την παραπάνω δραστηριότητα. Από τις δραστηριότητες αυτές, άλλες είναι κόμβοι αναμονής και άλλες είναι κανονικές δραστηριότητες. Το περιεχόμενο ενός κόμβου αναμονής αυξάνεται όταν σε αυτόν καταλήγει ένας πόρος που έχει αποδεσμευθεί από μια δραστηριότητα που έχει τερματιστεί. Στην περίπτωση που την τερματιζόμενη δραστηριότητα ακολουθεί μια κανονική δραστηριότητα, τότε αυτή λαμβάνει όλους τους πόρους που αποδεσμεύονται από την προηγούμενη. Λίγο πριν το STROBOSCOPE τερματίσει μια δραστηριότητα, την απαλείφει από τον κατάλογο μελλοντικών γεγονότων. Κατά τη διάρκεια του τερματισμού δημιουργούνται στιγμιότυπα όλων των κανονικών δραστηριοτήτων που ακολουθούν την συγκεκριμένη δραστηριότητα και εισάγονται στον κατάλογο μελλοντικών γεγονότων.

8.7 ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Με το που ο κατάλογος μελλοντικών γεγονότων πάψει να περιέχει μελλοντικό γεγονότα, η προσοχή του προγράμματος στρέφεται στις συνδυασμένες δραστηριότητες και στο κατά πόσο υπάρχει κάποια τέτοια δραστηριότητα έτοιμη να ξεκινήσει. Το πρόγραμμα, για να καθορίσει τη δυνατότητα εκκίνησης κάποιας εκ των δραστηριοτήτων, τις εξετάζει μια προς μια. Επίσης εξετάζει τους κόμβους αναμονής που προηγούνται της συνδυασμένης δραστηριότητας σχετικά με τη διαθεσιμότητα παραγωγικών πόρων. Οι τερματισμοί όλων των στιγμιαία ενεργών στιγμιότυπων των δραστηριοτήτων, σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, περιέχονται στον κατάλογο μελλοντικών γεγονότων. Έτσι, από την πλευρά του συστήματος όλοι οι τερματισμοί των στιγμιότυπων είναι γνωστά γεγονότα.

Τα δίκτυα προσομοίωσης του Stroboscope μπορούν να περιέχουν μεγάλο αριθμό συνδυασμένων δραστηριοτήτων. Για να καθορίσει ποια από τις συνδυασμένες δραστηριότητες είναι έτοιμη να ξεκινήσει, το πρόγραμμα σαρώνει μια προς μια τις δραστηριότητες με συγκεκριμένη σειρά. Η σειρά σάρωσης έχει σημαντικές επιπτώσεις στην επεξεργασία του μοντέλου προσομοίωσης. Για παράδειγμα στην περίπτωση που ο ίδιος κόμβος αναμονής προηγείται σε παραπάνω από μια δραστηριότητα, τότε περισσότερες από μια δραστηριότητες θα δεσμεύσουν πόρους από τον συγκεκριμένο κόμβο αναμονής για να λειτουργήσουν. Στην περίπτωση που οι πόροι που βρίσκονται στον κόμβο αναμονής είναι επαρκής μόνο για να ξεκινήσει μια δραστηριότητα άλλα όχι όλες ταυτόχρονα, μόνο μια από αυτές θα ξεκινήσει. Η δραστηριότητα που θα ξεκινήσει είναι αυτή την οποία θα σαρώσει πρώτα το πρόγραμμα. Το πρόγραμμα θα συνεχίσει την σάρωση μέχρι που να μην υπάρχει καμιά δραστηριότητα για να ξεκινήσει ή μέχρι που να σαρώσει μια δραστηριότητα με μηδενική διάρκεια. Στην περίπτωση αυτή το πρόγραμμα μπαίνει σε μια νέα φάση προσομοίωσης.

8.8 ΦΑΣΗ ΠΡΟΟΔΟΥ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΗΤΗ

Στην περίπτωση λοιπόν που η προσομοίωση φτάσει στο σημείο να μην μπορεί να εκκινήσει άλλη δραστηριότητα, ο κατάλογος μελλοντικών γεγονότων περιέχει μόνο γεγονότα τα οποία θα ξεκινήσουν σε μετέπειτα χρονική στιγμή. Καμία άλλη δραστηριότητα δεν μπορεί να ξεκινήσει την συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Παρόλο που συνεχίζουν να εκτελούνται δραστηριότητες, δεν θα λάβει χώρα κανένα διακριτό γεγονός σημασίας μέχρι να τερματίσει κάποιο στιγμιότυπο κάποιας δραστηριότητας. Η πιο κοντινή στιγμή στο μέλλον κατά την οποία θα λάβει χώρα κάποιο τέτοιο γεγονός μπορεί να καθοριστεί μέσω της εξέτασης του καταλόγου μελλοντικών γεγονότων. Η χρονική στιγμή αυτή αντιστοιχεί στο πιο κοντινό χρονικά γεγονός που βρίσκεται στην λίστα, στο γεγονός δηλαδή το οποίο βρίσκεται στην αρχή της λίστας.

Σε αυτό το σημείο επεξεργασίας του μοντέλου προσομοίωσης, το STROBOSCOPE προχωράει τον χρονομετρητή του χρόνου προσομοίωσης στην πιο κοντινή χρονική στιγμή στο μέλλον, στην οποία κάτι ενδιαφέρον θα λάβει χώρα, δηλαδή στον χρόνο τερματισμού του στιγμιότυπου της δραστηριότητας που βρίσκεται στην κορυφή του καταλόγου. Στην περίπτωση κατά την οποία ο κατάλογος μελλοντικών γεγονότων είναι κενός, η προσομοίωση τερματίζεται λόγω έλλειψης πόρων. Όταν ο χρόνος προσομοίωσης προχωρήσει στο πιο κοντινό από τα μελλοντικά γεγονότα, μερικά από τα γεγονότα που περιέχονται στον κατάλογο αλλάζουν τον χαρακτηρισμό τους από μελλοντικό σε παρόντα. Η επεξεργασία του μοντέλου εστιάζεται τώρα πάλι στα γεγονότα που χαρακτηρίζονται ως παρόντα.

8.9 Ο ΚΥΚΛΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Κάθε φορά που ολοκληρώνεται η φάση των στιγμιότυπων συνδυασμένων δραστηριοτήτων κανονικά; το πρόγραμμα προχωράει τον χρόνο προσομοίωσης. Στην περίπτωση κατά την οποία το πρόγραμμα συναντήσει ένα στιγμιότυπο συνδυασμένης δραστηριότητας με μηδενική δραστηριότητα, επεξεργάζεται τον κατάλογο μελλοντικών γεγονότων χωρίς να προχωρήσει ο χρόνος προσομοίωσης. Γενικά η προσομοίωση στο STROBOSCOPE είναι μια συνεχής εναλλαγή μεταξύ της φάσης επεξεργασίας στιγμιότυπων συνδυασμένων δραστηριοτήτων και της φάσης προόδου του χρόνου προσομοίωσης. Η επεξεργασία της μιας φάσης δίνει τη δυνατότητα να λάβει χώρα η άλλη.

Μια προσομοίωση μπορεί να τερματιστεί με περισσότερους τρόπους. Ένα απλό παράδειγμα είναι όταν οι πόροι στους κόμβους αναμονής του μοντέλου δεν επαρκούν για να ξεκινήσουν οι συνδυασμένες δραστηριότητες και ο κατάλογος μελλοντικών γεγονότων είναι κενός. Η προσομοίωση στην περίπτωση αυτή τερματίζει λόγω έλλειψης πόρων. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι κατά την έναρξη κάθε προσομοίωσης ο κατάλογος μελλοντικών γεγονότων είναι κενός. Ο κύκλος προσομοίωσης ξεκινάει για αυτόν τον λόγο με την φάση των στιγμιότυπων των συνδυασμένων δραστηριοτήτων. Για να γίνει κάτι τέτοιο το δίκτυο του μοντέλου προσομοίωσης θα πρέπει να έχει τουλάχιστον έναν κόμβο συνδυασμένης δραστηριότητας, η οποία δραστηριότητα θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να ξεκινήσει με την έναρξη της προσομοίωσης, να έχει δηλαδή στη διάθεση της επαρκείς πόρους. .

9° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ

9.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ένα δίκτυο είναι μια αναπαράσταση υψηλής πιστότητας ενός μοντέλου προσομοίωσης. Τα δίκτυα στο Stroboscope αποτελούνται από κόμβους οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις μέσω των οποίων γίνεται η ροή των παραγωγικών πόρων διαφορετικών τύπων. Οι πόροι «ρέουν» από τον ένα κόμβο στον άλλο μέσω των σχέσεων. Πόροι, κόμβοι και σχέσεις μεταξύ κόμβων συνθέτουν το δίκτυο προσομοίωσης.

9.2 ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΠΟΡΩΝ

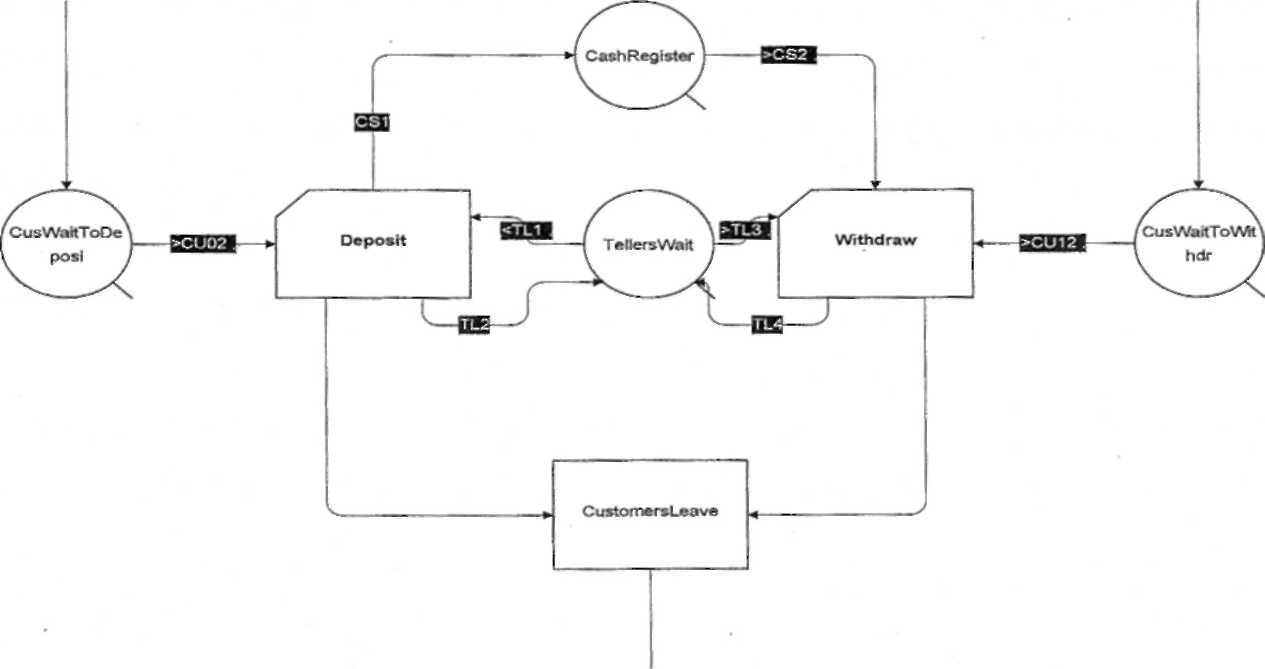
Με τον όρο πόροι αποκαλούμε τα απαραίτητα στοιχεία για την τέλεση μιας δραστηριότητας. Οι πόροι μπορεί να είναι μηχανήματα, χώρος, υλικά, εργατικό προσωπικό, άδειες ή οτιδήποτε άλλο απαιτείται για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας. Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό ενός πόρου είναι ο τύπος του. Ο τύπος ουσιαστικά κατηγοριοποιεί και κατατάσσει τους πόρους σε ομάδες πόρων, οι οποίοι έχουν κοινά χαρακτηριστικά και κοινές ιδιότητες. Το φορτηγό, ο προωθητής, ο φορτωτής, το τσιμέντο, το νερό και οι οπτόπλινθοι αποτελούν παραδείγματα διαφόρων τύπων πόρων. Οι παραπάνω τύποι πόρων αποτελούν κατηγορίες και όχι συγκεκριμένους πόρους. Έτσι για παράδειγμα ο φορτωτής CAT DxlO με αριθμό πλαισίου ΜΕ 22222, ο οποίος είναι σταθμευμένο στο εργοτάξιο της εταιρίας αποτελεί και συγκεκριμένο παραγωγικό πόρο αυτής. Σε ένα εργοτάξιο μπορεί να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι του ενός πόροι του τύπου «φορτωτής», οι οποίοι θα έχουν τις ίδιες ιδιότητες και κοινά χαρακτηριστικά.

Μερικοί πόροι αποτελούν μοναδιαία ορισμένες οντότητες. Τέτοια περίπτωση είναι ο φορτωτής που αναφέρθηκε παραπάνω, όπως επίσης ένα συγκεκριμένο φορτηγό, ένας συγκεκριμένος τσιμεντόλιθος κ.λ.π. Αυτοί οι πόροι είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα διακριτών πόρων.

Σε αντίθεση με τους διακριτούς πόρους, υπάρχει μια άλλη γενικότερη κατηγορία πόρων, οι οποίοι δεν αντιπροσωπεύουν μετρήσιμες ποσότητες και επομένως δεν μπορούν να οριστούν με μοναδιαίο τρόπο. Οι πόροι αυτοί καλούνται μη διακριτοί. Για να είναι κανείς συγκεκριμένος, όταν αναφέρεται σε μη διακριτούς πόρους, όπως για παράδειγμα την άμμο ή το νερό, θα πρέπει εκ των προτέρων να ορίσει την ποσότητα του πόρου με την χρήση καταλλήλων μονάδων μέτρησης, την τοποθεσία του πόρου ή τον χώρο αποθήκευσης του πόρου. Έτσι για παράδειγμα η έκφραση «φέρε μου άμμο» είναι λάθος. Η ορθή της διατύπωση πρέπει να είναι «φέρε μου 5 m3 άμμο», ή «φέρε μου ένα μικρό σακί άμμο». Η λειτουργία του προγράμματος Stroboscope βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στους διαφορετικούς τύπους των πόρων. Στο Stroboscope μπορεί ο χρήστης να αναπαριστάνει τόσο διακριτούς όσο και μη διακριτούς πόρους με μεγάλη ευκολία.

9.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

Τα διάφορα στοιχεία του δικτύου του μοντέλου προσομοίωσης αλληλοσχετίζονται. Για να ορίσει κανείς πλήρως ένα στοιχείο είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσει κάποιο άλλο. Εισάγεται έτσι ένας κυκλικός ορισμός.



Σχήμα 28 Απλοποιημένο μοντέλο τράπεζας

Το παραπάνω σχήμα αποτελεί το απλοποιημένο μοντέλο μιας τράπεζας. Οι πελάτες φτάνουν στην τράπεζα για να κάνουν τις καταθέσεις τους ή/και τις αναλήψεις τους και στην συνέχεια ξαναφεύγουν. Οι τράπεζα έχει διαφορετικές ουρές για καταθέσεις και διαφορετικές για αναλήψεις. Η εξυπηρέτηση των πελατών γίνεται από τα γκισέ των ταμείων. Όταν οι ταμίες εξυπηρετούν πελάτες που θέλουν να κάνουν κατάθεση, τότε λαμβάνουν τα προς κατάθεση χρήματα και τα τοποθετούν στο ταμείο. Όταν οι ταμίες εξυπηρετούν πελάτες που θέλουν να κάνουν ανάληψη, τότε παίρνουν τα χρήματα από το ταμείο και τα δίνουν στον πελάτη. Στο παραπάνω παράδειγμα χρησιμοποιούνται πόροι τριών τύπων: πελάτες, ταμίες και χρήματα. Οι πελάτες και οι ταμίες χαρακτηρίζονται ως διακριτοί πόροι ενώ τα χρήματα όχι.

9.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

Ονομασία Οι σχέσεις συνδέουν τους κόμβους και

Σχέσης υποδεικνύουν την κατεύθυνση και τον τύπο των πόρων που «ρέουν»

διαμέσου αυτών. Ο κόμβος στην ουρά του βέλους είναι η προηγηθείσα δραστηριότητα ενώ ο κόμβος στη μύτη του βέλους είναι η επόμενη δραστηριότητα. Η πιο χαρακτηριστική ιδιότητα των σχέσεων είναι ο τύπος των πόρων μιας σχέσης- μόνο πόροι του προκαθορισμένου τύπου μπορούν να περάσουν από την σχέση.

To Stroboscope απαιτεί όλες οι σχέσεις μεταξύ των κόμβων να έχουν όνομα. Αυτό είναι απαραίτητο έτσι ώστε να διαφοροποιείται η μια σχέση από την άλλη. Είναι χρήσιμο, οι σχέσεις να ονομάζονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε η ονομασία της σχέσης να δίνει μια ένδειξη για τον τύπο του πόρου που περνάει από αυτή.

Α) FORK



Το “**Fork”** είναι ένα πιθανολογικό στοιχείο δρομολόγησης. ¶Μετά ακολουθεί συνήθως μια δραστηριότητα αλλά μπορεί επίσης να ακολουθήσει ένα άλλο Fork. ¶Όταν μια προηγούμενη δραστηριότητα τελειώνει, το Δίκρανο επιλέγει τι θα ακολουθήσει στη συνέχεια. ¶Εάν η επιλεγμένη διάδοχη δραστηριότητα είναι μια Κανονική Δραστηριότητα τότε η Κανονική αυτή Δραστηριότητα ξεκινά τη λειτουργία της. Εάν η επιλεγμένη διάδοχη δραστηριότητα είναι Κόμβος Αναμονής τότε ο αυτός λαμβάνει όλους τους πόρους που δρομολογούνται μέσω του Fork.¶ ¶Εάν η επιλεγμένη διάδοχη δραστηριότητα είναι ένα άλλο Fork, τότε το δεύτερο Fork θα επιλέξει μία από τις επόμενες, συνδεμένες με αυτό δραστηριότητες, να ξεκινήσει τη λειτουργία της. ¶Η σχετική πιθανότητα ότι μία συγκεκριμένη δραστηριότητα θα επιλεχθεί εξαρτάται από την τιμή του "P" των συνδέσεων δικτύου με αφετηρία το Fork και προορισμό τη συγκεκριμένη διάδοχη δραστηριότητα.

**B) DRAW LINK**

Ένα **"Draw Link"** συνδέει έναν Κόμβο με μια Συνδυασμένη Δραστηριότητα. ¶Ένα Draw Link δείχνει δύο πληροφορίες που χωρίζονται από ένα κόμμα. ¶Το πρώτο μέρος είναι ο απαραίτητος όρος έτσι ώστε η Συνδυασμένη Δραστηριότητα να αρχίσει ως λειτουργία του περιεχομένου του Κόμβου που προηγούνταν αυτής. ¶Το "> 0", παραδείγματος χάριν, δείχνει ότι το περιεχόμενο του Κόμβου Αναμονής πρέπει να είναι μεγαλύτερο από μηδέν έτσι ώστε η Συνδυασμένη Δραστηριότητα να αρχίσει. ¶Το EZStrobe υποστηρίζει έξι συγγενικούς χειριστές για να εκφράσει αυτή τη συνθήκη: ¶λιγότερο από (<), λιγότερο από ή ίσο (<=), μεγαλύτερο από (>), μεγαλύτερο από ή ίσο (> =), ίσο (= =), και μη ίσο (! =). Το δεύτερο μέρος είναι το ποσό πόρου που η Συνδυασμένη Δραστηριότητα θα προσπαθήσει να αφαιρέσει από τον Κόμβο Αναμονής που προηγείται σε περίπτωση που αυτή αρχίσει. Η Συνδυασμένη Δραστηριότητα μπορεί να μην είναι σε θέση να αφαιρέσει το ποσό που επιχειρεί να αφαιρέσει από τον Κόμβο Αναμονής εάν αυτό είναι μεγαλύτερο από το περιεχόμενο του τελευταίου, οπότε σ' αυτή την περίπτωση αφαιρείται ολόκληρο το περιεχόμενο.

>0,1

**Γ) RELEASE LINK**

1

Ένα ''**Release Link''** συνδέει μια δραστηριότητα με οποιοδήποτε στοιχείο δικτύου εκτός από μια Συνδυασμένη Δραστηριότητα. ¶Το κείμενο που υπάρχει σε ένα ''Release Link'' δείχνει το ποσό του πόρου που θα αποδεσμευθεί μέσω της σύνδεσης δικτύου κάθε φορά που τελειώνει ένας κύκλος της προηγηθείσας δραστηριότητας.

¶¶

**Δ) BRANCH LINK**

Ένα ¨**Branch Link¨** συνδέει ένα Fork με οποιοδήποτε άλλο στοιχείο δικτύου εκτός από μια Συνδυασμένη Δραστηριότητα. ¶Ο αριθμός που απεικονίζεται σε ένα Branch Link δείχνει την τιμή του "P" για εκείνη την σύνδεση δικτύου.

P:1

9.5 ΚΟΜΒΟΙ ΔΙΚΤΥΟΥ

Κατά την διάρκεια μιας προσομοίωσης , οι πόροι που αποτελούν μέλη του γενικότερου συστήματος δεσμεύονται από τους κόμβους του μοντέλου που αντιστοιχεί στο σύστημα. Υπάρχουν δυο κατηγορίες κόμβων: οι κόμβοι δραστηριότητας και οι κόμβοι αναμονής. Στην πρώτη κατηγορία κόμβων οι πόροι παράγουν κάποιο έργο, πολλές φορές σε συνεργασία με άλλους πόρους. Το χρονικό διάστημα κατά τον οποίο οι πόροι βρίσκονται σε έναν κόμβο δραστηριότητας είναι ο απαιτούμενος χρόνος τέλεσης της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Στην δεύτερη κατηγορία, αυτή των κόμβων αναμονής οι πόροι παραμένουν σε ανενεργή κατάσταση μέχρι την χρονική στιγμή κατά την οποία απαιτηθούν από έναν κόμβο δραστηριότητας.

9.5.1 ΚΟΜΒΟΙ ΑΝΑΜΟΝΗΣ

Oι κόμβοι αναμονής κρατούν τους πόρους σε ανενεργή κατάσταση. Κάθε κόμβος αναμονής αντιστοιχίζεται με συγκεκριμένο τύπο πόρων. Η πιο σημαντική παράμετρος ενός κόμβου αναμονής σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο είναι το περιεχόμενο του. Ο τρόπος μετον οποίο γίνεται η καταγραφή του περιεχομένου ενός κόμβου αναμονής εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον τύπο των πόρων που δεσμεύει.

Όταν οι πόροι είναι διακριτοί, τότε κάθε φορά που γίνεται είσοδος ενός πόρου στον κόμβο αναμονής, αυξάνεται ο συνολικός αριθμός των πόρων κατά ένα. Το περιεχόμενο ενός κόμβου που περιέχει διακριτούς πόρους δεν είναι ποτέ κλασματικής μορφής. Σε αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή οι πόροι που εισέρχονται στον κόμβο αναμονής είναι μη διακριτοί, ο αριθμός των πόρων που δεσμεύονται αυξάνει ισόποσα προς την ποσότητα των πόρων που εισέρχονται και δεσμεύονται από τον κόμβο. Στην περίπτωση μη διακριτών πόρων η ποσότητα αυτών που δεσμεύονται στον κόμβο αναμονής μπορεί να έχει και κλασματική μορφή.

Στους κόμβους αναμονής, οι οποίοι δεσμεύουν διακριτούς μοναδικό ορισμένους πόρους, μόνο οι πόροι που εισέρχονται στον κόμβο μπορούν και να εξέλθουν από αυτόν. Σε αντίθεση όταν στους κόμβους δεσμεύονται μη διακριτοί πόροι «ποσότητας», δεν γίνεται διάκριση μεταξύ εισερχόμενων και εξερχόμενων πόρων.

9.5.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Οι δραστηριότητες είναι κόμβοι που αντιπροσωπεύουν εργασίες προς εκτέλεση. Για την τέλεση των δραστηριοτήτων γίνεται χρήση των απαραίτητων πόρων. Στο Stroboscope υπάρχουν δυο ειδών δραστηριότητες: η κανονική δραστηριότητα και η συνδυασμένη δραστηριότητα. Η βασική διαφορά μεταξύ της κανονικής και της συνδυασμένης δραστηριότητας έγκειται στον τρόπο εκκίνησης της εργασίας. Διαφέρουν επίσης στον τρόπο με τον οποίο ενεργοποιούν τους πόρους που απαιτούνται κάθε φορά.

Μια δραστηριότητα αναπαριστά μια εργασία η οποία μπορεί να λάβει χώρα καμία, μια ή περισσότερες από μια φορές κατά την διάρκεια μιας προσομοίωσης. Οι εργασίες που αναπαρίστανται από μια δραστηριότητα μπορούν να λάβουν χώρα σε σειρά ή με επικάλυψη ή παράλληλα.

**Α) ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ**

Δραστηριότητας

Όνομα

Οι συνδυασμένες δραστηριότητες αναπαριστούν εργασίες οι οποίες ξεκινούν όταν ικανοποιηθούν συγκεκριμένες

συνθήκες. Σε κατάλληλες χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, το μοντέλο διαβάζει τις συνδυασμένες δραστηριότητες για να καθορίσει αν ικανοποιούνται οι απαιτούμενες συνθήκες για την έναρξη της δραστηριότητας. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων αυτό έχει να κάνει με τη διαθεσιμότητα των πόρων που απαιτούνται από την δραστηριότητα. Οι συνδυασμένες δραστηριότητες μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο πόρους, οι οποίοι είναι ανενεργοί, δεν μπορούν να διακόψουν άλλες εργασίες για να χρησιμοποιήσουν τους πόρους εκείνων των δραστηριοτήτων. Επειδή όμως ανενεργοί πόροι απαντώνται μόνο σε κόμβους αναμονής, οι συνδυασμένες δραστηριότητες μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο πόρους που περιέχονται σε αυτούς. Για τον λόγο αυτό όλα τα στοιχεία του δικτύου που προηγούνται μιας συνδυασμένης δραστηριότητας, πρέπει να είναι κόμβοι αναμονής.

Η εξ ορισμού συνθήκη για την έναρξη μιας συνδυασμένης δραστηριότητας είναι ότι κανένας από τους κόμβους αναμονής που προηγούνται της δραστηριότητας δεν είναι κενός, υπάρχουν δηλαδή διαθέσιμοι πόροι στους κόμβους. Υπάρχει η δυνατότητα μετατροπής των συνθηκών εκκίνησης της δραστηριότητας μεταβάλλοντας τις ιδιότητες της δραστηριότητας. Όταν ξεκινάει μια συνδυασμένη δραστηριότητα, αυτή μειώνει το περιεχόμενο κάθε κόμβου αναμονής, που προηγείται της δραστηριότητας και είναι συνδεδεμένη με αυτή, κατά μια μονάδα πόρου. Στην περίπτωση κατά την οποία η συμπεριφορά αυτή, η οποία είναι η εξ ορισμού συμπεριφορά του προγράμματος δεν είναι η επιθυμητή, υπάρχει η δυνατότητα ορισμού του αριθμού ή της ποσότητας των πόρων που θα παίρνει η δραστηριότητα από τους κόμβους αναμονής που προηγούνται μέσω των ιδιοτήτων των συνδέσεων του δικτύου.

**Β) ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ**

‘Ονομα Οι κανονικές δραστηριότητες αναπαριστούν εργασίες

Δραστηριότητας οι οποίες ξεκινούν άμεσα μετά από την λήξη άλλων δραστηριοτήτων.

Μια κανονική δραστηριότητα παίρνει τους πόρους που χρειάζεται για να εκτελέσει την εργασία που αναπαριστά από τις προηγούμενες δραστηριότητας που μόλις έχουν λήξει. Στην περίπτωση λοιπόν των κανονικών δραστηριοτήτων αυτές πρέπει να έπονται στην τοπολογία του δικτύου από άλλες δραστηριότητες.

**9.6 ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΓΙΑ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ¶**

Το πρώτο μοντέλο ενός σύνθετου συστήματος είναι σπάνια μια σωστή αντιπροσώπευση της κατανόησης των κατασκευαστών του μοντέλου του πραγματικού συστήματος. ¶Με την εφαρμογή του μοντέλου και την ανάλυση των αποτελεσμάτων του είναι συχνά δυνατό να ανιχνευθούν μερικά λάθη, άλλα λάθη μπορούν να μην είναι εύκολα προφανή και μπορεί να μην ανιχνευθούν. ¶Τα αρχεία ιχνών του τρεξίματος προσομοίωσης μπορούν να βοηθήσουν, αλλά είναι μια εξαιρετικά δυσκίνητη διαδικασία που γίνεται ανεξέλεγκτη για τα περισσότερα μη τετριμμένα πρότυπα.

¶

Το EZStrobe προσφέρει τη γραφική και διαδραστική πρότυπη επαλήθευση (διόρθωση) με τη βοήθεια της γραφικής απεικόνισης. ¶Παρόμοιες ιδέες έχουν χρησιμοποιηθεί από (Huang και Halpin 1994) και (Shi 2000) για άλλους στόχους (π.χ., μελέτη των επιβατών και της επικοινωνίας σε ανθρώπους χωρίς γνώσης μοντέλων). Οι ικανότητες απεικόνισης του ¶EZStrobe σχεδιάζονται συγκεκριμένα έτσι ώστε ο χειριστής του μοντέλου να καταλάβει και να αποκτήσει εμπιστοσύνη στην ακρίβεια του μοντέλου. ¶Ο σχεδιαστής απεικονίζει γραφικά τη δυναμική κατάσταση της προσομοίωσης (π.χ., τρέχον περιεχόμενο των σειρών αναμονής και αριθμός τρεχουσών περιπτώσεων δραστηριότητας) και των γεγονότων που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης (π.χ., όταν αρχίζει μια δραστηριότητα ή τελειώνει, όταν λαμβάνει ένας κόμβος τους πόρους, ή όταν οι πόροι κινούνται μεταξύ των συνδέσμων). ¶



**Σχήμα 29** EZStrobe Γραφική Απεικόνιση

Το σχήμα 29 παρουσιάζει ένα στιγμιότυπο του ελεγκτή απεικόνισης του EZStrobe και ένα μέρος ενός προτύπου που απεικονίζεται. ¶ΗΗΗη Η απεικόνιση ρυθμίζεται να σταματήσει μετά από κάθε γεγονός, και είναι αυτήν την περίοδο στο χρόνο 9,7 της προσομοίωσης. ¶Το κόκκινο περιθώριο στο «DumpBucket»(τοποθεσία απόθεσης)δείχνει ότι ολοκληρώνεται μια μεταβλητή. ¶Συγκεκριμένα, το "20" πάνω δεξιά δείχνει που τελειώνει η συγκεκριμένη μεταβλητή. ¶Το "1/21" πάνω στο κέντρο δείχνει ότι μια μεταβλητή πραγματοποιείται αυτήν την περίοδο (αυτή που ολοκληρώνεται) και ότι 21 άλλες έχουν αρχίσει από τι στιγμή που το μοντέλο εκτελείται. ¶Το μπλε περιθώριο στο «SwingEmpty»δείχνει ότι αρχίζει μια μεταβλητή (αυτό συμβαίνει ενώη απόθεσητελειώνει). ¶Το "20" πάνω αριστερά από τη δραστηριότητα δείχνει ότι η συγκεκριμένη δραστηριότητα θα αρχίσει. ¶Το "0/20" στην πάνω στο κέντρο δείχνει ότι καμία δραστηριότητα δεν πραγματοποιείται (αυτή που αρχίζει αυτήν την περίοδο δεν μετρά μέχρι να έχει επιλεχτεί η διάρκειά της), και ότι συνολικά 20 έχουν αρχίσει. ¶Η γραμμή που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του«DumpBucket»με το«SllnTrk»δείχνει ότι 2,5 μονάδες των πόρων στέλνονται στον κόμβο. ¶Το "5" πάνω από το *«*SllnTrk»δείχνει το τρέχον περιεχόμενό του. ¶Εάν το "Continue" κουμπί πιέζεται στον ελεγκτή, η γραμμή της σύνδεσης θα επιστρέψει στο κανονικό πάχος, τα σύνορα«SllnTrk's»θα γίνουν πυκνά, και ο αριθμός στην κορυφή θα μετατραπεί "σε 7,5." ¶

Ενώ η γραφική απεικόνιση διακόπτεται, είναι δυνατό να αλλάξει και να επιθεωρηθεί στη συνέχεια η όλη κατάσταση της προσομοίωσης με την επιλογή " Update Node Statistics "). ¶Η δυνατότητα γραφικής απεικόνισης του μοντέλου αποδεικνύονται πολύ χρήσιμες για τα άτομα που μαθαίνουν το σύστημα έτσι ώστε να αντιληφθούν πώς ακριβώς η μεθοδολογία του μοντέλου EZStrobe λειτουργεί, και να μάθει μέσω του πειραματισμού και της παρατήρησης.

¶

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Παναγιωτακόπουλος Δ. Χ., Συστημική Μεθοδολογία κοι Τεχνική Οικονομική, Εκδόσεις Ζυγός, Ξάνθη 2005

[2] J i rnenez J. Μ., Feasibility of the SIMSUPER Simulation Model in

the Renovation of Building Projects, Submitted to the Department of Civil and Environmental Engineering on April 27, 1999, Massachusetts Institute of Technology

[3] AbouRizk S., Mohamed Y., Simphony- An integrated Enviroment for Construction Simulation, Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, 1907- 1914

[4] Martinez J.C., STROBOSCOPE- State and Resource Based Simulation of Construction Processes, University of Michigan, 1996

[5] Εφραιμίδη Χ. I., ΔΟΜΙΚΕΣΜΗΧΑΝΕΣ, Εκδόσεις ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ, Αθήνα 1998

[6] Martinez J.CV EZSTROBE - General-Purpose Simulation System Based on Activity Cycle Diagrams, Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference

[7] Halpin D.W., Martninez L.H., Real World Applications of Construction Process Simulation, Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, 956-962

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

104

[8] Μουρατίδης Α., Χωματουργικές Εργασίες και Τεχνικά Έργα, Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη 1994

[9] Burke R., Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Κριτική, Νοέμβριος 2002

[10] Παναγιωτόπουλος Ν. Β., Η εκμετάλλευση των Δομικών Μηχανών, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 1995

[11] Παναγιώτακόπουλος Δ. Χ., Προγραμματισμός των Κατασκευών Τεχνικών Έργων, Εκδόσεις ΔΠΘ, 2001.

[12] Christodoulou S., Managing the Building Process, Class Notes, Master in Science Program: Systems Engineering and Management, Xanthi 2004

[13] Christodoulou S., Computer Aided Construction Engineering, Class Notes, Master in Science Program: Systems Engineering and Management, Xanthi 2004

[14] Halpin, D. W., Cyclone- Methods for modeling Job Site Processes, Journal of the Construction Division, ASCE 103(3). 489-499,1977

[15] Martinez, J.C., and Ioannou, P.G. General Purpose Simulation with STROBOSCOPE, Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference.