

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ  
ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΒΟΗΘΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

Διατριβή που υπεβλήθη για την μερική ικανοποίηση των  
απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος  
Ειδίκευσης

Υπό

Χριστόπουλου Ιωάννη  
Σεπτέμβριος 2004

© Copyright υπό Χριστόπουλου Ιωάννη  
Σεπτέμβριος 2004

Η διατριβή του Χριστόπουλου Ιωάννη εγκρίνεται

Κοντογιάννης Θωμάς (επιβλέπων)

Μουστάκης Βασίλειος

Μπιλάλης Νικόλαος

## Σύντομο Βιογραφικό Σημείωμα

Ο Χριστόπουλος Ιωάννης γεννήθηκε το 1979 στην Αλεξανδρούπολη Έβρου. Το 1996 αποφοίτησε από το Λύκειο με βαθμό 19 6/10 και το ίδιο έτος εισήχθη στο Τμήμα Μηχανικών της Σχολής Ικάρων. Το 2000 αποφοίτησε από τη Σχολή Ικάρων με την ειδικότητα του Μηχανικού Τηλεπικοινωνιών – Ηλεκτρονικών και βαθμό 7,9 και τοποθετήθηκε στο Τμήμα Ραντάρ του Πεδίου Βολής Κρήτης όπου εργάζεται μέχρι σήμερα. Γνωρίζει καλά Αγγλικά και Γερμανικά. Έχει παρακολουθήσει εκπαίδευση ενός έτους από τις εταιρείες BAE SYSTEMS και THALES NEDERLAND B.V. για το Σύστημα Ραντάρ Ασφαλείας του ΠΒΚ καθώς και σειρά άλλων σχολείων της ειδικότητας μου. Το έτος 2002-3 έγινε δεκτός στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης και εξασφάλισε υποτροφία ως πρώτος επιτυχόντας μεταπτυχιακός φοιτητής, στο πρώτο έτος σπουδών.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ποιότητα και η πληρότητα της εκπαίδευσης του προσωπικού παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποδοτική και ασφαλή εργασία του. Μία από τις πλέον σύγχρονες μεθόδους εκπαίδευσης είναι η εκπαίδευση με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι να δημιουργήσει τα εργαλεία με τα οποία θα μπορέσουμε να διαπιστώσουμε σε πειραματικό περιβάλλον αν οι προσδοκίες για τα εκπαιδευτικά προγράμματα έχουν γίνει πραγματικότητα. Συγκεκριμένα, ο σκοπός είναι η ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού συστήματος εκπαίδευσης σε ικανότητες διάγνωσης βλαβών, βασισμένο στο λογισμικό πακέτο Macromedia Authorware. Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη ενός προγράμματος εκπαίδευσης και εξάσκησης στη διάγνωση βλαβών μέσω απεικόνισης των συμπτωμάτων βλαβών, όπως αυτές αποτυπώνονται στον πίνακα ελέγχου ενός εργοστασίου. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιηθεί σε επόμενη φάση για τη διενέργεια πειραματικών μετρήσεων επίδοσης σε ομάδες ανθρώπων που εκπαιδεύτηκαν με διαφορετικούς τρόπους.

# Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ	
1.1 Εισαγωγή.....	6
1.2 Το περίγραμμα της εκπαίδευσης μέσω Η/Υ.....	7
1.3 Η ανάπτυξη ενός προγράμματος εκπαίδευσης.....	13
1.4 Η αξιολόγηση ενός προγράμματος εκπαίδευσης.....	18
1.5 Ένα παράδειγμα εκπαιδευτικού προγράμματος με χρήση Η/Υ.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	28
ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	
2.1 Το εργοστάσιο ανάμιξης.....	28
2.2 Χαρακτηριστικά λειτουργιών και μηχανικών βλαβών του εργοστασίου ανάμιξης.....	29
2.3 Κατηγορίες βλαβών.....	30
2.4 Ευρετικοί κανόνες για το εργοστάσιο ανάμιξης.....	33
2.5 Σχολιασμός των ευρετικών κανόνων του εργοστασίου ανάμιξης.....	34
2.6 Ο σημασιολογικός πίνακας ελέγχου του βασικού εργοστασίου ανάμιξης.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	39
ΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΜΕΙΞΗΣ	
3.1 Τα πακέτα λογισμικού.....	39
3.2 Περιγραφή προγράμματος εκμάθησης.....	41
3.2.1 Τα στοιχεία του προγράμματος.....	41
3.2.2 Τα περιεχόμενα των κεφαλαίων του προγράμματος.....	44
3.3 Περιγραφή προγράμματος αξιολόγησης.....	50
3.4 Αξιολόγηση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων.....	53
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	57
Βιβλιογραφία.....	60
Παράρτημα Α..(Μέρος του κώδικα του προγράμματος εκμάθησης Macromedia Authorware 7.0).....	61

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ποιότητα και η πληρότητα της εκπαίδευσης του προσωπικού παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποδοτική και ασφαλή εργασία του. Όμως η εκπαίδευση είναι μια πολύπλοκη και πολυέξοδη διαδικασία για τις επιχειρήσεις. Η μελέτη διαφορετικών τρόπων εκπαίδευσης συμβάλλει στον εντοπισμό της οικονομικότερης και αποδοτικότερης μεθοδολογίας εκπαίδευσης. Μία από τις νέες μεθόδους είναι η εκπαίδευση με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η ταχύτατη εξέλιξη των δυνατοτήτων των υπολογιστών δημιουργεί προσδοκίες για πλήρη χρήση τους σε μια αυτοματοποιημένη αλλά και εξατομικευμένη εκπαιδευτική διαδικασία με ελάχιστο κόστος για την επιχείρηση, με ταχεία καμπύλη εκμάθησης και πολύ καλά αποτελέσματα. Η μορφή αυτή της εκπαίδευσης διεκδικεί και την προτίμηση των εκπαιδευομένων ως η πιο ευχάριστη και εποικοδομητική.

Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι να δημιουργήσει τα εργαλεία με τα οποία θα μπορέσουμε να διαπιστώσουμε σε πειραματικό περιβάλλον εάν οι προσδοκίες για τα εκπαιδευτικά προγράμματα μπορούν να γίνουν πραγματικότητα. Συγκεκριμένα, ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού συστήματος εκπαίδευσης σε ικανότητες διάγνωσης βλαβών, βασισμένο στο λογισμικό πακέτο Macromedia Authorware. Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη ενός προγράμματος εκπαίδευσης και εξάσκησης στη διάγνωση βλαβών μέσω απεικόνισης των συμπτωμάτων βλαβών, όπως αυτές αποτυπώνονται στον πίνακα ελέγχου ενός εργοστασίου ανάμειξης υλικών. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιηθεί σε επόμενη φάση στο Εργαστήριο Εργονομίας για τη διενέργεια πειραματικών μετρήσεων επίδοσης σε ομάδες ανθρώπων που εκπαιδεύτηκαν με διαφορετικούς τρόπους.

Το Macromedia Authorware στην έκδοση 7.0 είναι ένα από τα πλέον σύγχρονα και εξειδικευμένα πακέτα λογισμικού στη δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμμάτων για χρήση σε περιβάλλον δικτύου ή στο Internet. Είναι ένα εργαλείο που μπορεί να ενσωματώσει γραφικά, ήχους, κινούμενα σχέδια, κείμενα και βίντεο σε ελκυστικές εκπαιδευτικές λύσεις. Έχει ένα ιδιαίτερο περιβάλλον εργασίας, προσαρμοσμένο στη συγκεκριμένη λειτουργία. Το μεγαλύτερο μέρος του προγραμματισμού γίνεται με τη βοήθεια εικονιδίων, τα οποία ρυθμίζονται σε παραθυρικό περιβάλλον. Τα εικονίδια ακολουθούν μια γραμμή λογικής συνέχειας (flowline) και η οργάνωση του προγράμματος γίνεται με τη βοήθεια πολλών

επιπέδων (levels) με ξεχωριστές γραμμές. Η τελική μορφή προκύπτει υπό μορφή διαγράμματος ροής. Έτσι, υπάρχει μια γενική εικόνα της δομής ακόμα και σε εφαρμογές με πολλά παρακλάδια. Σε αρκετές περιπτώσεις είναι απαραίτητη η χρήση κώδικα για να καλυφθούν οι εξειδικευμένες απαιτήσεις του χρήστη. Το Authorware διαθέτει δική του γλώσσα, την Authorware Script Language, αλλά πολλές λειτουργίες μπορούν να γίνουν και με τη βοήθεια της Javascript. Ακόμα, υπάρχει η δυνατότητα χρήσης XML, η οποία φάνηκε ιδιαίτερα χρήσιμη στην παρούσα διατριβή. Για την επεξεργασία των γραφικών χρησιμοποιήθηκε εκτενώς το Adobe Photoshop 7.0, ένα από τα πλέον σύγχρονα και ισχυρά προγράμματα επεξεργασίας εικόνας. Σε περιπτώσεις όπου οι εξειδικευμένες λειτουργίες αλληλεπίδρασης του Authorware δεν ήταν απαραίτητες, για την παρουσίαση των στοιχείων της θεωρίας του εργοστασίου χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Powerpoint 2002. Το λογισμικό αυτό μπορεί να δώσει με μεγάλη ταχύτητα εύχρηστα αποτελέσματα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η δημιουργία ενός προγράμματος εκπαίδευσης σε μια επιχείρηση είναι ευθύνη μιας ομάδας ατόμων με διαφορετικές ειδικότητες. Απαιτούνται ειδικοί σε τεχνικά θέματα, εκπαιδευτές με προηγούμενη εμπειρία, προγραμματιστές, γραφίστες κα. Στην παρούσα διατριβή όλες οι εργασίες έγιναν από ένα μόνο άτομο. Έτσι, αρχικά αποκτήθηκε μια ολοκληρωμένη γνώση του εργοστασίου και βαθιά κατανόηση όλων των λειτουργιών και των προβλημάτων του. Μετά αποκτήθηκε η γνώση προγραμματισμού σε Authorware και έγινε εξοικείωση με τα περιφερειακά προγράμματα και απαιτήσεις, όπως το Photoshop, το Powerpoint, η XML, η Javascript κα. Ειδικά στον τομέα των γραφικών πρέπει να σημειωθεί ότι η παρουσία ενός γραφίστα θα είχε μειώσει τον φόρτο εργασίας και θα οδηγούσε και σε ένα καλύτερο αισθητικά αποτέλεσμα.

Η παρούσα εργασία ασχολήθηκε με την ανάπτυξη δύο προγραμμάτων.

**α. ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ** είναι σε θέση να εκπαιδεύσει πλήρως ανθρώπους που δεν γνωρίζουν το αντικείμενο και να τους ετοιμάσει για εξέταση χωρίς την παρέμβαση του εκπαιδευτή. Αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια, όπου ο εκπαιδευόμενος γνωρίζει τη θεωρία του εργοστασίου και τη λειτουργία του πίνακα ελέγχου, μαθαίνει τον τρόπο λειτουργίας και ελέγχου του εργοστασίου και προετοιμάζεται για τη διάγνωση των βλαβών. Ο εκπαιδευόμενος εφοδιάζεται με επτά ευρετικούς κανόνες, οι οποίοι παρουσιάζονται αναλυτικά και η εκμάθησή τους τονίζεται και ελέγχεται μέσω σύντομων ειδικών τεστ. Δίνονται παραδείγματα εφαρμογής των κανόνων καθώς και η δυνατότητα πειραματισμών σε βλάβες που



«προκαλεί» ο εκπαιδευόμενος. Έχουν επίσης προβλεφθεί περιφερειακές λειτουργίες όπως η ύπαρξη λεξιλογίου.

**Β. ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ** περιλαμβάνει την αξιολόγηση των ικανοτήτων διάγνωσης με την εφαρμογή 10 ερωτήσεων – βλάβών στις οποίες ο εκπαιδευόμενος καλείται να υποδείξει τη βλάβη με ακρίβεια και ταχύτητα. Οι ερωτήσεις επιλέγονται με τυχαίο τρόπο από ένα σύνολο σαράντα ερωτήσεων που έχουν αποθηκευτεί στο πρόγραμμα. Έτσι εξασφαλίζεται η διαφορετικότητα κάθε εξέτασης. Με την ολοκλήρωση της αξιολόγησης, ο χρήστης ενημερώνεται για τις επιδόσεις του και ταυτόχρονα δημιουργείται ένα αρχείο όπου καταγράφονται τα στοιχεία και οι επιδόσεις του για έλεγχο από τον εκπαιδευτή.

Όλα τα προγράμματα έχουν αναπτυχθεί ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο πλήρη σε περιεχόμενο και εύκολα και ευχάριστα στη χρήση τους. Χρησιμοποιήθηκαν εικόνες, διαφορετικά χρώματα, κινούμενα σχέδια και σύντομες οδηγίες. Μία σύντομη αξιολόγηση των δύο προγραμμάτων γίνεται στην τελευταία ενότητα της παρούσας εργασίας.

Σε γενικές γραμμές, τα δύο προγράμματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για τη διενέργεια πειραματικών μετρήσεων των επιδόσεων ανθρώπων που, χωρίς να έχουν προηγούμενη γνώση του αντικειμένου, εκπαιδεύονται στο εργοστάσιο ανάμειξης. Η εκπαίδευση μπορεί να γίνει με τη χρήση του **προγράμματος εκμάθησης** και με άλλες κλασσικές μεθόδους όπως η θεωρητική εκπαίδευση ή η συστηματική θεωρία. Ακόμη, μπορεί να γίνει χρήση του προγράμματος εκμάθησης με υποβοήθηση από έναν εκπαιδευτή. Το **πρόγραμμα αξιολόγησης** μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλες τις ομάδες για να συγκριθούν οι επιδόσεις τους. Τα στοιχεία που πρέπει να εξετασθούν είναι η καμπύλη εκμάθησης, η ακρίβεια των απαντήσεων και ο χρόνος που χρειάστηκαν για να δοθούν.

Η εργασία αποτελείται από τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση της θεωρίας και των απαιτήσεων της εκπαίδευσης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και δίνεται ένα παράδειγμα από μια προσπάθεια υλοποίησης ενός παραπλήσιου προγράμματος από την NASA. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το πειραματικό περιβάλλον, δηλαδή το εργοστάσιο ανάμειξης και οι λειτουργίες του. Η συγκέντρωση των στοιχείων αυτών μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη σε επόμενες ερευνητικές εργασίες. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται και αξιολογούνται τα δύο εκπαιδευτικά προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

### 1.1 Εισαγωγή

Στο πρώτο κεφάλαιο της διατριβής αυτής γίνεται μια προσπάθεια να αναλυθεί η χρησιμότητα της εκπαίδευσης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, ο τρόπος συγγραφής ενός τέτοιου προγράμματος και άλλα θέματα προβληματισμού του αναγνώστη επί της εφαρμογής των προγραμμάτων, όπως το απαιτούμενο προσωπικό και ο χρόνος για τη δημιουργία των προγραμμάτων. Η εκπαίδευση είναι ένα βασικό στοιχείο τόσο της αποδοτικότητας των εργαζομένων όσο και της ασφάλειας εργασίας και εξοπλισμού. Καλύτερη εκπαίδευση σημαίνει λιγότερα λάθη στην εργασία, περισσότερες δυνατότητες αντιμετώπισης ενδεχόμενων λαθών και μηχανικών δυσλειτουργιών. Ταυτόχρονα καλύτερη εκπαίδευση σημαίνει γρηγορότερες ενέργειες κατά την εργασία, πιο αποτελεσματικές και πιο αποδοτικές για την επιχείρηση.

Το ζητούμενο λοιπόν είναι οι εργαζόμενοι να είναι όσο το δυνατόν πιο καλά εκπαιδευμένοι. Ο ανασταλτικός παράγοντας για την εκπαίδευση σε όλες τις επιχειρήσεις είναι φυσικά το κόστος της εκπαίδευσης. Το πρώτο στοιχείο που δημιουργεί αυτό το κόστος είναι κατ'αρχήν ο χρόνος που ο εκπαιδευμένος βρίσκεται εκτός εταιρείας προκειμένου να παραδώσει το εκπαιδευτικό έργο. Είναι προφανές ότι οι επιχειρήσεις αντιδρούν προσπαθώντας να συμπίεσουν όσο είναι δυνατό το χρόνο εκπαίδευσης. Αυτό μπορεί να γίνει προσλαμβάνοντας προσωπικό, το οποίο έχει ήδη κάποια συναφή εκπαίδευση ή συντομεύοντας το εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Προκύπτουν επομένως μερικά ερωτήματα σχετικά με την μεταφορά γνώσεων που μπορούμε να περιμένουμε από τον εργαζόμενο και το περιεχόμενο του εκπαιδευτικού προγράμματος. Το δεύτερο στοιχείο που συντελεί στο κόστος εκπαίδευσης είναι η ανάπτυξη και η υποστήριξη του εκπαιδευτικού προγράμματος. Έτσι, η επιχείρηση είναι υποχρεωμένη να διαθέτει κατάλληλους χώρους και έμπειρο προσωπικό της για να απασχολείται ως εκπαιδευτές για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Σε αυτά θα πρέπει να προστεθεί και όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός.

Συνοπτικά, το ερώτημα που διαμορφώνεται είναι το εξής: Πώς μπορούμε να μειώσουμε το κόστος της εκπαίδευσης του προσωπικού μας στο ελάχιστο δυνατό και ταυτόχρονα να διατηρήσουμε το επίπεδο της παρεχόμενης εκπαίδευσης σε ικανοποιητικό επίπεδο; Η πρώτη σκέψη είναι ότι η εκπαίδευση και το κόστος είναι μεγέθη ανάλογα. Όσο αυξάνουμε τη διάθεση πιστώσεων τόσο υψηλότερο είναι το παρεχόμενο επίπεδο εκπαίδευσης. Τα πράγματα όμως δεν είναι τόσο απλά, ίσως μάλιστα να συμβαίνει και το αντίθετο!!

Το πρόβλημα επικεντρώνεται στην μέθοδο εκπαίδευσης. Στη συγκεκριμένη εργασία θα ασχοληθούμε με μία από τις πλέον σύγχρονες μεθόδους εκπαίδευσης, την εκπαίδευση με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ο διεθνής όρος που χρησιμοποιείται για αυτό το αντικείμενο είναι CBT – Computer Based Training, ο οποίος έχει εξελιχθεί σε Computer Aided Training – CAT. Αναλόγως του μέσου με το οποίο γίνεται η εμφάνιση του εκπαιδευτικού προγράμματος αναφέρονται επίσης οι όροι desktop training, intranet training, web-based training κτλ. (Laurillard, 1993).

## 1.2 Το περίγραμμα της εκπαίδευσης μέσω H/Y

Με τον όρο «εκπαίδευση μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή» εννοούμε κάθε εκπαιδευτικό πρόγραμμα το οποίο στηρίζεται σε λογισμικό που λειτουργεί σε H/Y. Το λογισμικό αυτό μπορεί να είναι σε CD ή να είναι μόνιμα εγκατεστημένο στους υπολογιστές της εταιρείας (Graham, 2000). Μια εξελιγμένη μορφή του μπορεί να τρέχει από το Intranet της εταιρείας και να λειτουργεί μέσω ενός browser, όπως ο Internet Explorer ή ο Netscape Navigator. Τα σύγχρονα προγράμματα εκπαίδευσης κάνουν εκτεταμένη χρήση πολυμέσων. Κύριο χαρακτηριστικό ενός τέτοιου προγράμματος είναι ότι έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει σε κάθε H/Y και σε διαφορετικούς χώρους εργασίας. Για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα γραφεία της επιχείρησης, σε ένα φορητό υπολογιστή σε εξωτερικούς χώρους μακριά από τα κεντρικά γραφεία, ακόμη και στο σπίτι του εργαζόμενου που θέλει να κάνει επανάληψη της εκπαίδευσης.

Το κυρίως ερώτημα είναι εάν αυτού του είδους η εκπαίδευση μπορεί να έχει τα ίδια ή καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους. Σε αυτή τη φάση δεν μπορούμε ακόμη να απαντήσουμε με βεβαιότητα στο ερώτημα, μπορούμε όμως να εντοπίσουμε κάποια χαρακτηριστικά, τα οποία δημιουργούν συγκριτικά

πλεονεκτήματα. Μερικά από αυτά τα πλεονεκτήματα της εκπαίδευσης μέσω Η/Υ είναι:

- ✓ Τα προγράμματα φτιάχνονται ώστε να αρέσουν στους εκπαιδευόμενους. Αυτό είναι ένα κίνητρο μάθησης από μόνο του (Kommers, 1993).
- ✓ Επειδή ο ρυθμός της εκπαίδευσης καθορίζεται από τον εκπαιδευόμενο, αυτός αισθάνεται ότι έχει τον έλεγχο. Αυτό είναι σημαντικό για την ψυχολογία του εκπαιδευόμενου, γιατί τον κάνει να μαθαίνει επειδή θέλει να μάθει και όχι επειδή τον αναγκάζει κάποιος εξωτερικός παράγοντας.
- ✓ Η χρήση ενός εκπαιδευτικού προγράμματος σημαίνει ότι ο εκπαιδευόμενος είναι σε θέση να ρυθμίζει την ροή των πληροφοριών που δέχεται ώστε να προχωράει μόνο όταν αισθάνεται έτοιμος. Έτσι, δεν κινδυνεύει να βρεθεί σε μία συνήθη κατάσταση των παραδοσιακών μεθόδων, όπου ο εκπαιδευόμενος δεν έχει αντιληφθεί πλήρως κάποιο κομμάτι της εκπαίδευσης και ο εκπαιδευτής συνεχίζει στο επόμενο. Η γνώση υπονομεύεται από τα κενά που έχουν δημιουργηθεί (Brandon, 1997).
- ✓ Η εκπαίδευση μπορεί να γίνει σε χώρο κοντά στο χώρο εργασίας τους, ώστε οι εργαζόμενοι να μπορούν να επιστρέψουν άμεσα στην εργασία τους εάν αυτό απαιτηθεί
- ✓ Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να εκπαιδεύονται κοντά στο χώρο διαμονής τους και δεν χρειάζεται να μετακινηθούν σε κάποιο εκπαιδευτικό κέντρο.
- ✓ Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα έχει μεγαλύτερη συνοχή και γίνεται ταυτόχρονη και γρήγορη αξιολόγηση όλων των εκπαιδευομένων.
- ✓ Η χρήση των Η/Υ στην εκπαίδευση μπορεί να βοηθήσει στην ευκολότερη αποδοχή από τους εργαζόμενους μιας ευρύτερης ανάπτυξης των Η/Υ στη δομή της επιχείρησης
- ✓ Υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία, προσβασιμότητα και άνεση στην εκπαίδευση.
- ✓ Τα σύγχρονα εκπαιδευτικά προγράμματα φτιάχνονται έτσι ώστε να είναι συμβατά με όλους τους Η/Υ και τα πιο δημοφιλή προγράμματα, ώστε να είναι εξαιρετικά εύκολη η διάδοση τους και η πρόσβαση σε αυτά.
- ✓ Ευκολία αναβάθμισης. Όλα τα προγράμματα στους Η/Υ αναβαθμίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Έτσι και με τα εκπαιδευτικά προγράμματα, όταν είναι απαραίτητο να γίνουν αλλαγές βγαίνει μια καινούργια έκδοση του προγράμματος. Η έκδοση αυτή έχει πολλά κοινά στοιχεία με την

προηγούμενη και βασίζεται στην ίδια λογική, κατά συνέπεια η αφομοίωση του από τον εκπαιδευόμενο είναι πολύ πιο απλή υπόθεση (O'Toole, 1993).

Φυσικά η χρήση ενός εκπαιδευτικού προγράμματος μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή δεν έχει μόνο πλεονεκτήματα. Υπάρχουν και μειονεκτήματα ή τουλάχιστον σημεία τα οποία χρειάζονται προσοχή κατά την εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος. Αυτά είναι:

- ✓ Περιορισμένη δυνατότητα μετάδοσης δεδομένων. Αν το πρόγραμμα είναι μεγάλο σε μέγεθος λόγω της χρήσης πολλών γραφικών, ήχων και βίντεο θα υπάρχουν καθυστερήσεις στη μετάδοση του, οι οποίες γίνονται κουραστικές. Το πρόβλημα εστιάζεται κυρίως σε προγράμματα που λειτουργούν μέσω του Διαδικτύου και μετριάζεται όταν χρησιμοποιείται το Intranet της εταιρείας, το οποίο λογικά υποστηρίζει μεγαλύτερες ταχύτητες (Gates, 1995).
- ✓ Δεν είναι όλα τα γνωστικά αντικείμενα κατάλληλα για να διδαχθούν μέσω H/Y. Σε πολλά αντικείμενα, η προσωπική επαφή είναι απαραίτητο στοιχείο της επιτυχίας. Ειδικά σε θέματα που απαιτείται συλλογική προσπάθεια ή εμπλέκονται συναισθηματικά στοιχεία η εκπαίδευση δεν μπορεί να περιοριστεί στους H/Y.
- ✓ Πολλοί εκπαιδευόμενοι δεν είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση των H/Y και δεν αισθάνονται άνετα με την απουσία της προσωπικής επαφής (Carroll, 1990).
- ✓ Τα εκπαιδευτικά προγράμματα δεν ανταποκρίνονται πάντα στον σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκαν. Λάθη στην ανάπτυξη του προγράμματος λόγω κακού χειρισμού ή περιορισμένων εργαλείων οδηγεί σε λάθη εκπαίδευσης.
- ✓ Η φάση ανάπτυξης εκπαιδευτικών προγραμμάτων απαιτεί σχεδόν πάντα περισσότερο χρόνο και έξοδα από ότι υπολογίζουμε. Η καλύτερη λύση για μια επιχείρηση είναι η μεταπήδηση από την παραδοσιακή εκπαίδευση στην εκπαίδευση με H/Y να γίνεται σταδιακά, ώστε να υπάρχει χρόνος και δεδομένα για την καλύτερη προσαρμογή του προγράμματος.

Το στοιχείο που κάνει τα σύγχρονα εκπαιδευτικά προγράμματα να ξεχωρίζουν από τις παλαιότερες εκδόσεις τους και να διεκδικούν πλέον έναν πρωταγωνιστικό ρόλο στην εκπαιδευτική κοινότητα είναι η ραγδαία ανάπτυξη των H/Y, η οποία έκανε

δυνατή τη δημιουργία προγραμμάτων με πολυμέσα, δηλαδή κείμενο, εικόνες, γραφικά, ήχο και βίντεο. Έτσι τα εκπαιδευτικά προγράμματα έγιναν πιο εύχρηστα και ελκυστικά στους χρήστες. Η χρήση πολυμέσων μπορεί να προκαλέσει το ενδιαφέρον του εκπαιδευόμενου και να τον κάνει να εξαντλήσει το πρόγραμμα μαθαίνοντας και ταυτόχρονα περνώντας ευχάριστα. Τα επίπεδα χρήσης ποικίλουν και εξαρτώνται από τη φύση του αντικειμένου της εκπαίδευσης αλλά και από την παλαιότητα του εκπαιδευτικού προγράμματος. Έτσι, υπάρχουν προγράμματα που χρησιμοποιούν:

1. Κείμενο και εικόνες. Αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν οι απαιτήσεις είναι περιορισμένες, όταν το διαθέσιμο εύρος ζώνης είναι περιορισμένο ή όταν λειτουργούν σαν πιλοτική εφαρμογή για τις επόμενες φάσεις δημιουργίας ενός πιο εξελιγμένου εκπαιδευτικού προγράμματος.
2. Κείμενο και εικόνες με αλληλεπίδραση με το χρήστη. Είναι η πρώτη μορφή εκπαίδευσης όπου ο εκπαιδευόμενος καλείται να συμμετέχει ενεργά και να καθοδηγήσει ο ίδιος το πρόγραμμα εκπαίδευσης του.
3. Πλήρη χρήση πολυμέσων. Αποτελεί την σύγχρονη και επιδιωκόμενη μορφή ενός εκπαιδευτικού προγράμματος, το οποίο απολαμβάνει όλα τα πλεονεκτήματα που αναλύθηκαν παραπάνω. Απαιτεί την παρουσία έμπειρων προγραμματιστών και τη διανομή μέσω CD ή προτιμότερα μέσω ενός δικτύου με μεγάλο εύρος ζώνης.

Η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού προγράμματος πρέπει να εγκριθεί από την διοίκηση μιας επιχείρησης. Ο τρόπος για να πειστεί η διοίκηση για τη χρησιμότητα του προγράμματος είναι να αναλυθούν τα πλεονεκτήματα της έναντι των παραδοσιακών μεθόδων. Ιδιαίτερα πρέπει να τονιστούν τα οικονομικά οφέλη. Αν και η αρχική επένδυση για την δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμμάτων είναι μεγάλη, (Nolan, 2000) η επιχείρηση θα ωφεληθεί μακροπρόθεσμα καθώς τα έξοδα διανομής, λειτουργίας και αναβάθμισης των ηλεκτρονικών προγραμμάτων είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα έξοδα των κλασσικών μεθόδων εκπαίδευσης. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής αξίζει να αναλυθούν και στους εργαζόμενους καθώς θα μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν με μεγαλύτερη ευκολία και καλύτερη διάθεση τα εκπαιδευτικά προγράμματα, οπότε θα υπάρξει και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Η υιοθέτηση ενός ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού προγράμματος κάνει πιο εύκολη την παρακολούθηση της προόδου των εκπαιδευομένων, παρ'όλο που η παρουσία του

εκπαιδευτή δεν είναι συνεχής. Εντός των προγραμμάτων μπορούν να συμπεριληφθούν λειτουργίες που καταγράφουν στοιχεία της προόδου του εκπαιδευομένου, όπως ποια τμήματα έχει ολοκληρώσει, σε πόσο χρόνο, πόσες φορές τα επανέλαβε κοκ.

Η δημιουργία των εκπαιδευτικών προγραμμάτων θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο. Πρέπει πάντως να σημειωθεί εδώ, ότι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν το αρχικό κόστος για τη δημιουργία του προγράμματος είναι η απαίτηση για το συντονισμό του έργου πολλών ειδικοτήτων. Συγκεκριμένα, για ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα μπορεί να χρειαστούν έως και 40 ειδικοί, (Boyle, 1997), ανάλογα με την έκταση της επιχείρησης και την αντιμετωπιζόμενη πολυπλοκότητα. Για ένα αξιόλογο πρόγραμμα εκπαίδευσης θα χρειαστούν κατ'ελάχιστο:

- ο project manager, που θα είναι υπεύθυνος για το συντονισμό του έργου
- ο instructional designer, που πρέπει να είναι γνώστης των κατάλληλων τεχνικών εκμάθησης μέσω H/Y
- ο προγραμματιστής, ο οποίος θα πρέπει να έχει άριστη γνώση του πακέτου λογισμικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη συγγραφή του προγράμματος
- ο γραφίστας, υπεύθυνος για τη δημιουργία των γραφικών αλλά και των υπόλοιπων πολυμέσων
- ένας έμπειρος εκπαιδευτής στον τομέα
- ο διαχειριστής, που θα είναι υπεύθυνος για την τεχνική υποστήριξη και διανομή του προγράμματος
- προσωπικό που θα βρίσκεται σε επαφή με τη διοίκηση της επιχείρησης και θα εξασφαλίζει τις απαιτούμενες πιστώσεις.

Η επένδυση στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων μέσω H/Y, είναι μια υπόθεση που χρήζει μελέτης από κάθε επιχείρηση και για έναν ακόμα λόγο. Ακόμη και αν αποδεχτούμε ότι υπάρχουν μερικά προβλήματα σήμερα που σχετίζονται με την εξοικείωση του προσωπικού με τους υπολογιστές, αυτά θα επιλυθούν με την ισχύ των υπολογιστών, με την ύπαρξη ειδικών για τη δημιουργία των προγραμμάτων και με το εύρος ζώνης των δικτύων. Ο δρόμος του μέλλοντος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με

την εξέλιξη των θεμάτων αυτών και είναι σκόπιμο για κάθε εταιρεία να ακολουθήσει όσο είναι εφικτό τη σωστή πορεία. Αν παραμείνει προσκολλημένη στις κλασικές θεωρίες εκπαίδευσης, κινδυνεύει να βρεθεί σύντομα πολύ πίσω από τους ανταγωνιστές της στον τομέα αυτό και μετά να αδυνατεί να καλύψει το χαμένο έδαφος, λόγω έλλειψης εμπειριών και δεδομένων.

Η αγορά ηλεκτρονικών υπολογιστών και συγκεκριμένα λογισμικού, έχοντας κατανοήσει τις δυνατότητες που παρέχει η εκπαίδευση μέσω Η/Υ, έχει δημιουργήσει μια σειρά πακέτων τα οποία χρησιμοποιούνται ως βάση για τη δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Όπως όταν θέλουμε να γράψουμε ένα έγγραφο χρησιμοποιούμε ένα πακέτο σαν το Microsoft Word, έτσι και όταν θέλουμε να φτιάξουμε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης μέσω Η/Υ, χρησιμοποιούμε προγράμματα όπως το Macromedia Authorware, Toolbook II, IconAuthor, Quest, IBTAutor ή το CBIQuick. Για πιο απλές εργασίες ίσως είναι αρκετή η χρήση ενός HTML editor, όπως ο Netscape Navigator Gold, Microsoft Frontpage, Claris Home Page ή το Asymetrix Web Publisher. Στο διαδίκτυο γίνεται πλέον εκτεταμένη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java. Προγράμματα γραμμένα σε κάποιο από τα παραπάνω πακέτα, συνήθως απαιτούν την προσθήκη κάποιων πρόσθετων εφαρμογών (plug-ins) για να είναι δυνατή η δημοσίευση τους στο διαδίκτυο. Έτσι, για το Authorware απαιτείται η μετατροπή μέσω του Shockwave και για το ToolBook II απαιτείται η χρήση του Neuron. Για μεταφορά κειμένων και εικόνων χωρίς αλληλεπίδραση, ιδιαίτερη διάδοση γνωρίζει και το φορμά pdf, το οποίο παράγεται από το Adobe Acrobat. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά του είναι ότι διατηρείται η αρχική μορφή του εγγράφου χωρίς οποιαδήποτε αλλαγή, κάτι εξαιρετικά χρήσιμο αν το έγγραφο είναι γραμμένο με περίπλοκο τρόπο ή περιέχει φόρμες.

Για τις ανάγκες της εφαρμογής αυτής χρησιμοποιήθηκε το Macromedia Authorware 7 και υποστηρίχθηκε στον τομέα των γραφικών από το Adobe Photoshop 7. Αρκετά τμήματα του προγράμματος όπου δεν απαιτείται ανάδραση δημιουργήθηκαν με Microsoft Powerpoint XP, ενώ τα εξωτερικά αρχεία όπου τηρούνται τα δεδομένα είναι σε μορφή txt και μπορούν να διαβαστούν από όλους επεξεργαστές κειμένου. Προτείνεται η χρήση μιας απλής εφαρμογής, όπως το Notepad.



### 1.3 Η ανάπτυξη ενός προγράμματος εκπαίδευσης

Η διαδικασία της ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού προγράμματος περιλαμβάνει κάθε απαιτούμενο βήμα για την υλοποίηση της εκπαίδευσης, από την πρώτη επαφή ή εξοικείωση με το πρόγραμμα έως την τελική αξιολόγηση των ικανοτήτων που πρέπει να αναπτυχθούν. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η διαδικασία της ανάπτυξης δεν είναι ευθύνη ενός ανθρώπου, αλλά μιας ομάδας που πρέπει να λειτουργήσει συντονισμένα για να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Στις παραδοσιακές μεθόδους ο εκπαιδευτής είναι ουσιαστικά υπεύθυνος για την επιτυχία της εκπαίδευσης. Στην συγγραφή ενός προγράμματος, πρέπει ο κάθε αρμόδιος να συνεισφέρει στον τομέα που είναι ειδικός. Η δημιουργία του προγράμματος από ένα μόνο άτομο είναι εξαιρετικά δύσκολη υπόθεση, καθώς οι απαιτούμενες γνώσεις είναι πολλές και εξειδικευμένες.

Η διαδικασία της ανάπτυξης του προγράμματος μπορεί να χωριστεί σε πέντε βασικά στάδια : ανάλυση (analysis), σχεδίαση (design), παραγωγή (production), εφαρμογή (implementation) και αξιολόγηση (evaluation). Αυτά τα στάδια μπορούν να χωριστούν σε υποκατηγορίες, προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε προγράμματος. Για παράδειγμα, τα στάδια θα μπορούσαν να χωριστούν στις ακόλουθες υποκατηγορίες για μια συγκεκριμένη εταιρεία, η οποία δημιούργησε ένα πρόγραμμα για χρήση μέσω του διαδικτύου (Brandon, 1997) :

#### Εβδομάδες 1 και 2 – Ανάλυση

- Έναρξη περιγράμματος των μαθημάτων
- Σχεδίαση του αισθητικής του προγράμματος
- Επιλογή κατηγοριών πολυμέσων : κείμενο, γραφικά, βίντεο και ήχος
- Καθορισμός εργαλείων ανάπτυξης για τη σχεδίαση και τον προγραμματισμό
- Διερεύνηση πακέτων λογισμικού

#### Εβδομάδα 3

- Καθορισμός του τύπου του λογισμικού και του τρόπου που θα χρησιμοποιηθεί
- Επιλογή συγκεκριμένου λογισμικού

Διερεύνηση παρόμοιων προγραμμάτων για λήψη ιδεών και τρόπου οργάνωσης

Συγκέντρωση απαραίτητων πόρων

Ανάπτυξη περιεχομένου

#### Εβδομάδα 4

Επιλογή κατάλληλων πολυμέσων για το εκπαιδευτικό πρόγραμμα, φωτογραφίες, γραφικά και εικονίδια

#### Εβδομάδες 5 και 6

Κωδικοποίηση του προγράμματος

#### Εβδομάδες 7 έως 10

Έλεγχος και διόρθωση λαθών του προγράμματος

#### Εβδομάδες 10 και 11

Ολοκλήρωση ελέγχων, επανασχεδίαση όπου απαιτείται και τελική φάση ελέγχων με πιλοτικό δείγμα εκπαιδευομένων

#### Εβδομάδα 12

Έκδοση και διανομή του εκπαιδευτικού προγράμματος

Αν και ένα πρόγραμμα ενδέχεται να φαίνεται στον τελικό χρήστη ως σχετικά απλό στην κατασκευή του, στην πραγματικότητα απαιτείται πολύ μεγάλη προσπάθεια και χρόνος για την ανάπτυξη του. Από τη στιγμή που αποφασίζεται να διερευνηθεί η δυνατότητα εκπαίδευσης μέσω Η/Υ μέχρι τη στιγμή που θα φτάσει στον τελικό χρήστη, υπάρχουν αρκετά θέματα που πρέπει να επιλυθούν. Το πρώτο και ίσως πιο σημαντικό βήμα στη διαδικασία ανάπτυξης είναι η σύλληψη της ιδέας (Kaughan, 1994). Η καλύτερη λύση είναι όλη η ομάδα ανάπτυξης να συνεισφέρει σε αυτόν τον τομέα (Eugenio, 1998). Ο προγραμματιστής θα δώσει τα στοιχεία που υλοποιούν τα λογισμικά πακέτα και τους περιορισμούς τους, ο γραφίστας θα ενημερώσει για τον απαιτούμενο χρόνο δημιουργίας και το τελικό μέγεθος των αρχείων, οι ειδικοί θα καθορίσουν τον καλύτερο τρόπο για την παρουσίαση των οδηγιών κοκ. Το βήμα αυτό είναι καθοριστικό διότι αν δεν ολοκληρωθεί με επιτυχία, μετά όσο και αν είναι το περιτύλιγμα του, το πρόγραμμα θα εξακολουθεί να μην είναι καλό. Ο τελικός σκοπός που αφορά την βελτίωση της απόδοσης του προσωπικού μέσω εκπαίδευσης δεν θα επιτευχθεί.

Στην επόμενη φάση, είναι σκόπιμο οι απόψεις της ομάδας να οργανωθούν και να καταγραφούν σε ένα σχέδιο προτάσεων. Το σχέδιο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρουσιαστούν και να εγκριθούν οι απόψεις της ομάδας από τη διοίκηση της επιχείρησης. Είναι πιθανό η διοίκηση να μην έχει πλήρη γνώση της υφιστάμενης τεχνολογίας, των δυνατοτήτων και των περιορισμών της. Είναι λογικό να ζητηθεί κάποια δικαιολόγηση της σχεδίασης. Ο διαχωρισμός του προγράμματος στα επιμέρους κομμάτια του βοηθά και σε αυτόν τον τομέα. Αφού ληφθεί η έγκριση, το σχέδιο δεν εξαντλεί τη χρησιμότητά του. Η ομάδα μπορεί να το χρησιμοποιεί ως οδηγό για το υπόλοιπο έργο. Δεν είναι απίθανο κατά τη φάση της ανάπτυξης, το προσωπικό να εμπλακεί σε τεχνικά προβλήματα και να ξεχάσει τον αρχικό σχεδιασμό ή το ευρύτερο πλαίσιο στο οποίο θα πρέπει να λειτουργήσει. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να υπάρχει ένα καταγεγραμμένο σχέδιο, ώστε να το συμβουλευονται και να το ακολουθούν όλοι σε κάθε φάση της ανάπτυξης. Τέλος, το σχέδιο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στο μέλλον για την ανάπτυξη ενός νέου εκπαιδευτικού προγράμματος. Η καταγραφή των προβλημάτων και των λύσεων που δόθηκαν μπορούν να βοηθήσουν την επόμενη ομάδα στην ταχύτερη και ευκολότερη ανάπτυξη του προγράμματος.

Πριν την συγγραφή του προγράμματος, δηλαδή τον προγραμματισμό του στο πακέτο λογισμικού που έχει επιλεγεί είναι απολύτως απαραίτητη η ανάπτυξη ολόκληρου του προγράμματος με χρήση σχεδιαγραμμάτων – storyboards (Russell, 1998). Τα σχεδιαγράμματα αυτά περιέχουν όλα τα στοιχεία, σε όλη τους τη λεπτομέρεια, που θα απαρτίσουν το τελικό πρόγραμμα. Τα storyboards και είναι γνωστά στους περισσότερους από τη χρήση τους στον κινηματογράφο. Πριν τα γυρίσματα μιας ταινίας είναι απαραίτητο να γνωρίζουν όλοι με μεγάλη λεπτομέρεια ακριβώς πώς πρέπει να γυριστεί μια σκηνή. Γι' αυτό υπάρχει το κατάλληλο προσωπικό που σχεδιάζει τα storyboards και δίνει στους εμπλεκόμενους όλες τις λεπτομέρειες για το τί πρέπει να κάνουν. Θα ήταν παράλογο να γίνονται γυρίσματα και όταν η ταινία έχει τελειώσει και γίνεται το μοντάζ να διαπιστωθεί ότι χρειάζεται να ξαναγυριστεί μια σκηνή! Με τον ίδιο τρόπο είναι απαραίτητο για τον προγραμματιστή να γνωρίζει ακριβώς τι καλείται να γράψει. Αλλαγές στο τέλος είναι εξαιρετικά δύσκολες και επίπονες και, σε κάθε περίπτωση, δείχνουν κακή οργάνωση και συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας.

Για τη δημιουργία των σχεδίων είναι απαραίτητο να αποφασιστεί με ακρίβεια ποια θα είναι τα κείμενα που θα συμπεριληφθούν, τί θα αναπαριστούν και ποια θα

είναι η ποιότητα των γραφικών, πώς θα διενεργείται η μετάβαση από κομμάτι σε κομμάτι του προγράμματος, ποια μορφή θα έχουν τα κουμπιά και που θα είναι τοποθετημένες οι εντολές πλοήγησης. Όλα τα στοιχεία τα οποία θέλουμε να εμφανιστούν στο τελικό πρόγραμμα πρέπει να έχουν βρει τη θέση τους στα σχέδια. Ακόμα και απλά στοιχεία, όπως η θέση που θα εμφανίζεται η σελίδα στην οποία βρίσκεται ο εκπαιδευόμενος, πρέπει να έχουν καταγραφεί στα σχέδια. Για παράδειγμα αν αποφασίσουμε να εμφανίσουμε τη σελίδα στο τέλος θα διαπιστώσουμε ότι ο προγραμματιστής δεν έχει προβλέψει την μεταβλητή που μετράει τις σελίδες, ούτε φυσικά υπάρχει ο κώδικας που την αλλάζει όταν γίνονται μετακινήσεις. Για να προστεθεί αυτή η μεταβλητή και οι κινήσεις πρέπει να αλλάξουμε τον πηγαίο κώδικα του προγράμματος, κάτι το οποίο είναι πάντα επικίνδυνο και απαιτείται επανάληψη των ελέγχων αποδοχής του. Δεν είναι καθόλου δύσκολο να ξεχαστεί να μπει μία προσαύξηση της μεταβλητής για κάποια μετακίνηση μεταξύ σελίδων που είναι σπάνια και το πρόγραμμα να δίνει λανθασμένα αποτελέσματα. Ακόμα όμως και αν κατορθώσουμε να έχουμε τα στοιχεία που χρειαζόμαστε, μπορεί να μην υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος στην οθόνη για να εμφανιστούν. Καθώς η πληροφορία πρέπει να εμφανίζεται πάντα στο ίδιο σημείο για λόγους ομοιομορφίας, είναι μάλλον βέβαιο ότι δεν θα υπάρχει κανένα σημείο που να είναι κενό σε όλες τις σελίδες του εκπαιδευτικού προγράμματος. Αναγκαστικά θα επιλέξουμε ένα σημείο που είναι ελεύθερο σε πολλές σελίδες και όχι που βρίσκεται ακριβώς εκεί που θα θέλαμε. Στις σελίδες που υπάρχουν γραφικά και καλύπτουν το επιλεγμένο σημείο, χρειάζεται επανασχεδίαση των γραφικών, ουσιαστικά δηλαδή καταστροφή τους και σχεδίαση από την αρχή. Φανταστείτε τί ενέργειες θα απαιτηθούν αν αποφασίσουμε να κάνουμε ουσιαστικές αλλαγές στο πρόγραμμα και όχι απλώς να εμφανίσουμε τον αριθμό της σελίδας...

Στην επόμενη φάση πρέπει να συγκεντρωθούν όλα τα πολυμέσα με τη σωστή μορφή, ώστε να είναι έτοιμα για την προσάρτηση τους στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται πάντα στο μέγεθος των αρχείων, καθώς υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο το πρόγραμμα να λειτουργεί σε περιβάλλον δικτύου, οπότε μεγάλο μέγεθος σημαίνει αυτομάτως και καθυστερήσεις στη μετάδοση. Σήμερα, έχουν κυκλοφορήσει αρκετά ανεξάρτητα πακέτα λογισμικού που μπορούν να επιτελέσουν πολύπλοκες διαδικασίες και να ικανοποιήσουν πολύ απαιτητικούς χρήστες στους τομείς των γραφικών, σε δύο ή τρεις διαστάσεις, αλλά και στην

επεξεργασία αρχείων ήχου και βίντεο. Η χρήση τους φυσικά προϋποθέτει γνώσεις πάνω στο αντικείμενο.

Η φάση της συγγραφής του κώδικα είναι η επόμενη φάση. Όσοι δεν έχουν εμπειρία με το αντικείμενο τείνουν να πιστεύουν ότι μόνο αυτή η φάση υπάρχει στη δημιουργία ενός προγράμματος. Όπως όμως έχουμε τονίσει από την αρχή, ο προγραμματισμός δεν είναι παρά ένα μικρό κομμάτι της όλης διαδικασίας. Ο προγραμματιστής συνήθως είναι κάποιος που έχει ήδη αναλυτική γνώση του πακέτου λογισμικού που θα χρησιμοποιηθεί, γι' αυτό μπορεί να μην ανήκει και στην εταιρεία που αναπτύσσει το πρόγραμμα, αλλά να είναι κάποιος εξωτερικός συνεργάτης. Αυτή η φάση της ανάπτυξης συνήθως είναι η πιο χρονοβόρα. Ενδέχεται μάλιστα κατά την εξέλιξη της να εντοπιστούν μικροπροβλήματα, όσον αφορά κυρίως τα πρότυπα και τα γραφικά, που θα σταματήσουν την συγγραφή και θα αναγκάσουν την ομάδα να επιστρέψει σε προηγούμενα στάδια για να κάνει διορθωτικές κινήσεις. Είναι σημαντικό να επαναλάβουμε ότι ο προγραμματιστής σε καμία περίπτωση, δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνος για το τελικό αποτέλεσμα της επιτυχίας της εκπαίδευσης μέσω Η/Υ, καθώς η δουλειά του στηρίζεται στα σχέδια που έχουν δημιουργήσει άλλες ειδικότητες (Kommers, 1993).

Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας του προγραμματιστή, το πρόγραμμα πρέπει να περάσει από μια σειρά εξαντλητικών ελέγχων για να διαπιστωθεί ότι όλα στοιχεία του προγράμματος ανταποκρίνονται με τον επιθυμητό τρόπο. Αυτό που ονομάζεται «beta testing» είναι στην ουσία μια δημοσίευση του προγράμματος για περιορισμένη χρήση σε κάποιους χρήστες με σκοπό να εντοπίσουν τα σημεία όπου το πρόγραμμα δυσλειτουργεί και να τα επιδιορθώσουν πριν την τελική του έκδοση. Τονίζεται ότι οι διορθώσεις αφορούν τεχνικά προβλήματα, όπως links που δεν οδηγούν πουθενά, και σε καμία περίπτωση δεν εμπλέκεται το περιεχόμενο του προγράμματος. Το περιεχόμενο έχει καθοριστεί από την αρχή, από τα σχέδια, και για να αλλάξει πλέον ουσιαστικά πρέπει το εκπαιδευτικό πρόγραμμα να αρχίσει από το μηδέν.

Η ανάπτυξη του προγράμματος ολοκληρώνεται με την τοποθέτηση του στο επιθυμητό μέσο, δηλαδή το Διαδίκτυο, το intranet της εταιρείας ή απλά κάποιο CD. Προσοχή χρειάζεται στον τρόπο καταγραφής των δεδομένων της εκπαίδευσης (Draper et al, 1996). Αν το πρόγραμμα δουλεύει σε δίκτυο είναι μάλλον προτιμότερο τα δεδομένα να καταγράφονται κατ' ευθείαν στον κεντρικό υπολογιστή του δικτύου, ώστε ο εκπαιδευτής να τα συλλέγει εύκολα και να αξιολογεί τους εκπαιδευόμενους.

Υπάρχουν διάφοροι δρόμοι λήψης των απαραίτητων δεδομένων, με πιο απλή την καταγραφή τους στο σκληρό δίσκο του Η/Υ και την αποστολή τους είτε αυτόματα είτε με επέμβαση του χρήστη στον υπολογιστή που εργάζεται ο εκπαιδευτής.

Για τη βελτίωση των πιθανοτήτων επιτυχίας του εκπαιδευτικού προγράμματος καλό είναι εντός της επιχείρησης να γίνει και κάποιου είδους διαφήμιση, ώστε οι εργαζόμενοι να το χρησιμοποιήσουν θετικά προϊδεασμένοι. Η επιχείρηση πρέπει να εξασφαλίσει τη διαθεσιμότητα του προγράμματος σε όλους τους εργαζομένους, καθώς τα έξοδα της αφορούν μόνο την ανάπτυξη και την υποστήριξη, στοιχεία τα οποία δεν εξαρτώνται από την πληθώρα των αντιγράφων που θα βγουν.

#### 1.4 Η αξιολόγηση ενός προγράμματος εκπαίδευσης

Με την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για εκπαιδευτικά προγράμματα μέσω Η/Υ είναι λογικό να εμφανίζονται και εταιρείες οι οποίες ισχυρίζονται ότι μπορούν να παρέχουν ολοκληρωμένες λύσεις. Αυτές οι λύσεις πρέπει να αξιολογηθούν μεταξύ τους, ώστε να επιλεγεί η πιο αποδοτική και κατάλληλη για την εταιρεία. Ταυτόχρονα, η λύση του εξωτερικού συνεργάτη πρέπει να συγκριθεί με τη λύση της δημιουργίας μιας ομάδας από προσωπικό της εταιρείας. Πέρα από τον παράγοντα του κόστους, ο οποίος σίγουρα διαδραματίζει σοβαρό ρόλο στις αποφάσεις που λαμβάνει η διοίκηση μιας επιχείρησης, πρέπει να αξιολογηθεί και η απόδοση των παρεχόμενων εκπαιδευτικών προγραμμάτων (MacFarlane, 1992). Επειδή η ανάπτυξη των προγραμμάτων και η μετέπειτα αξιολόγηση τους μπορεί να είναι ασύμφορη, οι επιχειρήσεις συνήθως αξιολογούν με βάση την προηγούμενη εμπειρία τους ή τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Για να πραγματοποιηθεί λοιπόν, αυτή η αξιολόγηση πρέπει να υπάρχουν κάποια κριτήρια, όπως αυτά που αναφέρονται στην παρούσα ενότητα. Είναι σκόπιμο για κάθε ομάδα ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού προγράμματος να προσπαθεί να έχει υψηλή απόδοση σε όλα τα στοιχεία αυτά.

##### 1. Περιεχόμενο

Είναι απαραίτητο και πρωταρχική απαίτηση το πρόγραμμα να περιέχει την ικανή ποσότητα και ποιότητα πληροφορίας. Το στοιχείο αυτό είναι ουσιαστικά κοινό και με τους παραδοσιακούς εκπαιδευτικούς τρόπους, μόνο που ο εκπαιδευόμενος δεν μπορεί να κάνει ερωτήσεις απ'ευθείας στο ηλεκτρονικό

πρόγραμμα. Κατά συνέπεια, η ομάδα ανάπτυξης πρέπει να έχει προβλέψει κάθε πιθανή ερώτηση και να έχει συμπεριλάβει την απάντηση σε κάποιο σημείο του προγράμματος με εύκολη πρόσβαση.

## 2. Εκπαιδευτική σχεδίαση

Το πρόγραμμα πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε ο εκπαιδευόμενος όχι απλά να διαβάζει αλλά να μαθαίνει. Το στοιχείο αυτό επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες που θα δούμε στη συνέχεια.

## 3. Αλληλεπίδραση

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα μέσω H/Y διαφέρει από ένα βιβλίο. Ο όρος «αλληλεπίδραση» δεν αναφέρεται απλά στην παρουσία ενός κουμπιού «Επόμενη Σελίδα». Θα πρέπει ο χρήστης να έχει ενεργή συμμετοχή στην εκπαίδευση του με ερωτήσεις που θα του γίνονται συχνά. Οι ερωτήσεις αυτές πρέπει να βοηθούν τον εκπαιδευόμενο να αναγνωρίσει ποια είναι τα βασικά σημεία του θέματος που ασχολήθηκε και να τον κάνουν να σκεφτεί μια μικρή εφαρμογή τους. Σε καμία περίπτωση, οι ερωτήσεις δεν πρέπει να δημιουργούν την αίσθηση εξέτασης και να φοβίζουν τον εκπαιδευόμενο (Cunnigham, 1991).

## 4. Πλοήγηση

Οι χρήστες πρέπει να αισθάνονται ότι έχουν ελευθερία κίνησης εντός του προγράμματος. Αυτό είναι απαραίτητο για να εξασφαλιστεί το συναίσθημα ότι ο εκπαιδευόμενος λειτουργεί αυτόνομα και κατ' επέκταση ότι χρησιμοποιεί αυτό το πρόγραμμα επειδή θέλει να μάθει πως να εργάζεται και όχι επειδή κάποιος τον εξαναγκάζει να το παρακολουθήσει. Έτσι, το πρόγραμμα πρέπει να επιτρέπει την κίνηση του εκπαιδευομένου σε οποιοδήποτε σημείο επιθυμεί, ακόμη και αν δεν υπάρχει λογική συνέχεια μεταξύ των σελίδων. Πρέπει να υπάρχει δυνατότητα εξόδου από το πρόγραμμα κάθε στιγμή και να μην υπάρχουν «παγίδες», δηλαδή ρουτίνες τις οποίες αν ξεκινήσει ο χρήστης καθυστερεί να απεμπλακεί. Επίσης, είναι χρήσιμο να υπάρχει ένας χάρτης με την οργανωτική δομή του εκπαιδευτικού προγράμματος, ώστε ο χρήστης να μπορεί να έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα. Τα κουμπιά που χρησιμοποιούνται για την πλοήγηση πρέπει να είναι απλά και κατανοητά και να μην χρειάζονται ιδιαίτερες εξηγήσεις για τη χρήση τους. Μια καλή λύση είναι η χρησιμοποίηση των κουμπιών που έχουν τα βίντεο, με το βελάκι δεξιά να είναι το επόμενο, το τετράγωνο να είναι η παύση κοκ. (Porten, 1996).

## 5. Στοιχεία παρακίνησης

Το πρόγραμμα πρέπει να προκαλεί το ενδιαφέρον του χρήστη και να τον κρατάει συνεχώς σε εγρήγορση. Το πιο βασικό στοιχείο είναι ο εκπαιδευόμενος να ενημερωθεί με την εκκίνηση του προγράμματος για τον σκοπό του, ώστε να γνωρίζει περίπου τι να περιμένει. Συνηθισμένο είναι στην αρχή να δίνεται με παραστατικό τρόπο και ένας σοβαρός λόγος για τον οποίο ο εκπαιδευόμενος πρέπει να ασχοληθεί με την εκπαίδευση. Αν, για παράδειγμα, η εκπαίδευση αφορά μια εργασία με χειρωνακτικές απαιτήσεις, το πρόγραμμα θα μπορούσε να ξεκινά με ένα μικρό βίντεο κάποιου εργαζομένου που δεν εργάζεται σωστά και μετά από την πάροδο του χρόνου καταλήγει να έχει σοβαρά προβλήματα υγείας. Όμως και κατά τη διάρκεια του προγράμματος είναι καλό να υπάρχουν στοιχεία με χιούμορ, εκπλήξεις και ξεχωριστό περιεχόμενο που θα διατηρούν το επίπεδο εγρήγορσης και ενδιαφέροντος του εκπαιδευόμενου σε υψηλά επίπεδα (Brandon, 1997).

## 6. Χρήση πολυμέσων

Τα πολυμέσα είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που κάνουν την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών στην εκπαίδευση μια επιτυχημένη υπόθεση. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να γίνεται σωστή χρήση τους. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα στοιχεία, γραφικά, ήχος, βίντεο και άλλα οπτικά εφέ, πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να συνδέονται αρμονικά με το περιεχόμενο του κειμένου της εκπαίδευσης. Τα πολυμέσα βοηθούν ώστε οι καταστάσεις να γίνουν πιο γρήγορα αντιληπτές από τον εκπαιδευόμενο, αλλά και να εντυπωθούν πιο έντονα στη μνήμη του. Παράλληλα, βοηθούν στη διατήρηση του ενδιαφέροντος και της ευχάριστης διάθεσης κατά την εκπαίδευση. Η υπερβολική χρήση πολυμέσων κινδυνεύει όχι μόνο να κάνει το πρόγραμμα βαρύ για τον Η/Υ (οπότε θα τρέχει αργά), αλλά και να κουράσει τον εκπαιδευόμενο. Ίσως μάλιστα φτάσει στο σημείο να τον αποσπάσει από τον πραγματικό σκοπό της εκπαίδευσης του.

## 7. Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση αυτή έχει ως κύριο σκοπό να βοηθήσει τον εκπαιδευόμενο να αντιληφθεί αν έχει κατανοήσει καλά αυτά τα οποία εδιδάχτηκε. Μια πρόταση είναι να υπάρχουν τεστ σε κάθε ενότητα που θα εξετάζουν τι έχει κατανοήσει ο εκπαιδευόμενος από την ενότητα αυτή. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η συνέχιση στην επόμενη ενότητα μπορεί να απαγορεύεται αν ο εκπαιδευόμενος δεν



κατοχυρώσει κάποια βαθμολογία. Αυτό μετριάζει τον κίνδυνο της εκπαίδευσης να προχωρήσει σε επόμενη φάση τη στιγμή που υπάρχουν σοβαρά κενά στην προηγούμενη. Ο κύριος σκοπός αυτών των τεστ είναι να εντυπωθούν καλύτερα στον εκπαιδευόμενο ορισμένα βασικά σημεία. Με την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης, είναι δυνατόν να υπάρχει σε ηλεκτρονική μορφή ένα επιπλέον είδος εξέτασης για το σύνολο των γνωστικών αντικειμένων. Αυτό το τελικό τεστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αξιολόγηση της συνολικής απόδοσης του εργαζομένου. Ο εντοπισμός των αδυναμιών κάθε εκπαιδευομένου μπορεί να βοηθήσει στην καταλληλότερη εκπαίδευση του, μέσω της επανάληψης των προβληματικών τμημάτων (Brandon, 1997).

#### 8. Αισθητική

Το συνολικό αποτέλεσμα πρέπει να είναι ελκυστικό, τόσο στην οπτική όσο και στην ηχητική παρουσία του. Ο συνδυασμός όλων των πολυμέσων πρέπει να είναι αρμονικός ώστε να δημιουργεί ένα ευχάριστο περιβάλλον εκπαίδευσης, πράγμα που είναι σημαντικός παράγοντας για την ευκολότερη κατανόηση του περιεχομένου (Norman and Spohrer, 1996).

#### 9. Τήρηση αρχείων

Τα σύγχρονα πακέτα λογισμικού διατίθενται ενσωματωμένα με μια πληθώρα στοιχείων από την εκπαιδευτική διαδικασία που μπορούν να καταγραφούν. Στοιχεία που μπορούν να καταγραφούν μπορεί να περιλαμβάνουν τον χρόνο που ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται σε κάθε σελίδα, πόσες φορές την επανέλαβε, πόσες φορές έχει ξεκινήσει ο ίδιος χρήστης το εκπαιδευτικό πρόγραμμα, πως απάντησε στις ερωτήσεις που περιέχει, ακόμα και πόσα κλικ έχει κάνει. Τα στοιχεία αυτά κατόπιν πρέπει να μεταφέρονται δικτυακά, ή με όποιον άλλο τρόπο είναι διαθέσιμος στον υπολογιστή του εκπαιδευτή. Εκείνος τα αξιολογεί και κατευθύνει ανάλογα την εκπαίδευση, βοηθώντας ή/και προτείνοντας αλλαγές στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Είναι σημαντικό οι εκπαιδευόμενοι να γνωρίζουν ότι τα δεδομένα αυτά συλλέγονται, ώστε να μην αισθανθούν αργότερα ότι έχουν εξαπατηθεί και ότι η επιχείρηση τους παρακολουθούσε χωρίς να τους ενημερώσει. Ταυτόχρονα πρέπει να γνωρίζουν και τον σκοπό για τον οποίο συλλέγονται τα δεδομένα, δηλαδή για την υποβοήθηση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και την ενδεχόμενη βελτίωση τους. Πρέπει να τους τονιστεί ότι τελικός σκοπός δεν είναι η αξιολόγηση τους, καθώς αυτό είναι κάτι

που θα γίνει όταν ολοκληρωθούν όλα τα στάδια της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Porten, 1996).

#### 10. Διάθεση

Το τελικό αποτέλεσμα της ανάπτυξης ενός προγράμματος πρέπει να είναι ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα ευχάριστο στο χρήστη που ταυτόχρονα να έχει δημιουργηθεί και να απευθύνεται σε επαγγελματίες. Το πρόγραμμα πρέπει να εφαρμόζει ισορροπίες ώστε να είναι απλό και κατανοητό από τους εργαζομένους και ταυτόχρονα να μην υποτιμά τις ικανότητες και την αντίληψη τους. Ένα υπερβολικά απλό πρόγραμμα ενδέχεται να έχει αντίθετα αποτελέσματα από τα επιθυμητά, καθώς πολλοί εκπαιδευόμενοι μπορεί να μην του δώσουν την απαιτούμενη σημασία. Το πρόγραμμα δεν πρέπει να είναι καταδεκτικό, ανιαρό και τετριμμένο, ούτε και υπερβολικά σχολαστικό.

Όπως έγινε φανερό από την ανάλυση των δέκα παραπάνω κριτηρίων, η δημιουργία και η επιτυχία ενός εκπαιδευτικού προγράμματος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή δεν είναι καθόλου απλή υπόθεση. Ίσως μάλιστα να πρόκειται για μια διαδικασία αρκετά δυσκολότερη από τη διδασκαλία με τον παραδοσιακό τρόπο. Προσοχή χρειάζεται και από την ομάδα που αναπτύσσει ένα πρόγραμμα, ώστε να φτιάξει κάτι επιτυχημένο αλλά πολύ περισσότερο από την διοίκηση που θα εγκρίνει την μεταπήδηση από την παραδοσιακή μέθοδο εκπαίδευσης στην ηλεκτρονική. Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής θα επιχειρηθεί μια αξιολόγηση του εκπαιδευτικού προγράμματος που έχει δημιουργηθεί με βάση τα παραπάνω κριτήρια.

#### 1.5 Ένα παράδειγμα εκπαιδευτικού προγράμματος με χρήση H/Y

Ένας από τους τομείς της επιστήμης που βρίσκεται στην αιχμή της τεχνολογίας από τη στιγμή της γέννησης του είναι ο τομέας της αεροπορίας. Η πιο ακραία μορφή αεροπορίας είναι φυσικά τα διαστημικά ταξίδια. Πρωτοπόρος στις κινήσεις του ανθρώπινου είδους εκτός του πλανήτη Γη είναι η NASA (National Aeronautics and Space Agency) των ΗΠΑ. Εκεί αναπτύσσεται μια πληθώρα νέων τεχνολογιών με σκοπό να υποστηρίξει τα διαστημικά ταξίδια με τον καλύτερο τρόπο. Το 1986 η NASA έκανε τις πρώτες προσπάθειες της για τη δημιουργία αυτόνομων εκπαιδευτικών προγραμμάτων.

Τα προγράμματα εκπαίδευσης της NASA είναι από τα πιο εξελιγμένα, πολύπλοκα και απαιτητικά που υπάρχουν ακόμα και σήμερα. Το έργο που επιτελεί το προσωπικό είναι ιδιαίτερα κρίσιμο και από αυτό εξαρτάται η ζωή ανθρώπων και η επιβίωση μηχανημάτων αξίας εκατοντάδων εκατομμυρίων ευρώ. Αυτό από μόνο του κάνει το προσωπικό να έχει το απαραίτητο κίνητρο κατά την εκπαίδευση. Ταυτόχρονα, όμως δημιουργεί την απαίτηση η εκπαίδευση να είναι ακριβής και να έχει απόλυτη επιτυχία. Μετά την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης τους οι τεχνικοί, μηχανικοί, αστροναύτες και οι άλλοι εμπλεκόμενοι πρέπει να κατέχουν πλήρως μια μεγάλη ποικιλία εργασιών και να είναι έτοιμοι να αντιμετωπίσουν κάθε απρόοπτο. Οι περισσότερες από αυτές τις εργασίες μάλιστα μπορούν να γίνουν με απόλυτη επιτυχία με περισσότερους από έναν τρόπους. Το γεγονός αυτό δημιουργεί δυσκολίες στη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού προγράμματος μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Πάντως, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που κάνει πιο απλά τα πράγματα στη NASA είναι ότι το προσωπικό που απασχολεί, ακόμα και για πρώτη φορά, έχει μια εκτεταμένη ακαδημαϊκή και πρακτική εμπειρία. Τα προγράμματα εκπαίδευσης στοχεύουν όχι τόσο στο να μάθουν κάτι καινούργιο στους εργαζόμενους αλλά στο να βοηθήσουν τον εκπαιδευόμενο να κάνει πράξη αυτά που ήδη καταλαβαίνει στη θεωρία (Kearsley, 1987).

Η πρώτη προσπάθεια για τη δημιουργία ενός αυτόνομου εκπαιδευτικού προγράμματος για τη NASA έγινε το 1986 στο Διαστημικό Κέντρο Τζόνσον και περιγράφεται από τον Loftin, 1998. Οι κατάλληλες συνθήκες διαμορφώθηκαν από τους εξής παράγοντες :

1. Η καταστροφή του διαστημικού λεωφορείου Challenger οδήγησε σε προσωρινή διακοπή των πτήσεων. Αυτό απελευθέρωσε προσωπικό από την καθημερινή του εργασία, που σχετιζόταν με την υποστήριξη της εκάστοτε διαστημικής αποστολής

2. Η Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ ολοκλήρωνε τις υποχρεώσεις της προς τη NASA για την παροχή προσωπικού. Αυτό σήμαινε ότι θα λάμβαναν χώρα πολλές μεταθέσεις έμπειρου προσωπικού και θα χανόταν μεγάλο μέρος της γνώσης που είχε αποκτηθεί.

3. Είχε ξεκινήσει η διαδικασία μεταφοράς πολλών δραστηριοτήτων από τον δημόσιο χώρο στον ιδιωτικό φορέα. Οι ιδιωτικοποιήσεις και η παροχή υπηρεσιών ιδιωτικών φορέων σε μεγάλες επιχειρήσεις (outsourcing) είναι και σήμερα ένα σοβαρό θέμα που απασχολεί τις επιχειρήσεις. Ο ιδιωτικός φορέας σε πολλές περιπτώσεις αποδεικνύεται πιο οικονομικός και πιο αποδοτικός.

4. Η διοίκηση της NASA έδειχνε ένα ειλικρινές ενδιαφέρον για τη διερεύνηση των πλεονεκτημάτων νέων τεχνολογιών.

Το αντικείμενο του εκπαιδευτικού προγράμματος επιλέχθηκε να είναι η θέση του FDO (Flight Dynamics Officer) στο κέντρο επιχειρήσεων. Ο αξιωματικός αυτός είναι υπεύθυνος για τις επιχειρήσεις που απαιτούν αλλαγές στα χαρακτηριστικά της τροχιάς του διαστημικού λεωφορείου. Παραδοσιακά, η εκπαίδευση των FDO γινόταν με τη μελέτη των κανόνων πτήσεως, των τεχνικών εγχειριδίων και βασικά με εκπαίδευση κατά την εργασία (OJT-On the Job Training) παρουσία ενός πιο έμπειρου χειριστή. Αυτή η διαδικασία απαιτεί πολλή εργασία από όλους, την διαθεσιμότητα κάποιου έμπειρου χειριστή για να παρακολουθεί τον εκπαιδευόμενο συνεχώς και τη διενέργεια ασκήσεων – προσομοιώσεων εκτεταμένης μορφής. Οι προσομοιώσεις αυτές είναι απαραίτητες για την τελική πιστοποίηση του χειριστή, αλλά απαιτούν την συμμετοχή εκατοντάδων ανθρώπων στις επιχειρήσεις, για να δημιουργήσουν ρεαλιστικές συνθήκες για ένα μόνο εκπαιδευόμενο. Η εκπαίδευση του FDO χρειαζόταν 2 με 4 χρόνια για να ολοκληρωθεί. Το 1986 αρκετοί αξιωματικοί που κατείχαν αυτήν την εκπαίδευση έφυγαν ή ήταν προγραμματισμένοι να φύγουν σύντομα από τη NASA λόγω μετάθεσης, προαγωγής ή συνταξιοδότησης. Κρίθηκε λοιπόν απαραίτητο να βρεθούν τρόποι να μειωθεί ο χρόνος εκπαίδευσης.

Το εκπαιδευτικό σύστημα που αναπτύχθηκε είχε σκοπό να βοηθήσει τους αρχάριους FDO's να αποκτήσουν ικανοποιητική εμπειρία στην τοποθέτηση ενός είδους δορυφόρου στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης προσομοίωσης. Η φιλοσοφία του συστήματος ήταν να προσομοιώσει, στο βαθμό που αυτό ήταν δυνατό, τη συμπεριφορά ενός έμπειρου FDO, ο οποίος αφιερώνει όλο το χρόνο και την προσοχή του στην εκπαίδευση του αρχάριου. Η «συμπεριφορά» περιλαμβάνει την παρουσίαση ενδιαφέροντων σεναρίων προς αντιμετώπιση, την παρακολούθηση και αξιολόγηση των ενεργειών του εκπαιδευομένου, την παροχή ουσιαστικών συμβουλών

αντιδρώντας στις ενέργειες του εκπαιδευομένου, την ανταπόκριση στις ερωτήσεις για πληροφορίες ή βοήθεια και καταγραφή των αδυναμιών και των ισχυρών σημείων του εκπαιδευομένου, με σκοπό την μελλοντική τους αξιοποίηση. Κάθε τμήμα της διαδικασίας της τοποθέτησης του δορυφόρου μπορούσε να επαναληφθεί πολλές φορές. Πολλά δύσκολα και απρόοπτα προβλήματα εμφανίζονταν και έπρεπε να αντιμετωπιστούν σε ρεαλιστικούς χρόνους. Όταν η απόδοση του εκπαιδευομένου κρινόταν ικανοποιητική σε όλα τα τεστ, μπορούσε να γίνει και μια ολοκληρωμένη προσομοίωση του συνόλου της διαδικασίας.

Η διαδικασία ανάπτυξης του προγράμματος ξεκίνησε τον Ιούλιο του 1986 και η πρώτη λειτουργική έκδοση ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 1988. Βελτιώσεις του προγράμματος εξακολούθησαν να γίνονται και το 1989. Η ομάδα ανάπτυξης περιελάμβανε ακαδημαϊκούς, πολιτικό προσωπικό της NASA, ιδιωτικούς φορείς και ορισμένους αρχάριους FDO's για τη διενέργεια δοκιμών. Μία σειρά φοιτητών από το τοπικό πανεπιστήμιο είχε επίσης συμμετοχή. Το συνολικό κόστος του προγράμματος ξεπέρασε τα \$220.000 σε τιμές της εποχής. Αναλυτική περιγραφή γίνεται από τους Loftin, Wang, Baffes, Huk, 1989.

Στο σχήμα που ακολουθεί, μπορούμε να δούμε σε γενικές γραμμές την αρχιτεκτονική του συστήματος. Ουσιαστικά πρόκειται για τέσσερα έξυπνα συστήματα (expert systems) που συνεργάζονται μέσω μιας μονάδας κεντρικού ελέγχου.

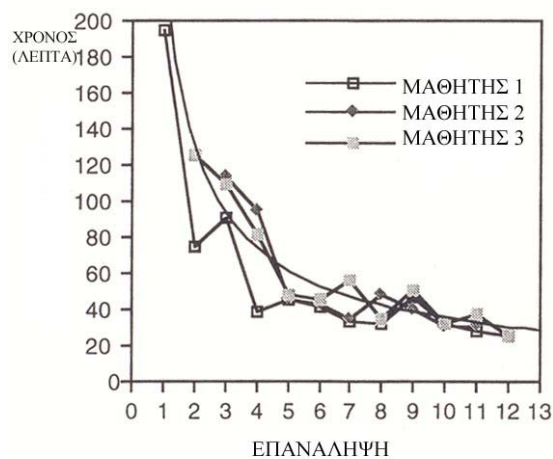
Το σύστημα χρησιμοποιήθηκε τελικά από αρχάριους χειριστές για να μάθουν τη διαδικασία αλλά και από έμπειρους για να την επαναλάβουν και να την ξαναθυμηθούν. Ακόμα το σύστημα χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση – βαθμολόγηση των FDO's. Κατά τη χρήση του πραγματοποιήθηκε μια εκτεταμένη καταγραφή της απόδοσης των αρχάριων χειριστών. Τα μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν είναι (α) ο χρόνος που χρειάστηκε ο εκπαιδευόμενος για να επιτελέσει μια



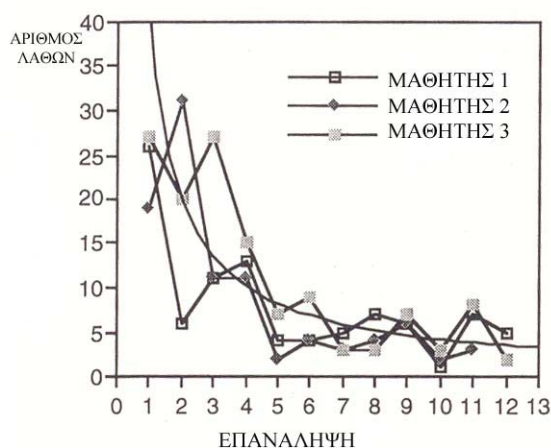
Διάγραμμα 1: Η αρχιτεκτονική σχεδίασης του προγράμματος εκπαίδευσης των Flight Dynamics Officer της National Aeronautics and Space Agency (Loftin, 1998).

συγκεκριμένη εργασία σε συνάρτηση με τις επαναλήψεις που έγιναν και (β) ο αριθμός των λανθασμένων ενεργειών σε συνάρτηση με τον αριθμό των επαναλήψεων της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Τα αποτελέσματα για τρεις διαφορετικούς χειριστές φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα.

Αυτό που αξίζει να παρατηρήσουμε στα διαγράμματα αυτά είναι ότι παρ' όλο που οι χειριστές ξεκινούν με αρκετά διαφορετικές επιδόσεις μετά από έναν ικανό αριθμό επαναλήψεων φτάνουν σε ένα ικανοποιητικό και μάλιστα κοινό για όλους επίπεδο επιδόσεων. Το έργο χαρακτηρίστηκε γενικά «επιτυχημένο».



Διάγραμμα 1 : Ο χρόνος που χρειάστηκαν τρεις εκπαιδευόμενοι για την ολοκλήρωση μιας υπορουτίνας σε συνάρτηση με τον αριθμό των επαναλήψεων της άσκησης



Διάγραμμα 2 : Ο αριθμός των λαθών που έκαναν τρεις εκπαιδευόμενοι κατά την ολοκλήρωση μιας υπορουτίνας σε συνάρτηση με τον αριθμό των επαναλήψεων της άσκησης

Μετά τον χαρακτηρισμό του ως επιτυχημένο, το πρόγραμμα έφτασε στο σημείο όπου μπορούσε να εμπλακεί πλέον ενεργά στην εκπαίδευση του προσωπικού της NASA και να συνεισφέρει στην ασφάλεια των πτήσεων. Είχε επιδείξει και αποδείξει τις δυνατότητες του και έπρεπε πλέον να αξιοποιηθεί. Όμως, με μια απρόβλεπτη και απογοητευτική εξέλιξη, το πρόγραμμα δεν λειτούργησε ποτέ, καθώς η θέση του FDO καταργήθηκε από το κέντρο επιχειρήσεων της NASA και τα καθήκοντα του χωρίστηκαν σε πολλές διαφορετικές θέσεις. Έτσι, ένα πρωτοποριακό σύστημα δεν κατάφερε ποτέ να βρει επιχειρησιακή χρησιμότητα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

#### 2.1 Το εργοστάσιο ανάμειξης που χρησιμοποιήθηκε στην εκπαίδευση

Το thermo-mixer plant είναι ένα εργοστάσιο συνεχούς διαδικασίας το οποίο επιτυγχάνει αλλαγές στις προδιαγραφές ενός βασικού προϊόντος C (πετρέλαιο) με την ανάμιξη του με άλλα στοιχεία A και B (διαλύτες) στον αναμίκτη M. Τα προϊόντα θερμαίνονται και αναδεύονται στον αναμίκτη μέχρι την επίτευξη των συγκεκριμένων προδιαγραφών θερμοκρασίας και περιεκτικότητας σε στοιχεία A και B. Εάν το τελικό προϊόν δεν πληρεί τις προδιαγραφές αυτές τότε διοχετεύεται στη δεξαμενή Waste. Για εξοικονόμηση ενέργειας το τελικό προϊόν μεταφέρει ένα μέρος της θερμότητας του στον εναλλάκτη θερμότητας για την προθέρμανση του βασικού προϊόντος C πριν την εισροή του στον αναμίκτη.

Επειδή η διαδικασία είναι συνεχής, ο χειριστής πρέπει να διατηρεί την στάθμη των υγρών σταθερή στις δεξαμενές τροφοδοσίας A, B και C ρυθμίζοντας τις ροές εξόδων δεδομένου ότι οι ροές εισόδων στις δεξαμενές είναι σταθερές. Τα θερμικά χαρακτηριστικά των υγρών A και B είναι σχεδόν ίδια, αλλά διαφέρουν από εκείνα του βασικού προϊόντος C το οποίο έχει μεγαλύτερη ειδική θερμότητα. Η ροή του βασικού προϊόντος C είναι επίσης μεγαλύτερη από το άθροισμα των ροών A και B στα σημεία εισόδου στον αναμίκτη.

Τα θερμικά στοιχεία των δεξαμενών A, B και M μπορούν επίσης να ρυθμιστούν σε κλίμακα από 0 έως 1000 και οι στροφές του αναδευτήρα ( $I_{\chi}$ ) μπορούν να έχουν 3 εναλλακτικές θέσεις (Low-Medium-High). Οι παροχές των υγρών στους σωλήνες ρυθμίζονται με αλλαγές στις πιέσεις των αντλιών και στις θέσεις των βαλβίδων. Οι βαλβίδες ανοίγουν από το 1 μέχρι το 10, ενώ οι αντλίες λαμβάνουν δύο διακριτές πιέσεις με την ρύθμιση ενός διακόπτη (Off - Low - High). Στην θέση Low, η τιμή της παροχής βρίσκεται εάν πολλαπλασιάσουμε την τιμή της βαλβίδας με το 5 ενώ στην θέση High πολλαπλασιάζουμε με το 10. Σε φυσιολογικές συνθήκες, η βαλβίδα έχει την τιμή 6, η αντλία βρίσκεται στη θέση Low και οι στροφές του αναδευτήρα στη θέση M.



## 2.2 Χαρακτηριστικά λειτουργιών και μηχανικών βλαβών του εργοστασίου ανάμιξης

Η λειτουργία του εργοστασίου διέπεται από κάποιους κανόνες και παραδοχές που υιοθετήθηκαν για εκπαιδευτικούς σκοπούς ή ήταν αδύνατο να απεικονιστούν όπως στην πραγματικότητα μέσα από την στατική προσομοίωση που χρησιμοποιήθηκε. Οι κανόνες αυτοί είναι:

- Το thermo-mixer plant είναι μια συνεχής διαδικασία (continuous process) όπου οι δεξαμενές A, B και C έχουν σταθερή και συνεχή τροφοδοσία. Οι δεξαμενές A και B και ο αναμκτήρας θερμαίνονται από αντίστοιχα θερμικά στοιχεία ενώ η δεξαμενή C δεν έχει θερμικό στοιχείο. Απεναντίας το βασικό προϊόν C θερμαίνεται στον εναλλάκτη θερμότητας από το τελικό προϊόν που εξέρχεται του αναμίκτη.
- Το βασικό προϊόν C έχει μεγαλύτερη ειδική θερμότητα από τα στοιχεία A και B (δηλαδή, χρειάζεται μεγαλύτερο ποσό θερμότητας για να αυξήσει την θερμοκρασία του)
- Οι σχέσεις παροχών στον αναμίκτη είναι  $A:B:C=0.2:0.2:0.6$  Αν μεταβάλλουμε χειροκίνητα αυτή την αναλογία, όλο το σύστημα του εργοστασίου θα μετατοπιστεί σε μια άλλη κατάσταση ισορροπίας (νέες θερμοκρασίες ισορροπίας)
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των υγρών A και B είναι παραπλήσια αλλά οι θερμοκρασίες τους στις αντίστοιχες δεξαμενές μπορεί να διαφέρουν. Συνήθως είναι ίδιες, πρέπει όμως να παρακολουθούνται διότι διαφορετικές αρχικές θερμοκρασίες στις δεξαμενές A και B μπορεί να προκαλέσουν αλλαγή στα συμπτώματα βλαβών.
- Τόσο τα ενδεικτικά όργανα όσο και οι αυτόματοι ρυθμιστές στις δεξαμενές A, B και C θεωρούνται παλιά και γι αυτό μπορεί να δίδουν αναξιόπιστες πληροφορίες σε συνδυασμό με βλάβες άλλων μηχανημάτων. Στο εργοστάσιο υποθέτουμε ότι υπάρχει ταυτόχρονα μια βλάβη και ένα αναξιόπιστο όργανο το πολύ. Συνδυασμός περισσότερων ταυτόχρονων βλαβών ή αναξιόπιστων οργάνων περιπλέκει πολύ τα συμπτώματα και είναι πολλές φορές αδύνατο να διαχωριστούν διαφορετικές βλάβες μεταξύ τους.
- Τα ενδεικτικά όργανα παροχών & θερμοκρασιών στις σωλήνες θεωρείται ότι συντηρούνται τακτικά και γι' αυτό η ένδειξη τους είναι αξιόπιστη. Επίσης αξιόπιστη είναι η ένδειξη των στροφών του αναδευτήρα.

- Αστοχίες των οργάνων ενδείξεως χαρακτηρίζονται από προσκόλληση της ενδεικτικής βελόνας στην φυσιολογική τιμή της στάθμης ή θερμοκρασίας.
- Αστοχίες των αυτομάτων ρυθμιστών προκαλούνται κυρίως από (α) προσκόλληση της ελεγχόμενης βαλβίδας εξόδου ή (β) αστοχία της ένδειξης του οργάνου.
- Βλάβες αντλιών να επιφέρουν ραγδαία πτώση της παροχής.
- Η κινητήρια δύναμη των παροχών στις σωλήνες είναι η πίεση των αντλιών. Δεχόμαστε ότι η υδροστατική πίεση είναι αρκετά μικρή ώστε να μην λαμβάνεται υπόψη. Επίσης δεν λαμβάνουμε υπόψη την πτώση πίεσης στους σωλήνες λόγω των εγκατεστημένων στοιχείων (π.χ. βαλβίδες, καμπυλότητες).
- Οι αντλίες θεωρούνται χειροκίνητες και δεν αλλάζουν θέση (π.χ. από Low σε High), παρά μόνο αν επέμβει με μηχανικό τρόπο κάποιος χειριστής. Οι βαλβίδες υπακούουν στον ίδιο κανόνα όταν πρόκειται για χειροκίνητο έλεγχο, ενώ ρυθμίζεται αυτόματα η θέση τους από σύστημα ελέγχου στάθμης όταν εφαρμοστεί αυτόματος έλεγχος.
- Το εργοστάσιο θεωρείται ένα κλειστό σύστημα από το οποίο δεν χάνεται ενέργεια παρά μόνο αν δημιουργηθεί κάποια ρωγμή και έχουμε απώλεια μάζας. Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις βλαβών, αν ένα ποσό ενέργειας δεν διοχετευθεί σε κάποιο σημείο λόγω μηχανικού προβλήματος δεν χάνεται, αλλά θα εμφανιστεί ως πλεόνασμα σε κάποιο άλλο σημείο της διαδικασίας.

### 2.3 Κατηγορίες βλαβών

Οι κατηγορίες των πιθανών βλαβών του εργοστασίου είναι:

- Ρωγμές σε σωλήνες σε οποιοδήποτε σημείο του συστήματος
- Ρωγμές στα τοιχώματα των δεξαμενών
- Μεγάλη εισροή σε κάποια από τις αρχικές δεξαμενές
- Βλάβη θερμικών στοιχείων δεξαμενών Α και Β (μόνο υποθέρμανση)
- Βλάβη θερμικού στοιχείου δεξαμενής Μ (υποθέρμανση ή υπερθέρμανση)
- Βλάβη του αναδευτήρα (δεν πραγματοποιείται ανάδευση)
- Βλάβη του εναλλάκτη θερμότητας (δεν πραγματοποιείται μεταφορά θερμότητας)
- Αστοχία των αντλιών (ανακόπτεται η ροή)

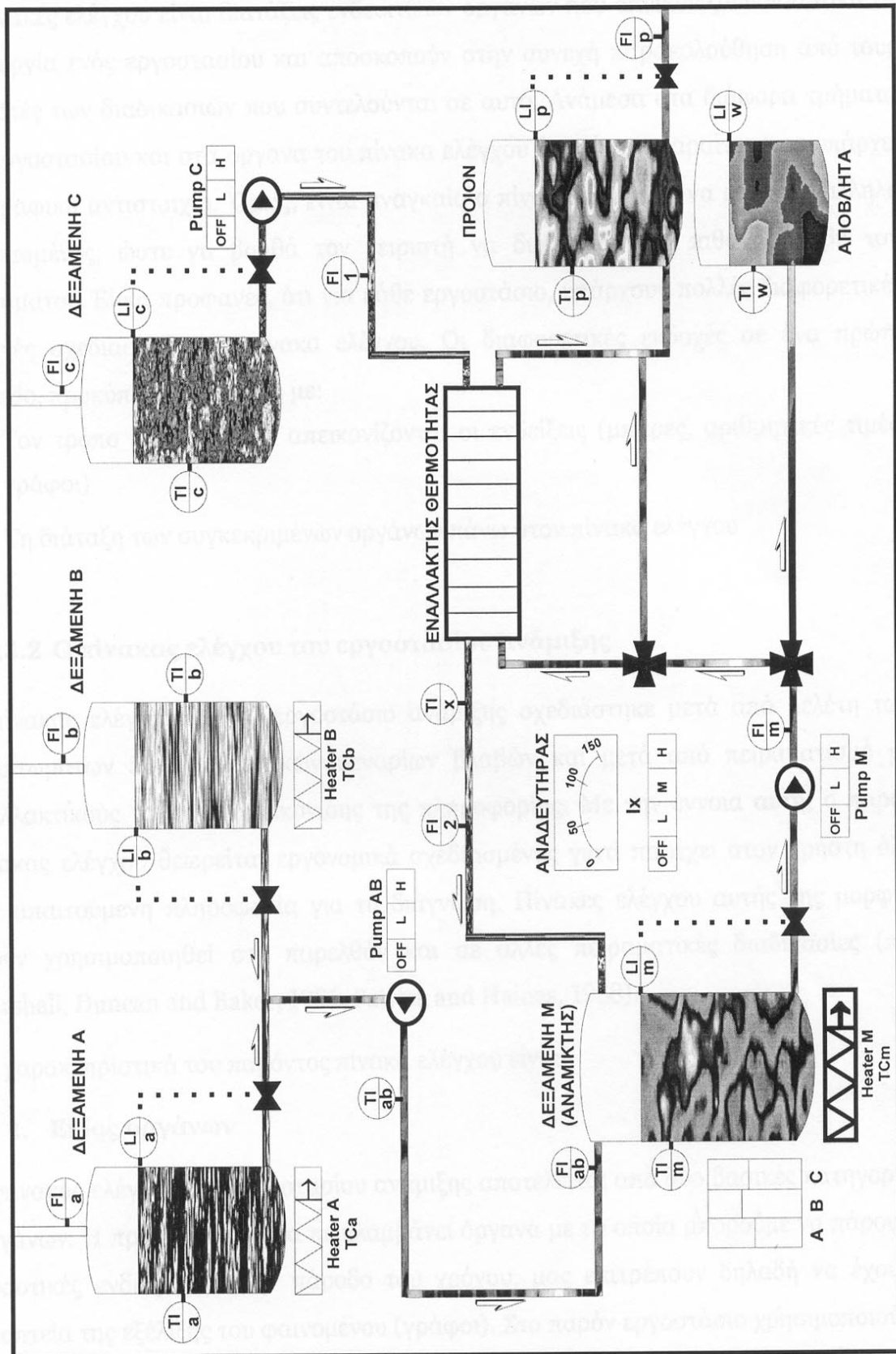
- Είσοδος ξένου σώματος σε κάποια αρχική δεξαμενή (στο σύστημα εισάγεται άλλο υγρό αντί του προκαθορισμένου, το οποίο έχει διαφορετική ειδική θερμότητα)

Για την απεικόνιση των βλαβών χρησιμοποιούμε τις ακόλουθες μεταβλητές:

Ενδεικτικό όργανο	Περιγραφή μεταβλητής
Lla	Στάθμη δεξαμενής A
Llb	Στάθμη δεξαμενής B
Llc	Στάθμη δεξαμενής C
Tla	Θερμοκρασία δεξαμενής A
Tlb	Θερμοκρασία δεξαμενής B
Tlc	Θερμοκρασία δεξαμενής C
Llm	Στάθμη δεξαμενής M
Tlm	Θερμοκρασία δεξαμενής M
FRab	Ροή στο σωλήνα AB
TRx	Θερμοκρασία στο σωλήνα C
FR1	Ροή στο σωλήνα C στη θέση 1
FR2	Ροή στο σωλήνα C στη θέση 2
Llap	Στάθμη στη δεξαμενή του προϊόντος
TRp	Θερμοκρασία στη δεξαμενή του προϊόντος
Ix	Στροφές αναδευτήρα
FRm	Ροή στο σωλήνα εξόδου της δεξαμενής M

Πίνακας 1: Μεταβλητές περιγραφής του συστήματος της ανάμιξης

Το πλήρες ανάπτυγμα του εργοστασίου είναι:



## 2.4 Ευρετικοί κανόνες για το εργοστάσιο ανάμιξης

Οι ευρετικοί κανόνες που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία του εργοστασίου ανάμιξης χαρακτηρίζονται από μεγάλη οικονομία από την άποψη του ελάχιστου απαιτούμενου αριθμού ελέγχου ενδείξεων προκειμένου για τον εντοπισμό της βλάβης. Οι κανόνες αυτοί πρέπει να εφαρμόζονται με την ίδια σειρά και αφορούν όλους τους τύπους βλαβών του συστήματος, όταν αυτό λειτουργεί υπό χειροκίνητο έλεγχο (manual mode).

Οι ευρετικοί κανόνες είναι:

1. Κανόνας διαχωρισμού - half-split rule: Η μεταβολή της στάθμης της δεξαμενής M (Lim) υποδεικνύει προβλήματα πριν ή μετά από τη δεξαμενή M. Αύξηση του Lim προκύπτει λόγω προβλημάτων ροής μετά τον αναμικτή, ενώ μείωση της Lim προκύπτει είτε από προβλήματα ροής πριν τη δεξαμενή M, είτε από ρωγμή στα τοιχώματα της.
2. Ελέγξτε την αξιοπιστία της στάθμης της δεξαμενής M (αν αυτή είναι σταθερή). Μεταβολές στην ένδειξη των στροφών του αναδευτήρα υποδεικνύουν αναξιόπιστη ένδειξη στάθμης αν οι ροές πριν ή μετά τη δεξαμενή M έχουν μεταβληθεί ή υπάρχει ρωγμή στα τοιχώματα της.
3. Ελέγξτε την αξιοπιστία των οργάνων στις δεξαμενές A και B. Η στάθμη στις δεξαμενές αυτές μεταβάλλεται αντιστρόφως από τη θερμοκρασία. Όταν η μία από τις δύο παραμέτρους είναι σταθερή ενώ η άλλη μεταβάλλεται, τότε ενδέχεται η σταθερή ένδειξη να είναι αναξιόπιστη, αυτό όμως δεν ισχύει στην περίπτωση της εισόδου ξένου σώματος ή στην βλάβη του θερμικού στοιχείου της δεξαμενής.
4. Αν η στάθμη της δεξαμενής M είναι σταθερή και αξιόπιστη και υπάρχουν συμπτώματα στις αρχικές δεξαμενές A, B ή C, τότε ελέγξτε για προβλήματα μεταβολής μάζας (πχ. ρωγμές στις εισόδους ή τα τοιχώματα των δεξαμενών).
5. Αν η στάθμη της δεξαμενής M είναι σταθερή και αξιόπιστη και δεν υπάρχουν συμπτώματα στις αρχικές δεξαμενές A, B ή C, τότε ελέγξτε για προβλήματα που σχετίζονται με τη θερμότητα στη δεξαμενή M (πχ. αστοχία του θερμικού στοιχείου της δεξαμενής M, αστοχία του αναδευτήρα) ή τον εναλλάκτη. Η είσοδος επίσης ξένου σώματος στην δεξαμενή C, επηρεάζει ως προς τη θερμότητα την δεξαμενή M και καμιά αρχική δεξαμενή.

6. Η είσοδος ξένου σώματος σε μία από τις δεξαμενές A και B μεταβάλλει την TIm πριν από την TRx, ενώ η είσοδος ξένου σώματος στη δεξαμενή C προκαλεί μεταβολή με αντίστροφη σειρά. Η αναξιόπιστη θερμοκρασία στις δεξαμενές A ή B αποκρύπτει το σύμπτωμα στις δεξαμενές αυτές.
7. Τα προβλήματα στο θερμικό στοιχείο της δεξαμενής M προκαλούν απότομη μεταβολή στη θερμοκρασία της δεξαμενής (TIm) η οποία ακολουθείται από αύξηση στη θερμοκρασία TRx. Η αστοχία του εναλλάκτη θερμότητας προκαλεί γρήγορη μεταβολή στη θερμοκρασία TRx και ακολούθως στην θερμοκρασία TIm.

## 2.5 Σχολιασμός των ευρετικών κανόνων του εργοστασίου ανάμιξης

Οι ευρετικοί κανόνες στηρίζονται στην ύπαρξη 4 υποσυστημάτων στο εργοστάσιο (πάνω αριστερό τμήμα - δεξαμενές A και B, πάνω δεξιό τμήμα - δεξαμενή C, κεντρικό τμήμα -δεξαμενή M και έξοδος - δεξαμενή προϊόντος P) και στο γεγονός ότι η πλειοψηφία των βλαβών διαδίδονται από πάνω προς τα κάτω στο σύστημα. Εξαίρεση αποτελούν οι βλάβες στο τμήμα που συνδέει τη δεξαμενή ανάμιξης με τη δεξαμενή του προϊόντος και επηρεάζουν την εναλλαγή θερμότητας και κατά συνέπεια επηρεάζουν τη δεξαμενή M (ανακύκλωση).

Στην παρούσα μορφή του συστήματος υπάρχουν περιορισμοί στην διάδοση κάποιων συμπτωμάτων. Για παράδειγμα, οι αντλίες στον χειροκίνητο έλεγχο απορροφούν τις διακυμάνσεις της ροής διατηρώντας σταθερή την έξοδο των δεξαμενών ανεξάρτητα από το ύψος της στάθμης τους (η υδροστατική πίεση αγνοείται). Κατά συνέπεια οι μεταβολές στην είσοδο ή η ρωγμή στα τοιχώματα των αρχικών δεξαμενών δεν διαδίδεται στο υπόλοιπο σύστημα υπό μορφή μεταβολής ροής - μάζας. Με βάση το σκεπτικό αυτό, η στάθμη της δεξαμενής ανάμιξης είναι ενδεικτική για την ύπαρξη προβλημάτων ροής στο άνω ή το κάτω τμήμα του συστήματος. Κατά συνέπεια, οι δύο πρώτοι ευρετικοί κανόνες που ελέγχουν την αξιοπιστία της στάθμης M και οριοθετούν την περιοχή της βλάβης είναι η αρχή της διαγνωστικής στρατηγικής. Ο τρίτος κανόνας, που αφορά την διερεύνηση της αξιοπιστίας στις μεταβλητές των αρχικών δεξαμενών εισάγεται για να διαχωρίσει τις περιπτώσεις εφαρμογής του κανόνα 4 ή 5. Ο κανόνας 4 ασχολείται με τα προβλήματα μάζας των αρχικών δεξαμενών ενώ ο κανόνας 5 αφορά τα προβλήματα που αφήνουν αμετάβλητη τη μάζα και επηρεάζουν μόνο τη θερμοκρασία. Οι κανόνες που υπολείπονται διευκρινίζουν τη συμπτωματολογία των περιπτώσεων αυτών.

Οι ευρετικοί κανόνες που περιγράφηκαν ανωτέρω δεν είναι οι μοναδικοί κανόνες που μπορούν να οδηγήσουν σε ακριβή λύση του προβλήματος διάγνωσης για το εργοστάσιο ανάμιξης. Χαρακτηρίζονται ωστόσο από συνεκτική δομή και η εκπαίδευση σε αυτούς απέδειξε στην πράξη ότι η εκμάθηση και χρήση τους είναι εφικτή χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία. Η αυστηρή εφαρμογή τους με τη δεδομένη σειρά καταλήγει επίσης στην εξοικονόμηση του αριθμού των παρατηρήσεων και ελέγχων στα ενδεικτικά όργανα που πρέπει να πραγματοποιηθούν για τον ακριβή προσδιορισμό της βλάβης.

## 2.6 Ο σημασιολογικός πίνακας ελέγχου του βασικού εργοστασίου ανάμιξης

Ο πίνακας ελέγχου του εργοστασίου ανάμιξης ενσωματώνει «σημασιολογικές ενδείξεις» με υποδηλούμενο νόημα (tell-tale signs). Η κατασκευή του στηρίχθηκε στους 7 ευρετικούς κανόνες, οι οποίοι απεικονίστηκαν με έμμεσο τρόπο στον πίνακα. Αναμφίβολα, η πληροφορία αυτή σε συνδυασμό με τον έμμεσο τρόπο με τον οποίο παρέχεται στους εκπαιδευόμενους, δεν είναι ικανή να αποτρέψει την ύπαρξη παρεξηγήσεων και να εξασφαλίσει την πλήρη κατανόηση των αιτιολογικών συσχετισμών του συστήματος που παραμένουν κρυμμένοι μέσα στον πίνακα. Γραφικές απεικονίσεις αυτού του τύπου και σημασιολογικές ενδείξεις με υποδηλούμενο νόημα (tell-tale signs), έχουν χρησιμοποιηθεί και σε πίνακες ελέγχου πιο πολύπλοκων συστημάτων, όπως πυρηνικά εργοστάσια (πχ. Terrier and Cellier, 1999).

Ο πίνακας είναι εξοπλισμένος με γράφους ώστε να μπορούν να εντοπιστούν οι διαφοροποιήσεις μεταξύ παραπλήσιων βλαβών, που γίνονται αντιληπτές με βάση κάποιες διαφορές στο επίπεδο της σειράς και της φοράς της μεταβολής.

Ο πίνακας χωρίζεται σε περιοχές (βλ. ακόλουθο σχήμα):

**Περιοχή 1:** Το όργανο αυτό απεικονίζει τα ζεύγη στάθμης και θερμοκρασίας σε όλες τις δεξαμενές στην ίδια κλίμακα έτσι ώστε όλες οι φυσιολογικές τιμές να στοιχίζονται. Σύμφωνα με τον κανόνα μεταβολής τους, η στάθμη μεταβάλλεται αντίστροφα με τη θερμοκρασία για τις δεξαμενές που έχουν θερμικό στοιχείο. Καθώς μεταβάλλονται επομένως τα ζεύγη θερμοκρασίας και πίεσης, η μαύρη μπάρα του οργάνου μετατοπίζεται προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά, και αυτό υποδηλώνει φυσιολογική μεταβολή. Αντίθετα, μια μεταβολή στη στάθμη των δεξαμενών Α και Β χωρίς αντίστοιχη μεταβολή στη θερμοκρασία, είναι ένδειξη αναξιопιστίας της στάθμης (ευρετικός κανόνας 3 του παρόντος εργοστασίου) και

το γεγονός αυτό γίνεται αμέσως αντιληπτό με τη βοήθεια αυτού του οργάνου. Οι ενδείξεις της δεξαμενής M είναι τονισμένες για να υποδηλώνεται ότι η δεξαμενή αυτή είναι το κεντρικό σημείο του εργοστασίου. Με την παρατήρηση της συμπεριφοράς των μεταβλητών του οργάνου, οι εκπαιδευόμενοι έχουν τη δυνατότητα να συμπεράνουν κάτω από ποιες συνθήκες οι μπάρες μετακινούνται αλλά και σε ποιου είδους βλάβες παραμένουν αμετάβλητες. Με κατάλληλη τέλος, υποβοήθηση σε επίπεδο εκπαίδευσης, μπορεί να συναχθεί από το όργανο αυτό και ο ευρετικός κανόνας 4.

**Περιοχή 2:** Η περιοχή 2 αφορά το ισοζύγιο μάζας όλου του συστήματος. Η πληροφορία αυτή, όπως και η ένδειξη των ροών εισόδου δεν παρέχεται στους συμμετέχοντες στην πειραματική διαδικασία γιατί απλοποιεί αισθητά το πρόβλημα της διάγνωσης.

**Περιοχή 3:** Το όργανο αυτό χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει τον κανόνα 2 με τον οποίο ξεκινά η διαγνωστική στρατηγική. Όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, η σταθερή ένδειξη της στάθμης LIm σε συνδυασμό με την μεταβολή των στροφών του αναδευτήρα, μπορεί να υποδηλώνει αναξιόπιστη ένδειξη στη στάθμη. Αυτό μπορεί να προσδιοριστεί με βάση την διαταραχή του ισοζυγίου μάζας της δεξαμενής M. Για το σκοπό αυτό, εισήχθη μια νέα μεταβλητή  $\Delta F$ , η οποία υπολογίζει τη διαφορά μεταξύ ροών εισόδου και εξόδου ( $\Delta F = F_{Iab} + F_{I2} - F_{Im}$ ).

**Περιοχή 4:** Περιγράφεται αναλυτικά το ισοζύγιο μάζας για τη δεξαμενή M και δίνεται έμφαση στον ρόλο της στάθμης LIm ως δείκτη της ακεραιότητας του συστήματος των ενδιάμεσων σωλήνων (στον χειροκίνητο έλεγχο, η σταθερή και αξιόπιστη στάθμη LIm, υποδεικνύει ότι δεν υπάρχει ρωγμή σε κανέναν από τους ενδιάμεσους σωλήνες). Το όργανο αυτό ενθαρρύνει τους εκπαιδευόμενους να διαμορφώσουν τον ευρετικό κανόνα 1, μελετώντας τη μεταβολή του LIm σε σχέση με τις μεταβολές των ροών εισόδου και εξόδου στη δεξαμενή.

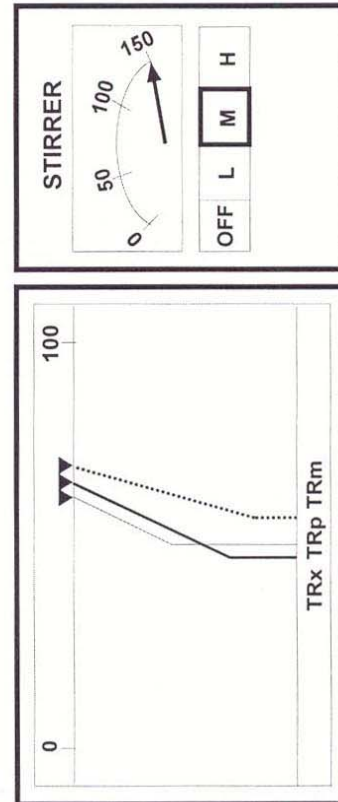
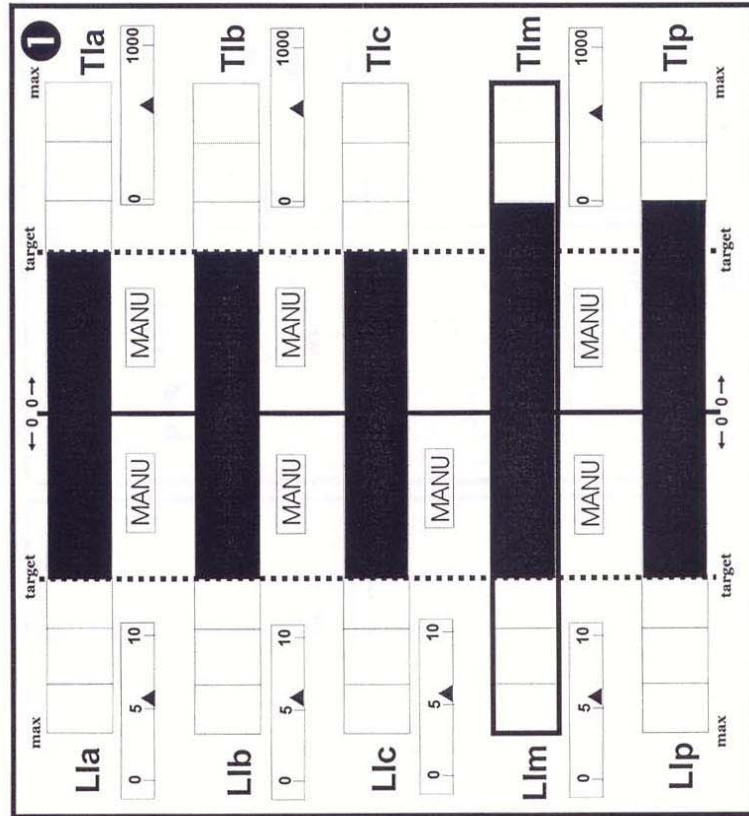
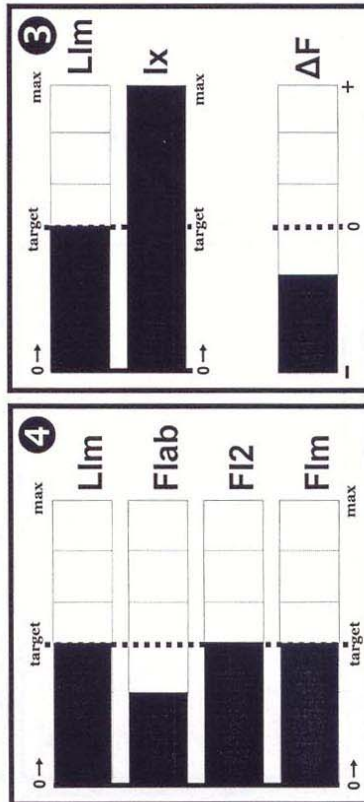
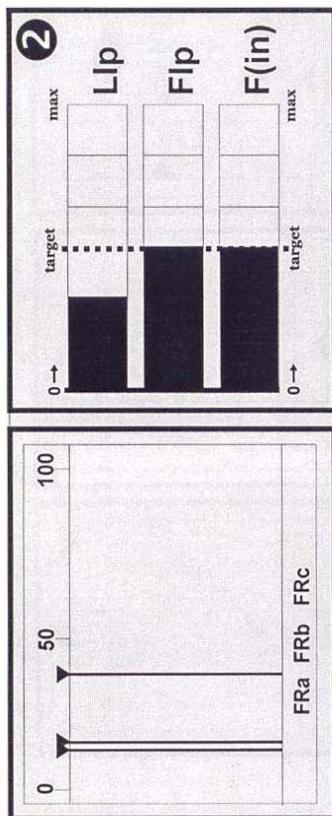
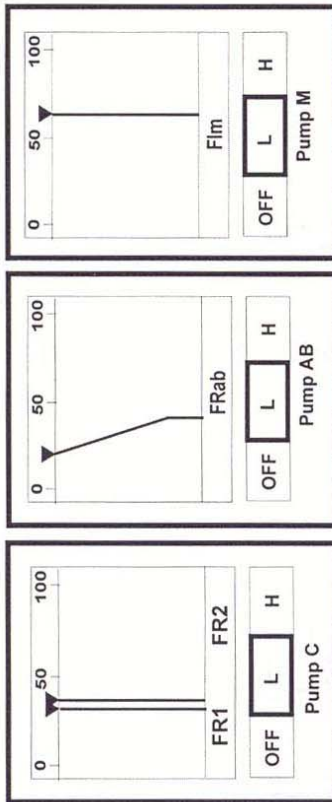
Στον πίνακα έχουν πραγματοποιηθεί επίσης ενέργειες οργάνωσης, που αφορούν στην ομαδοποίηση μεταβλητών. Έτσι, οι θερμοκρασίες TRx, TRp και TRm έχουν τοποθετηθεί μαζί, παραπέμποντας στους ευρετικούς κανόνες 5, 6 και 7. Η σειρά μεταβολής των θερμοκρασιών TRx και TRm, διαχωρίζει από που προέρχεται το πρόβλημα εισόδου ξένου σώματος (δεξαμενές A και B ή C). Επίσης, στη βλάβη εναλλάκτη, η πτώση των TRm και TRx συνοδεύονται από αύξηση της θερμοκρασίας TRp, ενώ αντίθετα στη βλάβη θερμικού στοιχείου M, και οι 3 θερμοκρασίες πέφτουν. Τέλος, με χρήση της ομαδοποίησης των



θερμοκρασιών μπορεί να διαχωριστεί η περιοχή του προβλήματος πριν-μετά τον εναλλάκτη.

Συνολικά, στον σημασιολογικό πίνακα του βασικού εργοστασίου ανάμιξης χρησιμοποιήθηκαν γραφικές απεικονίσεις για την αποτελεσματική αναπαράσταση ενδείξεων με υποκείμενο νόημα που βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να ανακαλύψουν μια στρατηγική διάγνωσης βασισμένη σε ευρετικούς κανόνες:

- Απεικονίστηκαν μαζί ενδείξεις που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο ευρετικό κανόνα ώστε οι εκπαιδευόμενοι να ενθαρρυνθούν να προβληματιστούν και να τον συμπεράνουν
- Τροποποιήθηκε η κλίμακα ορισμένων οργάνων ώστε οι φυσιολογικές ενδείξεις να στοιχίζονται κάθετα για πιο εύκολη παρατήρηση των επιμέρους μεταβολών
- Ενοποιήθηκαν ενδείξεις με σαφή συσχετισμό (πχ. στάθμες με θερμοκρασίες)
- Επινόηθηκαν μεταβλητές με πληροφορία υψηλού επιπέδου (πχ. AF) για ευκολότερο προσδιορισμό των προβλημάτων που επιδρούν στο ισοζύγιο μάζας
- Ομαδοποιήθηκαν κατάλληλα παράμετροι των γράφων του παραδοσιακού πίνακα για τις περιπτώσεις όπου η σειρά και η φορά της μεταβολής τους έχει υψηλή διαγνωστική αξία.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

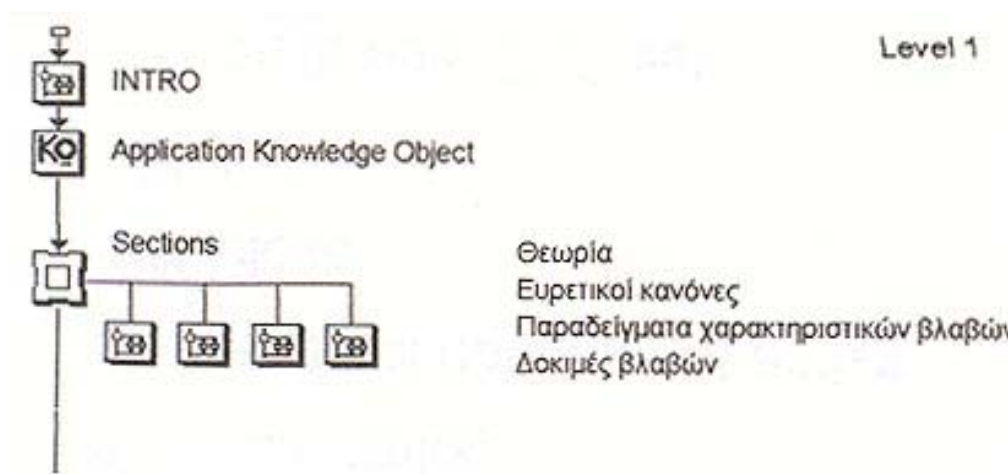
### ΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΜΕΙΞΗΣ

#### 3.1 Τα πακέτα λογισμικού που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάπτυξη του εκπαιδευτικού προγράμματος

Το πρόγραμμα λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την συγγραφή των προγραμμάτων εκπαίδευσης είναι το Macromedia Authorware στην έκδοση 6 και 7. Το Macromedia Authorware είναι ένα από τα πλέον σύγχρονα και εξειδικευμένα πακέτα λογισμικού στη δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμμάτων για χρήση σε δίκτυα ή στο Internet. Είναι ένα εργαλείο που μπορεί να ενσωματώσει γραφικά, ήχους, κινούμενα σχέδια, κείμενα και βίντεο σε ελκυστικές εκπαιδευτικές λύσεις. Το Macromedia Authorware είναι φτιαγμένο ως εργαλείο δημιουργίας εφαρμογές ηλεκτρονικής εκπαίδευσης. Το περιβάλλον εργασίας είναι γρήγορο και εύκολο καθώς είναι προσαρμοσμένο σε συγκεκριμένη λειτουργία. Το μεγαλύτερο μέρος του προγραμματισμού γίνεται με τη βοήθεια εικονιδίων, κάτι το οποίο σημαίνει γρήγορη ανάπτυξη πρωτότυπων εφαρμογών χωρίς να είναι απαραίτητη η εκτεταμένη χρήση κώδικα. Η χρήση του κώδικα απαιτεί ειδικές γνώσεις αλλά και πολύ χρόνο. Κατά συνέπεια, ο περιορισμός της χρήσης του κάνει την εφαρμογή πιο γρήγορη αλλά και ανοικτή σε περισσότερους ανθρώπους. Η τελική μορφή του προγράμματος, εντός του περιβάλλοντος εργασίας του Macromedia Authorware προκύπτει υπό μορφή διαγράμματος ροής. Έτσι, υπάρχει πάντα μια γενική εικόνα της δομής ακόμα και σε μεγάλες εφαρμογές με πολλά παρακλάδια.

Η χρήση του κώδικα, αν και έχει γίνει προσπάθεια να περιοριστεί στο ελάχιστο, είναι απαραίτητη για την κάλυψη εξειδικευμένων απαιτήσεων του χρήστη. Πάντως, εκτός από την δική του γλώσσα, την Authorware Script Language, το Macromedia Authorware δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί και η Javascript. Ακόμα, υπάρχει η δυνατότητα χρήσης XML, τόσο για εισαγωγή όσο και εξαγωγή αρχείων. Αυτή η δυνατότητα χρησιμοποιήθηκε εκτενώς για την εισαγωγή και ενσωμάτωση παρουσιάσεων του Microsoft Powerpoint στις τελικές εφαρμογές.

Ένα σημαντικό στοιχείο για την επιτυχία του προγράμματος ηλεκτρονικής εκπαίδευσης είναι η δημιουργία ενός ευχάριστου περιβάλλοντος για το χρήστη. Σημαντικό ρόλο σε αυτό το στοιχείο διαδραματίζει η ύπαρξη κατάλληλων γραφικών. Τα γραφικά είναι σημαντικό κομμάτι της δημιουργίας ενός πετυχημένου προγράμματος. Πριν την συγγραφή του προγράμματος, κατ' ευθείαν από τα σχέδια, πρέπει να δημιουργηθούν τα γραφικά. Κατ' αρχήν τα γραφικά πρέπει να είναι κατάλληλα σε μέγεθος και χρώμα. Το μέγεθος παίζει ρόλο στη λειτουργικότητα του προγράμματος καθώς ένα μικρό αντικείμενο μπορεί να μην φαίνεται ενώ ένα μεγάλο αντικείμενο ίσως να μην χωράει στη θέση που του είχαμε κατοχυρώσει. Το χρώμα πέρα από την αισθητική του είναι χρήσιμο για να κάνει τα αντικείμενα να ξεχωρίζουν από την επιφάνεια εργασίας ή να τα τονίσει.



Εικόνα 1 : Χαρακτηριστικό δείγμα οργάνωσης στη γραμμή λειτουργίας του Macromedia Authorware

7.0

Για τη δημιουργία των εκπαιδευτικών προγραμμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό επεξεργασίας εικόνας Adobe Photoshop στην έκδοση 7. Το πακέτο αυτό είναι ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για την επεξεργασία, τροποποίηση και διαμόρφωση φωτογραφιών και κάθε είδους εικόνας σε οποιαδήποτε μορφή. Σημειώνεται ότι το πρόγραμμα δεν έχει εκτεταμένες δυνατότητες δημιουργίας γραφικών. Τα περισσότερα γραφικά που χρησιμοποιήθηκαν στα τελικά προγράμματα έχουν εισαχθεί από άλλες πηγές, όπως το Διαδίκτυο ή από σαρωτές, και έχουν επεξεργαστεί ώστε να ταιριάζουν στις απαιτήσεις των εφαρμογών.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου δεν ήταν απαραίτητη η επικοινωνία με το χρήστη, δημιουργήθηκαν παρουσιάσεις με τη βοήθεια του Microsoft Powerpoint (έκδοση 2002 - SP3) για να δοθούν κάποια στοιχεία της θεωρίας του εργοστασίου. Το πακέτο αυτό είναι από τα πιο γνωστά πακέτα λογισμικού και αποτελεί μέρος του Microsoft Office. Η χρήση του αφορούσε τη δημιουργία μικρών παρουσιάσεων ( μεγέθους πέντε διαφανειών περίπου) που έδιναν στοιχεία της θεωρίας με παραστατικό και εντυπωσιακό τρόπο. Η χρήση του Ms Powerpoint είναι πολύ πιο απλή και εύκολη από αυτήν του Macromedia Authorware και προτιμήθηκε σε όλες τις περιπτώσεις που οι εξειδικευμένες λειτουργίες του Macromedia Authorware δεν ήταν απαραίτητες για το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Στις επόμενες ενότητες γίνεται μια περιγραφή των προγραμμάτων εκμάθησης και αξιολόγησης.

### 3.2 Περιγραφή προγράμματος εκμάθησης

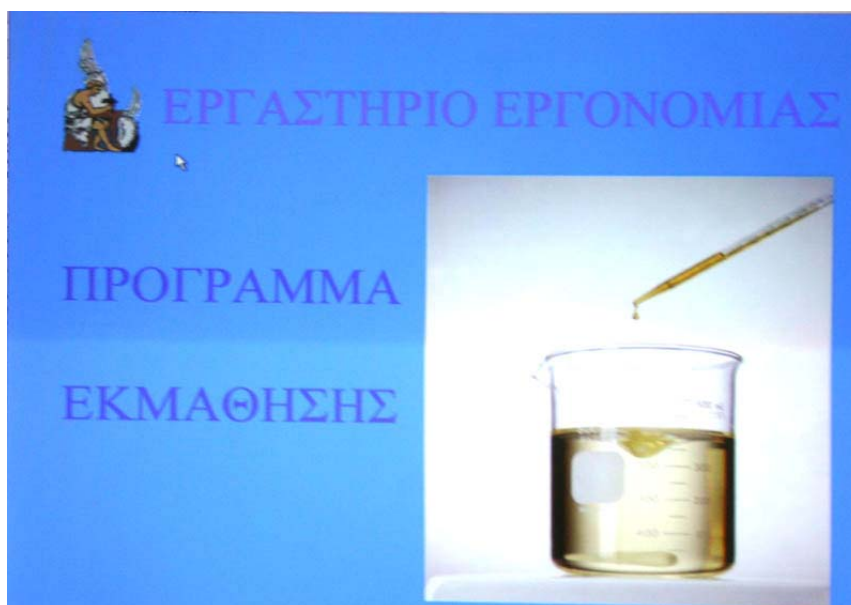
#### 3.2.1 Τα στοιχεία του προγράμματος

Στην παράγραφο αυτή θα αναλύσουμε περιγράψουμε συνοπτικά το πρόγραμμα εκμάθησης. Είναι μάλλον προτιμότερο για τον αναγνώστη να διαβάσει αυτό το κείμενο παράλληλα με την εκτέλεση του προγράμματος εκμάθησης που υπάρχει σε μορφή CD. Πρέπει από την αρχή να σημειωθεί ότι τα προγράμματα εκμάθησης και αξιολόγησης έχουν δημιουργηθεί ως αυτόνομες εφαρμογές. Αυτό σημαίνει ότι η παρουσία τεχνικού εγχειριδίου ή μιας περιγραφής όπως αυτή που επιχειρείται εδώ δεν είναι απαραίτητη για τον εκπαιδευόμενο που θα χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα. Επικουρικά μπορεί να υπάρχει παρόν κάποιος εκπαιδευτής για διευκρινίσεις όταν χρησιμοποιείται το πρόγραμμα, αλλά η κύρια χρήση του γίνεται με διανομή αντιτύπων CD στους εκπαιδευόμενους, οι οποίοι θα πρέπει να το χρησιμοποιήσουν μόνοι τους. Η επιτυχημένη συγγραφή του προγράμματος θα κριθεί και από τη δυνατότητα ενός εκπαιδευόμενου, χωρίς ειδικές γνώσεις, να κάνει πλήρη χρήση των προγραμμάτων.

Το πρόγραμμα ξεκινά με μια οθόνη εισαγωγής και αυτόματα μεταφερόμαστε στο κεντρικό παράθυρο του προγράμματος. Στο κεντρικό παράθυρο που εμφανίζεται αναφέρεται ο σκοπός του προγράμματος εκμάθησης. Αυτός είναι να μάθει τον εκπαιδευόμενο να βρίσκει με ακρίβεια και ταχύτητα τις βλάβες ενός εργοστασίου ανάμειξης προϊόντων. Επίσης αναφέρονται τα τέσσερα βασικά κομμάτια του

προγράμματος. Κλείνοντας το παράθυρο αυτό, με το κλασικό X των Windows, μπαίνει σε λειτουργία ολόκληρο το πρόγραμμα εκμάθησης και ενεργοποιούνται όλες οι επιλογές.

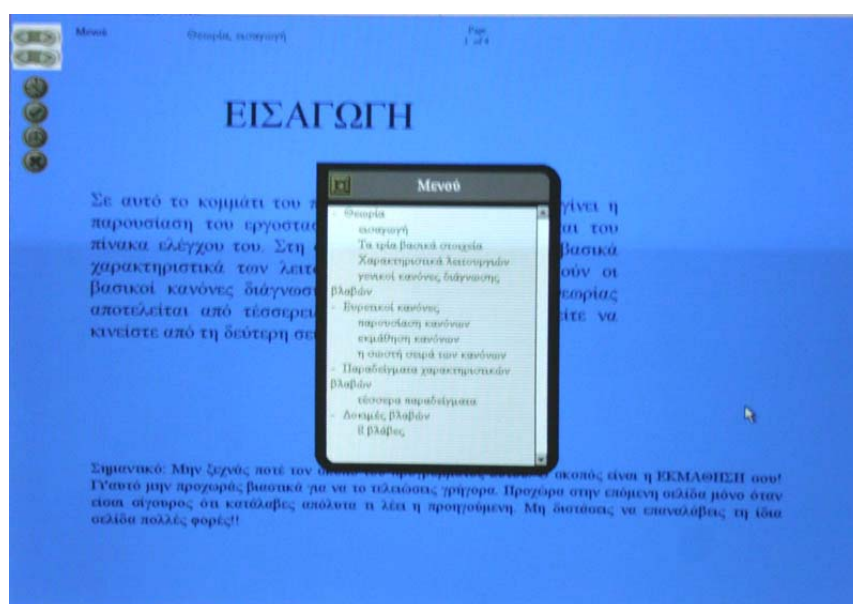
Στην κορυφή της σελίδας αναφέρεται πάντα το κεφάλαιο και η σελίδα στην οποία βρίσκεται ο χρήστης. Δεξιά υπάρχει και αρίθμηση των σελίδων, όπου φαίνεται σε ποια βρισκόμαστε και ποιο είναι το σύνολο. Η στήλη αριστερά ξεκινά με τα δυο σετ βελάκια δεξιά και αριστερά, με τα οποία μπορούμε να κινηθούμε μέσα στα κεφάλαια και τις σελίδες του προγράμματος. Το πάνω σετ αλλάζει κεφάλαιο και το κάτω αλλάζει σελίδες εντός του κεφαλαίου. Όταν τελειώσουν οι σελίδες ενός κεφαλαίου το κάτω βελάκι δεξιά απενεργοποιείται και δεν προχωράει στο επόμενο κεφάλαιο. Για να γίνει αυτό πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το πάνω σετ βελάκια. Έτσι εξασφαλίζουμε ότι ο εκπαιδευόμενος αλλάζει κεφάλαιο ενσυνείδητα και όχι παρασυρόμενος από τα κάτω βελάκια. Το επόμενο εικονίδιο ενεργοποιεί το μενού. Το εικονίδιο αυτό θα εξεταστεί τελευταίο.



Εικόνα 2 : Η οθόνη εισαγωγής του προγράμματος εκμάθησης

Το δεύτερο εικονίδιο εμφανίζει το σκοπό του προγράμματος, όπως παρουσιάστηκε και στην εκκίνηση του προγράμματος εκμάθησης. Το τρίτο εικονίδιο ενεργοποιεί το λεξιλόγιο. Εδώ ο εκπαιδευόμενος μπορεί να δει μια σειρά από λέξεις – κλειδιά στην κατανόηση της λειτουργίας του εργοστασίου και παρέχεται μια σύντομη και περιεκτική επεξήγηση της κάθε μίας. Η χρήση αυτού του λεξιλογίου είναι προαιρετική καθώς όλες οι έννοιες αναφέρονται σε κάποια φάση της διαδικασίας

εκπαίδευσης. Είναι όμως εξαιρετικά χρήσιμο να υπάρχει ένας εύκολος, γρήγορα προσβάσιμος και κατανοητός τρόπος να βλέπει ο εκπαιδευόμενος αυτές τις έννοιες όποτε τις χρειαστεί. Σημειώνεται ότι τα κουμπιά αυτά είναι ενεργά σε κάθε φάση λειτουργίας του προγράμματος εκμάθησης. Έτσι, αν ο εκπαιδευόμενος χρειαστεί να θυμηθεί κάτι δεν χρειάζεται να ανατρέχει σε ολόκληρο το πρόγραμμα αλλά αρκεί να το βρει στο λεξιλόγιο. Το λεξιλόγιο κλείνει με το κλασσικό X των Windows για λόγους συμβατότητας και ταχύτερης αντίληψης από τον εκπαιδευόμενο. Το τέταρτο και τελευταίο εικονίδιο δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να τερματίσει το πρόγραμμα όποτε επιθυμεί. Το πρόγραμμα εκμάθησης τερματίζεται μετά από μια ερώτηση επιβεβαίωσης και ο χρήστης επιστρέφει στα Windows. Έχει ήδη σημειωθεί ότι είναι σημαντικό ο χρήστης να αισθάνεται ότι έχει τη δυνατότητα κάθε στιγμή να βγει από το πρόγραμμα.



Εικόνα 3 : Παρουσίαση του μενού πλοήγησης μέσα από το πρόγραμμα εκμάθησης

Το πρώτο εικονίδιο είναι το εικονίδιο του μενού. Πατώντας το, ανοίγει ένα παράθυρο όπου φαίνεται η οργάνωση των κεφαλαίων και των σελίδων. Ένα + δίπλα από κάθε κεφάλαιο δείχνει όλες τις σελίδες που περιέχονται σε αυτό. Η πλοήγηση απ' ευθείας σε ένα σημείο του προγράμματος είναι εφικτή και μέσω αυτού του παραθύρου. Πατώντας πάνω σε μία σελίδα μεταφερόμαστε κατ' ευθείαν σε αυτήν και κλείνει και το παράθυρο του μενού. Η οργάνωση των κεφαλαίων φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί :

## ΘΕΩΡΙΑ

- Τα τρία βασικά στοιχεία
- Χαρακτηριστικά λειτουργιών
- Βασικοί κανόνες διάγνωσης βλαβών

## ΕΥΡΕΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ

- Παρουσίαση κανόνων
- Εκμάθηση κανόνων
- Η σωστή σειρά των κανόνων

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ

- Τέσσερα παραδείγματα

## ΔΟΚΙΜΕΣ ΒΛΑΒΩΝ

- 8 βλάβες

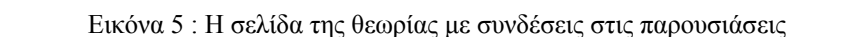
### Πίνακας 1 : Η οργάνωση των κεφαλαίων

Στις ακόλουθες παραγράφους θα δούμε συνοπτικά τα περιεχόμενα κάθε κεφαλαίου και σελίδας. Αναλυτικά πολλά από τα περιεχόμενα έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο 2, ενώ και τα υπόλοιπα είναι σαφώς ευκολότερο να τα δει κανείς αναλυτικά χρησιμοποιώντας το ίδιο το πρόγραμμα εκμάθησης.

#### 3.2.2 Τα περιεχόμενα των κεφαλαίων του προγράμματος

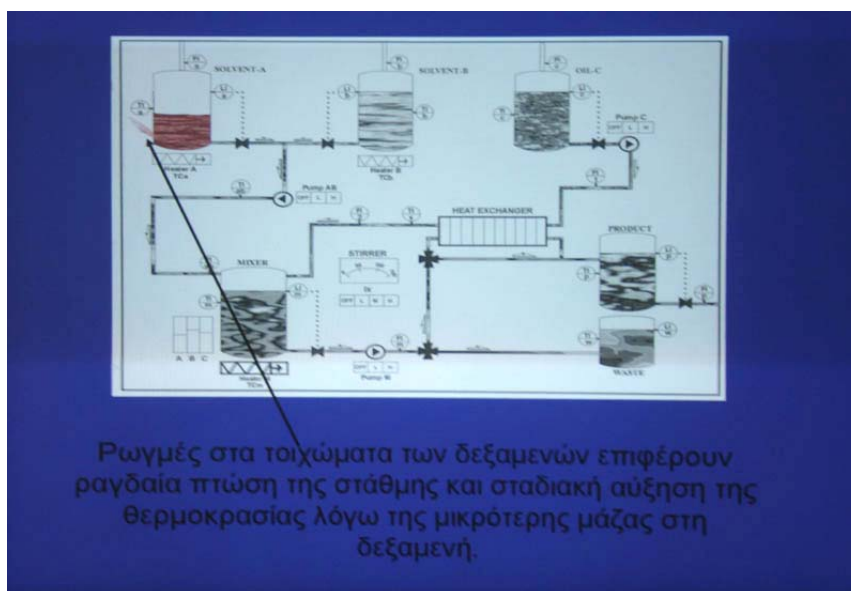
Το πρώτο κεφάλαιο ασχολείται με την παρουσίαση της θεωρίας του εργοστασίου ανάμειξης και των βασικών γενικών κανόνων εύρεσης βλαβών. Αποτελείται από τέσσερις σελίδες. Η πρώτη σελίδα είναι κάποια εισαγωγή στο



[illegible]

Η δεύτερη σελίδα περιέχει τρεις μικρές παρουσιάσεις σε Powerpoint που ξεκινάνε όταν ο χρήστης κάνει διπλό κλικ πάνω τους. Η πρώτη περιγράφει τα στοιχεία του εργοστασίου ανάμειξης. Η δεύτερη περιγράφει το πώς γίνεται ο έλεγχος του εργοστασίου με τη ρύθμιση των ροών και των θερμικών στοιχείων. Η τρίτη παρουσίαση αναλύει τον πίνακα ελέγχου του εργοστασίου, τα όργανα που περιέχει και τον τρόπο που είναι οργανωμένα. Επειδή αυτές οι παρουσιάσεις εμφανίζονται για πρώτη φορά στο πρόγραμμα δίπλα από κάθε εικονίδιο γράφεται ότι για την εκκίνηση τους χρειάζεται διπλό κλικ. Στις επόμενες σελίδες αυτή η οδηγία έχει παραληφθεί.

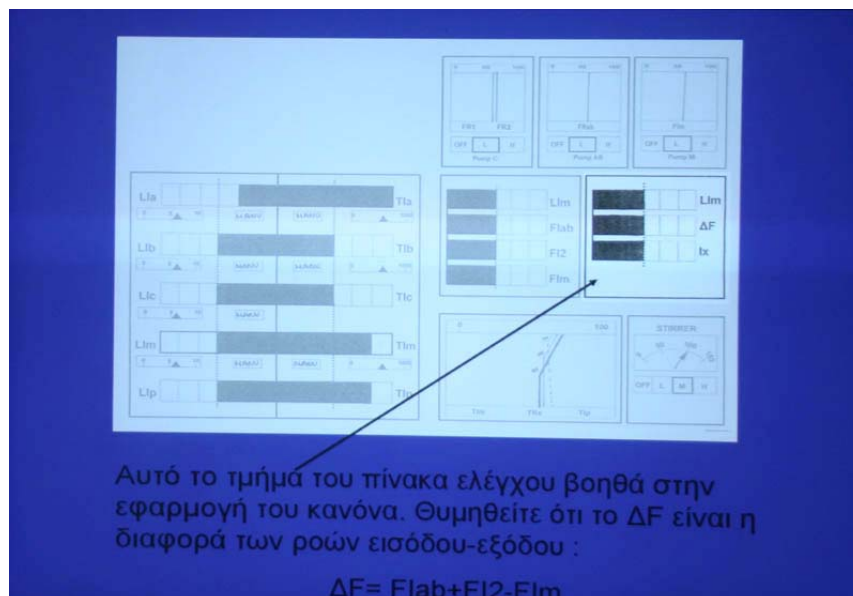
Η τρίτη σελίδα της θεωρίας περιέχει δύο παρουσιάσεις με τα χαρακτηριστικά των λειτουργιών του εργοστασίου. Οι παρουσιάσεις αυτές περιέχουν απαραίτητα στοιχεία για την σωστή κατανόηση της λειτουργίας του εργοστασίου. Ο διαχωρισμός τους σε δύο τμήματα έγινε ώστε να μην παγιδεύεται ο χρήστης σε μακροσκελές παρουσιάσεις από τις οποίες δεν έχει δυνατότητα εξόδου. Είναι επίσης πιο εύχρηστες αν απαιτείται επανάληψη. Στην τέταρτη σελίδα εμφανίζονται δύο ακόμα παρουσιάσεις, οι οποίες περιέχουν τους βασικούς κανόνες διάγνωσης βλαβών. Οι κανόνες αποτελούν περισσότερο κατευθυντήριες γραμμές και βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των βλαβών. Δεν πρέπει να συγχέονται με τους ευρετικούς κανόνες οι οποίοι παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.



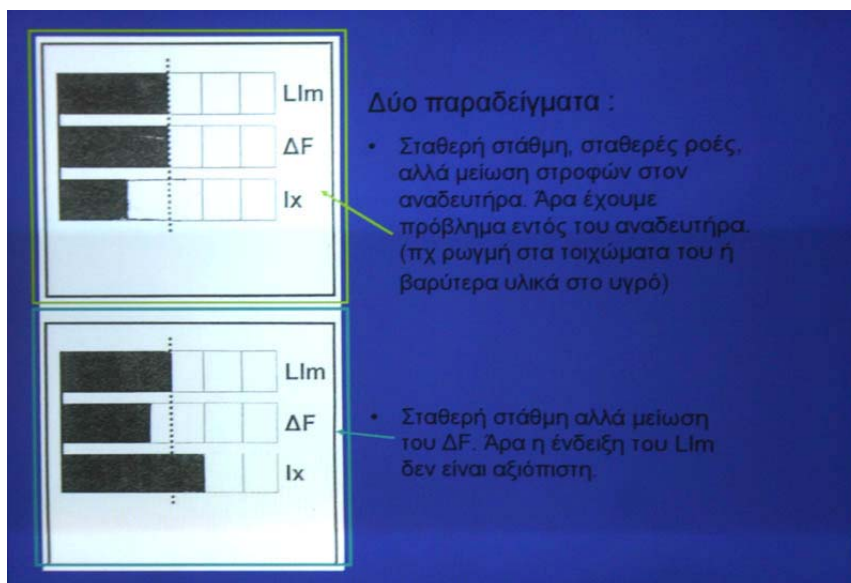
Εικόνα 6: Παρουσίαση με Powerpoint και χρώματα στο σχεδιάγραμμα του εργοστασίου

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται όπως είπαμε οι ευρετικοί κανόνες. Αυτοί είναι οι κανόνες τους οποίους καλείται ο εκπαιδευόμενος να μάθει και να ακολουθεί κατά γράμμα στην εύρεση της βλάβης. Είναι επτά κανόνες και για κάθε έναν από

αυτούς υπάρχει μια μικρή παρουσίαση στην πρώτη σελίδα του δευτέρου κεφαλαίου. Η κάθε παρουσίαση χωρίζεται στην διατύπωση του κανόνα όπως ακριβώς είναι, στην κατάδειξη της ομάδας οργάνων στον πίνακα ελέγχου που σχετίζονται με τον κανόνα και σε κάποια μικρό παράδειγμα εφόσον απαιτείται. Η δεύτερη σελίδα του κεφαλαίου περιέχει ένα μικρό τεστ με σκοπό να μάθει ο χρήστης τους κανόνες. Όλοι οι κανόνες εμφανίζονται με τη σειρά με ένα ή δύο κενά ο καθένας και ο εκπαιδευόμενος καλείται να τα συμπληρώσει. Με αυτόν τρόπο εξασφαλίζουμε ότι θα διαβάσει τους κανόνες μια δεύτερη φορά, ότι θα προβληματιστεί από την ακριβή διατύπωση τους και ότι θα διαπιστώσει και μόνος του αν τους γνωρίζει αρκετά καλά ή όχι. Βασική προϋπόθεση όλων των εκπαιδευτικών προγραμμάτων με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή που λειτουργούν χωρίς την επίβλεψη εκπαιδευτή είναι ο εκπαιδευόμενος να θέλει και ο ίδιος να μάθει. Η τρίτη σελίδα του κεφαλαίου των ευρετικών κανόνων έχει σκοπό να βοηθήσει την εκμάθηση των κανόνων με τη σωστή σειρά. Σε παλαιότερα πειράματα είχε διαπιστωθεί ότι οι κανόνες γενικά απομνημονεύονταν από τους εκπαιδευόμενους αλλά πολλές φορές εφαρμόζονταν με λάθος σειρά, οπότε προέκυπτε και λάθος αποτέλεσμα. Το τεστ σε αυτή σελίδα καταδεικνύει τη σπουδαιότητα της εφαρμογής με τη σωστή σειρά. Οι κανόνες εμφανίζονται συνοπτικά αριστερά και δεξιά υπάρχουν οι αριθμοί 1 έως 7. Ο εκπαιδευόμενος καλείται να τοποθετήσει τον σωστό αριθμό δίπλα από κάθε κανόνα.

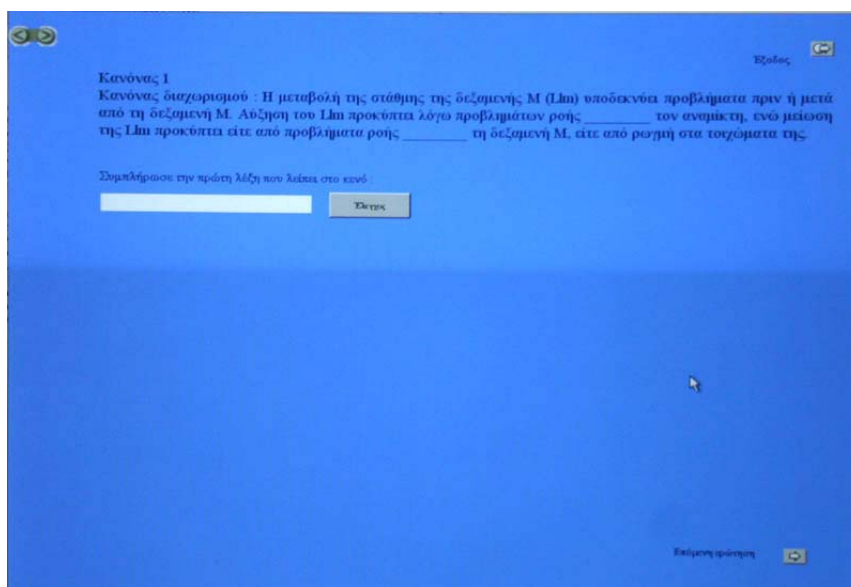


Εικόνα 7: Η παρουσίαση συνδέει τον ευρετικό κανόνα με ένα τμήμα του πίνακα ελέγχου



Εικόνα 8 : Παραδείγματα χρήσης ευρετικού κανόνα

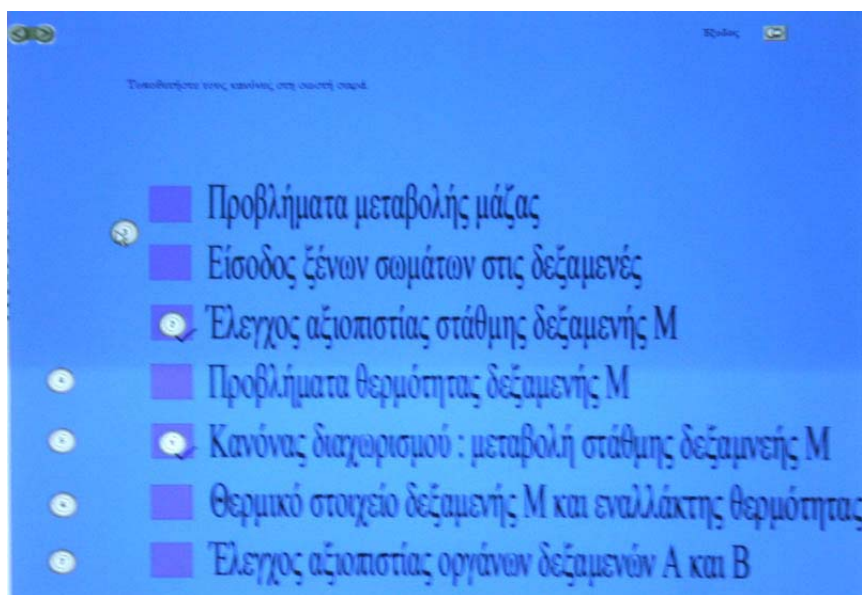
Το τρίτο κεφάλαιο αποτελείται από μία μόνο σελίδα. Στην σελίδα αυτή υπάρχουν τέσσερις μικρές παρουσιάσεις σε Ms Powerpoint με τέσσερα παραδείγματα εύρεσης βλαβών. Στα παραδείγματα αυτά γίνεται ο εντοπισμός της βλάβης με τη βοήθεια των ευρετικών κανόνων βήμα προς βήμα. Έτσι ο εκπαιδευόμενος βλέπει και τη διαδικασία με την οποία πρέπει να σκέφτεται και να εφαρμόζει τους κανόνες. Τα παραδείγματα έχουν επιλεγεί ώστε να είναι τέσσερις διαφορετικές μεταξύ τους βλάβες για την εύρεση των οποίων πρέπει να ακολουθηθούν διαφορετικοί δρόμοι.



Εικόνα 9 : Έλεγχος εκμάθησης ευρετικού κανόνα με ερωτήσεις συμπλήρωσης κενών

Συγκεκριμένα οι βλάβες εντοπίζονται :

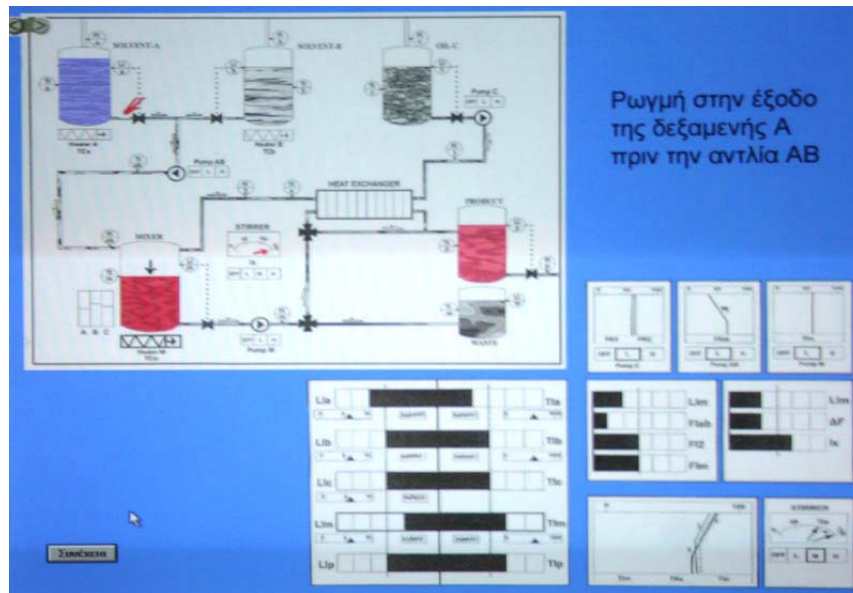
1. εναλλάκτης θερμότητας
2. ρωγμή στο σωλήνα εισόδου δεξαμενής A
3. αστοχία αντλίας AB
4. αυξημένη ροή εισόδου στην δεξαμενή A (auto control)



Εικόνα 10 : Έλεγχος εκμάθησης σωστής σειράς ευρετικών κανόνων

Στο τέταρτο κεφάλαιο εμφανίζεται ένα σχεδιάγραμμα του εργοστασίου. Ο εκπαιδευόμενος έχει τη δυνατότητα να κάνει κλικ σε οκτώ σημεία του όπου θα «προκαλέσει» μια βλάβη. Με κάθε κλικ μεταφερόμαστε σε μια οθόνη που δείχνει την εικόνα του εργοστασίου με τη συγκεκριμένη βλάβη. Στην εικόνα έχουν αλλαχθεί οι στάθμες των δεξαμενών ανάλογα με τη βλάβη, έχουν αφαιρεθεί τα υγρά από τους σωλήνες που εμφανίζουν πρόβλημα και έχουν δοθεί χρώματα στις αλλαγές θερμοκρασίας των υγρών. Το κόκκινο σημαίνει υψηλότερη θερμοκρασία από το κανονικό και το μπλε χαμηλότερη. Υπάρχουν μάλιστα και διαβαθμίσεις των χρωμάτων. Ταυτόχρονα με την εικόνα του εργοστασίου εμφανίζεται και ο πίνακας ελέγχου που αντιστοιχεί σε αυτήν την περίπτωση βλάβης. Το κεφάλαιο αυτό έχει σκοπό να δώσει στον εκπαιδευόμενο μια πιο εποπτική εικόνα του εργοστασίου και να καταλάβει τι ακριβώς σημαίνουν οι ενδείξεις που βλέπει στον πίνακα ελέγχου. Είναι χαρακτηριστική περίπτωση χρήσης αλληλεπίδρασης ανθρώπου – προγράμματος και πολυμέσων μέσα σε μια εκπαιδευτική διαδικασία.



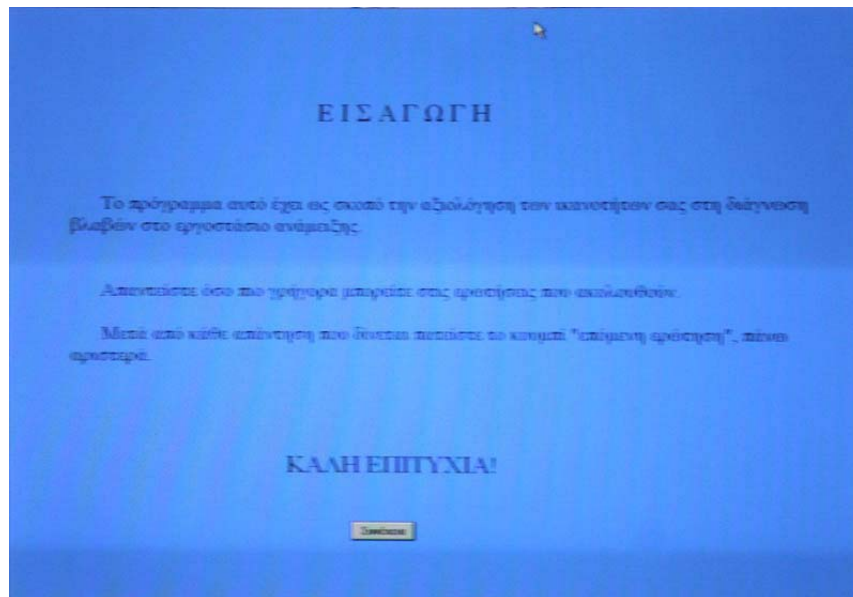


Εικόνα 11 : Εικόνα εργοστασίου με συγκεκριμένη βλάβη

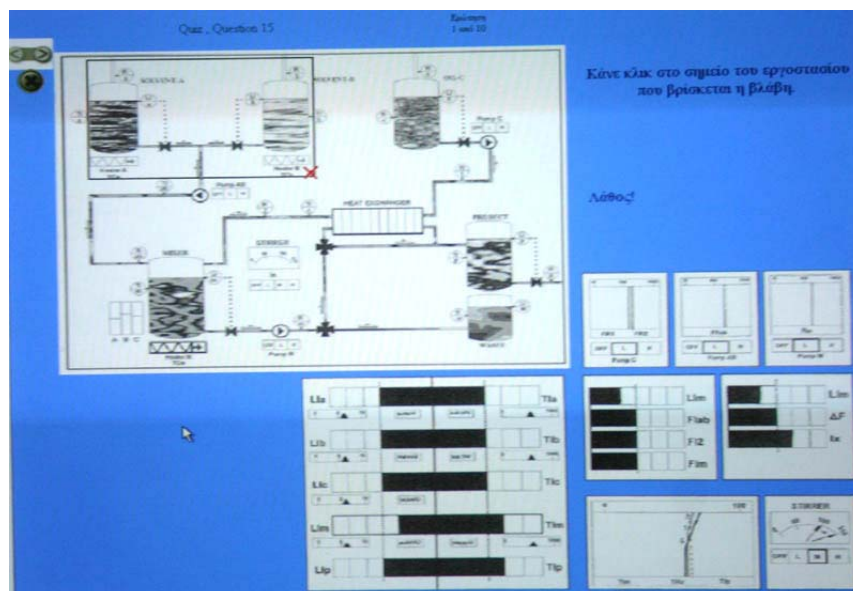
### 3.3 Περιγραφή προγράμματος αξιολόγησης

Το πρόγραμμα αξιολόγησης, αν και σαφώς μικρότερο σε όγκο, αποδείχτηκε αρκετά πιο απαιτητικό στην ανάπτυξη του. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το Macromedia Authorware είναι ένα πακέτο λογισμικού που έχει βασικό σκοπό τη συγγραφή εφαρμογών εκπαίδευσης και όχι αξιολόγησης. Παρ' όλο που το πρόγραμμα μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις για ένα πρόγραμμα αξιολόγησης, είναι σαφώς πιο προσαρμοσμένο στις λειτουργίες του πρώτου προγράμματος. Μία από τις πιο σημαντικές λειτουργίες ενός προγράμματος αξιολόγησης είναι ότι απαιτείται να καταγράφει τις επιδόσεις των εκπαιδευομένων για μελλοντική ανάλυση.

Μετά από την οθόνη έναρξης και μια μικρή εισαγωγή όπου αναφέρεται ο σκοπός και ο τρόπος λειτουργίας του προγράμματος, η εφαρμογή ζητά από τον εκπαιδευόμενο να εισάγει το ονοματεπώνυμο του. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα ώστε τα στοιχεία που θα καταγραφούν να μπορούν να αντιστοιχιστούν με τον εκπαιδευόμενο. Μετά περνάμε απ' ευθείας στην πρώτη ερώτηση. Κάτω δεξιά βλέπουμε έναν πίνακα ελέγχου με κάποιες ενδείξεις που δεν είναι φυσιολογικές, που αντιστοιχούν σε κάποια βλάβη. Πάνω αριστερά βλέπουμε ένα σχεδιάγραμμα του εργοστασίου. Ο εξεταζόμενος προτρέπεται να κάνει κλικ στο σημείο του εργοστασίου όπου πιστεύει ότι βρίσκεται η βλάβη. Σε ορισμένες περιπτώσεις η βλάβη είναι τέτοιας μορφής που δεν μπορεί να απαντηθεί με κλικ πάνω στο εργοστάσιο. Για παράδειγμα η βλάβη «υψηλή ροή εισόδου στην δεξαμενή A» θα



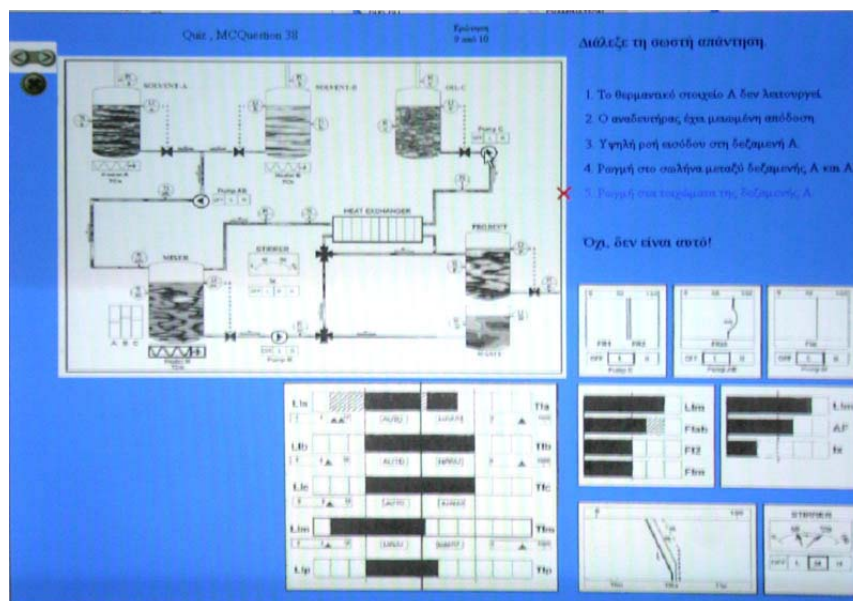
Εικόνα 12 : Οι αρχικές οδηγίες του προγράμματος αξιολόγησης



Εικόνα 13 : Μία από τις ερωτήσεις του προγράμματος αξιολόγησης με απάντηση επιλογής σημείου

μπορούσε να μπερδευτεί με τη βλάβη «ρωγμή στο σωλήνα εισόδου της δεξαμενής Α». Σε τέτοιες περιπτώσεις έχει προβλεφθεί η απάντηση να γίνεται με επιλογή ανάμεσα σε πέντε γραπτές απαντήσεις και όχι με κλικ. Συνολικά το πρόγραμμα διαθέτει 40 διαφορετικές ερωτήσεις, 8 από τις οποίες είναι πολλαπλής επιλογής. Σε κάθε εξέταση εμφανίζονται με τυχαίο τρόπο 10 ερωτήσεις. Μετά από κάθε ερώτηση ο εξεταζόμενος ενημερώνεται άμεσα για το αν έχει δώσει τη σωστή απάντηση, ενώ δεν έχει δικαίωμα δεύτερης ευκαιρίας. Για να προχωρήσει στην επόμενη ερώτηση

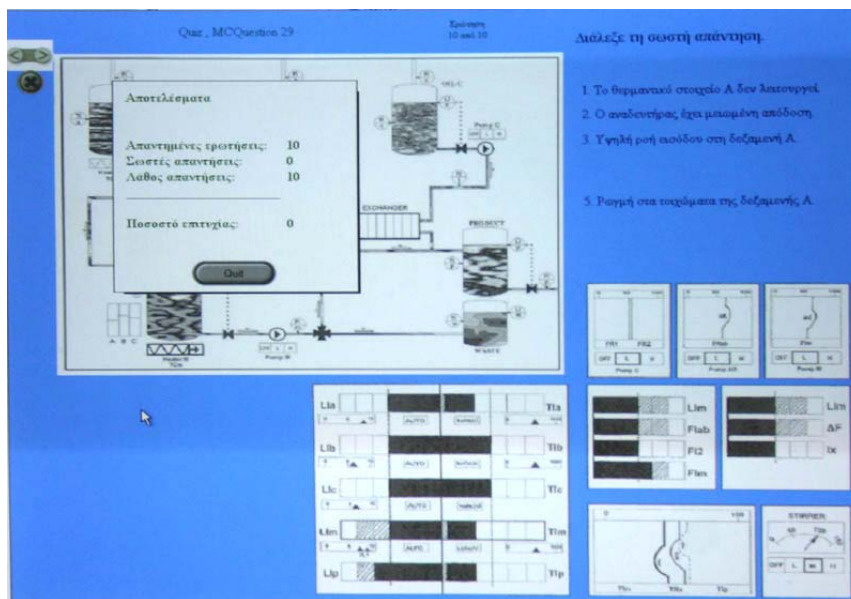
πρέπει να πατήσει το σχετικό κουμπί. Έτσι, έχει όσο χρόνο επιθυμεί για να μελετήσει την απάντηση που έδωσε. Σε κάθε φάση της εξέτασης είναι ενεργοποιημένο και το κουμπί της εξόδου, το οποίο φυσικά σημαίνει και διακοπή της εξέτασης.



Εικόνα 14: Μία από τις ερωτήσεις του προγράμματος αξιολόγησης με απάντηση πολλαπλών επιλογών

Μετά την ολοκλήρωση της αξιολόγησης ενός εκπαιδευομένου το πρόγραμμα δημιουργεί αυτόματα το αρχείο quiz.dat. Συνήθως τα αρχεία αυτά είναι ρυθμισμένα να μεταβιβάζονται αυτόματα σε ένα κεντρικό υπολογιστή όπου ο εκπαιδευτής μπορεί να τα συγκεντρώσει και να τα αναλύσει. Στην περίπτωση μας είναι ασφαλέστερο η συγκέντρωση των αρχείων να γίνει χωρίς αυτοματοποίηση. Το αρχείο quiz.dat, που ανοίγει με έναν επεξεργαστή κειμένου όπως το Notepad των Windows, περιέχει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης. Πρώτα εμφανίζεται το όνομα του εξεταζομένου, το οποίο ζητήθηκε στην αρχή. Αν έχει γίνει επαναλαμβανόμενη χρήση από τον ίδιο εξεταζόμενο, τα στοιχεία καταγράφονται στο ίδιο αρχείο. Κατόπιν αναγράφονται η ημερομηνία και η ώρα που διενεργήθηκε η εξέταση. Ακολουθούν το ποσοστό επί τοις εκατό που εξασφάλισε ο εξεταζόμενος και ο συνολικός χρόνος του τεστ σε ώρες και λεπτά. Σημειώνεται ότι το Authorware δεν διαθέτει τη δυνατότητα να καταγραφούν μικρότερες μονάδες χρόνου από τα λεπτά. Τέλος, έχουν καταγραφεί όλες οι ερωτήσεις. Δίπλα στον αριθμό της ερώτησης φαίνεται ποια ήταν η απάντηση του χρήστη (κωδικοποιημένη σε αριθμούς από το 1 έως το 5) σύμφωνα με τον ορισμό της στο αντίστοιχο αντικείμενο (Question Knowledge Object) κατά τη δημιουργία της ερώτησης. Ακόμα φαίνεται αν η απάντηση ήταν σωστή (1) ή λανθασμένη (0).





Εικόνα 15 : Στο τέλος της εξέτασης ο εκπαιδευόμενος ενημερώνεται για τα αποτελέσματα

### 3.4 Αξιολόγηση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων

Στην παράγραφο αυτή θα επιχειρηθεί μία αξιολόγηση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων που δημιουργήθηκαν με βάση τα κριτήρια που αναλύθηκαν στην παράγραφο 1.4. Η συγγραφή των προγραμμάτων έχει γίνει με προσπάθεια να συνδυαστούν οι ιδιαίτερες απαιτήσεις μας με την όσο το δυνατόν καλύτερη επίδοση σε αυτά τα κριτήρια. Πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα δεν μπορεί να συγκριθεί με αντίστοιχα επαγγελματικά, διότι οι εταιρείες που κατασκευάζουν τέτοια προγράμματα διαθέτουν πολυπληθές και εξειδικευμένο προσωπικό αλλά και κατάλληλο εξοπλισμό και συσσωρευμένη εμπειρία. Πάντως, τα προγράμματα μας μπορούν άνετα να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες για τις οποίες δημιουργήθηκαν καθώς διαθέτουν την απαιτούμενη πληρότητα και προσεγγίζουν μια πολύ καλή επίδοση σε κάθε κριτήριο. Η παρακάτω ανάλυση εξετάζει τα κριτήρια με τη σειρά που αναφέρονται στην παράγραφο 1.4.

#### 1. Περιεχόμενο

Έχει καταβληθεί κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε το πρόγραμμα να είναι όσο το δυνατόν πιο πλήρες σε αυτόν τον τομέα. Υπάρχει πληθώρα παρουσιάσεων όπου περιγράφονται όλες οι λειτουργίες και οι κανόνες του εργοστασίου. Έχει δοθεί η δυνατότητα της συνεχούς επανάληψης, ενώ έχει προβλεφθεί και λεξιλόγιο, όπου ο

εκπαιδευόμενος μπορεί να βρει γρήγορα μια επεξήγηση γύρω από τις βασικές έννοιες του εργοστασίου.

## 2. Εκπαιδευτική σχεδίαση

Το πρόγραμμα είναι σχεδιασμένο ώστε να κάνει τον εκπαιδευόμενο να μαθαίνει. Ο σκοπός αυτός αναφέρεται επανειλημμένως στο πρόγραμμα ώστε να γίνει αντιληπτός και από τον εκπαιδευόμενο. Επιπλέον, υπάρχουν αρκετά μικρά τεστ που ελέγχουν αν ο εκπαιδευόμενος έχει κατανοήσει αυτά που διάβασε και τον προτρέπουν να τα επαναλάβει.

## 3. Αλληλεπίδραση

Ο χρήστης του εκπαιδευτικού προγράμματος συμμετέχει ενεργά στην διαδικασία της εκπαίδευσης. Η πλοήγηση εντός του προγράμματος είναι εντελώς ελεύθερη. Ο χρήστης μπορεί ανά πάσα στιγμή να παρακάμψει την κανονική ροή του προγράμματος και να μεταπηδήσει στο σημείο που τον ενδιαφέρει. Υπάρχουν συχνά ερωτήσεις εντός της ροής του προγράμματος. Για να απαντηθούν οι ερωτήσεις δεν χρειάζεται απλή αντιγραφή αλλά πρέπει να συλλογιστεί αρκετά και να συνειδητοποιήσει αν έχει κατανοήσει όσα έχει διαβάσει. Με αυτόν τον τρόπο, ο εκπαιδευόμενος διατηρείται και σε εγρήγορση.

## 4. Πλοήγηση

Υπάρχουν ικανοποιητικές δυνατότητες πλοήγησης. Υπάρχει ένας χάρτης με την δομή του προγράμματος, ο οποίος μπορεί να εμφανιστεί ανά πάσα στιγμή. Μέσα από αυτόν τον χάρτη ο εκπαιδευόμενος μπορεί να μεταπηδήσει σε όποιο σημείο τον ενδιαφέρει. Υπάρχει πάντα ενεργό ένα κουμπί εξόδου, ώστε ο χρήστης να μην αισθάνεται παγιδευμένος. Τα κουμπιά πλοήγησης είναι απλά και κατανοητά, (βελάκι δεξιά και αριστερά) ενώ η λειτουργία τους εμφανίζεται και όταν ο δείκτης περάσει από πάνω τους. Υπάρχει αρίθμηση των σελίδων και εμφανίζεται σε εμφανές σημείο, μαζί με το όνομα του κεφαλαίου και της σελίδας .

## 5. Στοιχεία παρακίνησης

Στην αρχή του προγράμματος εμφανίζεται ο σκοπός του προγράμματος ώστε ο εκπαιδευόμενος να γνωρίζει τι πρέπει να κάνει. Έχει καταβληθεί προσπάθεια ώστε το πρόγραμμα να είναι όσο πιο ελκυστικό και απρόβλεπτο γίνεται, ώστε να διατηρεί το ενδιαφέρον του χρήστη. Στο τελευταίο κεφάλαιο, για παράδειγμα δίνεται

στον εκπαιδευόμενο η δυνατότητα πειραματισμού όπου ο ίδιος «χαλάει» το εργοστάσιο για να δει τις αντιδράσεις του!

#### 6. Χρήση πολυμέσων

Έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα εικόνες και κινήσεις για να κάνουν πιο παραστατική την εκπαίδευση. Κατά την διαδικασία των παρουσιάσεων της θεωρίας βελάκια διαφόρων χρωμάτων κινούνται και συνδέουν τις έννοιες με τις εικόνες τους στο εργοστάσιο ή τον πίνακα ελέγχου. Σε περιπτώσεις βλαβών έχουν δημιουργηθεί εικόνες του εργοστασίου όπου η βλάβη και όλες οι συνέπειες της στην λειτουργία του εργοστασίου εμφανίζονται πολύ παραστατικά, με χρώματα και βέλη. Η χρήση πάντως βίντεο και ήχων είναι περιορισμένη. Στον τομέα αυτό μπορούν να επιτευχθούν αρκετά καλύτερα αποτελέσματα, αλλά η συνδρομή εξειδικευμένου γραφίστα είναι απαραίτητη καθώς αυτή η διαδικασία απαιτεί ειδικές γνώσεις, εξοπλισμό και πολύ χρόνο.

#### 7. Αξιολόγηση

Εκτός από τα μικρά τεστ και ερωτήσεις εντός του βασικού προγράμματος εκμάθησης, έχει δημιουργηθεί και ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αξιολόγησης των επιδόσεων των εκπαιδευομένων. Το πρόγραμμα αυτό εξετάζει το αποτέλεσμα της εκπαίδευσης, αν δηλαδή μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος εκμάθησης ο χρήστης είναι σε θέση να διαγνώσει με ταχύτητα και ευστοχία τις βλάβες του εργοστασίου. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι το πρόγραμμα αξιολόγησης λειτουργεί με τον ίδιο περίπου τρόπο με το πρόγραμμα εκμάθησης και έτσι δεν χρειάζεται κάποια άλλη γνώση από τον εκπαιδευόμενο για να λειτουργήσει. Οι ερωτήσεις του προγράμματος είναι δέκα, αριθμός ικανός για να φανεί το επίπεδο κατανόησης από τον εκπαιδευόμενο. Επιλέγονται όμως από ένα σύνολο σαράντα ερωτήσεων με τυχαίο τρόπο. Κάθε εξέταση είναι διαφορετική από την προηγούμενη. Έτσι, εξασφαλίζεται ότι ο εκπαιδευόμενος δεν έχει απομνημονεύσει το τεστ είτε από άλλο εκπαιδευόμενο είτε από προηγούμενη εξέταση. Επιπλέον, με την ολοκλήρωση της εξέτασης ο εκπαιδευόμενος ενημερώνεται για τις επιδόσεις του και ταυτόχρονα δημιουργείται ένα αρχείο όπου καταγράφονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία και επιδόσεις για να τα χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτής.

#### 8. Αισθητική

Όπου ήταν δυνατό χρησιμοποιήθηκαν έντονα χρώματα και ευχάριστες παραστάσεις ώστε να διατηρείται η καλή διάθεση του εκπαιδευομένου. Το φόντο εργασίας επιλέχθηκε να είναι ένα απαλό και ξεκούραστο μπλε ενώ η ανάλυση ορίστηκε στα 1024 επί 768. Αυτή η ανάλυση δίνει αρκετά μεγάλα εικονίδια ώστε να είναι ευκρινή και ευανάγνωστα αλλά ταυτόχρονα δεν είναι εξαιρετικά υψηλή ώστε να μην υποστηρίζεται από παλαιότερους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

#### 9. Τήρηση αρχείων

Το πρόγραμμα εκμάθησης δεν τηρεί αρχεία επιδόσεων, καθώς ο σκοπός του δεν είναι να αξιολογήσει τους εκπαιδευόμενους, αλλά να τους αφήσει ελεύθερους να τρέξουν το πρόγραμμα και να μάθουν. Αν υπήρχε τήρηση αρχείων είναι σίγουρο ότι και οι εκπαιδευόμενοι κάποια στιγμή θα το γνώριζαν και θα λειτουργούσαν με λιγότερη άνεση. Το πρόγραμμα που είναι αφιερωμένο στην αξιολόγηση τηρεί πλήρες αρχείο με τα στοιχεία και τις επιδόσεις του εξεταζόμενου. Το αρχείο αυτό θα μπορούσε να αποστέλλεται αυτόματα σε έναν κεντρικό υπολογιστή αν όλοι οι υπολογιστές ήταν συνδεδεμένοι σε δίκτυο. Πάντως, επειδή στην περίπτωση μας το πρόγραμμα θα διανέμεται σε CD και θα τρέχει σε H/Y που δεν είναι γνωστοί εκ των προτέρων, επιλέχθηκε η λύση της δημιουργίας αρχείων στον σκληρό δίσκο κάθε υπολογιστή. Τα αρχεία αυτά θα πρέπει να συλλέγονται από τον εξεταστή σε τακτά χρονικά διαστήματα.

#### 10. Διάθεση

Καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε το πρόγραμμα να είναι απλό και κατανοητό, καθώς απευθύνεται σε ανθρώπους που αντιμετωπίζουν το εργοστάσιο ανάμειξης και τις βλάβες του για πρώτη φορά. Αυτό, όμως, δεν λειτούργησε εις βάρος της ποσότητας και ποιότητας της παρεχόμενης πληροφορίας καθώς ο τελικός σκοπός είναι η ολοκληρωμένη εκπαίδευση των χρηστών.

Συνολικά, εκτιμάται ότι το πρόγραμμα πληρεί τις απαιτήσεις και είναι ικανοποιητικό για τελική διανομή και εργαστηριακά πειράματα και μετρήσεις.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ολοκληρώνοντας την εργασία αυτή έχουμε αναπτύξει δύο ικανοποιητικά προγράμματα : το πρώτο μπορεί να διδάξει μια πολύπλοκη διαδικασία διάγνωσης βλαβών σε ανθρώπους που δεν έχουν καμία γνώση επί του αντικειμένου και το δεύτερο μπορεί να αξιολογήσει τις επιδόσεις τους. Τα προγράμματα αυτά θα χρησιμοποιηθούν στο Εργαστήριο Εργονομίας, στα πλαίσια μιας ευρύτερης μελέτης για την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών διαδικασιών. Το σημαντικότερο είναι ότι για τη χρήση των προγραμμάτων δεν απαιτείται η παρουσία εκπαιδευτή. Αρκεί να διανεμηθεί το πρόγραμμα σε CD σε όλους όσους πρέπει να ακολουθήσουν την εκπαίδευση. Αν είχαμε να κάνουμε με μια πραγματική επιχείρηση αυτό στην ουσία θα σήμαινε ότι δεν θα είχαμε άλλα έξοδα για την εκπαίδευση του προσωπικού. Ας μην ξεχνάμε ότι η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει διπλό σκοπό : την αποτελεσματικότερη εκπαίδευση και την ελαχιστοποίηση του κόστους της.

Το πρόγραμμα εκμάθησης είναι ένα αυτόνομο εργαλείο διδασκαλίας που απευθύνεται σε εργαζόμενους χωρίς προηγούμενες εμπειρίες. Έχει καταβληθεί κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε να είναι όσο πιο πλήρες είναι δυνατό διατηρώντας παράλληλα την απλότητα του και την ευκολία κατανόησης των εννοιών και διαδικασιών που περιέχει. Μέσα σε τέσσερα κεφάλαια δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να γνωρίσει το εργοστάσιο ανάμειξης προϊόντων και τις διαδικασίες του, τον πίνακα ελέγχου και τον τρόπο λειτουργίας του, να διδαχθεί τους ευρετικούς κανόνες διάγνωσης και να τους κατανοήσει και τέλος να δει παραστατικά διάφορες καταστάσεις βλαβών. Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία του προγράμματος είναι ότι ο έλεγχος της εκπαιδευτικής διαδικασίας και του ρυθμού των παρεχόμενων πληροφοριών είναι πάντα στον έλεγχο του εκπαιδευομένου. Αυτό είναι άλλωστε και ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της εκπαίδευσης μέσω H/Y, αλλά και ο λόγος που η συγγραφή του προγράμματος έπρεπε να γίνει με τη βοήθεια ενός πακέτου λογισμικού όπως το Macromedia Authorware.

Το πρόγραμμα αξιολόγησης με δέκα ερωτήσεις που επιλέγονται τυχαία από ένα σύνολο σαράντα διαφορετικών ερωτήσεων εξετάζει το βαθμό κατανόησης των διαδικασιών διάγνωσης από τους εκπαιδευομένους. Λόγω αυτού τρόπου επιλογής των ερωτήσεων, όλα τα τεστ είναι διαφορετικά μεταξύ τους και έτσι εξασφαλίζεται σε μεγάλο βαθμό η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Με την ολοκλήρωση κάθε

εξέτασης, συγκεντρώνονται αυτόματα τα αποτελέσματα και καταγράφονται σε ένα ειδικό αρχείο. Έτσι, μειώνεται δραστικά και ο χρόνος που πρέπει να καταναλώσει ο εκπαιδευτής για να αξιολογήσει τις επιδόσεις των εκπαιδευομένων. Στην περίπτωση μας, όπου το πρόγραμμα λειτουργεί σε εργαστηριακό περιβάλλον, αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μεγαλύτερο δείγμα για τα πειράματα χωρίς πολύ μεγαλύτερο φόρτο εργασίας.

Όλα τα πειράματα που θα ακολουθήσουν έχουν στόχο την διαπίστωση της αποτελεσματικότητας της εκπαίδευσης. Αυτή πάντως είναι μια σχετικά δύσκολη υπόθεση. Μια πρόταση για τις εφαρμογές των προγραμμάτων που έχουν αναπτυχθεί με την παρούσα διατριβή μπορεί να αφορά τη διενέργεια μιας σειράς πειραμάτων, όπου θα συγκρίνονται οι επιδόσεις σε χρόνο εκμάθησης, σε ακρίβεια διάγνωσης βλάβης και σε απαιτούμενο χρόνο μεταξύ ομάδων εκπαιδευομένων που χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους, όπως η κλασσική θεωρία, η συστηματική θεωρία και η ηλεκτρονική εκπαίδευση. Αναμένεται ότι η εκπαίδευση με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή θα είναι σχετικώς καλύτερη σε ακρίβεια και χρόνο διάγνωσης από τις άλλες εκπαιδευτικές μεθόδους. Ακόμα αναμένεται ότι η ηλεκτρονική εκπαίδευση θα απαιτεί λιγότερο χρόνο εκμάθησης, καθώς η εκπαίδευση είναι εξατομικευμένη και μπορεί να γίνει σε κάθε στιγμή που έχει ελεύθερη ο εκπαιδευόμενος.

Αυτό που είναι βέβαιο είναι ότι οι δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών αυξάνονται με γρήγορο ρυθμό, τόσο σε υλικό όσο και λογισμικό. Η χρήση ταχύτατων δικτύων, τρισδιάστατων γραφικών, πολυκάναλου ήχου και εικονικής πραγματικότητας διεισδύει κάθε μέρα σε όλο και περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες, αλλάζοντας τον τρόπο δράσης αλλά και σκέψης μας. Στα πλαίσια αυτού του πνεύματος και πέρα από τα πειράματα που προτάθηκαν, ίσως είναι σκόπιμο το επόμενο βήμα να είναι η πλήρης απαγκίστρωση από τις κλασσικές μεθόδους και η μετάβαση σε συγκρίσεις διαφόρων τεχνικών εκπαίδευσης με Η/Υ για να μπορέσουμε πλέον να καθορίσουμε και ποιος είναι ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος συγγραφής εκπαιδευτικών προγραμμάτων με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Brandon Hall (1997), Web-Based Training Cookbook, Wiley Computer Publishing.
- Boyle Tom (1997), Design for Multimedia Learning, Prentice Hall.
- Carroll, J.M. (1990) The Nurnbeg funnel: designing Minimalist Instruction for practical computer skill MIT Press.
- Charles P. Bloom, R. Bowen Loftin (1998), Facilitating the development and use of interactive learning environments, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Cunnigham D.J. (1991) Assessing constructions and constructing assessments: a dialogue, Educational Technology, 31, No5, 13-17.
- Draper et al (1996) Integrative evaluation: an emerging role for classroom studies of CAL, Computers and Education, 26, Nos 1-3.
- Eugenio Vince (1998) More than tools are needed to make interactive multimedia happen successfully.
- Gates W.H. (1995) The road ahead, Viking.
- Graham John (2000) Tech Tutorial: Internet CD's.
- Joseph W. Lowery, Derren Whiteman (2002), Macromedia Fireworks MX Bible, Wiley Publishing, Inc.
- Kearsley, G (Ed)(1987) Artificial intelligence and instruction.
- Kommers P. (1993) Ideology, multi-perspectiveness and concept representation for hypermedia design. Kiev, Ukraine.
- Laurillard D. (1993) Rethinking university teaching : a framework for the effective use of educational technology. Rontledge.
- Loftin, R.B. Wang, L., Baffes, P. & Hua, G. (1989) An intelligent system for training space shuttle flight controllers in satellite deployment procedures. Machine Mediated Learning.
- Loftin, R.B. Wang, L., Baffes, P. & Hua, G. (1994) General architecture for intelligent computer-aided training.
- Loftin R. Bowen (1998), A prophet without honor... case histories of ITS Technology at NASA / Johnson Space Center, University of Houston.
- MacFarlane A.G.J. (1992) (Report of the Committee of Scottish University Principals) Teaching and learning in an expanding higher education system. Scottish Centrally Funded Colleges.

- Macromedia Corporation (2001), Using Macromedia Authorware 6.0.
- Macromedia Corporation (2003), Using Macromedia Authorware 7.0.
- Nolan Julie (2000) Bringing in the big one, Nolan Multimedia, Novato, CA.
- Norman D.A. and Spohrer J.C. (1996) Learner-centered education, Communication of the ACM, 39, No4, 24-27.
- Orson Kellogg and Veera Bhatnagar (2002), Macromedia Authorware 6.0 Training from the source, Macromedia Press.
- O'Toole I. (1993) Instructional design for multimedia A.V. Consultants.
- Poerten Sarah, (1996) Guidelines for evaluating self-paced courses, Hewlett Packard.
- Russell Lash (1998) Storyboards : what are they and do you really have to have them? Calvaeade Designs.
- Shih-Ching Ou, Wen-Tsai Sung, Sung-Jung Hsiao, Kuo-Chin Fan, (2003) Interactive Web-Based training tool for CAD in a virtual environment, Wiley Periodicals, Inc.
- Vaughan Tay (1994) Multimedia: making it work, 2<sup>nd</sup> ed. Osborne, Mc-Graw - Hill.
- Λίνου Κωνσταντία (2002) Πειραματική ανάλυση συστημάτων εκπαίδευσης στη διάγνωση βλαβών σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, Διδακτορική διατριβή, ΜΠΔ.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Μέρος του κώδικα του προγράμματος εκμάθησης  
Macromedia Authorware 7.0