



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ – ΕΡΓΑ.Σ.Υ.Α.

ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Βασίλειος Χρ. Φόρτσας

Επιβλέπων :

Αναπληρωτής Καθηγητής Νικόλαος Φ. Ματσατσίνης

Χανιά 2005

*Στους γονείς μου, Χρήστο και Δέσποινα,
και στον αδερφό μου, Κώστα*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	9
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1 ΠΕΡΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ.....	13
1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14
1.3 ΟΡΙΣΜΟΙ	14
1.4 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	16
1.5 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	18
1.5.1 DISTANCE LEARNING	18
1.5.1.1 ΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	18
1.5.1.2 ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ.....	19
1.5.2 ELECTRONIC LEARNING	19
1.5.2.1 ΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	19
1.5.2.2 Ο ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΙΣΤΟΣ (WORLD-WIDE WEB – WWW).....	21
1.5.3 MOBILE LEARNING.....	21
1.5.3.1 ΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	21
1.5.3.2 ΟΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ	22
1.5.3.3 ΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	27
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	27
2.2 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	27
2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	27
2.2.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	27
2.2.3 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ.....	29
2.2.4 ΤΗΛΕΔΙΑΣΚΕΨΗ.....	29
2.3 ΑΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	30
2.3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	30
2.3.2 ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ.....	30
2.3.3 ΠΡΟΤΥΠΑ	32
2.4 ΣΕ ΠΟΙΟΥΣ ΑΠΕΥΘΥΝΕΤΑΙ.....	33

2.5	ΜΕΣΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ.....	34
2.6	ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΕΣ.....	35
2.7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	36
2.8	ΛΟΓΟΙ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΕ ΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	38
2.9	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ	39
2.10	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	40
2.11	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΤΥΧΟΥΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	41
2.12	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ / ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	41
2.13	ΟΦΕΛΗ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	43
2.14	ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ.....	45
2.15	ΓΕΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ.....	46
2.15.1	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	46
2.15.2	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	49
2.15.3	ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ.....	49
2.15.4	ΚΙΝΔΥΝΟΙ	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ.....		53
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	53
3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ.....	54
3.3	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ.....	55
3.4	ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ. Η ΜΕΘΟΔΟΣ <i>UTA*</i>	56
3.5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ <i>UTA*</i>	61
3.6	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΩΝ		69
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	69
4.2	ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	69
4.3	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	72

4.4	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	73
4.4.1	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ.....	74
4.4.2	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ	74
4.4.3	ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΝΟΛΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ.....	75
4.4.4	ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ.....	75
4.5	ΕΝΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ.....	76
4.5.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1 ^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	77
4.5.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2 ^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	78
4.5.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 3 ^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	80
4.5.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 4 ^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	81
4.5.5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 5 ^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	83
4.5.6	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 6 ^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	84
4.6	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	86
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΟΛΙΚΟΥ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ	89
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	89
5.2	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ.....	89
5.3	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ.....	91
5.4	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	92
5.4.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1 ^{ου} ΣΕΝΑΡΙΟΥ	92
5.4.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2 ^{ου} ΣΕΝΑΡΙΟΥ	94
5.4.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 3 ^{ου} ΣΕΝΑΡΙΟΥ	95
5.4.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 4 ^{ου} ΣΕΝΑΡΙΟΥ	97
5.4.5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 5 ^{ου} ΣΕΝΑΡΙΟΥ	98
5.4.6	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 6 ^{ου} ΣΕΝΑΡΙΟΥ	100
5.5	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	101
5.5.1	ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ	101
5.5.2	ΙΣΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ	101
5.5.3	ΙΣΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟ	102
5.5.4	ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ	102
5.6	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ.....	103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ...	105
6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	105
6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ	106
6.2.1 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	106
6.2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ WEB-BASED ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	107
6.3 ΑΝΤΙ ΕΠΙΛΟΓΟΥ	108
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	111
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ	117
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ	121

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό εδώ το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν, με το δικό τους τρόπο και όπως μπορούσε ο καθένας, στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Πρώτο από όλους, θα αναφέρω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον κ. Νικόλαο Φ. Ματσατσίνη, που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο πρωτότυπο και ενδιαφέρον θέμα. Οι οδηγίες και οι συμβουλές που μου έδωσε σε κρίσιμα σημεία ήταν κάτι παραπάνω από καθοριστικές για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Τα μέλη του Εργαστηρίου Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων – ΕΡΓΑ.Σ.Υ.Α., κα. Ευαγγελία Κρασαδάκη, ΕΕΔΙΠ, κ. Ευάγγελο Γρηγορούδη, Λέκτορα, και κ. Ιωάννη Πολίτη, Διδάκτορα, για τις πολύτιμες συμβουλές όσον αφορά το κομμάτι της μεθοδολογίας (Κεφάλαια 3, 4 και 5).

Τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Πειραιά και πρώην Διευθυντή του ΕΡΓΑ.Σ.Υ.Α, κ. Γιάννη Σίσκο, για τις ουσιαστικές παρατηρήσεις του αλλά και την ενθάρρυνσή του.

Τους φίλους μου για τη συμπαράστασή τους αλλά και για την κατανόηση που μου έδειξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Τέλος, την οικογένειά μου, για την υλική και ηθική υποστήριξη που μου παρέχουν όλα αυτά τα χρόνια της φοιτητικής και μαθητικής μου πορείας. Χωρίς τη στήριξή της, αυτό το ταξίδι στον κόσμο της γνώσης δεν θα είχε πραγματοποιηθεί.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα από τα συστήματα εκπαίδευσης που εφαρμόζεται όλο και περισσότερο, χάρις εις την αλματώδη πρόοδο που σημειώνει η τεχνολογία τις τελευταίες δεκαετίες, είναι αυτό της εκπαίδευσης από απόσταση. Από τους πλέον χρησιμοποιούμενους ορισμούς της εκπαίδευσης από απόσταση, είναι «ο διαχωρισμός του διδάσκοντα και του διδασκόμενου στο χώρο ή / και στο χρόνο».

Μετά από έρευνα που διενεργήθηκε στα υπάρχοντα συστήματα εκπαίδευσης από απόσταση, διαπιστώθηκε ότι όλα τα συστήματα χρησιμοποιούν ένα παρόμοιο τρόπο αξιολόγησης των επιδόσεων ενός διδασκόμενου μέσω διαγωνισμάτων, βασιζόμενων αποκλειστικά στις σωστές απαντήσεις που δίνονται στις επιμέρους ερωτήσεις, οι οποίες συμμετέχουν με το ίδιο βάρος στην τελική βαθμολογία ή έχουν ένα προκαθορισμένο από το διδάσκοντα βάρος, δίχως να λαμβάνονται υπόψη οι παράγοντες που συμβάλλουν στη δυσκολία μιας ερώτησης.

Στην παρούσα εργασία εφαρμόζεται η πολυκριτήρια ανάλυση για τον υπολογισμό του βαθμού δυσκολίας ερωτήσεων και της διαμόρφωσης εξετάσεων εκπαιδευομένων από απόσταση.

Στο πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας εκτιμάται ο βαθμός δυσκολίας κάθε πιθανής ερώτησης, ο οποίος προκύπτει από τη σύνθεση οκτώ κριτηρίων που καθορίστηκαν ως οι παράγοντες εκείνοι που συμβάλλουν στη δυσκολία της. Η σύνθεση των κριτηρίων και ο υπολογισμός του βαθμού δυσκολίας πραγματοποιείται με τη χρήση της μεθόδου *UTA**.

Στο δεύτερο στάδιο, προτείνεται η χρήση ενός γραμμικού μοντέλου πολυκριτηρίου μικτού κέραιου γραμμικού προγραμματισμού για τη βέλτιστη επιλογή από το σύνολο των διαθέσιμων ερωτήσεων, βάσει του βαθμού δυσκολίας των, του κεφαλαίου – θεματικού πεδίου στο οποίο ανήκουν, την ομάδα δυσκολίας στην οποία ανήκουν και το μέγιστο εκτιμώμενο χρόνο απάντησής των. Η συμβολή του διδάσκοντα στη δημιουργία ενός διαγωνίσματος έγκειται στον καθορισμό του αριθμού των ερωτήσεων που θα αποτελούν το διαγώνισμα και στη χρονική διάρκεια αυτού. Η επίλυση του πολυκριτηρίου μοντέλου γίνεται με τη μέθοδο του ολικού κριτηρίου, θεωρώντας ότι κάθε αντικειμενική συνάρτηση έχει την ίδια σημαντικότητα στην τελική επιλογή.

Το πολυκριτήριο αυτό μοντέλο, εφαρμόζεται σε ένα σύνολο ερωτήσεων για τις οποίες έχει προηγουμένως εκτιμηθεί ο βαθμός δυσκολίας τους, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα διαγώνισμα συγκεκριμένης χρονικής διάρκειας και αριθμού ερωτήσεων, σύμφωνα με τις προσδοκίες του διδάσκοντα, για τη διαμόρφωση των εξετάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΕΡΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Από το χρυσό αιώνα του Περικλή και τους αλληλεπιδραστικούς περιπάτους του Σωκράτη, έως το δωδέκατο αιώνα και τα πρώτα ιταλικά πανεπιστήμια, όπου η εκπαίδευση βασιζόταν στη συνένωση μιας ομάδας ατόμων για την παρακολούθηση μιας διάλεξης, αλλά και έως τα πρόσφατα χρόνια, στα οποία υιοθετήθηκε το μοντέλο της μάθησης από απόσταση και της απόκτησης πτυχίου, έστω και μη ισότιμου του παραδοσιακού, δεν έχει αλλάξει ουσιαστικά τίποτα. Τώρα όμως, χάρις εις την τεχνολογία, σε μια εποχή πληροφοριών κατά την οποία η γνώση είναι δύναμη, υιοθετήθηκαν νέα μέσα και μέθοδοι εκπαίδευσης.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, έγιναν οι πρώτες προσπάθειες υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών, με εκπαιδευτικά CD-ROM πολυμέσων, συστήματα τηλεδιάσκεψης, μέχρι και εκπαιδευτικό υλικό στο δικτυακό τόπο μιας επιχείρησης. Αυτές οι προσπάθειες ήταν οι πρώτες διερευνητικές κινήσεις, οι οποίες όμως δεν πέτυχαν όσα ζητούσε η νέα εποχή που έμελλε να έλθει με την έλευση του 21^{ου} αιώνα. Η περίπτωση τους παρομοιάστηκε από τον Clark Aldrich (2003) του Gartner Group με την εισαγωγή του πλαστικού στην αγορά : αρχικά, οι δημιουργοί του το θεώρησαν υποκατάστατο του ξύλου και του έδωσαν το ανάλογο χρώμα. Η νέα γενιά σχεδιαστών όμως το αντιμετώπισε διαφορετικά και αξιοποίησε τις δυνατότητές του, δίνοντάς του διάφορα χρώματα, υφές και σχήματα. Το πλαστικό ποτέ δεν αντικατέστησε το ξύλο, ωστόσο οι σχεδιαστές γνωρίζουν πλέον πώς να χρησιμοποιούν το καθένα με τον καλύτερο δυνατό τρόπο κάθε φορά.

Αν οριστεί η εκπαίδευση ως η παροχή των κατάλληλων πληροφοριών και προσόντων σε κάποια άτομα, προκειμένου να είναι ανταγωνιστικά στην αγορά εργασίας, τότε οι παραδοσιακές μέθοδοι εκπαίδευσης (π.χ. διαλέξεις σε μια αίθουσα, εγχειρίδια) είναι αναχρονιστικές σε μια ταχέως εξελισσόμενη οικονομία, όπου η πληροφορία και η γνώση αποτελούν το πολυτιμότερο κεφάλαιο. Έχοντας αυτά κατά νου, οι επιχειρήσεις που σκοπεύουν να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητά τους, επενδύουν στην εκπαίδευση των εργαζομένων τους, υιοθετώντας νέα μοντέλα εκπαίδευσης τα οποία βασίζονται στην τεχνολογία και το διαδίκτυο, τα λεγόμενα μοντέλα εκπαίδευσης από απόσταση.

1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μετά από έρευνα που διενεργήθηκε στα υπάρχοντα συστήματα εκπαίδευσης από απόσταση, διαπιστώθηκε ότι ανεξαιρέτως όλα τα συστήματα χρησιμοποιούν ένα πανομοιότυπο τρόπο για την αξιολόγηση των επιδόσεων ενός διδασκόμενου. Η αξιολόγηση γίνεται μέσω διαγωνισμάτων, οι ερωτήσεις των οποίων συμμετέχουν με το ίδιο βάρος στην τελική βαθμολογία ή έχουν ένα προκαθορισμένο από τον διδάσκοντα βάρος.

Ο στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να κατασκευαστεί μια μεθοδολογία βασισμένη στις αρχές της Πολυκριτηρίας (ή Πολυκριτηριακής) Ανάλυσης Αποφάσεων (Multicriteria Decision Analysis – MCDA), η οποία θα είναι σε θέση να εκτιμήσει βάσει ενός συνόλου κριτηρίων τη δυσκολία μίας ερώτησης. Με τον τρόπο αυτό, η εκτίμηση του βαθμού δυσκολίας γίνεται με ένα τρόπο περισσότερο αντικειμενικό και χωρίς να υπεισέρχονται τυχόν αυθαιρεσίες από τη μεριά ενός διδάσκοντα – τα ίδια κριτήρια ισχύουν για όλες τις ερωτήσεις. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και όλη η διαδικασία για την εκτίμηση του βαθμού δυσκολίας αναλύονται διεξοδικά στο 3^ο κεφάλαιο.

Επιπλέον, η μεθοδολογία αυτή θα μπορεί να επιλέγει από ένα σύνολο ερωτήσεων εκείνες οι οποίες πληρούν κατά το βέλτιστο δυνατό τρόπο τις απαιτήσεις του διδάσκοντα (ή του εξεταζόμενου σε περιπτώσεις αυτοελέγχου) για την κατασκευή ενός συγκεκριμένου διαγωνίσματος αξιολόγησης επιδόσεων (π.χ. χρόνος διαγωνίσματος, αριθμός ερωτήσεων). Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η κατασκευή ενός διαγωνίσματος περιγράφεται στα κεφάλαια 4 και 5.

Είναι προφανές ότι η μεθοδολογία αυτή μπορεί να βρει εφαρμογή και σε περιπτώσεις παραδοσιακής εκπαίδευσης. Εφόσον όμως αναπτυχθεί μια εφαρμογή βασισμένη σε αυτή τη μεθοδολογία, αυτοματοποιεί σε μεγάλο βαθμό τη διαδικασία κατασκευής ενός διαγωνίσματος. Αυτό μπορεί να αποδειχτεί αρκετά χρήσιμο σε περιβάλλοντα εκπαίδευσης από απόσταση, αφού έτσι ο διδάσκων δεν είναι αναγκασμένος να ανατρέχει σε μεγάλες βάσεις δεδομένων από έτοιμες ερωτήσεις ώστε να επιλέξει κάποιες από αυτές, εξοικονομώντας έτσι πολύτιμο χρόνο.

1.3 ΟΡΙΣΜΟΙ

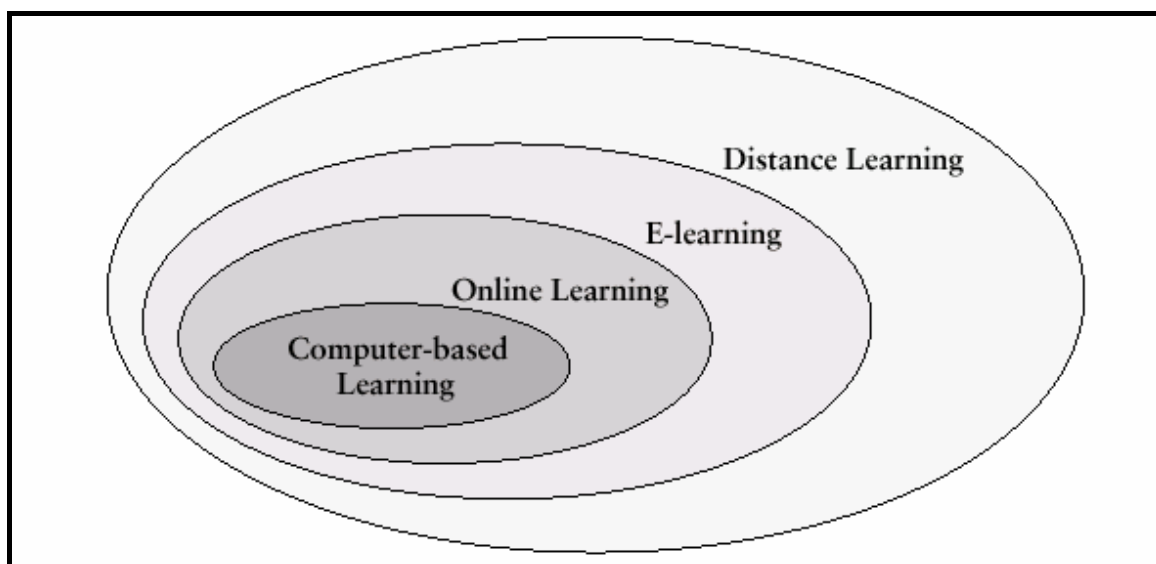
Οι όροι «εξ αποστάσεως μάθηση» και «εξ αποστάσεως εκπαίδευση» έχουν χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά από διαφορετικούς ερευνητές σε ένα μεγάλο σύνολο προγραμμάτων, παροχών, κοινών και μέσων.

Το χαρακτηριστικό γνώρισμά τους, είναι ο διαχωρισμός του διδάσκοντα και του διδασκόμενου στο χώρο ή / και στο χρόνο (Perraton, 1988), ο ενδιάθετος έλεγχος για μάθηση από το μαθητή και όχι από τον απομακρυσμένο εκπαιδευτή (Jonassen, 1992) και η όχι-σε-τακτά-χρονικά-διαστήματα επικοινωνία μεταξύ διδάσκοντα και διδασκόμενου, διαμέσου έντυπων ή άλλων τρόπων με χρήση της τεχνολογίας (Keegan, 1986; Garrison and Shale, 1987).

Ο Delling, θεωρητικός και ερευνητής της ιστορίας της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, διατύπωσε πρώτος το 1966 έναν ορισμό για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Λέει λοιπόν ο Delling, ότι η εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποτελεί μια σχεδιασμένη και συστηματική δραστηριότητα, η οποία περιλαμβάνει την επιλογή, προετοιμασία και παρουσίαση του διδακτικού υλικού, καθώς επίσης και την επίβλεψη και υποστήριξη της μαθησιακής πορείας του διδασκόμενου. Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση επιτυγχάνεται με τη γεφύρωση της φυσικής απόστασης που χωρίζει τον διδασκόμενο από τον διδάσκοντα μέσω ενός τουλάχιστον τεχνικού μέσου (Delling, 1966).

Σύμφωνα με το Instructional Technology Council – ITC (<http://www.itcnetwork.org>), η εκπαίδευση από απόσταση είναι η διαδικασία της επέκτασης της μάθησης ή της παροχής εκπαιδευτικών ευκαιριών διαμοιραζόμενων πόρων, σε περιοχές μακριά από μια τάξη, ένα κτίριο ή μια τοποθεσία, σε μια άλλη τάξη, κτίριο ή τοποθεσία, με τη χρήση βίντεο, ήχου, υπολογιστών, πολυμεσικών (multimedia) εφαρμογών επικοινωνίας ή με κάποιο συνδυασμό των παραπάνω σε συνδυασμό με άλλες «παραδοσιακές» μεθόδους (Gross, et al., 1998).

Αρκετά χρήσιμο για την κατανόηση και τον διαχωρισμό των διαφόρων ειδών εκπαίδευσης από απόσταση, είναι το σχήμα που παρουσιάζεται παρακάτω, στο οποίο αναπαριστώνται τα υποσύνολά της :



Σχήμα 1.1 : Υποσύνολα της εκπαίδευσης από απόσταση (Urdan and Weggen, 2000)

Αν ανατρέξει κανείς στην πολύ μεγάλη βιβλιογραφία σχετικά με την εκπαίδευση από απόσταση, θα ανακαλύψει πάρα πολλούς ακόμα ορισμούς. Απλά εδώ έγινε αναφορά σε κάποιους από τους πιο γνωστούς και χαρακτηριστικούς, ώστε ο αναγνώστης να σχηματίσει άποψη για την εκπαίδευση από απόσταση.

1.4 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η εκπαίδευση από απόσταση δεν είναι μια καινούρια έννοια. Αν και χρησιμοποιείται σε όλο σχεδόν τον πολιτισμένο κόσμο σήμερα, σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Αυστραλία, η Ρωσία, η Ινδία, οι περισσότερες Αφρικανικές χώρες, ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αγγλία, η Γερμανία, η Τουρκία, η Σουηδία, η Ολλανδία, χώρες της ανατολικής Ευρώπης όπως η Πολωνία, η Ουγγαρία, η Ρουμανία και άλλες, είναι γνωστή για περισσότερο από εκατό χρόνια. Για την ακρίβεια, οι ρίζες της βρίσκονται περίπου 160 χρόνια πριν.

Υπάρχουν πέντε περίοδοι στις οποίες μπορεί να χωριστεί η ιστορία της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης (Demiray and Isman, 1999). Αυτές είναι :

- Η περίοδος πριν από την εκπαίδευση μέσω αλληλογραφίας. Παρατηρούνται δραστηριότητες που προσπαθούν να καλύψουν το κενό των εκπαιδευτικών διαδικασιών πριν την εφαρμογή και καθιέρωση των συστημάτων εκπαίδευσης μέσω αλληλογραφίας.
- Η περίοδος κατά την οποία εφαρμόζεται κατά κόρον το σύστημα εκπαίδευσης μέσω αλληλογραφίας. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιούσε για την πραγματοποίηση των στόχων του έντυπο υλικό, του οποίου η διακίνηση γινόταν με το ταχυδρομείο

- Η περίοδος του εκπαιδευτικού ραδιοφώνου και της εκπαιδευτικής τηλεόρασης, η οποία ονομάζεται περίοδος της μονόδρομης επικοινωνίας μέσω εκπομπών. Σε αυτή την περίοδο, το ραδιόφωνο και η τηλεόραση χρησιμοποιήθηκαν – πέραν του έντυπου υλικού – για την ακουστική και οπτικοακουστική αναπαράσταση της διδακτέας ύλης.
- Η περίοδος της αμφίδρομης επικοινωνίας και της αλληλεπίδρασης. Με τη χρήση της αμφίδρομης επικοινωνίας ήχου και εικόνας μεταξύ διδασκόντων και διδασκόμενων, οι διδάσκοντες είναι σε θέση να προσθέσουν περισσότερη αλληλεπίδραση με τους διδασκόμενους στα μαθήματα από απόσταση.
- Η πέμπτη περίοδος, στην οποία χρησιμοποιούνται δορυφόροι, οπτικές ίνες, ασύρματα και ενσύρματα δίκτυα, καθώς και άλλες σύγχρονες μέθοδοι τηλεπικοινωνίας. Σε συνδυασμό δε με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, το έργο των διδασκόντων καθίσταται πιο εύκολο από ποτέ.

Πέρα από τις όποιες περιόδους στις οποίες μπορεί να χωριστεί η ιστορία της εκπαίδευσης από απόσταση, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ένα άρθρο της Margaret Cambre (Cambre, 1991) σχετικά με την εκπαιδευτική τηλεόραση και την εφαρμογή της στην εκπαίδευση από απόσταση (3^η περίοδος). Λέει λοιπόν η Margaret Cambre, ότι στα τέλη δεκαετίας του 1950 και τις αρχές της δεκαετίας του 1960, η τεχνολογία για την παραγωγή τηλεοπτικών εκπομπών ήταν αυστηρά περιορισμένη στα στούντιο και σε ζωντανές αναμεταδόσεις, στις οποίες κορυφαίοι εκπαιδευτικοί διεξήγαγαν μαθήματα ευρείας αναμετάδοσης. Δυστυχώς, οι εκπαιδευτικοί που ήταν κορυφαίοι στο αντικείμενό τους, δεν διέθεταν απαραίτητα το «σαγηνευτικό» τηλεοπτικό ταλέντο που απαιτείτο. Ή ακόμη, ούτε το μέσο με το χαρακτηρισμό «ανόητο ομιλών κεφάλι» (δηλαδή η τηλεόραση) ήταν το πιο κατάλληλο για να κεντρίσει τον ενδιαφέρον του κοινού. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, δόθηκε έμφαση στο να βγουν οι διδασκόμενοι εκτός τάξης, στον έξω κόσμο και όχι στο να έρθουν κορυφαίοι διδάσκοντες μέσα στην τάξη. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα (και μάλιστα αρνητικό) την υποβάθμιση της τηλεόρασης σε διακοσμητικό στοιχείο, το οποίο δεν ελπιούνταν ως σχετιζόμενο με τη δουλειά στο σχολείο και την εκπαιδευτική διαδικασία εν γένει. Αυτή η τάση αντιστράφηκε αργότερα, στην ίδια μάλιστα δεκαετία καθώς επαγγελματικές παραγωγές, προσεκτικά σχεδιασμένες, εμφανίστηκαν ως τηλεοπτικές σειρές και έφεραν σε επαφή τους διδασκόμενους με νέα γνωστικά αντικείμενα, τα οποία εκείνο τον καιρό δεν διδάσκονταν, και παρόλα αυτά, θεωρήθηκαν ως ένα συμπλήρωμα στη διδακτέα ύλη μιας τάξης. Η τάση αυτή ανατράπηκε εκ νέου στη δεκαετία του '80, και έδωσε τη θέση της στην πολυπολιτισμικότητα, τον ουμανισμό και τα παγκόσμια ζητήματα.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών μεταδόσεων, ήταν η έλλειψη διαύλου αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ διδάσκοντα και διδασκόμενου. Ωστόσο, καθώς οι αυξανόμενα εξελισσόμενες τεχνολογίες αμφίδρομης επικοινωνίας έγιναν διαθέσιμες, υιοθετήθηκαν από τους εξ αποστάσεως εκπαιδευτές.

1.5 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Σύμφωνα με τον Keegan (2001), οι τάσεις και οι αλληλεπιδράσεις που χαρακτηρίζουν τον κόσμο της πανεπιστημιακής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην αρχή του 21^{ου} αιώνα, μπορούν να οριστούν ως συνάντηση της εξ αποστάσεως μάθησης (distance learning ή d-learning) με την ηλεκτρονική μάθηση (electronic learning ή e-learning) και τη μάθηση μέσω χρήσης της τεχνολογίας της κινητής τηλεφωνίας (mobile learning ή m-learning).

Αυτοί οι τομείς αντανακλούν τη διαφορά των αντίστοιχων πανεπιστημίων, τα οποία βασίζονται στην τεχνολογία της βιομηχανικής επανάστασης, στην επανάσταση των τηλεπικοινωνιών του 1980 και στις νέες προοπτικές που προέκυψαν από την ανάπτυξη της κινητής τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια του 20^{ου} αιώνα.

Στις επόμενες παραγράφους θα αναφερθούν ορισμένα στοιχεία για κάθε μία από αυτές τις τάσεις που χαρακτηρίζουν τον κόσμο της πανεπιστημιακής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

1.5.1 DISTANCE LEARNING

1.5.1.1 ΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Όπως προαναφέρθηκε, η διδασκαλία από απόσταση κατέστη δυνατή με τη βοήθεια της τεχνολογικής ανάπτυξης κατά τη βιομηχανική επανάσταση στα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Τα σχετικά συστήματα μάθησης από απόσταση, χρησιμοποίησαν την τεχνολογία για να διαχωρίσουν το σπουδαστή από τον καθηγητή και το σπουδαστή από την ομάδα των σπουδαστών, χωρίς να θίγουν την ακεραιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Επίσης, προσπάθησαν να αντικαταστήσουν τη διαπροσωπική επικοινωνία και τη διαυποκειμενικότητα ανάμεσα στον καθηγητή και τον σπουδαστή, κάτι που αποτελεί και τον πυρήνα της εκπαιδευτικής διεκπεραίωσης, με μια απρόσωπη μορφή επικοινωνίας που πραγματοποιείται με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Στην πρόσωπο-με-πρόσωπο διδασκαλία, δηλαδή στα εκπαιδευτικά κέντρα ή τις πανεπιστημιακές αίθουσες διαλέξεων, αυτή η

αλληλεπίδραση ξεινά αυθόρμητα. Στην εξ αποστάσεως μάθηση πρέπει να επιτευχθεί τεχνητά. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως ενσωμάτωση των εκπαιδευτικών πράξεων και σημαίνει :

- ανάπτυξη ολοκληρωμένου υλικού για σπουδαστές που σπουδάζουν από μακριά
- δημιουργία τέλειων υπηρεσιών υποστήριξης για τους σπουδαστές αυτούς, οι οποίοι βρίσκονται κατά κύριο λόγο είτε στα σπίτια τους, είτε σε εργοστάσια, είτε σε κάποιο άλλο μέρος, σίγουρα όχι κατάλληλα διαμορφωμένο για εκπαίδευση και επιμόρφωση.

1.5.1.2 ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

Η εξ αποστάσεως μάθηση έφερε μεγάλα οφέλη στην κοινωνία. Απελευθέρωσε τους σπουδαστές, ούτως ώστε να μπορούν να μελετούν οποιαδήποτε ώρα, σε οποιοδήποτε μέρος και κάτω από οποιοδήποτε συνθήκες, ταιριαστές με την επαγγελματική τους απασχόληση και τις οικογενειακές τους υποχρεώσεις.

Σήμερα, πολλοί από τους στόχους που χαρακτηρίζουν την κεκτημένη (ad hoc) και τη διά βίου μάθηση, εκπληρώθηκαν χάρις εις την εξ αποστάσεως μάθηση. Τέτοιοι στόχοι είναι :

- εκπαίδευση όποτε θεωρείται αναγκαία
- εκπαίδευση οποιαδήποτε ώρα
- εκπαίδευση σε οποιοδήποτε μέρος
- εκπαιδευτικό περιεχόμενο επικεντρωμένο στο σπουδαστή
- ουσιαστική συνδρομή στην επίλυση προβλημάτων που παρουσιάζονται στην εργασία
- επιμόρφωση των φορολογούμενων πολιτών – ακόμα και των πλήρως απασχολούμενων – σε εκπαιδευτικά κέντρα
- βιομηχανοποίηση της διδασκαλίας και της μάθησης

1.5.2 ELECTRONIC LEARNING

1.5.2.1 ΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Οι τεχνολογικές ανακαλύψεις οι οποίες συνδέονται με την ηλεκτρονική και τηλεπικοινωνιακή επανάσταση του 1980, κατέστησαν για πρώτη φορά στην ιστορία δυνατή την «πρόσωπο-με-πρόσωπο διδασκαλία από απόσταση». Τρία είναι τα σημαντικά διδακτικά οφέλη που προέκυψαν από την τηλεπικοινωνιακή επανάσταση, είναι :

- οι δορυφόροι

- οι βιντεοδιασκέψεις
- ο παγκόσμιος ιστός (World-Wide Web – WWW)

Στην Αμερική έγινε ευρεία χρήση των δορυφόρων για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η πιο διαδεδομένη διδακτική δομή ήταν η εξής : ο καθηγητής ευρισκόμενος στο πανεπιστήμιο έδινε διάλεξη στους σπουδαστές του μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας, και ταυτόχρονα η διάλεξη μεταδιδόταν μέσω δορυφόρου σε άλλες ομάδες σπουδαστών συγκεντρωμένων μπροστά από οθόνες σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία. Το αλληλεπιδραστικό μέσω δορυφόρου εκπαιδευτικό δίκτυο ISEN της IBM, κατάφερε να συνδέσει ομάδες εκπαιδευομένων σε διάφορες τοποθεσίες των ΗΠΑ, με τον κύριο διδάσκοντα να βρίσκεται στα κεντρικά γραφεία της εταιρείας.

Η βιντεοδιάσκεψη χρησιμοποιείται κυρίως στην Αμερική και λιγότερο στην Ευρώπη, κάτι που τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να αλλάζει, κυρίως λόγω της υιοθέτησης της τεχνολογίας των ευρυζωνικών (broadband) συνδέσεων από την πλειοψηφία των ευρωπαϊκών χωρών και ειδικότερα αυτών που ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 25 κρατών. Ο σκοπός της βιντεοδιάσκεψης είναι να εξυπηρετήσει τη διδασκαλία ομάδων σπουδαστών από απόσταση. Χαρακτηριστικά δείγματα αυτού του τύπου εκπαίδευσης απαντώνται στα νοσοκομεία και στο στρατό. Οι νοσοκόμες και οι στρατιωτικοί εκπαιδευόμενοι που σπουδάζουν σε διαφορετικές τοποθεσίες της ίδιας πολιτείας, ή και σε διαφορετικές πολιτείες, παίρνουν μαθήματα μέσω βιντεοδιάσκεψης, δίχως να είναι υποχρεωμένοι να ταξιδεύουν εκατοντάδες χιλιόμετρα προς και από το πανεπιστήμιο μετά από μια γεμάτη μέρα στο νοσοκομείο ή τις στρατιωτικές εγκαταστάσεις.

Η «πρόσωπο-με-πρόσωπο διδασκαλία από απόσταση» με τη χρήση συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης αντεπεξήλθε σε μερικά από τα κυριότερα μειονεκτήματα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, όπως για παράδειγμα στην έλλειψη οπτικής και ακουστικής επαφής και την έλλειψη της δυνατότητας να βρίσκεται ένας σπουδαστής ανά πάσα στιγμή σε επαφή με τον καθηγητή του. Με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών συστημάτων κατέστη δυνατό να διδάσκονται ομάδες συγκεντρωμένων σπουδαστών σε μακρινές τοποθεσίες. Έγινε επίσης δυνατή η συνύπαρξη εκπαιδευτικών συστημάτων που σχεδιάζονται για ομάδες και εκπαιδευτικών συστημάτων που σχεδιάζονται για ανεξάρτητη ατομική χρήση, συστήματα που αφορούν άμεσα και την εξ αποστάσεως μάθηση.

Οι επιτυχίες με δορυφόρο, βιντεοδιάσκεψη και άλλες ηλεκτρονικές μορφές εκπαίδευσης, οδήγησαν στην εκπαίδευση μέσω του παγκόσμιου ιστού.

1.5.2.2 Ο ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΙΣΤΟΣ (WORLD-WIDE WEB – WWW)

Οι πρώτες σειρές μαθημάτων επιμόρφωσης μέσω παγκόσμιου ιστού ξεκίνησαν το 1995. Μέχρι το 1997 το διαδίκτυο αποτελούσε πλέον έναν ώριμο τομέα παροχής επιμόρφωσης, με τις δικές του διδακτικές δομές, τις δικές του πύλες μάθησης για πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό (learning portals) και με συνταγές επιτυχίας αλλά και αποτυχίας. Σήμερα αποτελεί ένα από τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα πεδία στο χώρο των επιχειρήσεων που αξιοποιούν αποκλειστικά το διαδίκτυο.

Διατηρώντας πάντα μια μικρή επιφύλαξη, το διαδίκτυο θεωρείται ως το πιο επιτυχημένο εκπαιδευτικό εργαλείο που παρουσιάστηκε εδώ και πολύ καιρό. Συνδυάζει και ενοποιεί κείμενο, ήχο και βίντεο, ενώ παράλληλα επιτρέπει την αλληλεπίδραση (interaction) ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί σε παγκόσμια κλίμακα, ενώ παράλληλα αποτελεί ανεξάρτητη πλατφόρμα.

Επίσης, ενώ είναι ένα ευρέως ασύγχρονο μέσο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σύγχρονη επικοινωνία. Επομένως, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι στο πλαίσιο της εκπαίδευσης από απόσταση, πολλοί εκπαιδευτές και χορηγοί εκπαίδευσης, καθώς και εκπαιδευτικά ιδρύματα όλων των επιπέδων χρησιμοποιούν το διαδίκτυο ολοένα και περισσότερο ως μέσο παράδοσης των μαθημάτων.

1.5.3 MOBILE LEARNING

1.5.3.1 ΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Τα θαυμαστά επιτεύγματα της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια του 20^{ου} αιώνα, οδήγησαν στο φαινόμενο που ονομάζεται «ασύρματη επανάσταση». Οι ασύρματοι υπολογιστές και η ασύρματη τηλεφωνία, αποτελούν πλέον μια πραγματικότητα. Λίγα χρόνια πριν, οι μεγαλύτερες εταιρείες κινητής τηλεφωνίας, η Sony Ericsson και η Nokia, είχαν ανακοινώσει ότι έως το 2002 θα υπήρχαν στον κόσμο ένα δισεκατομμύριο (1.000.000.000) κινητά τηλέφωνα, ενώ παράλληλα ο παγκόσμιος πληθυσμός μόλις και μετά βίας θα υπερέβαινε τα έξι δισεκατομμύρια (6.000.000.000) ανθρώπους, δηλαδή ένα κινητό για κάθε έξι ανθρώπους. Είναι περιττό να αναφερθεί ότι οι προβλέψεις των δύο εταιρειών ήταν απόλυτα επιτυχείς.

Με την επιτυχημένη ανάπτυξη των τεχνολογιών Bluetooth, Wireless Application Protocol – WAP, General Packet Radio Service – GPRS και Universal Mobile Telecommunications Systems– UMTS, οι τεχνολογικές δομές για την ασύρματη τηλεφωνία και τους ασύρματους υπολογιστές κατέχουν πλέον μια σταθερή θέση. Σε όλη την Ευρώπη,

οι ασύρματες τεχνολογίες και εφαρμογές, αντικαθιστούν συνεχώς τις ενσύρματες. Πιο συγκεκριμένα :

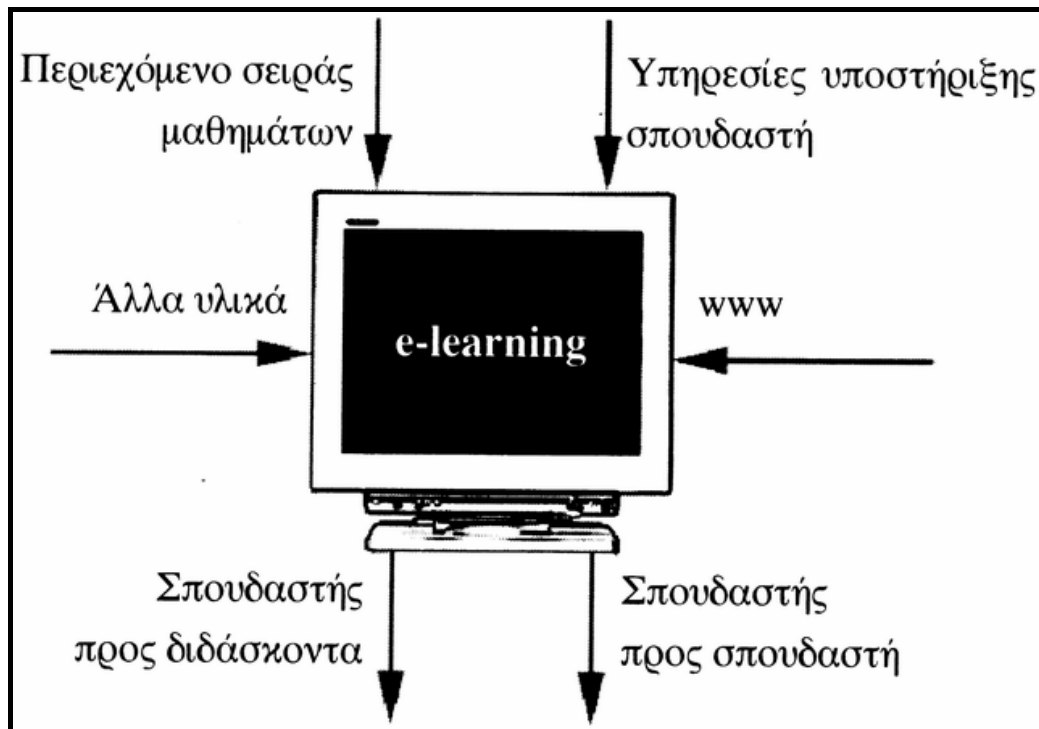
- Το εμπόριο μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών ή ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce) μετακινείται προς το εμπόριο μέσω χρήσης της κινητής τηλεφωνίας (m-commerce)
- Οι επιχειρήσεις εφαρμογών κινητής τηλεφωνίας αντικαθιστούν σταδιακά τις επιχειρήσεις ηλεκτρονικών εφαρμογών
- Οι επιχειρήσεις που επενδύουν σε μακροπρόθεσμα και επισφαλή κεφάλαια (venture capital) χρησιμοποιούν τους προμηθευτές τεχνολογίας WAP
- Οι εφαρμογές WAP αναπτύσσονται για το χρηματιστήριο, την εγγραφή πτήσεων, τα στιγμιαία δάνεια και τις τραπεζικές εργασίες

Όπως γίνεται αντιληπτό, η μεταπήδηση στην ασύρματη τεχνολογία, τουλάχιστον όσον αφορά την τηλεφωνία και τους υπολογιστές, είναι πλέον ένα γεγονός αμετάκλητο.

1.5.3.2 ΟΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ

Την περίοδο από το έτος 1995 έως το 2000, αναδύθηκε μια ολόκληρη νέα αγορά εκπαίδευσης. Πρόκειται για πολίτες που ξόδευαν περισσότερες από είκοσι ώρες σε εβδομαδιαία βάση μπροστά σε μια οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή, οι πιο πολλοί από αυτούς όντας σε σύνδεση μέσω δικτύου με μια εταιρεία ή ένα πανεπιστήμιο, και οι οποίοι ήθελαν να εκπαιδευτούν επίσης μπροστά σε μια οθόνη. Το εκπαιδευτικό κέντρο και η πανεπιστημιακή αίθουσα διαλέξεων αντικαταστάθηκαν από μια οθόνη, τουλάχιστον στις περιπτώσεις σπουδαστών που πήραν το πτυχίο τους ή μια βεβαίωση επιμόρφωσης καθηλωμένοι αποκλειστικά μπροστά στην οθόνη τους.

Το σημερινό ενσύρματο μαθησιακό περιβάλλον, μπορεί να παρουσιαστεί σε διάγραμμα ως εξής :

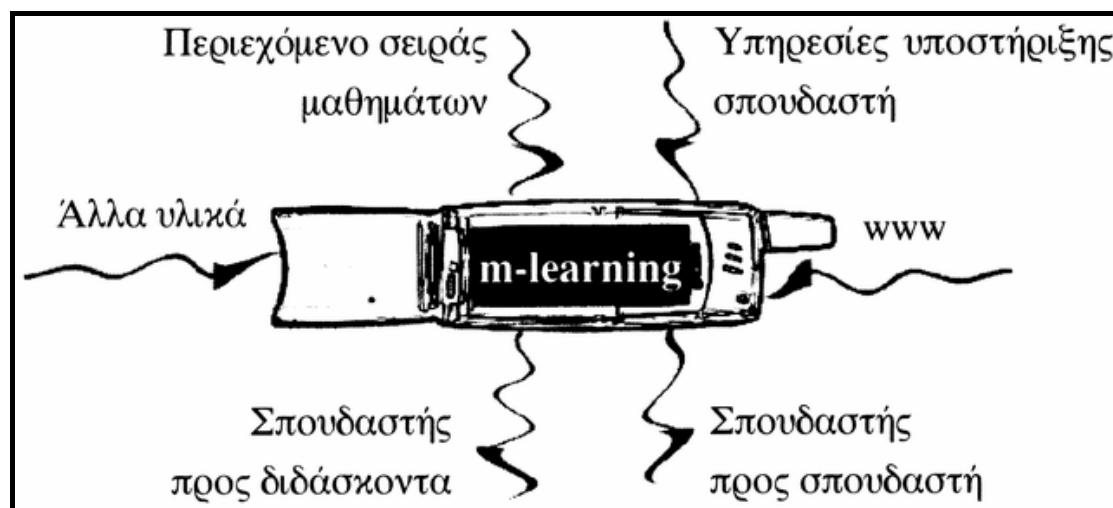


Σχήμα 1.2 : Το σύγχρονο ενσύρματο πραγματικό μαθησιακό περιβάλλον (Keegan, 2001)

Μπορεί σήμερα οι περισσότεροι να επιλέγουν ενσύρματες συσκευές για να κάνουν χρήση του διαδικτύου, αλλά μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα ότι η εκπαίδευση και η επιμόρφωση θα μετακινηθούν προς ένα ασύρματο μέλλον τα επόμενα χρόνια.

Η ανάπτυξη της μάθησης μέσω χρήσης της τεχνολογίας της κινητής τηλεφωνίας, θα απελευθερώσει τους εξ αποστάσεως σπουδαστές από τις ενσύρματες συνδέσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη μελέτη τους, και θα τους επιτρέψει να παρακολουθούν το προπτυχιακό τους πρόγραμμα σπουδών ή τη σειρά επιμόρφωσής τους σε οποιοδήποτε μέρος επιλέξουν αυτοί, αρκεί να είναι εφικτή μια ασύρματη σύνδεση με την τηλεφωνική συσκευή.

Το νέο ασύρματο πραγματικό μαθησιακό περιβάλλον, φαίνεται στο σχήμα παρακάτω :



Σχήμα 1.3 : Το ασύρματο μαθησιακό περιβάλλον του αύριο (Keegan, 2001)

1.5.3.3 ΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ

Η τεχνολογία κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενιάς (3G), η οποία έχει κάνει εδώ και αρκετούς μήνες την εμφάνισή της στην Ελλάδα, στοχεύει στη μετάδοση όγκου πληροφοριών της τάξεως των 2 Mbps (Megabit per second) ασύρματα. Για πρώτη φορά το ασύρματο δίκτυο τηλεφωνίας θα είναι σε θέση να ανταγωνιστεί το σταθερό δίκτυο στη μεταφορά στοιχείων.

Στα τεχνολογικά επιτεύγματα της ασύρματης επικοινωνίας έχει προστεθεί και η λειτουργία της φωνής, καθώς αναπτύσσεται και συντάσσεται στους υπολογιστές και στα τηλέφωνα η τεχνολογία που αφορά στη σύνθεση και την αναγνώριση της φωνής (voice recognition and synthesis).

Αν και τα σημερινά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης είναι αρκετά εξελιγμένα, μέσα στο πλαίσιο λειτουργίας των, η επικοινωνία είναι γραπτή και επομένως η αλληλεπίδραση είναι περιορισμένη. Έτσι, η εισαγωγή της φωνής θα εξυπηρετήσει καλύτερα τους εκπαιδευτικούς σκοπούς, καθώς είναι κάτι σύνηθες και διδακτικά εφαρμόσιμο, αφού λίγοι άνθρωποι πλέον απολαμβάνουν τη γραπτή επικοινωνία, ιδίως στα πλαίσια ενός προγράμματος μάθησης.

Σύμφωνα με τον Keegan (2001), τρία είναι τα επιτεύγματα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε πανεπιστημιακό επίπεδο :

1. Απονομή πανεπιστημιακών πτυχίων

Η γενικότερη αποδοχή σε πολλές χώρες του γεγονότος ότι τα πανεπιστημιακά πτυχία μπορούν να αποκτηθούν από σπουδαστές που επέλεξαν να μην παρακολουθούν τα μαθήματα στον πανεπιστημιακό χώρο, έχει καταχωρηθεί ως ένα από τα επιτεύγματα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης πανεπιστημιακού επιπέδου στον 20^ο αιώνα.

Μερικές φορές, τα πτυχία αυτά απονέμονται σε σπουδαστές που σπουδάζουν αποκλειστικά από απόσταση χωρίς να επισκέπτονται καθόλου το πανεπιστήμιο στο οποίο ανήκουν. Άλλοτε πραγματοποιούνται προαιρετικές «πρόσωπο-με-πρόσωπο» συναντήσεις, τις οποίες αν θέλει παρακολουθεί ο σπουδαστής και άλλοτε γίνονται κάποιες υποχρεωτικές συνεδρίες, τις οποίες ο σπουδαστής οφείλει να παρακολουθεί.

2. Επίτευξη ακαδημαϊκής αριότητας

Το επίτευγμα της ακαδημαϊκής αριότητας που χαρακτηρίζει τα πανεπιστήμια που διδάσκουν από απόσταση, επικυρώθηκε από το Πανεπιστημιακό Συμβούλιο Διασφάλισης Ποιότητας του Ηνωμένου Βασιλείου, το οποίο έδειξε με σαφήνεια ότι η ακαδημαϊκή υπεροχή μπορεί να επιτευχθεί και με αυτή τη μορφή εκπαίδευσης.

Η εξ αποστάσεως μάθηση ενηλικιώθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990, όταν η Υπηρεσία Διασφάλισης Ποιότητας της Ανώτατης Εκπαίδευσης της βρετανικής κυβέρνησης ξεκίνησε διαδικασίες για να ελέγξει την ακαδημαϊκή ποιότητα σε περισσότερα από εκατό πανεπιστήμια στο Ηνωμένο Βασίλειο, συμπεριλαμβανομένου και του Ανοικτού Πανεπιστημίου (Open University).

Προς μεγάλη έκπληξη πολλών, το Ανοικτό Πανεπιστήμιο του Ηνωμένου Βασιλείου κατατάχθηκε στα δέκα πρώτα βρετανικά πανεπιστήμια όσον αφορά το κριτήριο της ακαδημαϊκής αριότητας. Αν κάποιος αναλογιστεί ότι η μέση ηλικία των σπουδαστών του συγκεκριμένου πανεπιστημίου είναι περίπου σαράντα ετών και ότι πάνω από το 40% των συμμετεχόντων δεν έχουν περάσει τις εξετάσεις A-levels ώστε να έχουν το δικαίωμα να σπουδάσουν σε κάποιο άλλο βρετανικό πανεπιστήμιο, τότε είναι εύκολα κατανοητό ότι πρόκειται για ένα τουλάχιστον αξιόλογο και αξιέπαινο κατόρθωμα. Σημαίνει επίσης ότι πάνω από εκατό βρετανικά πανεπιστήμια, στα οποία διδάσκονται φοιτητές πλήρους φοίτησης, σε πανεπιστημιούπολεις με καθηγητές πλήρους απασχόλησης, δεν μπορούν πάντα να επιτύχουν το ίδιο επίπεδο ακαδημαϊκής ποιότητας σε σχέση με αυτό ενός πανεπιστημίου εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Αυτό δείχνει ότι η εξ αποστάσεως μάθηση έχει πια ενηλικιωθεί και ότι η ποιότητα επιτυγχάνεται και από απόσταση.

3. Δημιουργία εξ αποστάσεως εκπαιδευτικών συστημάτων στη Ν. Ευρώπη

Αν και η εξ αποστάσεως εκπαίδευση θεωρείται συνήθως μια μορφή παροχής εκπαίδευσης αγγλοσαξονικού τύπου, η οποία βασίζεται στην υψηλή εκτίμηση που αποδίδεται στην αξία της τεχνολογίας στην εκπαίδευση, η έκταση του φαινομένου στην αυγή της τρίτης χιλιετίας εμφανίζεται σημαντικά περιορισμένη στη Νότια Ευρώπη. Αναλυτικότερα, η υφιστάμενη κατάσταση έχει ως εξής :

- Στην Πορτογαλία, υπάρχει ένα ανοικτό πανεπιστήμιο με εγγεγραμμένους 10.000 σπουδαστές.
- Η Ισπανία έχει δύο ανοικτά πανεπιστήμια (ένα δραστήριο ιδιωτικό τομέα και έναν μεγάλης έκτασης κρατικό φορέα εκπαίδευσης), γεγονός που την καθιστά μία από τις κυρίαρχουσες χώρες στην Ευρώπη για την παροχή επαγγελματικής εκπαίδευσης από απόσταση, τόσο σε ανώτερο όσο και σε ανώτατο εκπαιδευτικό επίπεδο.
- Η Γαλλία έχει τη μεγαλύτερη κρατική παροχή επιμόρφωσης από απόσταση στην Ευρώπη, με 400.000 εγγεγραμμένους σπουδαστές, 36.000 από τους οποίους εκτός Γαλλίας διάσπαρτοι σε διακρίσεις περίπου χώρες και 200.000 ενταγμένους σε προγράμματα πανεπιστημιακού επιπέδου μετά από συμφωνίες με μεμονωμένα πανεπιστήμια.
- Στην Ελλάδα η ίδρυση του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου, η εγγραφή σε αυτό 10.000 σπουδαστών μέσα στα πρώτα χρόνια λειτουργίας τους και ο στόχος για εγγραφή 40.000 σπουδαστών μέσα στα επόμενα χρόνια, αποτελούν αξιοσημείωτο κατόρθωμα για μια χώρα με μικρή πανεπιστημιακή παράδοση σε εκπαιδευτική τεχνολογία και διδασκαλία από απόσταση.
- Τέλος, η Ιταλία, είναι η μοναδική χώρα στην οποία δεν υπάρχει ολοκληρωμένη πανεπιστημιακή εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Το 1984, η ιταλική κυβέρνηση χρηματοδότησε την ίδρυση του Consorzio per l'Università a Distanza (CUD). Η δομή του προγράμματος ξεκίνησε με τη δυνατότητα εγγραφής 100.000 σπουδαστών ετησίως, στην πραγματικότητα όμως οι εγγεγραμμένοι σπάνια ξεπέρασαν τις 2.000, με αποτέλεσμα το πανεπιστήμιο να κλείσει στα μέσα της δεκαετίας του 1990. Σήμερα, παρέχονται μεμονωμένα μαθήματα από κάποια πανεπιστήμια, κυρίως από το Πανεπιστήμιο της Ρώμης III και από δύο επιπλέον ενώσεις, το Consorzio Nettuno και το Trainet.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, πέρα από τους στόχους της παρούσας εργασίας, δόθηκαν κάποιοι από τους πιο κλασσικούς ορισμούς της εκπαίδευσης από απόσταση, παρουσιάστηκε μια μικρή ιστορική αναδρομή και έγινε αναφορά στις κυριότερες τάσεις που επικρατούν αυτή τη στιγμή.

Στο κεφάλαιο αυτό, θα γίνει λεπτομερής αναφορά σε θέματα γύρω από την εκπαίδευση από απόσταση (π.χ. σύγχρονη / ασύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση, μέσα υλοποίησης ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση, προσέγγιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, κ.ά.) και σε τυχόν ερωτήματα που προκύπτουν σε κάποιον ο οποίος είναι υπέρμαχος των παραδοσιακών μεθόδων εκπαίδευσης ή δεν γνωρίζει λεπτομέρειες σχετικά με τις εξελίξεις στη σύγχρονη εκπαίδευση (π.χ. σε ποιους απευθύνεται, πλεονεκτήματα εκπαίδευσης από απόσταση, λόγοι επιτυχίας ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση, κ.ά.), ενώ στο τέλος του κεφαλαίου επιχειρείται μια γενικότερη αξιολόγηση της εκπαίδευσης από απόσταση, όπου παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα, οι κίνδυνοι και οι ευκαιρίες ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση.

2.2 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Στην περίπτωση της Σύγχρονης Εκπαίδευσης από Απόσταση, το μάθημα γίνεται κανονικά αλλά οι μαθητές και ο καθηγητής μπορούν να βρίσκονται σε διαφορετικό τόπο ο καθένας και χρησιμοποιώντας τεχνολογίες τηλεδιάσκεψης να βρίσκονται όλοι σε μία εικονική αίθουσα διδασκαλίας. Η διεξαγωγή του μαθήματος γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να προσφέρει τις ίδιες ή και παραπάνω δυνατότητες με αυτές που προσφέρονται σε μία κανονική αίθουσα.

2.2.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Όπως αναφέρθηκε και στον ορισμό της σύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση, για να είναι εφικτή η πραγματοποίηση μαθήματος θα πρέπει η εικονική αίθουσα να προσφέρει τουλάχιστον όλες τις δυνατότητες που προσφέρει και μία κανονική αίθουσα :

- **Ηλεκτρονικός ασπροπίνακας (whiteboard).** Ο πίνακας είναι το σημαντικότερο μέσο που χρησιμοποιούν οι καθηγητές για τη διδασκαλία στην αίθουσα. Είναι απαραίτητο λοιπόν να δίνεται αυτή η δυνατότητα στον καθηγητή και σε μία εικονική αίθουσα.
- **Αλληλεπιδραστική (δύο δρόμων) οπτικοακουστική επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων.** Είναι πολύ σημαντικό για την επιτυχία του μαθήματος να υπάρχει πολύ καλής ποιότητας επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων έτσι ώστε να εξαλείφεται η απόσταση και να δημιουργείται η εντύπωση ότι βρίσκονται όλοι στον ίδιο χώρο. Προφανώς προτεραιότητα δίνεται στον ήχο αλλά δεν πρέπει να υποτιμηθεί η αναγκαιότητα του βίντεο αφού έχει αποδειχθεί στην πράξη ότι όταν πέφτει η ποιότητα του βίντεο χάνεται το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων.
- **Δυνατότητα για από κοινού χρήση εφαρμογής (application sharing).** Είναι απαραίτητο για τον καθηγητή να μπορεί να παρουσιάσει ψηφιακό υλικό στους σπουδαστές. Όπως στην κλασική τάξη ο καθηγητής έχει τη δυνατότητα να δείξει διαφάνειες στους μαθητές, είναι απαραίτητο για τον καθηγητή να μπορεί να παρουσιάσει το υλικό του μαθήματος και στην εικονική τάξη (με τη χρήση της εφαρμογής PowerPoint της Microsoft ή κάποιο παρεμφερές λογισμικό). Με αυτή τη δυνατότητα δίνεται και η ευκαιρία για εκμάθηση μίας εφαρμογής μέσα από την εκπαίδευση από απόσταση.

Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι οι ελάχιστες που πρέπει να ικανοποιεί μία εικονική αίθουσα. Όμως από τη στιγμή που προσφέρονται στην υπηρεσία του καθηγητή προηγμένες τεχνολογικές δυνατότητες μπορεί να τις εκμεταλλευτεί για να εμπλουτίσει το μάθημα του και με άλλα στοιχεία, όπως για παράδειγμα :

- Προβολή βίντεο
- Ταυτόχρονη πλοήγηση σε δικτυακούς τόπους
- Χρησιμοποίηση και άλλων εφαρμογών εκτός από εφαρμογές για παρουσιάσεις
- Χρησιμοποίηση προγραμμάτων προσομοίωσης. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να πραγματοποιηθούν και εικονικά εργαστήρια (virtual laboratories)
- Να μπορεί γενικά να μιλά και να κινείται με φυσικό τρόπο, όπως θα έκανε και σε μία παραδοσιακή διάλεξη
- Να μην χρειάζεται να ασχοληθεί με την τεχνική πλευρά των συστημάτων, ώστε να μπορεί να επικεντρώσει την προσοχή του στο καθαυτό αντικείμενο της διάλεξης

2.2.3 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ

Όπως φαίνεται και από την προηγούμενη παράγραφο, δεν μπορεί οποιοδήποτε μάθημα να υλοποιηθεί με τη μορφή της σύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση.

Για να γίνει αυτό θα πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις. Κατά πρώτον, θα πρέπει όλοι οι συμμετέχοντες να είναι συνδεδεμένοι σε δίκτυο υψηλών ταχυτήτων έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα βίντεο και ήχου και να είναι εφικτή η από κοινού χρήση εφαρμογών.

Επίσης, χρειάζεται τουλάχιστον ένα άτομο για τεχνική υποστήριξη στο μάθημα, προκειμένου να ασχολείται με δικτυακά και άλλα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση νέων τεχνολογιών και να υποστηρίζει τον καθηγητή ο οποίος μπορεί να μην είναι εξοικειωμένος με τα τεχνολογικά μέσα.

Όλοι οι συμμετέχοντες θα πρέπει να έχουν στη διάθεσή τους αρκετά προηγμένο εξοπλισμό για τις ανάγκες της σύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση.

Τέλος, τουλάχιστον ο καθηγητής θα πρέπει να βρίσκεται σε αίθουσα ειδικά διαμορφωμένη για να καλύπτει ανάγκες σύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση.

2.2.4 ΤΗΛΕΔΙΑΣΚΕΨΗ

Για την σύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση, απαιτούνται συστήματα τηλεδιάσκεψης (videoconference) τα οποία μεταφέρουν εικόνα, ήχο και δεδομένα μεταξύ του εκπαιδευτή και των εκπαιδευομένων. Τα συστήματα τηλεδιάσκεψης όσον αφορά στην τηλεπικοινωνιακή υποδομή που χρησιμοποιείται, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Συστήματα συμβατά με το πρότυπο H.320 της ITU-T, για επικοινωνία πάνω από συνδέσεις ISDN
- Συστήματα συμβατά με το πρότυπο H.323 της ITU-T, για επικοινωνία πάνω από δίκτυα TCP/IP
- Συστήματα συμβατά και με τα δύο παραπάνω πρότυπα (H.320/H.323).

Το H.320 και το H.323 είναι πρωτόκολλα «ομπρέλες» δηλαδή πρότυπα τα οποία υποστηρίζουν πρωτόκολλα για μετάδοση βίντεο, ήχου και εφαρμογές χρήσης από κοινού. Συγκεκριμένα για την από κοινού χρήση εφαρμογών χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο T.120.

Έχουν αναπτυχθεί και άλλες πλατφόρμες για τηλεδιάσκεψη οι οποίες δεν βασίζονται στα παραπάνω πρότυπα. Ένα παράδειγμα αποτελεί το VRVS (Virtual Rooms Videoconferencing Systems), πλατφόρμα που έχει αναπτυχθεί από το CalTech (California Institute of Technology). Το VRVS αποτελεί μία online πλατφόρμα στην οποία υπάρχουν εικονικές αίθουσες και μπορεί οποιοδήποτε μέλος να κλείσει μία αίθουσα και οι υπόλοιποι να συμμετέχουν στην συνάντηση αυτή. Το VRVS για την από κοινού χρήση εφαρμογών χρησιμοποιεί το VNC (λογισμικό σε Java).

2.3 ΑΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

2.3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Παρέχεται στους συμμετέχοντες η δυνατότητα να εργαστούν με το υλικό προς διδασκαλία οπουδήποτε και οποτεδήποτε έχοντας όμως παράλληλα δυνατότητα ασύγχρονης επικοινωνίας με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες και με τον εκπαιδευτή. Το υλικό διδασκαλίας δεν είναι απαραίτητο να έχει δοθεί όλο από την έναρξη του μαθήματος αλλά μπορεί να προσφέρεται τους εκπαιδευόμενους σταδιακά. Ο ρυθμός διεξαγωγής καθορίζεται από τον εκπαιδευτή σε συνεργασία πάντα με τους εκπαιδευόμενους.

2.3.2 ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Η Ασύγχρονη Εκπαίδευση από Απόσταση βασίζεται κυρίως στο δίκτυο και στην ασύγχρονη πρόσβαση στο υλικό του μαθήματος από τους εκπαιδευόμενους. Είναι σαφές ότι χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί κάποιο λογισμικό για να πραγματοποιηθεί αυτό. Το λογισμικό αυτό ονομάζεται Πλατφόρμα Ασύγχρονης Εκπαίδευσης από Απόσταση ή Σύστημα Διαχείρισης Μαθησιακού Υλικού (Learning Management System – LMS).

Ως Πλατφόρμα Ασύγχρονης Εκπαίδευσης από Απόσταση θα μπορούσε να θεωρηθεί και μία απλή ιστοσελίδα στην οποία ανεβάζει ο καθηγητής το υλικό του μαθήματος και στη συνέχεια οι μαθητές παραδίδουν τις εργασίες τους μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Αν και κάτι τέτοιο ίσως εξυπηρετούσε τις βασικές ανάγκες, δεν θα ήταν αποτελεσματικό.

Μία πλατφόρμα για ασύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση θα πρέπει τουλάχιστον να ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις :

- Να υποστηρίζει χωρισμό των χρηστών σε ομάδες έτσι ώστε η ίδια πλατφόρμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περισσότερα από ένα μαθήματα. Προφανώς θα πρέπει να υποστηρίζει κάποιου είδους πιστοποίηση των χρηστών.
- Να υποστηρίζει τη δημιουργία φόρα συζήτησης (discussion forums) για την επικοινωνία των εκπαιδευομένων και του εκπαιδευτή ασύγχρονα.
- Να υποστηρίζει δωμάτια συζητήσεων (chat rooms) για συζήτηση σε πραγματικό χρόνο (σύγχρονη) και ανταλλαγή απόψεων.
- Να υλοποιεί ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail) για την καλύτερη επικοινωνία των χρηστών.
- Εύκολο τρόπο τόσο για τον καθηγητή για να τοποθετεί το υλικό του μαθήματος όσο και για το μαθητή για την τοποθέτηση των εργασιών του.
- Να δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές τοπικής αποθήκευσης του υλικού του μαθήματος, για επεξεργασία εκτός του δικτύου.

Αν και τα παραπάνω θεωρούνται απολύτως απαραίτητα για μία πλατφόρμα ασύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, την αποκτηθείσα εμπειρία και τους ολοένα πιο απαιτητικούς χρήστες έχουν αρχίσει να προστίθενται και άλλα χαρακτηριστικά όπως :

- Να υπάρχει το υλικό του μαθήματος και σε εύκολα εκτυπώσιμη μορφή για τους χρήστες που προτιμούν το έντυπο υλικό
- Το περιβάλλον να είναι προσβάσιμο από απλό φυλλομετρητή (Web Browser) ώστε να μη χρειάζεται από τους χρήστες εγκατάσταση άλλου λογισμικού και για να είναι προσβάσιμο από παντού (π.χ. Internet cafe) και από οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα.
- Να έχει φιλικό περιβάλλον τόσο για το χρήστη / μαθητή όσο και για το χρήστη / καθηγητή.
- Να υποστηρίζει προσαρμογή (customization) του περιβάλλοντος ανάλογα με το χρήστη. Επίσης να κρατάει πληροφορίες (δημιουργία profiles) για το χρήστη για να τον βοηθάει κατά την πλοήγηση.
- Να έχει ημερολόγιο με τις προθεσμίες και άλλα σημαντικά γεγονότα.
- Να παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών.
- Να υποστηρίζει την εύκολη δημιουργία διαγωνισμάτων (online tests)
- Να υποστηρίζει την παρουσίαση και άλλων πολυμεσικών (multimedia) υλικών όπως βίντεο, ήχου, εικόνων, κ.ά.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορες πλατφόρμες που υλοποιούν όλα τα παραπάνω, όπως το WEST, το WebCT και το Blackboard.

2.3.3 ΠΡΟΤΥΠΑ

Πολύ γρήγορα φάνηκε η ανάγκη ύπαρξης ανοικτών προτύπων για την περιγραφή του μαθησιακού υλικού. Οι βασικότεροι λόγοι που οδήγησαν στην ανάπτυξη προτύπων περιγραφής μαθησιακών αντικειμένων είναι :

- Η ανάγκη για επαναχρησιμοποίηση του μαθησιακού υλικού. Είναι πολύ σημαντικό μετά τη δημιουργία ενός μαθήματος για ασύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση το υλικό αυτό να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί την επόμενη φορά που θα διδαχθεί το μάθημα και να είναι απαραίτητες μόνο ενημερώσεις και βελτιώσεις. Οι εξελίξεις στον τομέα της εκπαίδευσης από απόσταση είναι ραγδαίες και οι ανάγκες που καλείται να καλύψει μία πλατφόρμα για Ασύγχρονη Εκπαίδευση από Απόσταση είναι συνεχώς αυξανόμενες με αποτέλεσμα να βγαίνουν συνεχώς καινούριες εκδόσεις και να αναπτύσσονται καινούριες πλατφόρμες. Επίσης, είναι πολύ σημαντικό μία αναβάθμιση της πλατφόρμας ή μία μετάβαση από μία πλατφόρμα σε μία άλλη, να μη συνεπάγεται και επαναδημιουργία του μαθησιακού υλικού.
- Η ανάγκη για συνεργασία μεταξύ Συστημάτων Διαχείρισης Μαθησιακού Υλικού. Οι εκπαιδευτές πολλές φορές θέλουν να συνεργαστούν και να ανταλλάξουν μαθησιακό υλικό. Είναι απαραίτητο λοιπόν να υπάρχει ένας ενιαίος τρόπος περιγραφής του μαθησιακού υλικού και να μπορούν διαφορετικές πλατφόρμες να συνεργαστούν για ανταλλαγή μαθησιακού υλικού.
- Η ανάγκη για διαθεσιμότητα πρόσβασης και εύκολης αναζήτησης. Είναι σημαντικό οι χρήστες να μπορούν να ψάξουν εύκολα στο μαθησιακό υλικό και να βρουν αυτό που τους ενδιαφέρει.

Οι παραπάνω λόγοι οδήγησαν στη δημιουργία προτύπων για την περιγραφή των μαθησιακών αντικειμένων και τα μεταδεδομένα (metadata) μαθησιακών δεδομένων. Τα κυριότερα πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί μέχρι στιγμής είναι:

- Το πρότυπο της AICC (Aviation Industry CBT – Computer Based Training – Committee). Η AICC προσφέρει πιστοποίηση συμβατότητας με το AGR 010 (AICC

Guidelines and Recommendations). Ακόμα και τα LMS που είναι AICC Certified δε σημαίνει ότι είναι απόλυτα συμβατά μεταξύ τους και ότι η μεταφορά από τη μία πλατφόρμα στην άλλη γίνεται αυτόματα.

- Το πρότυπο της IMS Global Learning Consortium. Η IMS αναπτύσσει προδιαγραφές για συστήματα ασύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση. Οι προδιαγραφές βασίζονται στην XML (eXtensive Markup Language).
- Το SCORM (Sharable Content Object Reference Model) αναπτύχθηκε από το ADL (Advanced Distributed Learning), πρωτοβουλία του υπουργείου Εθνικής Άμυνας της Αμερικής. Σκοπός του SCORM είναι να συνενώσει τα υπόλοιπα πρότυπα. Αυτή τη στιγμή αποτελεί το πιο δημοφιλή πρότυπο. Βασίζεται και αυτό στην XML.

2.4 ΣΕ ΠΟΙΟΥΣ ΑΠΕΥΘΥΝΕΤΑΙ

Σύμφωνα και με τον ορισμό της, στο πιο βασικό επίπεδο της η εκπαίδευση από απόσταση λαμβάνει χώρα όταν ένας δάσκαλος και ένας ή παραπάνω μαθητές χωρίζονται από φυσική απόσταση και η τεχνολογία (π.χ. φωνή, βίντεο, δεδομένα και έντυπα), συχνά σε συνεργασία με την πρόσωπο-με-πρόσωπο επικοινωνία, χρησιμοποιείται για να γεφυρώσει το κενό.

Υπάρχει η εντύπωση ότι οι τεχνολογίες της εκπαίδευσης από απόσταση μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε ακαδημαϊκούς χώρους και να ενταχθούν μόνο στην υπάρχουσα διαδικασία εκπαίδευσης. Η εντύπωση αυτή είναι προφανώς λανθασμένη. Η εκπαίδευση από απόσταση δίνει μία τελείως διαφορετική διάσταση στην έννοια της μάθησης. Με τη χρήση της, οι εκπαιδευόμενοι γλυτώνουν πολύτιμο χρόνο μετακινήσεων και τους δίνεται η ευελιξία για να διαλέξουν μόνοι τους το χρόνο που θα διαθέσουν.

Αυτού του είδους τα προγράμματα, απευθύνονται κυρίως στις παρακάτω ομάδες ανθρώπων :

- σε εργαζόμενους, οι οποίοι μπορούν να παίρνουν μέρος σε διάφορα σεμινάρια χωρίς να χρειάζεται να λείψουν από τη δουλειά τους και χωρίς να σπαταλάνε χρόνο σε μετακινήσεις
- στους ενήλικες, δίνοντάς τους μια δεύτερη ευκαιρία στην πανεπιστημιακή εκπαίδευση
- σε ανθρώπους των οποίων ο χρόνος είναι περιορισμένος και δεν μπορούν να παρακολουθήσουν συμβατικά μαθήματα
- σε ανθρώπους που δεν έχουν τη δυνατότητα να σπουδάσουν στο πανεπιστήμιο της αρεσκείας τους, είτε λόγω μεγάλης απόστασης είτε λόγω οικονομικών δυσκολιών

- σε ανθρώπους με κινητικά προβλήματα
- σε ανθρώπους που θέλουν ανανέωση των γνώσεών τους μέσα από το εργασιακό τους περιβάλλον

Να σημειωθεί εδώ, ότι όλο και περισσότερες επιχειρήσεις δείχνουν έντονο ενδιαφέρον για τέτοιου είδους προγράμματα, εφόσον τους παρέχουν δυνατότητα για συνεχή εκπαίδευση των στελεχών τους με μικρό κόστος.

2.5 ΜΕΣΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Υπάρχει μια ευρεία γκάμα τεχνολογικών επιλογών που είναι διαθέσιμες για την υλοποίηση ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση. Αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερεις μεγάλες κατηγορίες :

- **Φωνή.** Τα εκπαιδευτικά ηχητικά εργαλεία περιλαμβάνουν τις αλληλεπιδραστικές τεχνολογίες του τηλεφώνου, τη φωνητική τηλεδιάσκεψη και το ραδιόφωνο βραχέων κυμάτων. Τα παθητικά (δηλ. μονόδρομα) ηχητικά εργαλεία, περιλαμβάνουν τις κασέτες και το ραδιόφωνο.
- **Βίντεο.** Τα εκπαιδευτικά εργαλεία βίντεο περιλαμβάνουν ακίνητες εικόνες (π.χ. διαφάνειες), προπαρασκευασμένες κινούμενες εικόνες (π.χ. φιλμ, βιντεοκασέτες), και κινούμενες εικόνες σε πραγματικό χρόνο, συνδυασμένες με φωνητική τηλεδιάσκεψη (π.χ. μονόδρομο ή αμφίδρομο βίντεο με αμφίδρομο ήχο).
- **Δεδομένα.** Οι υπολογιστές στέλνουν και λαμβάνουν πληροφορίες ηλεκτρονικά. Για το λόγο αυτό, ο όρος «δεδομένα» χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτή τη μεγάλη κατηγορία εκπαιδευτικών εργαλείων. Οι εφαρμογές των υπολογιστών για την εκπαίδευση από απόσταση είναι ποικίλες και περιλαμβάνουν :
 - Εκπαίδευση υποβοηθούμενη από υπολογιστή (Computer-assisted instruction – CAI). Χρησιμοποιεί τον υπολογιστή σαν αυτόνομη διδακτική μηχανή για την παρουσίαση ανεξάρτητων μαθημάτων.
 - Εκπαίδευση ελεγχόμενη από υπολογιστή (Computer-managed instruction – CMI). Χρησιμοποιεί τον υπολογιστή για να οργανώσει την εκπαιδευτική διαδικασία και να παρακολουθήσει τα αρχεία των μαθητών καθώς και την πρόοδό τους. Η εκπαίδευση

αυτή καθαυτή δεν χρειάζεται να γίνει από υπολογιστή, αν και η CAI συνήθως συνδυάζεται με την CMI.

- Εκπαίδευση με τη μεσολάβηση υπολογιστή (Computer-mediated education – CME). Περιγράφει τις εφαρμογές του υπολογιστή που διευκολύνουν την εκπαιδευτική διαδικασία. Παραδείγματα αυτής της εφαρμογής των υπολογιστών περιλαμβάνουν την ηλεκτρονική αλληλογραφία, τον τηλεομοιότυπο (fax), την διάσκεψη σε πραγματικό χρόνο μέσω υπολογιστών και τις εφαρμογές του παγκόσμιου ιστού (world-wide web).
- **Έντυπα.** Είναι ένα βασικό στοιχείο των προγραμμάτων εκπαίδευσης από απόσταση και η βάση από την οποία όλα τα υπόλοιπα συστήματα έχουν εξελιχθεί. Διάφορες έντυπες μορφές είναι διαθέσιμες, όπως βιβλία θεωρίας, βιβλία ασκήσεων, οδηγοί μελέτης και case studies.

2.6 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΕΣ

Αν και η τεχνολογία παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση από απόσταση, οι εκπαιδευτές πρέπει να παραμείνουν συγκεντρωμένοι στα αποτελέσματα της διδασκαλίας και όχι στο τεχνολογικό μέρος της διαδικασίας. Το κλειδί για την αποτελεσματική εκπαίδευση από απόσταση είναι η επικέντρωση της προσοχής στις ανάγκες των μαθητών, τις απαιτήσεις του περιεχομένου και τους περιορισμούς που αντιμετωπίζει ο εκπαιδευτής πριν να διαλέξει ένα σύστημα. Συνήθως, η συστηματική αυτή προσέγγιση θα έχει ως αποτέλεσμα την ανάμιξη μέσων, καθένα από τα οποία εξυπηρετεί ένα συγκεκριμένο σκοπό. Ακολουθούν κάποια παραδείγματα :

- Ένα πλήρες έντυπο στοιχείο μπορεί να παρέχει ένα μεγάλο μέρος του βασικού διδακτικού περιεχομένου, όπως επίσης το καθημερινό πρόγραμμα και άλλα απαραίτητα.
- Η αλληλεπιδραστική διάσκεψη ήχου ή βίντεο, μπορεί να παρέχει σε πραγματικό χρόνο αλληλεπίδραση πρόσωπο-με-πρόσωπο ή φωνή-με-φωνή. Αυτός είναι ένας άριστος και πολύ οικονομικός τρόπος για την ενσωμάτωση καλεσμένων ομιλητών και ειδικών επί του περιεχομένου του μαθήματος.
- Η διάσκεψη μέσω υπολογιστών ή η ηλεκτρονική αλληλογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποστολή μηνυμάτων, την ενημέρωση σχετικά με την πορεία διάφορων αναθέσεων και άλλου είδους επικοινωνία με στόχο ένα ή περισσότερα μέλη

της τάξης. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών.

- Οι βιντεοκασέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρουσίαση μαθημάτων και την απόδοση οπτικοποιημένου περιεχομένου ενός μαθήματος.
- Ο τηλεμοιότυπος (fax) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αναθέσεις εργασιών, ανακοινώσεις της τελευταίας στιγμής και την παροχή ενημέρωσης για την πορεία της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Με τη χρησιμοποίηση αυτής της προσέγγισης, η δουλειά του εκπαιδευτή είναι να επιλέξει προσεκτικά μεταξύ των διαθέσιμων τεχνολογικών επιλογών. Ο στόχος είναι η κατασκευή ενός συνδυασμού εκπαιδευτικών μέσων, τα οποία πληρούν τις ανάγκες του μαθητή με τέτοιο τρόπο ώστε ο συνδυασμός αυτός να είναι εκπαιδευτικά αποτελεσματικός και οικονομικά προσιτός.

2.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Πολλοί εκπαιδευτές έχουν την απορία αν οι εξ αποστάσεως μαθητές μαθαίνουν όσο οι μαθητές που συμμετέχουν σε ένα πρόγραμμα παραδοσιακής εκπαίδευσης (πρόσωπο-με-πρόσωπο).

Σχετικές έρευνες που συγκρίνουν τα δύο είδη εκπαίδευσης, δείχνουν ότι η εκπαίδευση από απόσταση μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματική (Moore and Thompson, 1990; Verduin and Clark, 1991), όταν :

- οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι και τεχνολογίες είναι κατάλληλες
- υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών
- υπάρχει τακτική καθοδήγηση από καθηγητή σε μαθητή

Χωρίς εξαίρεση, τα αποτελεσματικά προγράμματα εκπαίδευσης από απόσταση ξεκινούν με προσεκτικό σχεδιασμό και προσεκτική κατανόηση των απαιτήσεων των μαθημάτων και των αναγκών των μαθητών. Η κατάλληλη τεχνολογία μπορεί να επιλεγεί μόνο όταν τα παραπάνω στοιχεία έχουν γίνει κατανοητά μέχρι και την τελευταία τους λεπτομέρεια, ενώ δεν υπάρχει καμιά αμφιβολία για τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται τα προγράμματα εκπαίδευσης από απόσταση. Δεν συμβαίνουν σε μια στιγμή, αλλά εξελίσσονται μέσα από σκληρή δουλειά και τις αφοσιωμένες προσπάθειες πολλών ανθρώπων.

Στην πραγματικότητα, τα επιτυχημένα προγράμματα εκπαίδευσης από απόσταση βασίζονται στις επίμονες προσπάθειες των μαθητών, του καθηγητικού σώματος, των βοηθών, του προσωπικού υποστήριξης και των επιβλεπόντων.

Κάθε μια από τις παραπάνω ομάδες έρχεται αντιμέτωπη με διάφορες προκλήσεις. Αναλυτικότερα :

- **Μαθητές.** Ο ακρογωνιαίος λίθος αλλά και η δοιμή από την οποία κρίνονται όλες οι προσπάθειες κάθε αποτελεσματικού προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση είναι να πληρούνται οι διδακτικές ανάγκες των μαθητών. Ασχέτως του εκπαιδευτικού περιεχομένου, ο κύριος ρόλος ενός μαθητή είναι να μάθει. Ακόμα και κάτω από τις καλύτερες των συνθηκών αυτή είναι μια επίπονη διαδικασία, απαιτώντας κινητοποίηση, σχεδιασμό και ικανότητα ανάλυσης και εφαρμογής του εκπαιδευτικού περιεχομένου που διδάσκεται. Όταν παρέχεται εκπαίδευση από απόσταση, υπάρχουν επιπρόσθετες προκλήσεις, επειδή ο μαθητής είναι συχνά μακριά από άλλους μαθητές με κοινά ενδιαφέροντα και έχουν λίγες (αν όχι καθόλου) ευκαιρίες να αλληλεπιδράσουν με καθηγητές εκτός τάξης και πρέπει να βασίζονται στην τεχνολογία για τη γεφύρωση του κενού που χωρίζει τους συμμετέχοντες στην τάξη.
- **Καθηγητικό σώμα.** Η επιτυχία κάθε προσπάθειας εκπαίδευσης από απόσταση βασίζεται εξίσου στους ώμους του καθηγητικού σώματος. Σε μια παραδοσιακή τάξη, η ευθύνη ενός καθηγητή περιλαμβάνει το σχηματισμό του περιεχομένου του μαθήματος και την ανάπτυξη κατανόησης των αναγίων των μαθητών. Αυτοί που διδάσκουν από απόσταση, έχουν να αντιμετωπίσουν διάφορες προκλήσεις, όπως την ανάπτυξη κατανόησης για τα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες των μαθητών από απόσταση με λίγη εμπειρία πρώτου προσώπου και περιορισμένη (έως μηδαμινή) επαφή πρόσωπο-με-πρόσωπο, την προσαρμογή των διδακτικών μεθόδων λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες και τις προσδοκίες πολλαπλών (και συχνά διφορούμενων) ακροατηρίων και τέλος, την ανάπτυξη για την κατανόηση της τεχνολογίας που υποστηρίζει την τεχνολογία μένοντας συγκεντρωμένοι στο διδακτικό ρόλο.
- **Βοηθοί.** Ο καθηγητής συχνά έχει πιο εύκολο έργο, αν βασιστεί σε κάποιο βοηθό ώστε να δράσει σαν σύνδεσμος μεταξύ των μαθητών και του καθηγητή. Για να είναι αποτελεσματικός, ένας βοηθός πρέπει να κατανοήσει τους μαθητές που έχει αναλάβει και τις προσδοκίες του καθηγητή. Πιο σημαντικό από όλα όμως, είναι ότι ο βοηθός πρέπει να είναι πρόθυμος να ακολουθήσει τους κανόνες που έχουν θεσπιστεί από τον καθηγητή. Στα καθήκοντα του βοηθού περιλαμβάνονται εκτός των άλλων, η

διαμόρφωση του εξοπλισμού, η εποπτεία διαγωνισμάτων και η δράση ως αντιπροσώπου του καθηγητή.

- **Προσωπικό υποστήριξης.** Αυτή η κατηγορία ανθρώπων είναι οι «αφανείς ήρωες» ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση και εγγυώνται ότι όλες οι λεπτομέρειες που απαιτούνται για την επιτυχία του προγράμματος είναι κανονισμένες στην εντέλεια. Τα πιο επιτυχημένα προγράμματα εκπαίδευσης από απόσταση έχουν ενσωματώσει υπηρεσίες υποστήριξης λειτουργιών, οι οποίες περιλαμβάνουν εγγραφές μαθητών, φωτοτύπηση και διανομή του διδακτικού υλικού, παραγγελίες βιβλίων, προγραμματισμό δραστηριοτήτων, κ.ά.
- **Επιβλέποντες.** Αν και οι επιβλέποντες τυπικά είναι αυτοί οι οποίοι καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το πρόγραμμα εκπαίδευσης από απόσταση ενός ιδρύματος, εν τούτοις, συχνά χάνουν την επαφή ή αναθέτουν τον έλεγχο σε τεχνικούς διαχειριστές όταν το πρόγραμμα αρχίσει να λειτουργεί. Οι αποτελεσματικοί επιβλέποντες ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση συνεργάζονται στενά με το τεχνικό προσωπικό και το προσωπικό υποστήριξης, εξασφαλίζοντας ότι τεχνολογικοί πόροι χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά στην προώθηση της ακαδημαϊκής αποστολής. Ίσως η πιο σημαντική λειτουργία ενός επιβλέποντα, είναι να κατανοήσει ότι η ανταπόκριση στις ανάγκες των μαθητών από απόσταση είναι η πλέον σημαντική.

2.8 ΛΟΓΟΙ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΙΣΤΟΥ ΣΕ ΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Ο παγκόσμιος ιστός και οι φυλλομετρητές του (Web Browsers, π.χ. Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox, Netscape Navigator, κ.ά.) έχουν κάνει το Διαδίκτυο ένα πιο φιλικό περιβάλλον για το χρήστη. Η ικανότητα ενσωμάτωσης γραφικών, κειμένου και ήχου σε ένα και μόνο εργαλείο σημαίνει ότι αρχάριοι χρήστες δεν θα πρέπει να έρχονται αντιμέτωποι με μια τέτοια «απότομη» καμπύλη εκμάθησης. Επιπρόσθετα, οι οργανισμοί αλλά και οι απλοί άνθρωποι μπορούν να δημιουργήσουν τις δικές τους ιστοσελίδες και να προσφέρουν συνδέσμους (links) για άλλες σελίδες, είτε δικές τους είτε άλλων χρηστών.

Για τους εκπαιδευτές, ο παγκόσμιος ιστός παρέχει μια καινούρια και συναρπαστική ευκαιρία για εκπαίδευση και μάθηση από απόσταση. Ο παγκόσμιος ιστός μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτή από απόσταση με σκοπό την κατασκευή μιας σελίδας που θα αναπαριστά μια εικονική τάξη. Η σελίδα μπορεί να περιέχει πληροφορίες για την

τάξη, όπως για παράδειγμα το πρόγραμμα διδασκαλίας, ασκήσεις, βιβλιογραφικές αναφορές, κ.ά. Ο εκπαιδευτής μπορεί επίσης να παρέχει συνδέσμους σε πληροφορίες στον παγκόσμιο ιστό που μπορούν να φανούν χρήσιμες στους μαθητές της τάξης, σε καταλόγους βιβλιοθηκών ή και σε προσωπικές σελίδες των μαθητών της τάξης. Επιπρόσθετα, η σελίδα μπορεί να κατευθύνει τους μαθητές σε μια λίστα συζητήσεων (discussion list), η οποία έχει δημιουργηθεί με σκοπό την επικοινωνία μεταξύ των. Είναι επίσης εύκολο μέσω της σελίδας να δημιουργηθούν φόρμες διαφόρων θεμάτων, οι οποίες αφού συμπληρωθούν από τους μαθητές να αποστέλλονται στον διδάσκοντα μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας.

2.9 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ

Πολλοί μαθητές προγραμμάτων εκπαίδευσης από απόσταση χρειάζονται υποστήριξη και καθοδήγηση ώστε να αποκομίσουν το δυνατόν περισσότερα οφέλη από την διδακτική αυτή εμπειρία που τους προσφέρεται (Threlkeld and Brzoska, 1994). Αυτή η υποστήριξη συνήθως είναι της μορφής ενός συνδυασμού αλληλεπίδρασης μαθητή – εκπαιδευτή και μαθητή – μαθητή.

Από ευρήματα ερευνών σχετικά με την ανάγκη για αλληλεπίδραση, έχουν προκύψει κάποιες σημαντικές κατευθυντήριες γραμμές για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να γίνεται η οργάνωση μαθημάτων στα πλαίσια ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση. Αυτές μπορούν να συνοψιστούν στα εξής :

- Οι μαθητές εκτιμούν την ανά τακτά χρονικά διαστήματα επικοινωνία με το διδάσκοντα, σχετικά με διάφορες εργασίες που τους έχουν ανατεθεί (Egan, et al., 1991).
- Οι μαθητές κερδίζουν σημαντικά από την ύπαρξη σχετικά μικρών τάξεων, μια και αυτές παρέχουν υποστήριξη και ενθάρρυνση μαζί με την επιπρόσθετη επικοινωνία σχετικά με τις εργασίες. Το πιο σημαντικό γεγονός όμως, είναι ότι οι τάξεις μικρού μεγέθους δίνουν την αίσθηση ότι αν χρειαστεί βοήθεια, τότε αυτή μπορεί να παρασχεθεί άμεσα.
- Υπάρχουν περισσότερα κίνητρα για τους μαθητές εάν βρίσκονται σε συνεχή επικοινωνία με τον διδάσκοντα. Η περισσότερο «δομημένη» επαφή (structured contact), μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο «παράκλισης» (motivational tool, Coldeway, et al., 1980).
- Η χρήση τεχνολογιών, όπως τηλεμοιότυπων (fax), ηλεκτρονικών υπολογιστών και τηλεφώνων παρέχει διαρκή υποστήριξη στους μαθητές, αλλά ταυτόχρονα διευκολύνει την αλληλεπίδραση.

- Η ικανοποίηση των μαθητών από τα παρεχόμενα μαθήματα αυξάνεται με τη υιοθέτηση θέσεων για βοηθούς, οι οποίοι αναπτύσσουν μια πιο προσωπική σχέση με τους μαθητές, ενώ ταυτόχρονα είναι εξοικειωμένοι με τον εξοπλισμό που υπάρχει (Burge and Howard, 1990).

2.10 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΝΑ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Οι «καλές» διδακτικές πρακτικές σε προγράμματα εκπαίδευσης από απόσταση, είναι σε γενικές γραμμές ίδιες με τις «καλές» παραδοσιακές πρακτικές εκπαίδευσης, ενώ και οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν μια «καλή» εκπαίδευση, ενδέχεται να είναι ίδιοι, ακόμα κι αν πρόκειται για διαφορετικά περιβάλλοντα και ανθρώπους (Wilkes and Burnham, 1991).

Επειδή η εκπαίδευση από απόσταση και οι τεχνολογίες που αυτή χρησιμοποιεί απαιτούν εκτεταμένο σχεδιασμό και προετοιμασία, οι διδάσκοντες σε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης από απόσταση θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τα παρακάτω, με σκοπό την βελτίωση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος (Schlosser and Anderson, 1994) :

- Ο εκ των προτέρων εκτεταμένος σχεδιασμός και η σχετική αξιολόγηση είναι απαραίτητα. Οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να αυτοσχεδιάζουν σε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης από απόσταση. Οι μαθητές τέτοιων προγραμμάτων εκτιμούν περισσότερο τους εκπαιδευτικούς εκείνους οι οποίοι είναι καλύτερα προετοιμασμένοι και οργανωμένοι (Egan et al, 1991).
- Οι μαθητές κερδίζουν πολύ περισσότερο από ένα καλά σχεδιασμένο πρόγραμμα σπουδών και την αποτελεσματική υλοποίησή του. (Egan et al, 1991). Κρατώντας δομημένες σημειώσεις με τη χρήση εργαλείων όπως οι αλληλεπιδραστικοί οδηγοί μελέτης (interactive study guides) και τη χρήση οπτικών και γραφικών μέσων ως μέρους της ύλης ενός μαθήματος και του τρόπου με τον οποίο γίνεται η υλοποίησή της, συμβάλλουν τα μέγιστα στην κατανόηση του μαθήματος από τους μαθητές.
- Οι εκπαιδευτές πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι στη χρήση του εξοπλισμού και των τεχνικών που έχουν αποδειχτεί αποτελεσματικές σε ένα περιβάλλον εκπαίδευσης από απόσταση. Οι μαθητές αποκομίζουν περισσότερα οφέλη από τα μαθήματα όταν οι εκπαιδευτικοί είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία, είναι άνετοι στην επαφή με το φαινό, είναι σε θέση να λύσουν τυχόν απορίες αλλά έχουν και ανεπτυγμένη την αίσθηση του χιούμορ (Egan et al, 1991).

2.11 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΤΥΧΟΥΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Σύμφωνα με τους Bernt and Bugbee (1993), οι μαθητές από απόσταση κουβαλάνε μαζί τους στη μαθησιακή εμπειρία βασικά χαρακτηριστικά, τα οποία επηρεάζουν την επιτυχία τους στα μαθήματα. Άλλα χαρακτηριστικά των μαθητών από απόσταση σύμφωνα με την ίδια έρευνα, είναι :

- Έχουν προηγούμενη επαγγελματική εμπειρία
- Επιζητούν εθελούσια περαιτέρω εκπαίδευση
- Έχουν απώτερα κίνητρα (π.χ. να επιτύχουν κάτι καλύτερο στη ζωή τους) αλλά και την απαιτούμενη πειθαρχία
- Είναι στην πλειοψηφία τους άτομα μεγαλύτερης ηλικίας
- Έχουν στόχους μετα-δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (post-secondary education) με βλέψεις για υψηλότερους βαθμούς (Schlosser and Anderson, 1994)

Παρόμοιοι παράγοντες καθορίζουν την επιτυχή μάθηση, είτε αφορά μαθητές παραδοσιακής εκπαίδευσης ή εκπαίδευσης από απόσταση. Μεταξύ αυτών των παραγόντων, είναι :

- Η επίδειξη μιας πιο σοβαρής στάσης απέναντι στα μαθήματα και την εκπαιδευτική διαδικασία εν γένει
- Η προθυμία να απευθυνθούν στους διδάσκοντες για περαιτέρω βοήθεια και καθοδήγηση
- Προηγούμενη επιτυχής ολοκλήρωση ενός άλλου ακαδημαϊκού κύκλου σπουδών (Bernt and Bugbee, 1993)
- Απασχόληση σε έναν τομέα όπου οι εργασιακές προαγωγές μπορούν να επιτευχθούν άμεσα μέσω μιας ακαδημαϊκής αναβάθμισης σε ένα περιβάλλον εκπαίδευσης από απόσταση (Ross and Powell, 1990)

2.12 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ / ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης από απόσταση, είναι τις περισσότερες φορές κάτι παραπάνω από επιβεβλημένη – με εξαίρεση τα προγράμματα mobile learning (m-learning) – και έχει αρκετά πλεονεκτήματα. Τα κυριότερα από αυτά είναι :

- Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές μπορούν να διευκολύνουν τη διαδικασία της μάθησης με προσωπικούς ρυθμούς (self-paced learning). Για παράδειγμα, σε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης υποβοηθούμενης από υπολογιστή (Computer-assisted instruction – CAI), οι υπολογιστές μπορούν να εξατομικεύσουν τη μάθηση, παρέχοντας παράλληλα άμεση ενίσχυση και τροφοδότηση.
- Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές είναι ένα πολυμεσικό (multimedia) εργαλείο. Με ενσωματωμένες τις δυνατότητες γραφικών, εκτύπωσης, ήχου και βίντεο, οι υπολογιστές μπορούν να συνδέσουν αποτελεσματικά διαφορετικές μεταξύ τους τεχνολογίες. Αλληλεπιδραστικές τεχνολογίες βίντεο και CD-ROM μπορούν να ενσωματωθούν σε εκπαιδευτικές μονάδες βασισμένες στον υπολογιστή, μαθήματα και μαθησιακά περιβάλλοντα.
- Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές είναι αλληλεπιδραστικοί. Τα συστήματα των μικροϋπολογιστών που ενσωματώνουν διάφορα πακέτα λογισμικού είναι εξαιρετικά ευέλικτα και μεγιστοποιούν τον έλεγχο που έχει ο σπουδαστής.
- Η τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς. Καινοτομίες παρουσιάζονται συνεχώς, ενώ το σχετικό κόστος ακολουθεί φθίνουσα πορεία. Με την κατανόηση των παρόντων αναγκών και των μελλοντικών τεχνολογικών απαιτήσεων, ο εκπαιδευτής που λαμβάνει σοβαρά υπόψη του το κόστος, μπορεί να κινηθεί με άνεση στην – χαρακτηριζόμενη από μεγάλη ρευστότητα – αγορά λογισμικού (software) και υλικού (hardware) των ηλεκτρονικών υπολογιστών.
- Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές αυξάνουν τις δυνατότητες πρόσβασης. Τοπικά, περιφερειακά και εθνικά δίκτυα, συνδέουν πόρους και άτομα, οπουδήποτε και αν βρίσκονται. Πράγματι, πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα παρέχουν πλήρη προγράμματα προπτυχιακών και μεταπτυχιακών σπουδών, βασισμένα εξ ολοκλήρου σε πόρους βασισμένους στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Πέρα όμως από τα αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα που παρέχει η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, υπάρχουν και κάποια σοβαρά μειονεκτήματα, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν οπωσδήποτε υπόψη, από τη φάση του σχεδιασμού ενός τέτοιου προγράμματος :

- Τα δίκτυα των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχουν ένα αρκετά μεγάλο κόστος για να αναπτυχθούν. Παρά το γεγονός ότι η αγορά μεμονωμένων συστημάτων είναι εξαιρετικά φθηνή και η αγορά υλικού και λογισμικού είναι αρκετά ανταγωνιστική, η ανάπτυξη

εκπαιδευτικών δικτύων και η αγορά του σχετικού λογισμικού απαιτεί μια αρκετά μεγάλη δαπάνη.

- Η τεχνολογία αλλάζει με ραγδαίους ρυθμούς. Η τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών εξελίσσεται τόσο γρήγορα, ώστε ο εκπαιδευτής από απόσταση είναι αναγκασμένος να αλλάζει συνεχώς τον εξοπλισμό του – όταν αυτός πάψει να είναι στην κορυφή της τεχνολογίας – ώστε να συμβαδίζει με τις τεχνολογικές εξελίξεις.
- Ο «αναλφαριθμητισμός» όσον αφορά τους υπολογιστές κυριαρχεί σε ένα μεγάλο κομμάτι της κοινωνίας. Παρά το γεγονός ότι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο από τη δεκαετία του '60, υπάρχουν πολλοί που δεν έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ή υπολογιστικά δίκτυα.
- Οι σπουδαστές θα πρέπει να είναι αρκετά εξοικειωμένοι με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, προκειμένου να μπορέσουν να λειτουργήσουν επιτυχώς σε ένα περιβάλλον μάθησης από απόσταση βασισμένο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

2.13 ΟΦΕΛΗ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΚΟΣΤΟΥΣ

Όταν σχεδιάζεται ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης από απόσταση, ένας από τους πρώτους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη, είναι το κόστος του συστήματος. Αρκετοί επί μέρους παράγοντες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο συνολικό κόστος (Threlkeld and Brzoska, 1994). Αυτοί είναι :

- **Η τεχνολογία.** Το υλικό (π.χ. υπολογιστές, κάμερες, συσκευές αναπαραγωγής βίντεο) και το λογισμικό (π.χ. προγράμματα υπολογιστών)
- **Η αναμετάδοση.** Τα τρέχοντα έξοδα για την μίσθωση πρόσβασης σε αναμεταδότες (π.χ. T1, δορυφόροι, μισθωμένες γραμμές)
- **Η συντήρηση.** Οι επιδιορθώσεις και οι αναβαθμίσεις του εξοπλισμού
- **Τα έργα υποδομής.** Τα θεμελιώδη δίκτυα και οι υποδομές των τηλεπικοινωνιών που βρίσκονται στα πανεπιστημιακά παραρτήματα που αποστέλλουν και λαμβάνουν δεδομένα
- **Η παραγωγή.** Είναι απαραίτητη η ύπαρξη τεχνικής υποστήριξης και υποστήριξης προσωπικού για την ανάπτυξη και προσαρμογή των εκπαιδευτικών υλικών
- **Υποστήριξη.** Διάφορα έξοδα χρειάζονται για να εξασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των εξόδων διαχείρισης, συντήρησης των εγκαταστάσεων, λειτουργικών δαπανών, κ.ά.

- **Προσωπικό.** Για τη στελέχωση όλων των λειτουργιών που έχουν αναφερθεί προηγουμένως

Μπορεί το κόστος παροχής μαθημάτων από απόσταση να είναι υψηλό, αλλά εξίσου υψηλό είναι και το κόστος παροχής παραδοσιακών μαθημάτων.

Ενδιαφέρον έχει μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε για λογαριασμό του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου – ΕΑΠ (Γεωργιάδη et al., 2003), στην οποία συγκρίθηκαν τα κόστη λειτουργίας των παραδοσιακών ΑΕΙ που λειτουργούν στην Ελλάδα, με το κόστος λειτουργίας του ΕΑΠ. Ακολουθούν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή την έρευνα :

- Το κόστος των εξ αποστάσεως σπουδών, που στην Ελλάδα παρέχονται από το ΕΑΠ, δεν ξεπερνά το 50% του αντίστοιχου κόστους σπουδών στα παραδοσιακά ΑΕΙ της χώρας.
- Το μεγαλύτερο μέρος του κόστους των εξ αποστάσεως σπουδών στην Ελλάδα αντιστοιχεί στο μεταβλητό κόστος, το οποίο είναι πέντε περίπου φορές μεγαλύτερο από το αντίστοιχο σταθερό. Αυτό δείχνει ότι το σύστημα των εξ αποστάσεως σπουδών στην Ελλάδα μπορεί να είναι βιώσιμο ακόμη και με μικρούς αριθμούς φοιτητών. Να σημειωθεί εδώ ότι στο μεταβλητό κόστος συμπεριλαμβάνονται έξοδα που αφορούν μισθώματα αιθουσών εξετάσεων και Ομαδικών Συμβουλευτικών Συναντήσεων – ΟΣΣ, ταχυδρομικά τέλη για αλληλογραφία και αποστολή εκπαιδευτικού υλικού στους φοιτητές, αναπαραγωγή & προμήθεια εκπαιδευτικού υλικού, τηλεφωνική και διαδικτυακή επικοινωνία, αποζημίωση Συνεργαζόμενου Εκπαιδευτικού Προσωπικού – ΣΕΠ και μισθοδοσία συμβασιούχων και αποσπασμένων διοικητικών υπαλλήλων, ενώ στο σταθερό κόστος περιλαμβάνονται έξοδα που αφορούν μισθώματα και λειτουργικά έξοδα κτιρίων, προμήθεια πάγιου εξοπλισμού, προμήθεια αναλώσιμου υλικού, δαπάνες συντήρησης & επισκευής, κόστος ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού, δαπάνες δημοσιότητας και διάφορες αποζημιώσεις, μισθοδοσία μελών ΔΕΠ και μισθοδοσία μονίμων διοικητικών υπαλλήλων.
- Το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού κόστους (περίπου 60%) των εξ αποστάσεως σπουδών στην Ελλάδα καλύπτεται από τους ίδιους τους φοιτητές που επιλέγουν αυτό το είδος σπουδών.
- Η οικονομική επιβάρυνση των φοιτητών που σπουδάζουν εξ αποστάσεως είναι συνολικά μικρότερη από εκείνη των φοιτητών των παραδοσιακών ΑΕΙ.

- Η κρατική δαπάνη για κάθε φοιτητή που παρακολουθεί μαθήματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, είναι ανά ακαδημαϊκό έτος πέντε φορές περίπου μικρότερη από την αντίστοιχη δαπάνη για κάθε φοιτητή που παρακολουθεί μαθήματα παραδοσιακής εκπαίδευσης.

Όσον αφορά τα οφέλη από ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης από απόσταση, σύμφωνα με τον Ludlow (1994) συνοψίζονται στα εξής :

- Η εκπαίδευση γίνεται προσιτή σε σπουδαστές που βρίσκονται σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές.
- Οι σπουδαστές είναι σε θέση να ολοκληρώσουν το πρόγραμμα σπουδών τους χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος απώλειας διδάκτρων λόγω μετακόμισης.
- Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με διδάσκοντες, των οποίων η αρτιότητα γνώσεων είναι αδιαμφισβήτητη και ανήκουν στις πλέον περιζήτητες ειδικότητες.

Ίσως το ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί από τους εκπαιδευτικούς οργανισμούς, είναι εάν ως μέρος των καθηκόντων τους, οι εκπαιδευτές οφείλουν να παρέχουν προγράμματα εκπαίδευσης από απόσταση σε άτομα τα οποία είναι απρόσιτα χωρίς αυτού του είδους τα προγράμματα. Το κυριότερο όφελος για τα εκπαιδευτικά ιδρύματα που παρέχουν τέτοια προγράμματα, είναι ο αυξανόμενος αριθμός μη-παραδοσιακών σπουδαστών που είναι σε θέση να προσελκύσουν και να εξυπηρετήσουν. Σχετική έρευνα καταδεικνύει ότι όσο αυτά τα προγράμματα γίνονται περισσότερο αποτελεσματικά , τόσο το κόστος τους μειώνεται (Ludlow, 1994).

2.14 ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ENANTION ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Σύμφωνα με τον Whittington (1987), η μορφή της εκπαίδευσης αυτή καθαυτή (π.χ. αλληλεπιδραστικό βίντεο, απλή βιντεοκασέτα, εκπαιδευτής με φυσική παρουσία, κ.ά.) έχει πολύ μικρή επίδραση στα μαθητικά επιτεύγματα, εφόσον η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την εκπαιδευτική διαδικασία είναι σε αντιστοιχία με το περιεχόμενο και όλοι οι συμμετέχοντες έχουν πρόσβαση στην ίδια τεχνολογία. Άλλα συμπεράσματα από την ίδια έρευνα περιλαμβάνουν :

- Οι βαθμολογίες σε διάφορα διαγωνίσματα ενός μαθήματος, τείνουν να είναι υψηλότερες για τους σπουδαστές ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση σε σύγκριση με

τους σπουδαστές ενός παραδοσιακού προγράμματος εκπαίδευσης (Souder, 1993), αν και δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στη θετική αντιμετώπιση της ύλης ενός μαθήματος μεταξύ παραδοσιακής και εκπαίδευσης από απόσταση (Martin and Rainey, 1993).

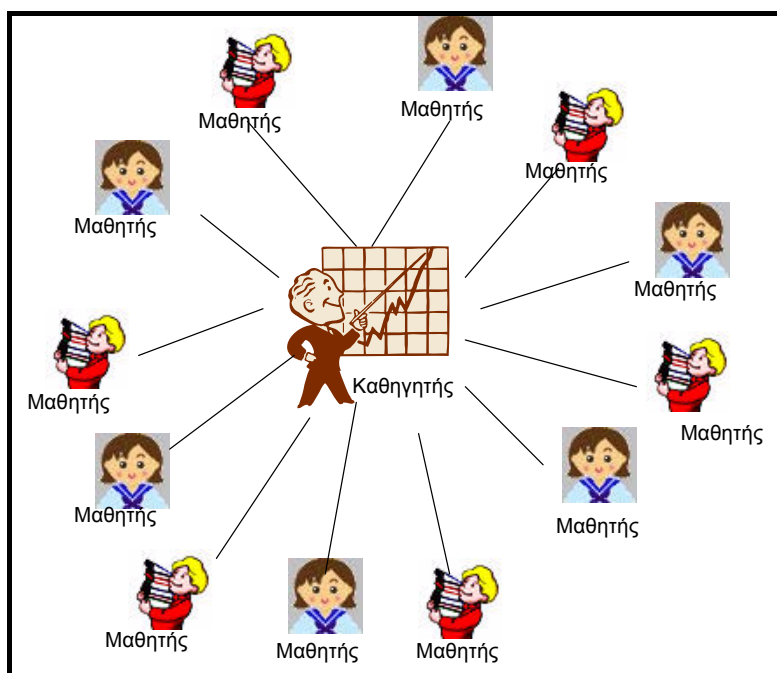
- Η παραδοσιακή εκπαιδευτική διαδικασία θεωρείται ότι είναι περισσότερο οργανωμένη και παρουσιάζεται καλύτερα από την εκπαίδευση από απόσταση (Egan, et al., 1991).
- Η συστηματοποίηση και τα αντανakλαστικά που χρειάζονται για να διδάξει κάποιος αποτελεσματικά από απόσταση, συχνά βελτιώνει την ικανότητα για παραδοσιακή διδασκαλία.
- Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στον κρίσιμο παράγοντα που προσδιορίζει τις επιδόσεις ενός σπουδαστή : τη σχεδίαση της εκπαιδευτικής διαδικασίας αυτής καθαυτής (Whittington, 1987).

2.15 ΓΕΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό στο οποίο έγινε μια εκτενής αναφορά σε διάφορα θέματα που σχετίζονται με την έννοια της εκπαίδευσης από απόσταση, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μια γενικότερη αξιολόγησή της, δηλ. να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της, καθώς και οι ευκαιρίες και οι κίνδυνοι που παρουσιάζονται.

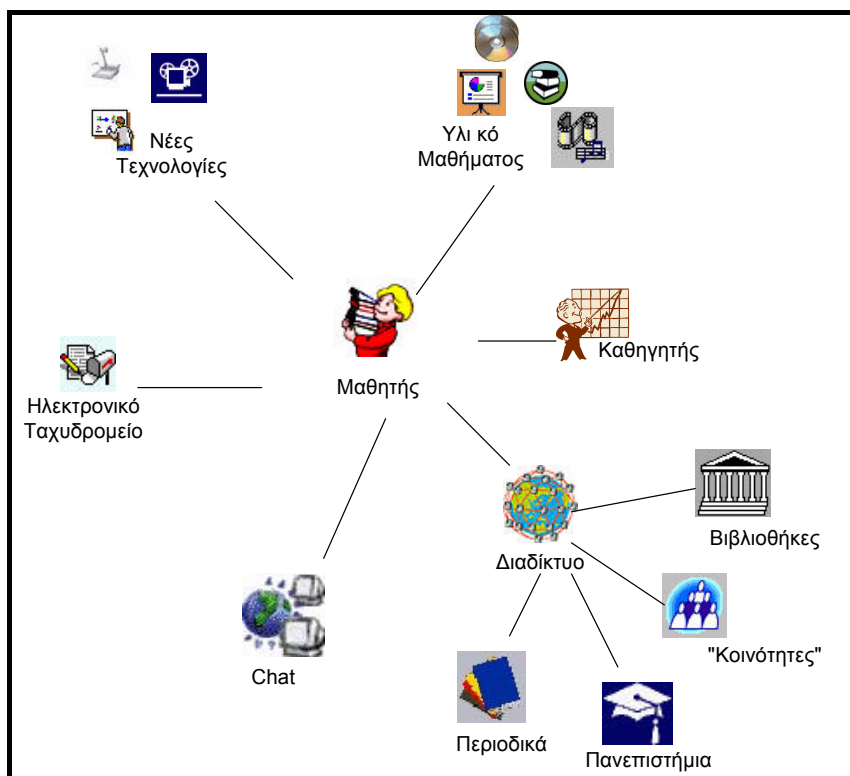
2.15.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η εκπαίδευση από απόσταση έφερε επανάσταση στο χώρο της εκπαίδευσης. Μέχρι τώρα, η κλασσική μορφή εκπαίδευσης ήταν «δασκαλοκεντρική» (βλ. σχήμα 2.1), επικεντρωνότανε δηλαδή στις ανάγκες του διδάσκοντα και οι εκπαιδευόμενοι ήταν υποχρεωμένοι να προσαρμοστούν σε αυτές. Αν σκεφτούμε όμως τους μαθητές σαν πελάτες θα δούμε ότι η σχέση θα έπρεπε να είναι η ανάποδη, η εκπαίδευση πρέπει να είναι «μαθητοκεντρική» (βλ. σχήμα 2.2). Η εκπαίδευση από απόσταση φέρνει το μαθητή στο κέντρο.



Σχήμα 2.1 : «Δασκαλοκεντρική» μορφή εκπαίδευσης (Μπαλαούρας, 2002)

Μέσω του διαδικτύου μπορεί να έχει πρόσβαση σε πλούσιο πληροφοριακό υλικό (διεθνή πανεπιστήμια, βιβλιοθήκες, κ.ά.). Ο εκπαιδευόμενος μπορεί να προσαρμόσει τα μαθήματά του και να δημιουργήσει ένα πρόγραμμα που να καλύπτει τις ανάγκες του. Έτσι είναι εφικτή πλέον η δια βίου κατάρτιση αφού το μάθημα μπορεί να διαμορφωθεί σύμφωνα με τις προτιμήσεις και το χρόνο του μαθητή.



Σχήμα 2.2 : «Μαθητοκεντρική» μορφή εκπαίδευσης (Μπαλαούρας, 2002)

Χάρη στην εκπαίδευση από απόσταση δίνεται η δυνατότητα στο μαθητή να παρακολουθεί το μάθημα από παντού και όποτε θέλει. Το εκπαιδευτικό υλικό είναι πάντα και από παντού προσβάσιμο.

Με τη βοήθεια της σύγχρονης εκπαίδευση από απόσταση κερδίζεται πολύτιμος χρόνος και μειώνεται το κόστος από άσκοπες μετακινήσεις. Δίνεται η δυνατότητα σε περισσότερους να παρακολουθήσουν, εύκολα και χωρίς κόστος, διαλέξεις ειδικών και να υπάρχουν συνεργασίες μεταξύ πανεπιστημίων.

Ο εκπαιδευτής έχει τη δυνατότητα να εμπλουτίσει το μαθησιακό υλικό, να χρησιμοποιήσει καινούριες τεχνολογίες (πολυμέσα, κ.ά.) που κάνουν το μάθημα πιο ενδιαφέρον και προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες. Οι έχοντες διδακτική εμπειρία μπορούν να επιβεβαιώσουν ότι οι μαθητές κατανοούν και αφομοιώνουν πολύ πιο εύκολα το μαθησιακό υλικό όταν αυτό τους δίνεται με παραστατικό τρόπο, κάτι το οποίο με τη χρήση των υπολογιστών και των προσφερόμενων τεχνολογιών είναι πλέον εφικτό για όλα τα μαθήματα.

Το υλικό που παράγεται μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και έτσι δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτή να ασχολείται μόνο με την ενημέρωση και τον εμπλουτισμό του υλικού και όχι με την εκ νέου δημιουργία του κάθε φορά που διδάσκεται το μάθημα.

Επίσης από τη στιγμή που το μαθησιακό υλικό είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο δίνεται η δυνατότητα να δημιουργηθεί μία κοινή βάση για πολλά θέματα και μία ενιαία πηγή πληροφόρησης. Το υλικό αυτό θα είναι μία προσφορά στην κοινότητα του διαδικτύου.

Είναι πιο εύκολη η παρακολούθηση της προόδου των μαθητών από τον καθηγητή και σωστότερη η αξιολόγησή τους. Επίσης είναι πιο αντικειμενική η αξιολόγηση των καθηγητών και των μαθημάτων που προσφέρονται όπως επίσης και η πιστοποίηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων από τη στιγμή που το υλικό είναι προσβάσιμο από όλους.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της εκπαίδευση από απόσταση είναι η ουσιαστικά «άπειρη» δυνατότητα επέκτασης. Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των συμμετεχόντων. Στην σύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση βέβαια υπάρχει φυσικός περιορισμός από το εύρος ζώνης του δικτύου που χρησιμοποιείται αλλά επειδή η σύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση πραγματοποιείται συνήθως από ειδικά διαμορφωμένες αίθουσες, τόσο για τον καθηγητή όσο και για το μαθητή και άρα πρακτικά μπορεί μεγάλος αριθμός φοιτητών να παρακολουθήσει το μάθημα.

Τέλος, μέσα από την εκπαίδευση από απόσταση δίνεται σε άτομα πιο συνεσταλμένα η δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά. Κυρίως στην ασύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση

που η επικοινωνία είναι ως επί το πλείστον ασύγχρονη δίνεται η δυνατότητα σε όλους τους μαθητές να πάρουν μέρος και να συνεισφέρουν στις συζητήσεις που αφορούν το μάθημα.

2.15.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Με την εκπαίδευση από απόσταση μειώνεται αισθητά η προσωπική επικοινωνία και επαφή μεταξύ του μαθητή και του διδάσκοντα. Ακόμα και στη σύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση η οθόνη είναι πολύ δύσκολο να αντικαταστήσει την φυσική παρουσία του καθηγητή στην αίθουσα.

Στην ασύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση το πρόβλημα αυτό είναι μεγαλύτερο καθώς η μόνη επικοινωνία γίνεται μέσω γραπτών μηνυμάτων και μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Η έλλειψη εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία δημιουργεί μία αμηχανία και κάνει τις σχέσεις πιο «τυπικές».

Οι υποχρεώσεις του εκπαιδευτή αυξάνονται πολύ. Ο καθηγητής υποχρεώνεται εκτός από το χρόνο του μαθήματος να αφιερώνει και άλλο χρόνο για τη σωστότερη προετοιμασία του μαθήματος, για τη δημιουργία και συντήρηση του ψηφιακού υλικού καθώς και για την ασύγχρονη επικοινωνία με τους μαθητές (συμμετοχή σε βήματα συζητήσεων, απαντήσεις σε ηλεκτρονικά μηνύματα, κ.ά.).

Είναι επίσης απαραίτητη η εξοικείωση τόσο του καθηγητή όσο και των μαθητών με τις νέες τεχνολογίες και επειδή αυτό δεν είναι πάντα εφικτό δημιουργείται η ανάγκη για την ύπαρξη ενός τεχνικού/διαχειριστή που να επιλύει διάφορα προβλήματα και να φροντίζει για την ομαλή διεξαγωγή του μαθήματος.

Εκτός από την απαραίτητη ύπαρξη τεχνικού, το κόστος τόσο για την προμήθεια του εξοπλισμού όσο και για την συντήρηση του είναι αρκετά υψηλό.

Τέλος, για την καλύτερη διεξαγωγή του μαθήματος χρειάζεται πρόσβαση σε δίκτυο υψηλού εύρους ζώνης, το κόστος του οποίου είναι και αυτό αρκετά υψηλό.

2.15.3 ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

Η εκπαίδευση από απόσταση ανοίγει νέους δρόμους και δημιουργεί καινούριες ευκαιρίες οι οποίες αν εκμεταλλευτούν σωστά μπορούν αν βοηθήσουν τόσο τους μαθητές όσο και τους καθηγητές και τα ιδρύματα.

Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός και γενικότερα οι υποδομές για εκπαίδευση από απόσταση που αναπτύσσονται αυτή τη στιγμή στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση μπορούν να

χρησιμοποιηθούν τόσο για να εμπλουτίσουν και να βοηθήσουν την υπάρχουσα εκπαιδευτική διαδικασία όσο και για να ικανοποιήσουν ανάγκες Συνεχιζόμενης Εκπαίδευσης και να αποτελέσουν μία πηγή εσόδων για τα ελληνικά πανεπιστήμια.

Είναι προφανείς οι ευκαιρίες που προσφέρονται στο Ανοικτό Πανεπιστήμιο με τη χρήση της εκπαίδευσης από απόσταση. Η δημιουργία μαθημάτων σε ολοκληρωμένα συστήματα ασύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση προσφέρει ένα πλήρες περιβάλλον που προσφέρει εύκολη αξιολόγηση και βαθμολόγηση και έναν άμεσο τρόπο επικοινωνίας.

Επίσης, η αποθήκευση του μαθησιακού υλικού σε ψηφιακή μορφή και η πρόσβαση σε αυτά μέσω του δικτύου θα αναδείξουν τον πλούτο γνώσης που υπάρχει συσσωρευμένος στα ιδρύματα. Θα αναβαθμιστεί η εικόνα των ιδρυμάτων της χώρας μας και θα γίνει εμφανής και στον υπόλοιπο κόσμο η καλή δουλειά που γίνεται στα πανεπιστήμια.

Δίνεται η δυνατότητα, μια και το υλικό των μαθημάτων θα είναι προσβάσιμο από το δίκτυο, στο υπουργείο να κάνει σωστότερη, πιο αντικειμενική και πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και του εκπαιδευτικού έργου. Από τη στιγμή που το υλικό όλων των πανεπιστημίων θα είναι προσβάσιμο από όλους θα υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης και θα δημιουργηθεί ένας υγιής «ανταγωνισμός» μεταξύ των ιδρυμάτων για προσφορά υψηλότερου επιπέδου εκπαίδευσης στους φοιτητές τους.

Επίσης με τη βοήθεια της εκπαίδευσης από απόσταση θα γίνει εφικτή η άμεση στελέχωση καινούριων πανεπιστημίων ή καινούριων τμημάτων από καθηγητές άλλων πανεπιστημίων καθώς και η άμεση αντικατάσταση καθηγητών σε περιπτώσεις ανάγκης. Η μεγάλη επεκτασιμότητα των μαθημάτων που γίνονται με εκπαίδευση από απόσταση καθιστά αυτή τη διαδικασία πολύ απλή για ιδρύματα με υποδομές τόσο σύγχρονης όσο και ασύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση.

Η σύγχρονη εκπαίδευση από απόσταση δίνει επίσης τη δυνατότητα σε όλους να παρακολουθούν ομιλίες και μαθήματα τα οποία πραγματοποιούνται από ειδικούς και μέχρι τώρα περιορίζονται μόνο στα ιδρύματα τους.

Λύσεις μπορεί να προσφέρει η εκπαίδευση από απόσταση και σε απομακρυσμένα πανεπιστήμια (π.χ. Πανεπιστήμιο Αιγαίου) που έχουν σχολές σε διαφορετικά μέρη και οι συνεχείς μετακινήσεις είναι απαραίτητες.

Δίνονται επίσης δυνατότητες για διαπανεπιστημιακές συνεργασίες τόσο μεταξύ ελληνικών πανεπιστημίων όσο και με άλλα πανεπιστήμια της Ευρώπης και της Αμερικής. Ο φοιτητής έχει λοιπόν την ευκαιρία να έρθει σε επαφή με άλλους καθηγητές, με άλλες εκπαιδευτικές φιλοσοφίες και να αποκτήσει περισσότερες εμπειρίες.

2.15.4 ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Όπως κάθε τεχνολογικό επίτευγμα του ανθρώπου έτσι και η εκπαίδευση από απόσταση εκτός από τις απεριόριστες δυνατότητες που προσφέρει κρύβει και κινδύνους.

Η ευρεία χρήση των δυνατοτήτων που προσφέρονται μπορεί να οδηγήσει σε άδειασμα των πανεπιστημιακών αιθουσών και την αποξένωση των συμμετεχόντων στην εκπαιδευτική διαδικασία (σπουδαστών και διδασκόντων).

Η εμπειρία δείχνει ότι όταν γίνεται αλόγιστη χρήση της εκπαίδευσης από απόσταση (όταν δηλαδή χρησιμοποιούνται τέτοιου είδους τεχνολογίες χωρίς να υπάρχει ανάγκη και χωρίς να προσφέρουν ουσιαστικά στην ποιότητα του μαθήματος) οδηγεί στην απώλεια του ενδιαφέροντος και της προσοχής από τους εκπαιδευόμενους.

Νομικά προβλήματα που αφορούν τα πνευματικά δικαιώματα του εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο θα είναι ελεύθερα προσβάσιμο και άρα «αντιγράφσιμο». Αναφέρεται το παράδειγμα του Massachusetts Institute of Technology – M.I.T., το οποίο έχει ήδη ανακοινώσει ότι θα δώσει ελεύθερη πρόσβαση στο εκπαιδευτικό του υλικό, μέσα στην τρέχουσα δεκαετία, χωρίς βέβαια να παρέχει πιστοποιητικά εκπαίδευσης με αυτό τον τρόπο. Αυτή η εξέλιξη, ανεξάρτητα από τον χρόνο και τον τρόπο υλοποίησής της, δείχνει ότι η κατεύθυνση είναι προς την απελευθέρωση της πρόσβασης στη γνώση, και ότι οι περιορισμοί με βάση παραδοσιακές πρακτικές δεν θα μπορέσουν τελικά να επιβιώσουν μακροχρόνια.

Ο υπερβολικός αριθμός από ειδικούς σε μερικά γνωστικά αντικείμενα, μπορεί να χρειαστεί να μειωθεί, με αποτέλεσμα να υπάρχουν προβλήματα μεταξύ των που θα βλάψουν την εικόνα της εκπαιδευτικής κοινότητας.

Τα ελλείμματα που υπάρχουν στο θεσμικό πλαίσιο των ΑΕΙ / ΤΕΙ, που αφορούν κυρίως την «επιχειρηματική» δραστηριότητα των Ιδρυμάτων με σκοπό την ανεύρεση πόρων για τη συντήρησή τους, μπορεί να αποτελέσει ανυπέρβλητο εμπόδιο στην διάδοση της εκπαίδευσης από απόσταση καθώς επίσης και το θεσμικό πλαίσιο που αφορά τη γλώσσα στην οποία πρέπει να διδάσκονται τα μαθήματα μπορεί να κάνει απαγορευτικές τις συνεργασίες με ξένα πανεπιστήμια και να περιορίσει την χρήση της εκπαίδευσης από απόσταση στον ελληνικό χώρο.

Η χρήση νέων τεχνολογιών μπορεί να αποτρέψει τόσο τους διδάσκοντες όσο και τους διδασκόμενους από τη χρήση της εκπαίδευσης από απόσταση. Οι καθηγητές, σε μία μεγάλη πλειοψηφία τους, δεν έχουν μεγάλη εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες και η χρησιμοποίησή τους από ένα περιβάλλον πολύπλοκο μπορεί να τους φοβίσει και να τους αποτρέψει.

Η έλλειψη κινήτρων (όχι μόνο οικονομικών) για τους διδάσκοντες στην φάση εκκίνησης της διαδικασίας ανάπτυξης της εκπαίδευσης από απόσταση, μπορεί να επιφέρει δυσκολίες, αφού οι διδάσκοντες είναι αυτοί που θα πρέπει να επωμιστούν το μεγαλύτερο μέρος της υλοποίησης της ανάπτυξης αυτής.

Επιπλέον υπάρχει ο κίνδυνος της εγκατάλειψης των υπαρχόντων υποδομών λόγω έλλειψης οικονομικών πόρων. Οι υποδομές εκπαίδευσης από απόσταση που δημιουργούνται χρειάζονται συντήρηση και τεχνική υποστήριξη για να είναι λειτουργικές και όχι απλά υποδομές που υπάρχουν στα «χαρτιά».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά από έρευνα στο διαδίκτυο, διαπιστώθηκε ότι στις περισσότερες προσπάθειες για την αξιολόγηση των μαθητικών επιδόσεων στις διάφορες πλατφόρμες που έχουν αναπτυχθεί για εκπαίδευση από απόσταση, οι ερωτήσεις των σχετικών διαγωνισμάτων συμμετέχουν με το ίδιο βάρος στον τελικό βαθμό. Δηλαδή, αν μια ερώτηση απαντηθεί σωστά, το σκορ από αυτή την ερώτηση είναι 1, αλλιώς 0. Υπάρχουν βέβαια και άλλες προσπάθειες, στις οποίες κάθε ερώτηση έχει το δικό της βάρος στον τελικό βαθμό, το οποίο όμως καθορίζεται σχεδόν αυθαίρετα από τον διδάσκοντα κάθε φορά που ετοιμάζει ένα διαγώνισμα, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι παράγοντες που συμβάλλουν στη δυσκολία μιας ερώτησης.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε, βασίζεται στη λογική ότι κάθε ερώτηση δε συμμετέχει στην τελική βαθμολογία του διαγωνίσματος με την ίδια βαρύτητα (μια και κάποιες ερωτήσεις είναι σίγουρα πιο δύσκολες από κάποιες άλλες), αλλά με μια βαρύτητα που καθορίζεται από ένα σύνολο κριτηρίων. Τα κριτήρια αυτά καθορίζουν το πόσο δύσκολη είναι η κάθε ερώτηση, ενώ η βαρύτητα της κάθε ερώτησης ονομάζεται βαθμός δυσκολίας.

Το σκορ που μπορεί να πάρει ο εξεταζόμενος σε κάθε ερώτηση είναι ο βαθμός δυσκολίας της κάθε ερώτησης, εφόσον βέβαια απαντήσει σωστά στην ερώτηση. Ο τελικός βαθμός είναι το άθροισμα των επιμέρους βαθμών δυσκολίας των ερωτήσεων που απαρτίζουν το διαγώνισμα.

Θα πρέπει να διευκρινιστεί σε αυτό εδώ το σημείο, ότι οι ερωτήσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο εν λόγω σύστημα, είναι ερωτήσεις κλειστού τύπου, δηλαδή ερωτήσεις οι οποίες προσφέρουν έναν αριθμό εναλλακτικών απαντήσεων από τις οποίες μπορεί να επιλέξει ο εξεταζόμενος. Γίνεται δε χρήση αυτού του τύπου ερωτήσεων, επειδή οι τεχνικές για ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δεν έχουν φτάσει σε επίπεδο τέτοιο που να μπορεί να γίνει αξιολόγηση της απάντησης.

Η πρωτοτυπία του μοντέλου, έγκειται στο γεγονός ότι μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν προσπάθειες που να προσπαθούν να υπολογίσουν το βαθμό δυσκολίας μιας ερώτησης, ενώ και η δημιουργία των διαγωνισμάτων – ως επί το πλείστον αυτοματοποιημένα – από μια βάση δεδομένων που περιέχει ερωτήσεις.

Στις επόμενες παραγράφους, θα δοθούν καταρχήν κάποιες λεπτομέρειες γύρω από τη φιλοσοφία της μεθοδολογίας, θα παρουσιαστούν τα κριτήρια που λήφθηκαν υπόψη για τον υπολογισμό του βαθμού δυσκολίας, θα γίνει μια αναφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο της μεθόδου *UTA**, θα δοθούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της, καθώς κι ένα αριθμητικό παράδειγμα για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο υπολογίζεται ο βαθμός δυσκολίας.

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Στο πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας, καθορίζονται καταρχήν τα κριτήρια εκείνα τα οποία αποτελούν παράγοντες που επιδρούν στο βαθμό δυσκολίας μιας ερώτησης.

Στη συνέχεια, δημιουργείται ένα υποθετικό σύνολο τριάντα ερωτήσεων (σύνολο αναφοράς), στο οποίο ο αποφασίζων κατατάσσει τις ερωτήσεις από τη δυσκολότερη στην ευκολότερη. Αυτό γίνεται για να καταστεί εφικτή η εφαρμογή της μεθόδου *UTA**.

Με την εφαρμογή της μεθόδου *UTA**, προκύπτουν βάρη και συναρτήσεις αξιών για κάθε κριτήριο. Έτσι, σε οποιαδήποτε ερώτηση που χρησιμοποιούνται τα θεσπισμένα κριτήρια για να την περιγράψουν, μπορεί να υπολογιστεί ο βαθμός δυσκολίας της. Επομένως, για κάθε μάθημα, μπορεί να δημιουργηθεί μια βάση ερωτήσεων, οι οποίες θα περιέχει τις ερωτήσεις με τα χαρακτηριστικά τους και το βαθμό δυσκολίας τους.

Στο δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας (βλ. Κεφάλαια 4 και 5), αναπτύχθηκε ένα μοντέλο πολυκριτηρίου μικτού ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του αποφασίζοντα, ούτως ώστε να κατασκευαστεί το διαγώνισμα για την αξιολόγηση των επιδόσεων.

Οι περιορισμοί του μοντέλου, ήταν οι στόχοι που έθεσε ο αποφασίζων σχετικά με τις προϋποθέσεις που θα έπρεπε να πληροί το διαγώνισμα.

Στις παραγράφους που ακολουθούν, γίνεται μια γενική αναφορά στον πολυκριτήριο γραμμικό προγραμματισμό και δίνονται λεπτομερώς οι στόχοι που έθεσε ο αποφασίζων και το πώς αυτοί μεταφράστηκαν σε περιορισμούς, σύμφωνα με τις αρχές του γραμμικού προγραμματισμού.

Να σημειωθεί εδώ, ότι για τη λύση όλων των γραμμικών προβλημάτων, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό *Lingo 8.0* της εταιρείας *Lindo Systems Inc.*

3.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι απαραίτητο να καθοριστεί ένα σύνολο κριτηρίων, η σύνθεση των οποίων οδηγεί στον υπολογισμό του βαθμού δυσκολίας κάθε πιθανής ερώτησης. Μετά από συναντήσεις και αλληπάλληλες συζητήσεις με τους κατεξοχήν αρμόδιους (τους διδάσκοντες), καθορίστηκαν οι παράγοντες εκείνοι που επιδρούν στο βαθμό δυσκολίας μιας ερώτησης.

Στη συνέχεια παρατίθενται τα κριτήρια που καθορίστηκαν και οι τιμές (από την ευκολότερη προς τη δυσκολότερη) του καθενός :

- **Ο αριθμός των εναλλακτικών απαντήσεων / επιλογών κάθε ερώτησης.** Περισσότερες εναλλακτικές ισοδυναμούν (στατιστικά) σε μικρότερες πιθανότητες επιτυχίας, σε περίπτωση βέβαια που ο εξεταζόμενος δεν γνωρίζει την απάντηση. Τιμές κριτηρίου : «Δύο», «Τρεις», «Τέσσερις», «Πέντε».
- **Ο υπολογιστικός φόρτος.** Αυτός λαμβάνεται υπόψη σε περίπτωση που το είδος της ερώτησης είναι άσκηση. Σε περίπτωση που η ερώτηση είναι θεωρητική, ο υπολογιστικός φόρτος είναι προφανώς ανύπαρκτος. Τιμές κριτηρίου : «Ανύπαρκτος», «Μικρός», «Μεγάλος», «Πολύ Μεγάλος».
- **Η ύπαρξη σημειώσεων και άλλου βοηθητικού υλικού κατά την εξέταση.** Για κάποια μαθήματα, οι διδάσκοντες θεωρούν ότι οι μαθητές μπορούν να έχουν τις σημειώσεις κατά τη διάρκεια της εξέτασης ανοιχτές, προκειμένου να βοηθηθούν με κάποιους πολύπλοκους τύπους ή με κάποια παρόμοια άσκηση. Βέβαια, αυτό βοηθάει αρκετά τον εξεταζόμενο, ο οποίος δε χρειάζεται να απομνημονεύει πολύπλοκους τύπους ή μεθοδολογίες ασκήσεων. Τιμές κριτηρίου : «Υπάρχουν», «Δεν Υπάρχουν».
- **Η διακριτότητα των μεταξύ των απαντήσεων / επιλογών.** Η κατάσταση στην οποία οι απαντήσεις είναι πολύ κοντά μεταξύ τους (σε περίπτωση αριθμητικών απαντήσεων) ή είναι αρκετά όμοιες και μια μικρή λεπτομέρεια κάνει τη διαφορά. Η μη ύπαρξη διακριτών απαντήσεων δυσκολεύει αρκετά τον εξεταζόμενο, ειδικότερα σε αριθμητικά προβλήματα όπου ζητείται ακρίβεια της λύσης. Για παράδειγμα, στην ερώτηση «Από πόσα bytes αποτελείται ένα kilobyte», στο σύνολο των απαντήσεων Α) 1023, Β) 1024, Γ) 1025 θεωρείται ότι δεν υπάρχει διακριτότητα μεταξύ των απαντήσεων, ενώ στο σύνολο απαντήσεων Α) 512, Β) 1024, Γ) 2048 υπάρχει. Τιμές κριτηρίου : «Υπάρχει», «Δεν Υπάρχει».

- **Η συνθετότητα της ερώτησης.** Η απάντηση μιας ερώτησης μπορεί να προέρχεται από μία συγκεκριμένη παράγραφο, από διαφορετικές παραγράφους του ίδιου κεφαλαίου ή και από παραγράφους διαφορετικών κεφαλαίων. Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις, εξετάζεται – εκτός των άλλων – και η κριτική ικανότητα του μαθητή στο συνδυασμό γνώσεων από διαφορετικά σημεία της ύλης. Τιμές κριτηρίου : «Αναφοράς», «Σύνθεσης (από το ίδιο κεφάλαιο)», «Σύνθεσης (από διαφορετικά κεφάλαια)».
- **Η συχνότητα εμφάνισης της ερώτησης.** Όσο πιο συχνά εμφανίζεται μια ερώτηση σε διαγωνίσματα, τόσο περισσότεροι οι εξεταζόμενοι επικεντρώνουν την προσοχή τους σε αυτή – δεδομένου ότι έχουν πρόσβαση σε παλαιότερα διαγωνίσματα. Έτσι, το να απαντηθεί η ερώτηση αυτή σωστά γίνεται πιο εύκολο. Τιμές κριτηρίου : «Πολύ Συχνά», «Συχνά», «Σπάνια», «Ποτέ».
- **Η επισημάνση της ερώτησης κατά τη διάρκεια κάποιας παράδοσης.** Οι καθηγητές κατά τη διάρκεια των παραδόσεών τους, αναφέρονται σε κάποια θέματα. Κατά τη διάρκεια της μελέτης, οι μαθητές συνηθίζουν να δίνουν έμφαση στα θέματα που έχουν επισημανθεί από τους καθηγητές τους, επομένως μια τέτοια ερώτηση θεωρείται ευκολότερη για έναν εξεταζόμενο. Τιμές κριτηρίου : «Έχει επισημανθεί», «Δεν έχει επισημανθεί».
- **Ο μέγιστος εκτιμώμενος χρόνος απάντησης.** Θεωρήθηκε ότι όσο περισσότερο χρόνο χρειάζεται μια ερώτηση για να απαντηθεί, σύμφωνα πάντα με την εκτίμηση του καθηγητή, τόσο μεγαλώνει η δυσκολία της ερώτησης αυτής. Τιμές κριτηρίου : «2 λεπτά», «5 λεπτά», «10 λεπτά», «20 λεπτά».

3.4 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ. Η ΜΕΘΟΔΟΣ *UTA**

Προκειμένου να εκτιμηθεί η βαθμός δυσκολίας μιας ερώτησης, εφαρμόζεται η μέθοδος *UTA** (Siskos and Yannakopoulos, 1985, Jacquet-Lagrèze and Siskos, 1982; 2001, Beuthe and Scannella, 2001), σε ένα σύνολο αναφοράς τριάντα υποθετικών ερωτήσεων, οι οποίες κατατάχθηκαν από την δυσκολότερη προς την ευκολότερη.

Η μέθοδος *UTA** λειτουργεί ως εξής : Έστω A το σύνολο των εναλλακτικών ενεργειών ενός πολυκριτηρίου προβλήματος και $g=(g_1, g_2, \dots, g_n)$ μια συνεπής οικογένεια κριτηρίων εκτίμησης των εναλλακτικών. Για την ανάπτυξη ενός μοντέλου το οποίο εκφράζει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα, γίνεται η σύνθεση των κριτηρίων σε μια προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας της μορφής :

$$U(g) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) \quad (3.1)$$

όπου οι συναρτήσεις χρησιμότητας $u_i(g_i)$, ονομάζονται συναρτήσεις μερικής αξίας (μερικής χρησιμότητας) και αναπαριστούν τη σημασία του κάθε κριτηρίου.

Για το κάθε κριτήριο εκτίμησης ορίζονται η περισσότερη και η λιγότερο προτιμητέα τιμή g_i^* και g_{i*} αντίστοιχα, για τις εναλλακτικές ενέργειες του συνόλου \mathcal{A} . Το κάθε διάστημα $[g_{i*}, g_i^*]$ χωρίζεται σε $a_i - 1$ ίσα διαστήματα $[g_i^j, g_i^{j+1}]$, όπου ο αριθμός a_i των υποδιαστημάτων δίνεται από τον αποφασίζοντα ο οποίος καθορίζει έτσι τον αριθμό των σημείων για τα οποία θα εκτιμηθεί η κάθε συνάρτηση μερικής αξίας (χρησιμότητας). Το κάθε σημείο g_i^j υπολογίζεται από την σχέση :

$$g_i^j = g_{i*} + \frac{j-1}{a_i-1}(g_i^* - g_{i*}) \quad (3.2)$$

Η μερική χρησιμότητα μιας εναλλακτικής ενέργειας a προσεγγίζεται επίσης με γραμμική παρεμβολή, ως εξής :

$$u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] \quad (3.3)$$

Μια βασική υπόθεση της μεθόδου είναι το γεγονός ότι οι προτιμήσεις του αποφασίζοντα πάνω στα κριτήρια εκτίμησης είναι μονότονες συναρτήσεις των τιμών των κριτηρίων (αύξουσες ή φθίνουσες). Για την ικανοποίηση της υπόθεσης αυτής τίθεται ο ακόλουθος περιορισμός :

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i$$

όπου $s_i \geq 0$ είναι ένα όριο που καθορίζεται για το κάθε κριτήριο g_i .

Αυτοί οι περιορισμοί μονοτονίας, μπορούν να απλουστευθούν με μετατροπή σε περιορισμούς μη αρνητικότητας χρησιμοποιώντας τους ακόλουθους μετασχηματισμούς :

$$w_{ij} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \quad \forall i, j$$

$$u_i(g_{i*}) = 0$$

$$u_i(g_i^j) = \sum_{k=1}^{j-1} w_{ik}$$

Σύμφωνα με τους παραπάνω μετασχηματισμούς τα βάρη των κριτηρίων μπορούν να υπολογιστούν ως εξής :

$$u_i(g_i^*) = \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik}$$

Συνεπώς η σχέση (3.3) γράφεται ως εξής :

$$u_i[g_i(a)] = \sum_{k=1}^{j-1} w_{ik} + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} \left[\sum_{k=1}^j w_{ik} - \sum_{k=1}^{j-1} w_{ik} \right]$$

Ο αποφασίζων ορίζοντας μια αρχική προδιάταξη των εναλλακτικών από τις καλύτερες προς τις χειρότερες, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του, στόχος της μεθόδου UTA^* είναι η ανάπτυξη ενός μοντέλου προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας το οποίο να αναπαριστά όσο το δυνατόν πιο πιστά την πολιτική και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα.

Οι πιθανές ασυμφωνίες μεταξύ του μοντέλου και των προτιμήσεων του αποφασίζοντα, είναι δύο ειδών : το σφάλμα υπερεκτίμησης $\sigma^+(\alpha)$ και το σφάλμα υποεκτίμησης $\sigma^-(\alpha)$. Το σφάλμα υπερεκτίμησης αφορά περιπτώσεις όπου ο αποφασίζων έχει κατατάξει μια εναλλακτική σε υψηλότερη θέση στην προδιάταξη σε σχέση με τη θέση που κατατάσσεται η εναλλακτική με βάση την ολική της χρησιμότητα. Ανάλογα το σφάλμα υποεκτίμησης αφορά περιπτώσεις όπου ο αποφασίζων έχει κατατάξει μια εναλλακτική σε χαμηλότερη θέση στην προδιάταξη σε σχέση με τη θέση που κατατάσσεται η εναλλακτική με βάση την ολική της χρησιμότητα.

Ανάλογα με την προδιάταξη που καθορίστηκε από τον αποφασίζοντα, για δύο εναλλακτικές δραστηριότητες α και β , θα πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω βασικοί περιορισμοί :

$$U(a) - U(b) \geq \delta \Leftrightarrow \alpha P b$$

$$U(a) - U(b) = \delta \Leftrightarrow \alpha I b$$

όπου τα P και I συμβολίζουν αντίστοιχα τις σχέσεις προτίμησης και αδιαφορίας μεταξύ των δύο εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Το δ είναι ένας μικρός πραγματικός θετικός αριθμός.

Οι παραπάνω περιορισμοί, βάση του ορισμού της αθροιστικής συνάρτησης χρησιμότητας, λαμβάνοντας υπόψη τα σφάλματα υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης, γράφονται ως εξής :

$$u[g(a)] - u[g(b)] + \sigma^+(\alpha) - \sigma^-(\alpha) - \sigma^+(b) + \sigma^-(b) \geq \delta \text{ εάν } \alpha P b$$

$$u[g(a)] - u[g(b)] + \sigma^+(\alpha) - \sigma^-(\alpha) - \sigma^+(b) + \sigma^-(b) = 0 \text{ εάν } \alpha I b$$

Η επίλυση του προβλήματος που περιγράφηκε παραπάνω, γίνεται μέσω του ακόλουθου γραμμικού προβλήματος :

$$\text{Min } F = \sum_{\alpha \in A} \{ \sigma^+(\alpha) + \sigma^-(\alpha) \}$$

υπό τους περιορισμούς

$$u[g(a)] - u[g(b)] + \sigma^+(\alpha) - \sigma^-(\alpha) - \sigma^+(b) + \sigma^-(b) \geq \delta \text{ εάν } \alpha P b$$

$$u[g(a)] - u[g(b)] + \sigma^+(a) - \sigma^-(a) - \sigma^+(b) + \sigma^-(b) = 0 \text{ εάν } a \text{ I } b \quad (3.4)$$

$$\sum_i \sum_j w_{ij} = 1$$

$$w_{ij} \geq 0, \sigma^+(a) \geq 0, \sigma^-(a) \geq 0, u_i(g_i^*) = \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} \quad \forall a \in A, \forall i, j$$

δ : μικρός θετικός αριθμός

Στη συνέχεια μέσω ανάλυσης ευστάθειας ανιχνεύεται η ύπαρξη πολλαπλών βέλτιστων ή σχεδόν βέλτιστων λύσεων, οι οποίες αντιστοιχούν σε τιμές μεταξύ του F^* και $F^* + \epsilon$. Λαμβάνοντας υπόψη το νέο αυτό περιορισμό ($\sum_{a \in A} \{\sigma^+(a) + \sigma^-(a)\} \leq F^* + \epsilon$) επιλύεται μια σειρά νέων γραμμικών προβλημάτων έχοντας ως αντικειμενικές συναρτήσεις τη μεγιστοποίηση των τιμών των βαρών του κάθε κριτηρίου. Για την εύρεση μιας τελικής λύσης λαμβάνεται υπόψη ο μέσος όρος των λύσεων των προηγούμενων γραμμικών προβλημάτων..

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στο συγκεκριμένο πρόβλημα της εκτίμησης των συναρτήσεων αξιών και των βαρών των κριτηρίων, για την εφαρμογή της μεθόδου UTA^* , δημιουργήθηκε ένα σύνολο αναφοράς 30 υποθετικών ερωτήσεων. Ένα δείγμα της εκτίμησης των ερωτήσεων πάνω στην κλίμακα των κριτηρίων, καθώς και η προδιατάξή τους από την δυσκολότερη στην ευκολότερη παρουσιάζεται στον πίνακα 3.1 (το πλήρες σύνολο αναφοράς παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α). Η αρχική προδιατάξη πραγματοποιήθηκε από συγκεκριμένο αποφασίζοντα και μέσω της προδιατάξης εξωτερικεύθηκαν οι προτιμήσεις αυτού. Ενδεχομένως, ένας άλλος αποφασίζων θα μπορούσε να προδιατάξει τις ερωτήσεις διαφορετικά και εφαρμόζοντας τη μέθοδο UTA^* να καταλήξει σε ένα σύνολο συναρτήσεων αξιών και βαρών που να εκφράζουν τις δικές του προτιμήσεις.

Α/Α	Αριθμός εναλλακτικών απαντήσεων / επιλογών				Σημειώσεις κατά τη διάρκεια της εξέτασης	
	Δύο	Τρεις	Τέσσερεις	Πέντε	Ανοιχτές	Κλειστές
Εναλλακτική 1				✓		✓
Εναλλακτική 2	✓				✓	
...	
Εναλλακτική 29		✓				✓
Εναλλακτική 30	✓				✓	

Πίνακας 3.1 Δείγμα του συνόλου αναφοράς για την εφαρμογή της μεθόδου UTA^*

Α/Α	Υπολογιστικός Φόρτος				Βαθμός διάκρισης μεταξύ εναλλακτικών απαντήσεων / επιλογών	
	Ανύπαρκτος	Μικρός	Μεσαίος	Μεγάλος	Υπάρχει	Δεν Υπάρχει
Εναλλακτική 1				✓		✓
Εναλλακτική 2		✓			✓	
...	
Εναλλακτική 29		✓				✓
Εναλλακτική 30	✓				✓	

Πίνακας 3.1 Δείγμα του συνόλου αναφοράς για την εφαρμογή της μεθόδου UTA* (συνέχεια)

Α/Α	Συνθετότητα ερώτησης			Συχνότητα εμφάνισης της ερώτησης στις εξετάσεις			
	Αναφοράς	Σύνθεσης (Κρίσεως) (από το ίδιο κεφάλαιο)	Σύνθεσης (Κρίσεως) (από διαφορετικά κεφάλαια)	Πολύ Συχνά	Συχνά	Σπάνια	Ποτέ
Εναλλακτική 1			✓				✓
Εναλλακτική 2	✓					✓	
...			
Εναλλακτική 29		✓			✓		
Εναλλακτική 30	✓			✓			

Πίνακας 3.1 Δείγμα του συνόλου αναφοράς για την εφαρμογή της μεθόδου UTA* (συνέχεια)

Α/Α	Επισήμανση μέσα στην τάξη		Μέγιστος Εκτιμώμενος χρόνος απάντησης				Προδιάταξη
	Έχει Επισημανθεί	Δεν έχει επισημανθεί	2 λεπτά	5 λεπτά	10 λεπτά	20 λεπτά	
Εναλλακτική 1		✓				✓	1
Εναλλακτική 2		✓			✓		28
...
Εναλλακτική 29		✓		✓			11
Εναλλακτική 30	✓		✓				30

Πίνακας 3.1 Δείγμα του συνόλου αναφοράς για την εφαρμογή της μεθόδου UTA* (συνέχεια)

Η μέθοδος UTA*, δεχόμενη την αρχική προδιάταξη των τριάντα ερωτήσεων του συνόλου αναφοράς και τις πολυκριτήριες εκτιμήσεις τους ανά περίπτωση, αναζητά μια

συμβιβάσιμη με την προδιάταξη προσθετική συνάρτηση αξιών προκειμένου να κατατάξει τις ερωτήσεις από την δυσκολότερη προς την ευκολότερη.

Συγκρίνοντας τις ερωτήσεις ανά δύο και εισάγοντας λάθη υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης, επιλύθηκε το αντίστοιχο κάθε φορά γραμμικό πρόβλημα της μορφής 3.4 που ελαχιστοποιεί τα σφάλματα σ^+ και σ^- υπό τους περιορισμούς ότι οι διαφορές των μερικών συναρτήσεων αξιών δύο διαδοχικών ερωτήσεων πρέπει να υπερβαίνουν ή να είναι ίσες ενός δ , για $\delta=0,05$ και τα βάρη των κριτηρίων να είναι ίσα με την μονάδα.

3.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ UTA^*

Μετά την εφαρμογή της μεθόδου UTA^* στο σύνολο αναφοράς των 30 υποθετικών ερωτήσεων, στο οποίο έγινε αναφορά προηγουμένως, προέκυψαν βάρη και συναρτήσεις αξιών για κάθε ένα από τα κριτήρια.

Εκτός από τα βάρη και τις συναρτήσεις αξιών, έχει ενδιαφέρον η σύγκριση της κατάταξης των εναλλακτικών από τη UTA^* με την αρχική προδιάταξη του αποφασίζοντα.

Η σύγκριση αυτή γίνεται στον πίνακα 3.2 που ακολουθεί :

Α/Α Εναλλακτικής	Προδιάταξη Αποφασίζοντα	Κατάταξη UTA^*	Ολική Αξία
Εναλλακτική 1	1	1	1
Εναλλακτική 8	2	2	0,755
Εναλλακτική 17	3	3	0,715
Εναλλακτική 6	4	4	0,657
Εναλλακτική 9	5	5	0,647
Εναλλακτική 26	6	6	0,645
Εναλλακτική 20	7	7	0,627
Εναλλακτική 12	8	8	0,625
Εναλλακτική 28	9	9	0,585
Εναλλακτική 5	10	10	0,572
Εναλλακτική 29	11	11	0,562
Εναλλακτική 16	12	12	0,560
Εναλλακτική 22	13	13	0,542
Εναλλακτική 4	14	14	0,538
Εναλλακτική 3	15	15	0,530
Εναλλακτική 15	16	16	0,514
Εναλλακτική 23	17	17	0,510
Εναλλακτική 24	18	18	0,500
Εναλλακτική 19	19	19	0,482
Εναλλακτική 27	20	20	0,480
Εναλλακτική 10	21	21	0,470
Εναλλακτική 14	22	22	0,460
Εναλλακτική 18	23	23	0,421
Εναλλακτική 21	24	24	0,413
Εναλλακτική 7	25	25	0,394
Εναλλακτική 25	26	26	0,345
Εναλλακτική 13	27	27	0,269
Εναλλακτική 2	28	28	0,267
Εναλλακτική 11	29	29	0,169
Εναλλακτική 30	30	30	0

Πίνακας 3.2 : Κατατάξεις εναλλακτικών και ολική αξία

Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα, υπάρχει πλήρης ταύτιση της κατάταξης των εναλλακτικών από τη UTA^* και της αρχικής προδιάταξης του αποφασίζοντα, κάτι που σημαίνει ότι ο δείκτης τ του Kendall παίρνει την τιμή 1.

Σε περίπτωση που ο αποφασίζων διαφωνεί με την κατάταξη που προκύπτει από τη UTA^* , διακρίνονται πέντε τύποι αναδράσεων, όμοιοι με αυτούς που περιγράφουν οι Siskos et al. (1993). Ακολουθούν αναλυτικά οι πέντε περιπτώσεις.

- **Ανάδραση τύπου 1.** Ο αποφασίζων, αντιμετωπίζοντας ένα σφάλμα υποεκτίμησης (ή υπερεκτίμησης), δεν δέχεται να αναβαθμίσει (ή υποβαθμίσει) μια εναλλακτική κατά την

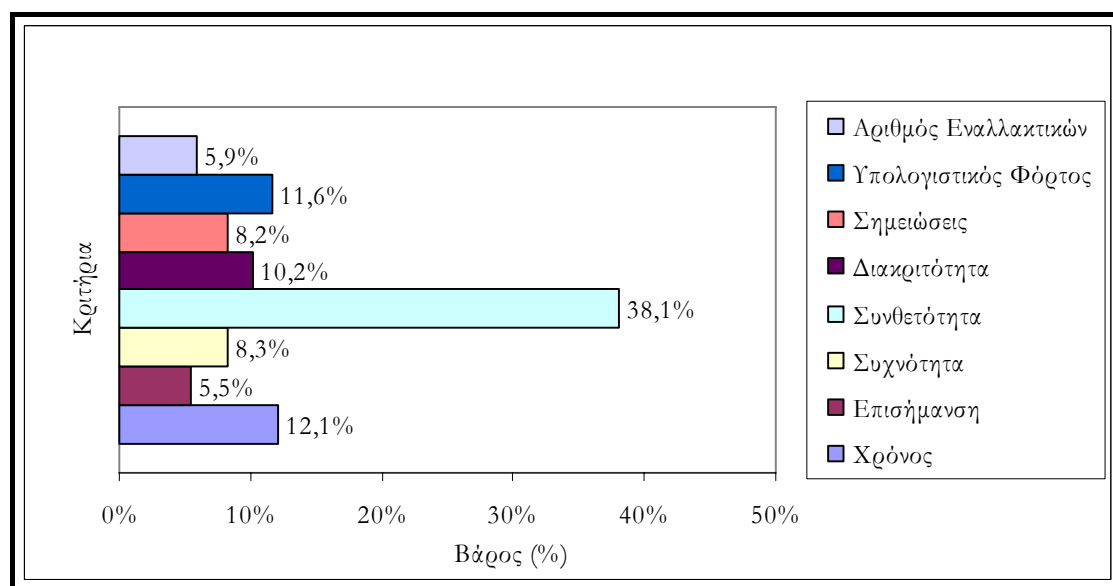
υπόδειξη της UTA^* , αλλά καταλογίζει αυτό στη UTA^* και ανατρέχει στην αναθεώρηση της μοντελοποίησης κριτηρίων, με έναν από τους παρακάτω τρόπους :

- Διάσπαση ενός κριτηρίου που κρίνεται αρχικά σύνθετο σε δύο άλλα
- Ενοποίηση δύο κριτηρίων σε ένα κοινό κριτήριο
- Τροποποίηση της κωδικοποίησης της κλίμακας ενός ή περισσότερων κριτηρίων
- Διαγραφή ή προσθήκη ενός κριτηρίου

Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, επανεκτιμώνται όλες ανεξαιρέτως οι εναλλακτικές και εφαρμόζεται εκ νέου η μέθοδος UTA^* .

- **Ανάδραση τύπου 2.** Σε αντίθεση με την προηγούμενη ανάδραση, ο αποφασίζων δέχεται την υπόδειξη του μοντέλου να επανακαθορίσει τη σειρά προδιάταξης των εναλλακτικών (ερωτήσεις) που δεν έχει αξιολογήσει σωστά και συνεπώς, μεταβάλλει τη συλλογιστική της κρίσης του.
- **Ανάδραση τύπου 3.** Η ανάδραση αυτή ξεκινάει από την ασυμφωνία του αποφασίζοντα προς τις υποδείξεις του μοντέλου για διόρθωση της προδιάταξης ορισμένων εναλλακτικών. Αναζητείται, όπως και στην ανάδραση τύπου 1, φόρμουλα διατήρησης της αρχικής προδιάταξης, αυτή τη φορά όμως με μετατροπή των μερικών χρησιμοτήτων στα κριτήρια και στα σημεία της κλίμακας τους που θα ωφελούσε για αυτό το σκοπό. Οι αλλαγές αυτές στη συνάρτηση χρησιμότητας μεταβάλλουν ουσιαστικά το διάγραμμα χρησιμότητας / προδιάταξης, δημιουργώντας ενδεχομένως νέες ασυμφωνίες και ο διάλογος επαναλαμβάνεται για να δώσει τόπο, ίσως σε διαφορετικού τύπου ανάδραση.
- **Ανάδραση τύπου 4.** Αυτή η περίπτωση αντιμετωπίζεται σπάνια, όταν η μονότονη ανάλυση παλινδρόμησης, μέσω UTA^* δεν οδηγεί σε καμία περίπτωση σε κάποιο συμβιβασμό ανάμεσα στον άνθρωπο και στο μοντέλο της προσθετικής χρησιμότητας. Τότε, κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή διαφορετικού μοντέλου ανάλυσης της πολιτικής του αποφασίζοντα.
- **Ανάδραση τύπου 5.** Μετά την επίτευξη απόλυτης συμφωνίας ανθρώπου – μοντέλου, γίνεται επέκταση του μοντέλου στο σύνολο αναφοράς όλων των εναλλακτικών. Σε αυτή τη φάση είναι δυνατό να διαφανούν νέες ασυμφωνίες που αφορούν όμως κυρίως την προβληματική της απόφασης, σύμφωνα με την ερώτηση : Έχουν επιτευχθεί οι στόχοι; Σε περίπτωση αρνητικής απάντησης, θα πρέπει να διαμορφωθεί ξανά το αρχικό πρόβλημα. Σε περίπτωση θετικής, η απόφαση λαμβάνεται σύμφωνα με την κατάταξη – αξιολόγηση των εναλλακτικών που παρέχει η βέλτιστη συνάρτηση χρησιμότητας.

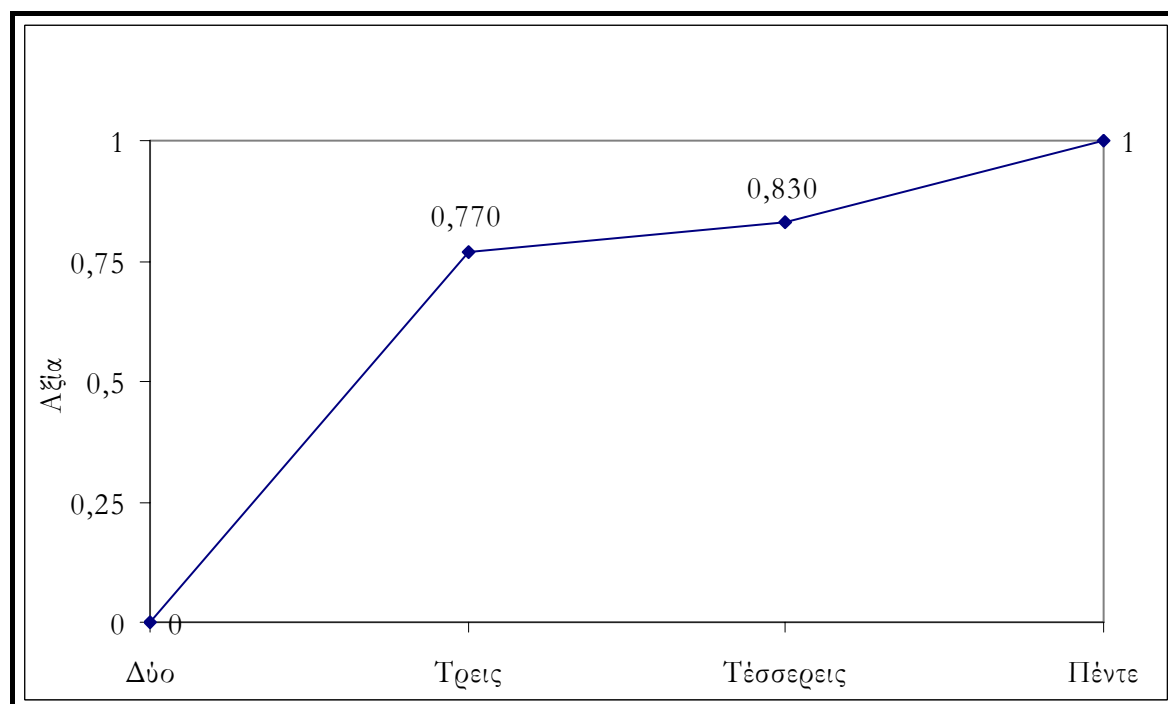
Όσον αφορά τα βάρη που απέδωσε η *UTA** στα κριτήρια, παρουσιάζονται στο σχήμα 3.1 :



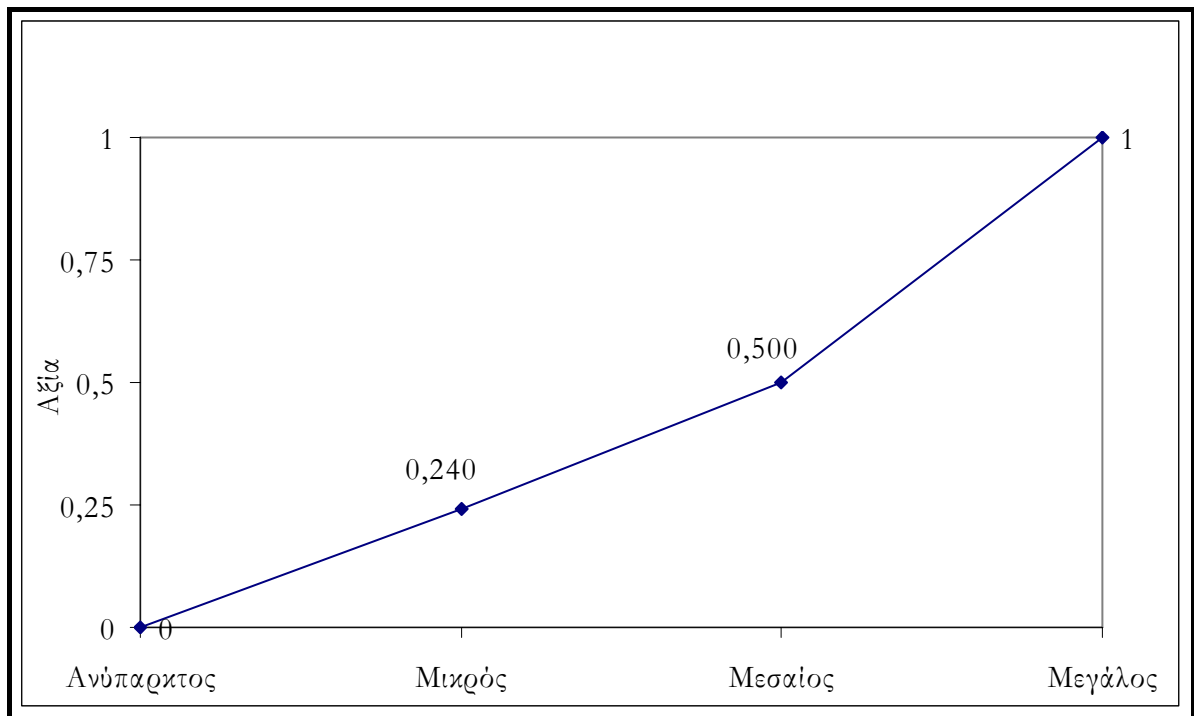
Σχήμα 3.1 : Βάρη των κριτηρίων

Το μεγαλύτερο βάρος, αποδόθηκε στο κριτήριο της συνθετότητας (38,1%), ενώ ακολουθούν τα κριτήρια του χρόνου (12,1%), του υπολογιστικού φόρτου (11,6%) και της διακριτότητας (10,2%).

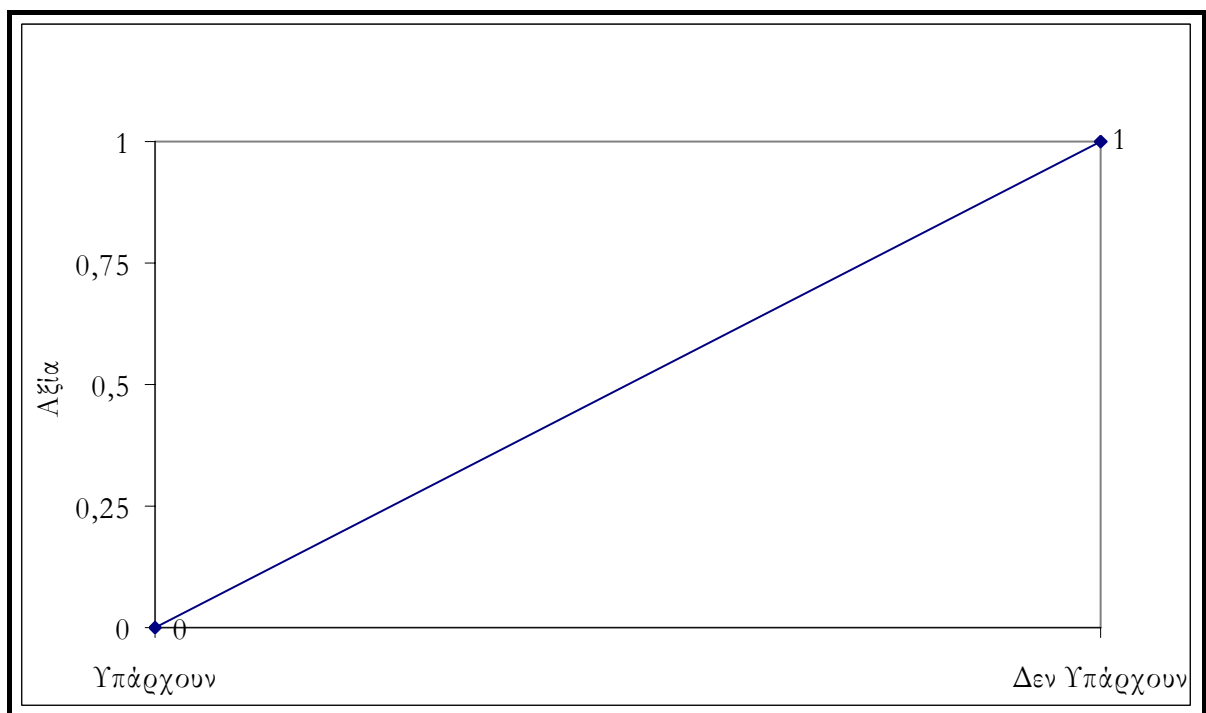
Στη συνέχεια, θα δοθούν υπό μορφή γραφικών παραστάσεων οι συναρτήσεις αξιών για κάθε ένα από κριτήρια :



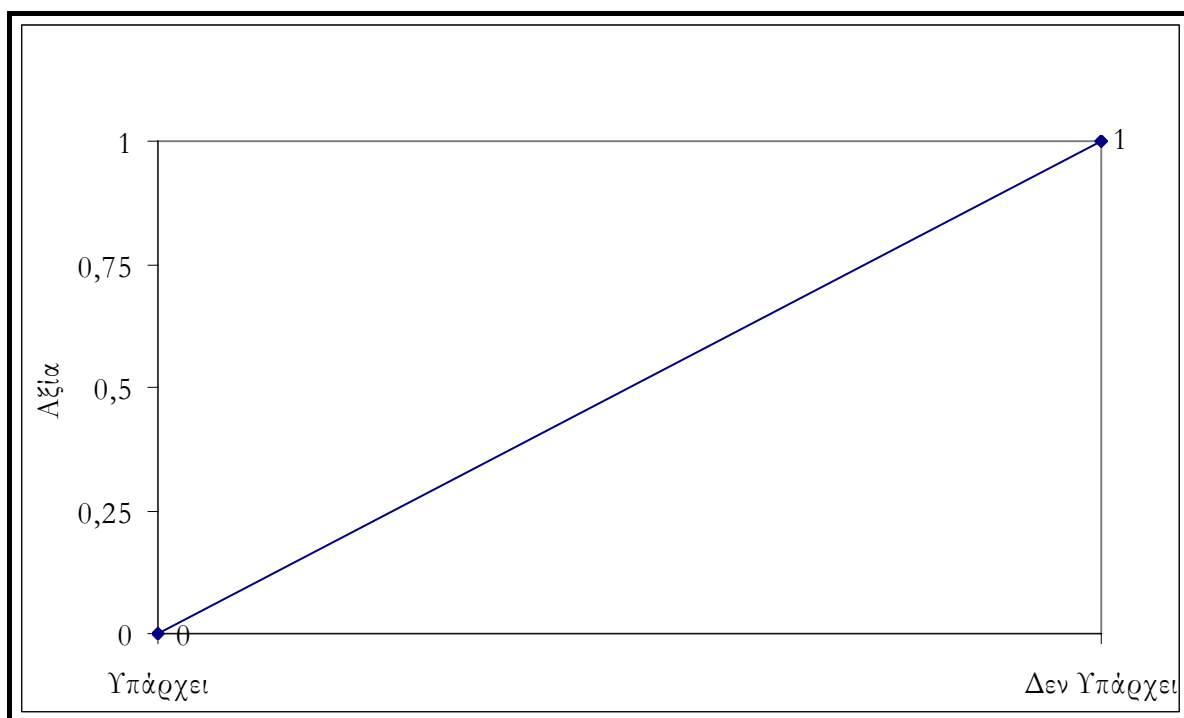
Σχήμα 3.2 : Συναρτηση αξίας του αριθμού των εναλλακτικών



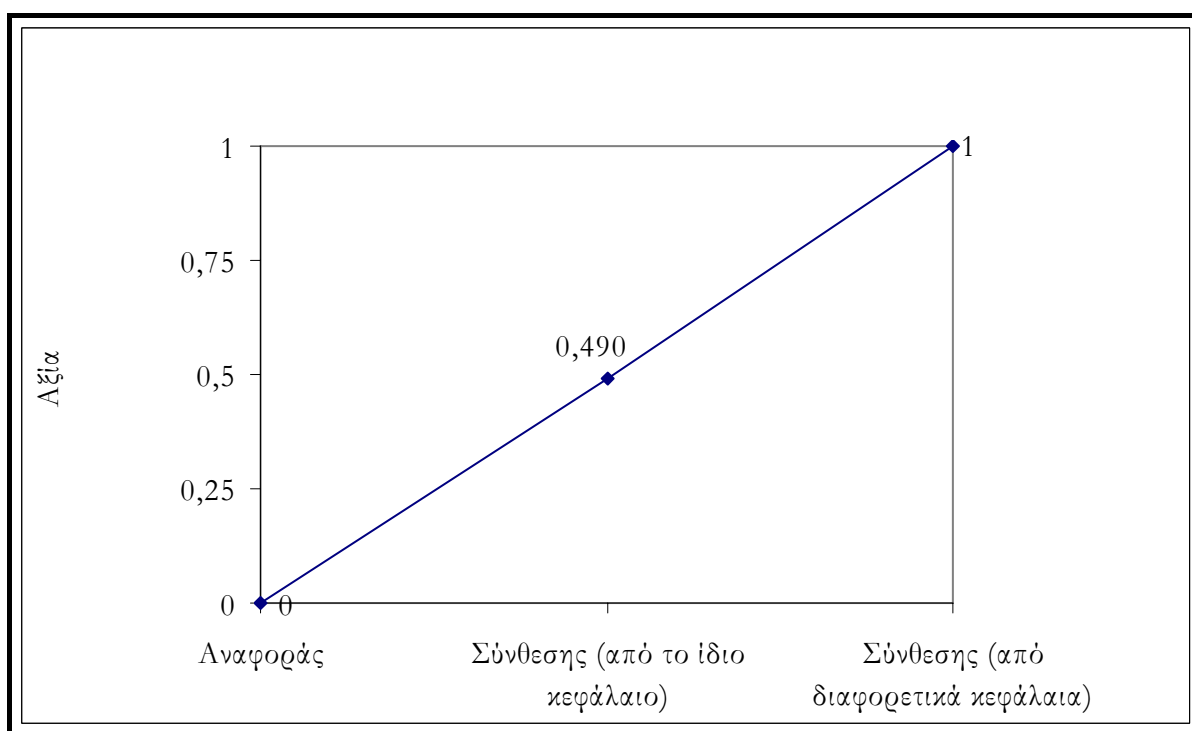
Σχήμα 3.3 : Συνάρτηση αξίας του υπολογιστικού φόρτου



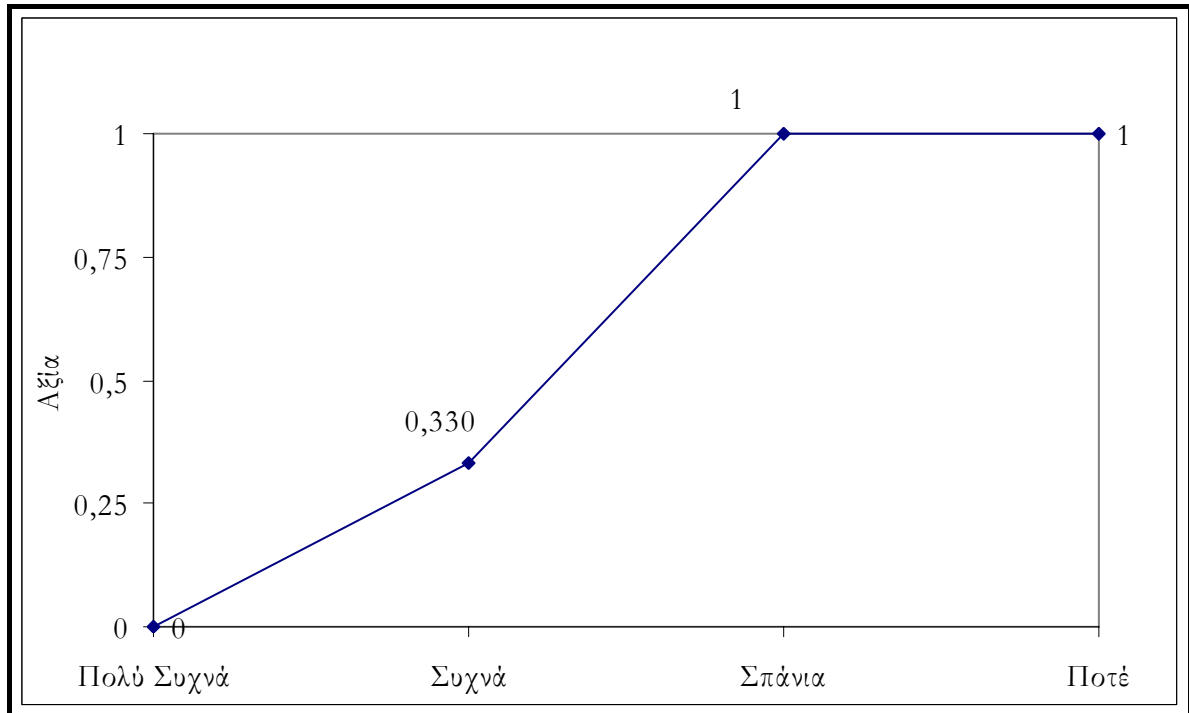
Σχήμα 3.4 : Συνάρτηση αξίας σημειώσεων ε& βοηθητικού υλικού



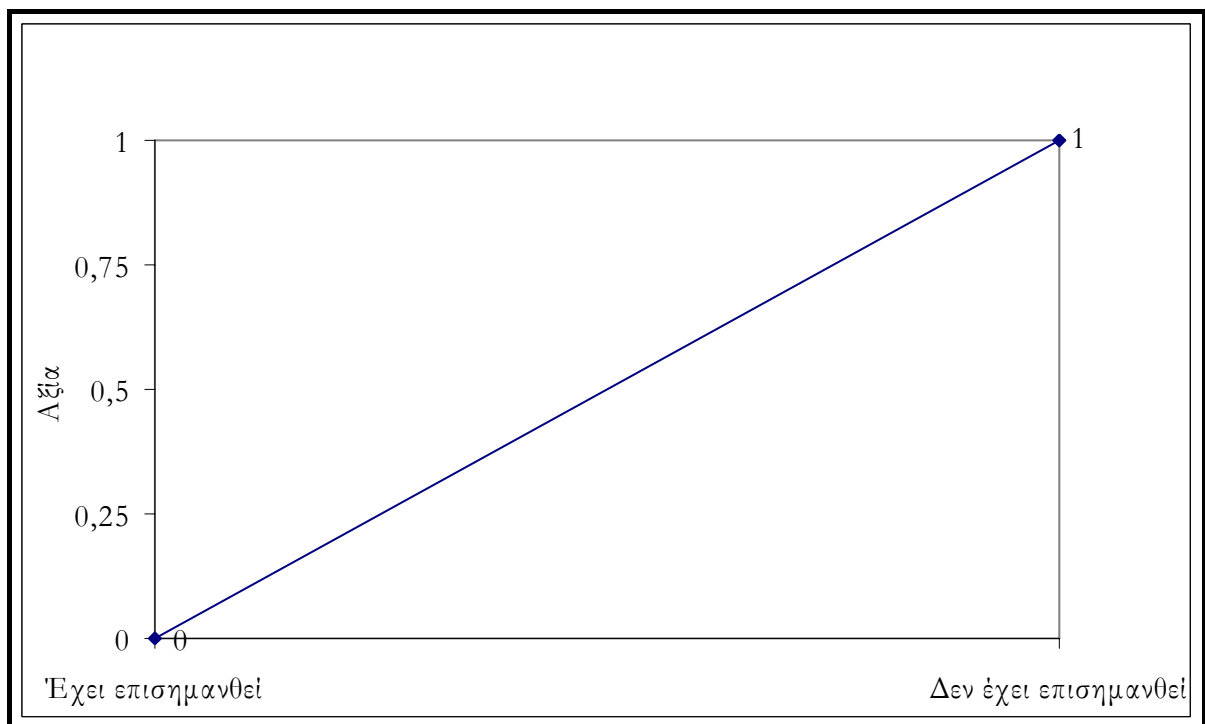
Σχήμα 3.5: Συνάρτηση αξίας διακριτότητας



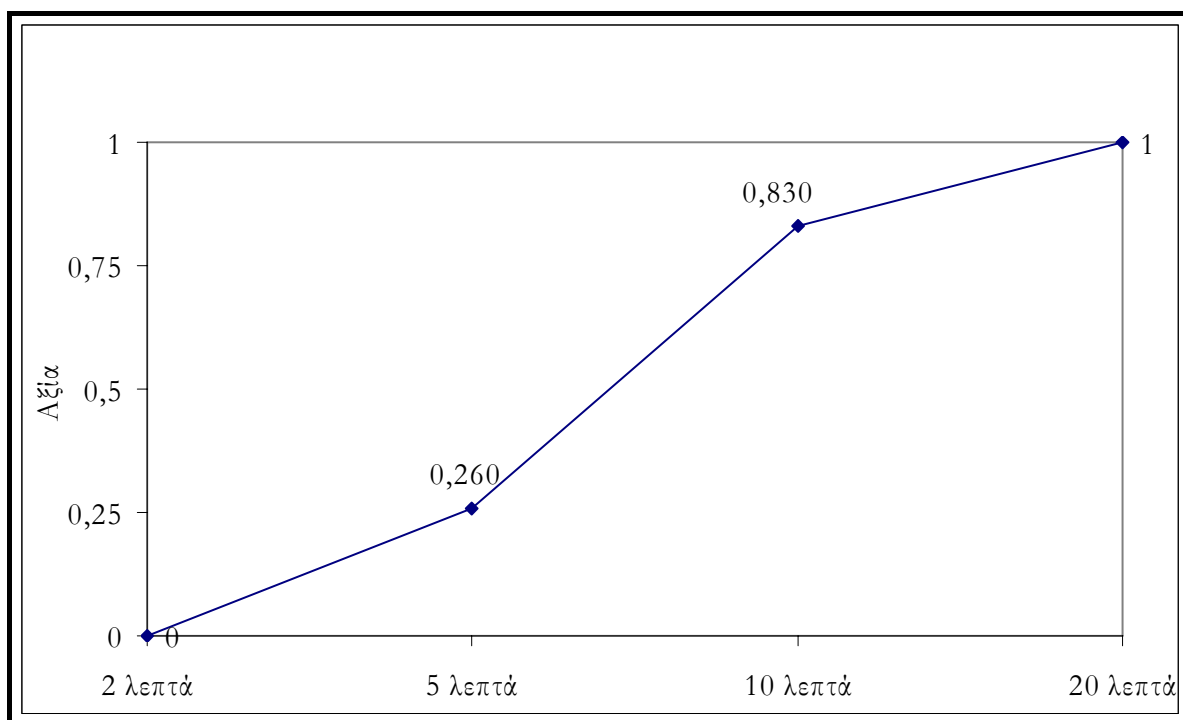
Σχήμα 3.6 : Συνάρτηση αξίας συνθετότητας



Σχήμα 3.7 : Συνάρτηση αξίας συχνότητας



Σχήμα 3.8 : Συνάρτηση αξίας επισημάνσεως



Σχήμα 3.9 : Συνάρτηση αξίας χρόνου

3.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ

Για να γίνει κατανοητός ο τρόπος υπολογισμού του βαθμού δυσκολίας μιας ερώτησης, κρίθηκε σκόπιμο να δοθεί ένα αριθμητικό παράδειγμα.

Έστω λοιπόν μια ερώτηση με τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται παρακάτω. Στην παρένθεση δίπλα στην τιμή κάθε κριτηρίου, είναι η αξία του κριτηρίου πολλαπλασιαζόμενη με το αντίστοιχο βάρος.. Έτσι λοιπόν :

- Αριθμός εναλλακτικών απαντήσεων / επιλογών «Τρεις» (0,77x0,059)
- Υπολογιστικός φόρτος «Μικρός» (0,24x0,116)
- Υπαρξη σημειώσεων & άλλου βοηθητικού υλικού «Δεν υπάρχουν» (1x0,082)
- Διακρίσιμότητα μεταξύ των απαντήσεων «Δεν υπάρχει» (1x0,102)
- Συνθετότητα της ερώτησης «Συνθετική από το ίδιο κεφάλαιο» (0,49x0,381)
- Συχνότητα εμφάνισης της ερώτησης «Ποτέ» (1x0,083)
- Επισήμανση της ερώτησης «Δεν έχει επισημανθεί» (1x0,055)
- Μέγιστος εκτιμώμενος χρόνος απάντησης «20 λεπτά» (1x0,121)

Αθροίζοντας τα γινόμενα σε κάθε παρένθεση, προκύπτει ο βαθμός δυσκολίας της συγκεκριμένης ερώτησης, ο οποίος είναι 0,707.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, αναπτύχθηκε η διαδικασία με την οποία μπορεί να υπολογιστεί ο βαθμός δυσκολίας μιας ερώτησης, χρησιμοποιώντας ένα σύνολο κριτηρίων και εφαρμόζοντας σε ένα σύνολο αναφοράς εναλλακτικών τη μέθοδο *UTA**. Αυτό ήταν και το πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας που παρουσιάζεται.

Στο παρόν αλλά και στο επόμενο κεφάλαιο, θα γίνει εκτενής περιγραφή του δεύτερου σταδίου της μεθοδολογίας, του τρόπου δηλαδή με τον οποίο κατασκευάζεται ένα διαγώνισμα με σκοπό την αξιολόγηση στα πλαίσια ενός προγράμματος εκπαίδευσης από απόσταση.

Ο πολυκριτήριος ή πολυκριτηριακός ή πολυστοχικός γραμμικός προγραμματισμός (multiobjective linear programming) αποτελεί γενίκευση αλλά ταυτόχρονα αναπόσπαστο μέρος του γραμμικού προγραμματισμού και χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πολλαπλών υπό μεγιστοποίηση (ή ελαχιστοποίηση) συναρτήσεων.

Ο πολυκριτήριο γραμμικός προγραμματισμός αναπτύχθηκε με αλματώδη βήματα από τα μέσα του 1970 και έπειτα, στο πλαίσιο της πολυκριτήριας ανάλυσης (multicriteria analysis), μιας φιλοσοφίας που επικράτησε ως ένα ρεαλιστικό πλαίσιο μοντελοποίησης προβλημάτων μανάτζμεντ με πολλαπλά κριτήρια απόφασης. Ένα πολυκριτήριο πρόγραμμα μεγιστοποίησης γράφεται :

[illegible]

$$x \in A = \{x \in \mathbb{R}^l \mid Ax \leq b, x \geq 0\},$$

όπου A είναι η επιτρεπτή περιοχή των λύσεων η οποία οροθετείται από συστήματα γραμμικών ανισοεξισώσεων και A , x και b είναι αντίστοιχα μήτρες διαστάσεων $m \times l$, $l \times 1$ και $m \times 1$.

Είναι απαραίτητο να σημειωθεί εδώ ότι η έρευνα βέλτιστης λύσης σε ένα πολυκριτήριο σύστημα, δηλαδή λύσης που βελτιστοποιεί ταυτόχρονα όλες τις συναρτήσεις / κριτήρια είναι αδύνατη, αφού τα κριτήρια παίζουν συνήθως ανταγωνιστικό ρόλο, ούτως ώστε το βέλτιστο ως προς ένα κριτήριο να μην είναι βέλτιστο ως προς τα υπόλοιπα. Οι μέθοδοι που έχουν επινοηθεί για τέτοια συστήματα έχουν ως στόχο την ανεύρεση μιας κάποιας «ενδιάμεσης» λύσης, τέτοια ώστε να ικανοποιεί τον αποφασίζοντα (ικανοποιητική λύση). Η προσοχή των ερευνητών έχει στραφεί τελευταία προς τις λεγόμενες αλληλεπιδραστικές μεθόδους (interactive methods) που συνίστανται στην αλληλοδιαδοχή φάσεων υπολογισμών και διαλόγου ανθρώπου – μηχανής (man – machine models). Στην επιτυχία των μεθόδων για την εύρεση ικανοποιητικών λύσεων σημαντικό ρόλο επιτελεί η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας της πληροφορικής επιστήμης τα τελευταία χρόνια, βλ. για παράδειγμα Goicoechea et al. (1982), Hwang et al. (1979), Zeleny (1982), Steuer (1986), κ.ά.

Η πολυκριτήρια θεώρηση στο γραμμικό προγραμματισμό πηγάζει από την επιθυμία του αναλυτή να καταστήσει περισσότερο ρεαλιστικό το μοντέλο του, να λάβει δηλαδή υπόψη του περισσότερα του ενός κριτήρια βελτιστοποίησης. Η νέα αυτή μορφή μοντελοποίησης προϋποθέτει τη γραμμικότητα όλων των κριτηρίων, πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να ανευρεθούν οι επιπρόσθετοι αριθμητικοί συντελεστές των αντικειμενικών συναρτήσεων $c_{ij}, i = 1, 2, \dots, n$.

Μια διαφορά του πολυκριτηρίου γραμμικού προγραμματισμού από το μονοκριτήριο που αξίζει να τονιστεί, είναι ότι ο προσδιορισμός της λύσης δεν επιβάλλεται από μια μοναδική μέθοδο, όπως είναι η μέθοδος simplex, αλλά εξαρτάται από :

- τη μέθοδο πολυκριτηριακής ανάλυσης που θα επιλέξει ο αναλυτής του προβλήματος
- την ελάχιστοτε συμπεριφορά του λήπτη της απόφασης κατά την αναζήτηση της ικανοποιητικής λύσης

Να σημειωθεί εδώ ότι ένα πολυκριτήριο πρόβλημα απόφασης ανήκει στην κατηγορία των προβλημάτων χαμηλού βαθμού δόμησης (ill-structured problems), είναι δηλαδή πρόβλημα στο οποίο η ορθολογική λύση δεν προϋπάρχει αλλά αποτελεί αντικείμενο προοδευτικής αναζήτησης, συνήθως μέσω μιας διαδικασίας δοκιμής – σφάλματος (trial and error process).

Οι σύγχρονες μέθοδοι πολυκριτήριου γραμμικού προγραμματισμού είναι αλληλεπιδραστικού χαρακτήρα (interactive methods), περιέχουν δηλαδή φάσεις υπολογισμού (π.χ. επίτευξη εναλλακτικών λύσεων, αξιολόγηση των επιπτώσεων μιας λύσης πάνω στα κριτήρια) και φάσεις διαλόγου ανθρώπου – συστήματος, που αποσκοπούν στο να κατανοήσει ο αποφασίζων τις δικές του προτιμήσεις και να οδηγηθεί προς την ικανοποιητικότερη λύση.

Για να γίνει κατανοητή έννοια του ανταγωνισμού μεταξύ των πολλαπλών αντικειμενικών συναρτήσεων, είναι απαραίτητο να γίνει αναφορά στον πίνακα πληρωμών ή κερδών (pay-off table). Συνίσταται στη βελτιστοποίηση καθεμιάς χωριστά αντικειμενικής συνάρτησης $g_i(x), i = 1, 2, \dots, n$ και την αντικατάσταση της εκάστοτε βέλτιστης λύσης στις υπόλοιπες αντικειμενικές συναρτήσεις.

Τα στοιχεία των ενεργειών αυτών μεταφέρονται σε έναν πίνακα, ο οποίος περιέχει σε κάθε γραμμή τη βελτιστοποίηση που πραγματοποιείται, τις τιμές της βέλτιστης λύσης πάνω σε όλες τις αντικειμενικές συναρτήσεις και τις τιμές των μεταβλητών απόφασης, εφόσον βέβαια το πλήθος τους είναι μικρό – σε διαφορετική περίπτωση παραλείπονται.

Συνεπώς, μετά τη μεγιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης $g_i(x)$, ονομάζουμε x^i την επιτευχθείσα βέλτιστη λύση και έχουμε :

$$g_i^* = \max_{x \in A} g_i(x) \quad (4.1)$$

$$g_{ij} = g_j(x^i), j \neq i \quad (4.2)$$

Ο πίνακας πληρωμών παρέχει πολύ χρήσιμα στοιχεία, τόσο για την ποιότητα των λύσεων στις οποίες οδηγούν οι αντικειμενικές συναρτήσεις, όσο και για το ανταγωνιστικό καθεστώς που υπάρχει ανάμεσά τους. Όσον αφορά αυτό το τελευταίο, αρκεί να παρατηρήσει κανείς μια-μια τις στήλες του τετραγωνικού πίνακα g_{ij} : τα κριτήρια g_j και g_k θεωρούνται ανταγωνιστικά όταν οι διαφορές $(g_{ji} - g_{ki})$ είναι συστηματικά υψηλές για διάφορους δείκτες κριτηρίου i , ενώ θεωρούνται μη ανταγωνιστικά όταν οι διαφορές είναι μικρές.

Τύπος Λύσης	g_1	g_2	...	g_i	...	g_n	Αντιστοιχούσα Λύση
$[\max]g_1(x)$	g_{11}^*	g_{12}	...	g_{1i}	...	g_{1n}	x_1^1 x_2^1 ... x_l^1
$[\max]g_2(x)$	g_{21}	g_{22}^*	...	g_{2i}	...	g_{2n}	x_1^2 x_2^2 ... x_l^2
...
$[\max]g_i(x)$	g_{i1}	g_{i2}	...	g_{ii}^*	...	g_{in}	x_1^i x_2^i ... x_l^i
...
$[\max]g_n(x)$	g_{n1}	g_{n2}	...	g_{ni}	...	g_{nn}^*	x_1^n x_2^n ... x_l^n

Πίνακας 4.1 : Πίνακας Πληρωμών

4.3 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Από τις πρώτες αποφάσεις που πάρθηκαν σχετικά με το διαγώνισμα, ήταν αυτή του διαχωρισμού των ερωτήσεων σε ομάδες δυσκολίας, ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας της καθεμιάς (υπενθυμίζεται εδώ ότι ο βαθμός δυσκολίας ανήκει στο διάστημα $[0, 1]$).

Έτσι, αποφασίστηκε να δημιουργηθούν τέσσερις ομάδες δυσκολίας. Παρακάτω ακολουθούν τα όρια των τεσσάρων αυτών ομάδων :

- **Ομάδα δυσκολίας 1.** Διάστημα $0 - 0,25$
- **Ομάδα δυσκολίας 2.** Διάστημα $0,251 - 0,5$
- **Ομάδα δυσκολίας 3.** Διάστημα $0,501 - 0,75$
- **Ομάδα δυσκολίας 4.** Διάστημα $0,751 - 1$

Πέραν του χωρισμού σε τέσσερις ομάδες δυσκολίας, έγιναν κάποιες παραδοχές, οι οποίες αφορούν τα εξής :

- Το μέγιστο χρονικό περιθώριο που μπορεί να χρειαστεί για κάποια συγκεκριμένη ερώτηση είναι 20 λεπτά.
- Για υπολογιστική ευκολία, σε κάθε ερώτηση λαμβάνεται υπόψη ο μέγιστος εκτιμώμενος χρόνος στον οποίο μπορεί να απαντηθεί η ερώτηση. Έτσι, δημιουργούνται τέσσερα διαστήματα – από 0 έως 2 λεπτά, από 2 λεπτά έως 5 λεπτά, από 5 λεπτά έως 10 λεπτά και από 10 λεπτά έως 20 λεπτά.
- Ο συνολικός χρόνος του διαγωνίσματος είναι το άθροισμα των μέγιστων χρόνων όλων των ερωτήσεων που συμμετέχουν στο διαγώνισμα
- Ο βαθμός δυσκολίας μιας ομάδας δυσκολίας, είναι το άθροισμα των βαθμών δυσκολίας όλων των ερωτήσεων που ανήκουν στη συγκεκριμένη ομάδα δυσκολίας

- Ο συνολικός βαθμός δυσκολίας του διαγωνίσματος είναι το άθροισμα των βαθμών δυσκολίας όλων των ερωτήσεων που συμμετέχουν στο διαγώνισμα (ή εναλλακτικά, το άθροισμα των βαθμών δυσκολίας των τεσσάρων ομάδων δυσκολίας)
- Το μάθημα για το οποίο δημιουργείται το διαγώνισμα είναι χωρισμένο σε κεφάλαια

Έπειτα από αλληπάλληλες συζητήσεις με τον αποφασίζων, καθορίστηκαν οι στόχοι που αφορούν την κατασκευή του διαγωνίσματος, ενώ αποσαφηνίστηκαν οι παράμετροι στις οποίες θα μπορεί να επεμβαίνει ένας διδάσκων κάθε φορά. Έτσι λοιπόν επιδιώκεται :

- Ισοκατανομή των ερωτήσεων ανά κεφάλαιο και ανά ομάδα δυσκολίας
- Ελαχιστοποίηση του βαθμού δυσκολίας των ομάδων δυσκολίας 1 και 2
- Μεγιστοποίηση του βαθμού δυσκολίας των ομάδων δυσκολίας 3 και 4

Ακόμη, αποφασίστηκε το ποσοστό συμμετοχής του βαθμού δυσκολίας κάθε ομάδας δυσκολίας επί του συνολικού βαθμού δυσκολίας, ήτοι 20% για κάθε μία από τις ομάδες 1 και 4 και 30% για κάθε μία από τις ομάδες 2 και 3.

Να σημειωθεί εδώ ότι η ελαχιστοποίηση του βαθμού δυσκολίας στις πρώτες δύο ομάδες δυσκολίας γίνεται ώστε να βοηθηθούν οι μαθητές ώστε να φτάσουν μέχρι τη βαθμολογική βάση όσο πιο εύκολα γίνεται. Αντίθετα, η μεγιστοποίηση του βαθμού δυσκολίας των άλλων δύο ομάδων γίνεται ώστε να ξεχωρίσουν αυτοί που έχουν ασχοληθεί περισσότερο με το συγκεκριμένο μάθημα και να επιτύχουν μεγαλύτερο βαθμό ως επιβράβευση των προσπαθειών τους.

Αναφέρθηκε πριν ότι ένας διδάσκων μπορεί να επεμβαίνει σε κάποιες από τις παραμέτρους του διαγωνίσματος. Αυτές είναι :

- Ο συνολικός χρόνος του διαγωνίσματος (σε λεπτά)
- Ο συνολικός αριθμός των ερωτήσεων του διαγωνίσματος

4.4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Έστω ένα σύνολο $M : \{1, 2, 3, \dots, m\}$ που περιέχει τις ερωτήσεις του μαθήματος στις οποίες θα εφαρμοστεί το μοντέλο. Κάθε ερώτηση i χαρακτηρίζεται από 4 συντελεστές που συμμετέχουν στους περιορισμούς : το $t_i \in T$, $T : \{2, 5, 10, 20\}$ που συμβολίζει την μέγιστη εκτιμώμενη χρονική διάρκεια της ερώτησης (σε λεπτά), το $c_i \in C$, $C : \{1, 2, 3, \dots, k\}$ που συμβολίζει το κεφάλαιο στο οποίο ανήκει η ερώτηση (υποθέτοντας ότι το μάθημα στο

οποίο εφαρμόζεται το μοντέλο έχει k κεφάλαια), το $b_i \in [0, 1]$ που συμβολίζει το βαθμό δυσκολίας της i ερώτησης και το $d_i \in D, D: \{1, 2, 3, 4\}$ που συμβολίζει το διάστημα δυσκολίας στο οποίο ανήκει η ερώτηση και εξαρτάται από το βαθμό δυσκολίας. Αναλυτικότερα, τα διαστήματα αυτά είναι : $d_1 = [0, 0,2500]$, $d_2 = [0,2501, 0,500]$, $d_3 = [0,5001, 0,7500]$ & $d_4 = [0,7501, 1]$

4.4.1 ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

- $x_i : i = 1, 2, 3, \dots, n$: αντιστοιχεί στην ερώτηση i που υπάρχει στη βάση δεδομένων. Παίρνει τιμές 0 ή 1 (αν η ερώτηση επιλεγεί ή όχι για το διαγώνισμα αντίστοιχα).
- $g_1 = h_1$: ο μέγιστος αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο
- $g_2 = h_2$: ο μέγιστος αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας
- $g_3 = \sum_{i=1}^m b_i \times x_i, \forall x_i \in D, D: \{1\}$: ο συνολικός βαθμός δυσκολίας των ερωτήσεων του διαστήματος δυσκολίας 1
- $g_4 = \sum_{i=1}^m b_i \times x_i, \forall x_i \in D, D: \{2\}$: ο συνολικός βαθμός δυσκολίας των ερωτήσεων του διαστήματος δυσκολίας 2
- $g_5 = \sum_{i=1}^m b_i \times x_i, \forall x_i \in D, D: \{3\}$: ο συνολικός βαθμός δυσκολίας των ερωτήσεων του διαστήματος δυσκολίας 3
- $g_6 = \sum_{i=1}^m b_i \times x_i, \forall x_i \in D, D: \{4\}$: ο συνολικός βαθμός δυσκολίας των ερωτήσεων του διαστήματος δυσκολίας 4

4.4.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ

- Ελαχιστοποίηση των ερωτήσεων ανά κεφάλαιο : $[min]g_1$
- Ελαχιστοποίηση των ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας : $[min]g_2$
- Ελαχιστοποίηση του συνολικού βαθμού δυσκολίας των ερωτήσεων του διαστήματος δυσκολίας 1 : $[min]g_3$
- Ελαχιστοποίηση του συνολικού βαθμού δυσκολίας των ερωτήσεων του διαστήματος δυσκολίας 2 : $[min]g_4$

- Μεγιστοποίηση του συνολικού βαθμού δυσκολίας των ερωτήσεων του διαστήματος δυσκολίας 3 : $[max]g_3$
- Μεγιστοποίηση του συνολικού βαθμού δυσκολίας των ερωτήσεων του διαστήματος δυσκολίας 4 : $[max]g_4$

4.4.3 ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΝΟΛΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ

- Περιορισμός για τον αριθμό των ερωτήσεων του διαγωνίσματος

$$\sum_{i=1}^m x_i = N_{total}$$

- Περιορισμός για τη χρονική διάρκεια του διαγωνίσματος

$$\sum_{i=1}^m x_i \times t_i \leq T_{total}$$

- Περιορισμός για τον αριθμό ερωτήσεων ανά κεφάλαιο

$$\sum_{i=1}^m x_i \leq h_1, \forall x_i \in C, C : \{1,2,3,...,k\}$$

- Περιορισμός για τον αριθμό ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας

$$\sum_{i=1}^m x_i \leq h_2, \forall x_i \in D, D : \{1,2,3,4\}$$

- Περιορισμοί για το ποσοστό συμμετοχής του βαθμού δυσκολίας κάθε ομάδας δυσκολίας επί του συνολικού βαθμού δυσκολίας

$$g_3 \leq 0,2 \times \sum_{i=1}^m b_i \times x_i, \forall x_i \in D, D : \{1\}$$

$$g_4 \leq 0,3 \times \sum_{i=1}^m b_i \times x_i, \forall x_i \in D, D : \{2\}$$

$$g_5 \leq 0,3 \times \sum_{i=1}^m b_i \times x_i, \forall x_i \in D, D : \{3\}$$

$$g_6 \geq 0,2 \times \sum_{i=1}^m b_i \times x_i, \forall x_i \in D, D : \{4\}$$

4.4.4 ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

$$x_i \in X, X : \{0,1\}$$

$$g_i \geq 0, i = 1, ..., 6$$

$$h_i \geq 0, i = 1, 2$$

4.5 ΕΝΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Έστω ένα σύνολο διακοσίων ερωτήσεων. Για κάθε μία από αυτές τις ερωτήσεις έχει υπολογιστεί ο βαθμός δυσκολίας της (b_i), ενώ όλες χαρακτηρίζονται από τα τρία μεγέθη που αναφέρθηκαν παραπάνω, δηλ. το μέγιστο εκτιμώμενο χρόνο απάντησης (t_i), το κεφάλαιο από το οποίο προέρχονται (c_i) και την ομάδα δυσκολίας στην οποία ανήκουν (d_i).

Να σημειωθεί εδώ ότι τα χαρακτηριστικά κάθε μίας από αυτές τις ερωτήσεις παρατίθενται αναλυτικά στο Παράρτημα Β. Ακόμη, για τις ερωτήσεις που είναι σύνθεσης από διαφορετικά κεφάλαια, το μέγεθος c_i αναφέρεται στο κεφάλαιο από το οποίο προέρχεται το μεγαλύτερο μέρος της απάντησης για τη συγκεκριμένη ερώτηση.

Ας υποθεθεί λοιπόν ότι ο διδάσκων ενός μαθήματος το οποίο απαρτίζεται από 11 κεφάλαια, θέλει να δημιουργήσει ένα διαγώνισμα χρονικής διάρκειας 90 λεπτών ($T_{total}=90$) με 20 ερωτήσεις ($N_{total}=20$).

Θα πρέπει καταρχήν να επιλυθεί το γραμμικό πρόβλημα για κάθε μία αντικειμενική συνάρτηση ξεχωριστά. Για το σκοπό αυτό, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, επιστρατεύεται ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και το κατάλληλο λογισμικό.

Από την επίλυση του προβλήματος προκύπτουν τιμές για όλες τις μεταβλητές απόφασης.

Ειδικότερα για τις μεταβλητές x_i που αντιστοιχούν σε κάθε ερώτηση i και οι οποίες είναι δυαδικές (binary), παίρνουν δηλαδή τιμή 0 ή 1, η τιμή 0 σημαίνει ότι η ερώτηση μένει εκτός διαγωνίσματος ενώ η τιμή 1 σημαίνει ότι η ερώτηση αυτή χρησιμοποιείται στο διαγώνισμα.

Όσον αφορά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων (η οποία είναι όμοια για κάθε αντικειμενική), περιλαμβάνει τέσσερεις πίνακες :

- **1^{ος} πίνακας.** Περιέχει το συνολικό χρόνο του διαγωνίσματος σε λεπτά (ο οποίος λόγω του περιορισμού ενδέχεται να είναι ελάχιστα μικρότερος από το ζητούμενο, π.χ. όπως θα φανεί παρακάτω, η επίλυση για 2 αντικειμενικές συναρτήσεις έδωσε χρόνο 89 λεπτών αντί για 90 που ήταν το ζητούμενο) και το συνολικό βαθμό δυσκολίας
- **2^{ος} πίνακας.** Περιέχει τις ερωτήσεις που χρησιμοποιούνται στο διαγώνισμα, και πιο συγκεκριμένα το i των ερωτήσεων, το βαθμό δυσκολίας τους b_i , το μέγιστο εκτιμώμενο χρόνο απάντησης t_i , την ομάδα δυσκολίας στην οποία ανήκουν d_i και το κεφάλαιο από το οποίο προέρχονται c_i .
- **3^{ος} πίνακας.** Περιέχει για κάθε ομάδα δυσκολίας το βαθμό δυσκολίας της, αντιπαράθετο το ζητούμενο ποσοστό του βαθμού δυσκολίας επί του συνολικού βαθμού

δυσκολίας με το πραγματικό, αναφέρει την απόκλιση που σημειώθηκε και τον αριθμό των ερωτήσεων της.

- **4^{ος} πίνακας.** Περιέχει τον αριθμό των ερωτήσεων ανά κεφάλαιο.

4.5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ

Η επίλυση του προβλήματος για την 1^η αντικειμενική συνάρτηση, σημαίνει ελαχιστοποίηση του αριθμού των ερωτήσεων ανά κεφάλαιο.

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	90
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	9,145

Πίνακας 4.1 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για την 1^η αντικειμενική συνάρτηση

i	b_i	t_i	d_i	c_i
1	0,509	2	3	6
3	0,353	2	2	10
12	0,786	5	4	5
42	0,620	5	3	3
43	0,471	2	2	2
53	0,166	2	1	2
67	0,449	2	2	11
92	0,163	5	1	8
93	0,160	5	1	10
95	0,652	2	3	8
103	0,649	2	3	7
109	0,822	10	4	3
120	0,302	5	2	6
139	0,238	5	1	4
148	0,754	2	4	9
171	0,446	20	2	4
184	0,346	5	2	11
186	0,258	2	2	9
191	0,233	2	1	7
200	0,769	5	4	5

Πίνακας 4.2 : Επιλεγμένες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για την 1^η αντικειμενική συνάρτηση

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,959	20,00%	10,49%	-9,51%	5
d_2	2,624	30,00%	28,69%	-1,31%	7
d_3	2,430	30,00%	26,57%	-3,43%	4
d_4	3,132	20,00%	34,25%	14,25%	4

Πίνακας 4.3 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά ϵ° αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για την 1^η αντικειμενική συνάρτηση

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	0
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	2

Πίνακας 4.4 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για την 1^η αντικειμενική συνάρτηση

4.5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ

Η επίλυση του προβλήματος για την 2^η αντικειμενική συνάρτηση, σημαίνει ελαχιστοποίηση του αριθμού των ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας.

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	90
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	9,145

Πίνακας 4.5 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για την 2^η αντικειμενική συνάρτηση

i	b_i	t_i	d_i	c_i
1	0,509	2	3	6
3	0,353	2	2	10
8	0,557	5	3	8
22	0,513	5	3	7
35	0,821	10	4	11
53	0,166	2	1	2
66	0,200	2	1	1
67	0,449	2	2	11
109	0,822	10	4	3
111	0,527	2	3	6
127	0,220	2	1	4
141	0,449	2	2	5
142	0,489	5	2	5
144	0,594	2	3	8
164	0,781	10	4	5
166	0,798	10	4	8
191	0,233	2	1	7
192	0,163	5	1	7
196	0,347	5	2	10
200	0,770	5	4	5

Πίνακας 4.6 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για την 2^η αντικειμενική συνάρτηση

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,982	20,00%	10,06%	-9,94%	5
d_2	2,085	30,00%	21,37%	-8,63%	5
d_3	2,700	30,00%	27,66%	-2,34%	5
d_4	3,992	20,00%	40,90%	20,90%	5

Πίνακας 4.7 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά ε^ς αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για την 2^η αντικειμενική συνάρτηση

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	1
2	1
3	1
4	1
5	4
6	2
7	3
8	3
9	0
10	2
11	2

Πίνακας 4.8 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για την 2^η αντικειμενική συνάρτηση

4.5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 3^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ

Η επίλυση του προβλήματος για την 3^η αντικειμενική συνάρτηση, σημαίνει ελαχιστοποίηση του βαθμού δυσκολίας της ομάδας δυσκολίας 1.

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	90
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	10,969

Πίνακας 4.9 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για την 3^η αντικειμενική συνάρτηση

i	b_i	t_i	d_i	c_i
1	0,509	2	3	6
5	0,588	10	3	3
12	0,786	5	4	5
20	0,398	2	2	8
34	0,526	2	3	5
35	0,821	10	4	11
40	0,318	2	2	9
41	0,355	2	2	3
70	0,460	5	2	5
96	0,342	2	2	11
99	0,728	5	3	7
109	0,822	10	4	3
121	0,329	5	2	8
142	0,489	5	2	5
144	0,594	2	3	8
148	0,754	2	4	9
164	0,781	10	4	5
168	0,340	2	2	5
186	0,258	2	2	9
200	0,769	5	4	5

Πίνακας 4.10 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για την 3^η αντικειμενική συνάρτηση

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,000	20,00%	0,00%	-20,00%	0
d_2	3,289	30,00%	29,98%	-0,02%	9
d_3	2,945	30,00%	26,85%	-3,15%	5
d_4	4,734	20,00%	43,16%	23,16%	6

Πίνακας 4.11 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά ε'ς αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για την 3^η αντικειμενική συνάρτηση

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	0
2	0
3	3
4	0
5	7
6	1
7	1
8	3
9	3
10	0
11	2

Πίνακας 4.12 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για την 3^η αντικειμενική συνάρτηση

4.5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 4^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ

Η επίλυση του προβλήματος για την 4^η αντικειμενική συνάρτηση, σημαίνει ελαχιστοποίηση του βαθμού δυσκολίας της ομάδας δυσκολίας 2.

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	90
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	9,133

Πίνακας 4.13 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για την 4^η αντικειμενική συνάρτηση

i	b_i	t_i	d_i	c_i
34	0,526	2	3	5
35	0,821	10	4	11
39	0,214	5	1	2
53	0,166	2	1	2
63	0,788	10	4	10
66	0,200	2	1	1
83	0,666	2	3	1
93	0,160	5	1	10
94	0,132	5	1	5
106	0,537	2	3	7
109	0,822	10	4	3
114	0,502	2	3	7
125	0,160	5	1	9
127	0,220	2	1	4
148	0,754	2	4	9
162	0,502	2	3	10
166	0,798	10	4	8
191	0,233	2	1	7
192	0,163	5	1	7
200	0,769	5	4	5

Πίνακας 4.14 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για την 4^η αντικειμενική συνάρτηση

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	1,648	20,00%	18,04%	-1,96%	9
d_2	0,000	30,00%	0,00%	-30,00%	0
d_3	2,732	30,00%	29,91%	-0,09%	5
d_4	4,753	20,00%	52,05%	32,05%	6

Πίνακας 4.15 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά ϵ αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για την 4^η αντικειμενική συνάρτηση

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	2
2	2
3	1
4	1
5	3
6	0
7	4
8	1
9	2
10	3
11	1

Πίνακας 4.16 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για την 4^η αντικειμενική συνάρτηση

4.5.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 5^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ

Η επίλυση του προβλήματος για την 5^η αντικειμενική συνάρτηση, σημαίνει μεγιστοποίηση του βαθμού δυσκολίας της ομάδας δυσκολίας 3.

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	89
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	13,109

Πίνακας 4.17 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για την 5^η αντικειμενική συνάρτηση

i	b_i	t_i	d_i	c_i
12	0,786	5	4	5
25	0,482	2	2	10
35	0,821	10	4	11
43	0,471	2	2	2
50	0,488	2	2	7
63	0,788	10	4	10
75	0,458	2	2	2
83	0,666	2	3	1
95	0,652	2	3	8
97	0,479	2	2	5
103	0,649	2	3	7
109	0,822	10	4	3
112	0,648	2	3	4
144	0,594	2	3	8
148	0,754	2	4	9
157	0,479	2	2	5
164	0,781	10	4	5
166	0,798	10	4	8
195	0,724	5	3	7
200	0,769	5	4	5

Πίνακας 4.18 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για την 5^η αντικειμενική συνάρτηση

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,000	20,00%	0,00%	-20,00%	0
d_2	2,856	30,00%	21,79%	-8,21%	6
d_3	3,932	30,00%	30,00%	0,00%	6
d_4	6,321	20,00%	48,22%	28,22%	8

Πίνακας 4.19 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά εσ αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για την 5^η αντικειμενική συνάρτηση

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	1
2	2
3	1
4	1
5	5
6	0
7	3
8	3
9	1
10	2
11	1

Πίνακας 4.20 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για την 5^η αντικειμενική συνάρτηση

4.5.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 6^{ης} ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ

Η επίλυση του προβλήματος για την 6^η αντικειμενική συνάρτηση, σημαίνει μεγιστοποίηση του βαθμού δυσκολίας της ομάδας δυσκολίας 4.

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	89
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	12,051

Πίνακας 4.21 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για την 6^η αντικειμενική συνάρτηση

i	b_i	t_i	d_i	c_i
8	0,557	5	3	8
12	0,786	5	4	5
35	0,821	10	4	11
40	0,318	2	2	9
50	0,488	2	2	7
63	0,788	10	4	10
71	0,458	2	2	7
75	0,458	2	2	2
97	0,479	2	2	5
109	0,822	10	4	3
110	0,619	2	3	6
148	0,754	2	4	9
151	0,629	2	3	6
157	0,479	2	2	5
164	0,781	10	4	5
166	0,798	10	4	8
167	0,629	2	3	4
172	0,386	2	2	7
191	0,233	2	1	7
200	0,769	5	4	5

Πίνακας 4.22 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για την 6^η αντικειμενική συνάρτηση

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,233	20,00%	1,93%	-18,07%	1
d_2	3,064	30,00%	25,43%	-4,57%	7
d_3	2,433	30,00%	20,19%	-9,81%	4
d_4	6,321	20,00%	52,45%	32,45%	8

Πίνακας 4.23 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά ε^ς αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για την 6^η αντικειμενική συνάρτηση

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	0
2	1
3	1
4	1
5	5
6	2
7	4
8	2
9	2
10	1
11	1

Πίνακας 4.24 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για την 6^η αντικειμενική συνάρτηση

4.6 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αν και τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στις παραπάνω παραγράφους δεν έχουν ιδιαίτερη πρακτική αξία, πέραν του ότι είναι απαραίτητα για την κατασκευή του πίνακα πληρωμών (pay-off table), αξίζει να γίνουν κάποιες παρατηρήσεις, όσον αφορά τους στόχους που είχαν τεθεί και το κατά πόσον αυτοί πραγματοποιήθηκαν :

- Επιτυγχάνεται αρκετά καλά η ισοκατανομή ανά κεφάλαιο και ανά ομάδα δυσκολίας
- Παρατηρείται μια μικρή απόκλιση από το ζητούμενο συνολικό χρόνο διάρκειας του διαγωνίσματος – για την 5^η και 6^η αντικειμενική, αντί του ζητούμενου των 90 λεπτών το πραγματικό είναι 89 λεπτά
- Τα ποσοστά συμμετοχής του βαθμού δυσκολίας των ομάδων δυσκολίας 1, 2 και 3 επί του συνολικού βαθμού δυσκολίας, επιτυγχάνονται με μικρές αποκλίσεις – πλην των περιπτώσεων όπου ζητείται η ελαχιστοποίηση κάθε μίας εκ των 1 και 2 και η μεγιστοποίηση της 3, οπότε και το σχετικό ποσοστό μηδενίζεται στις 2 πρώτες περιπτώσεις ενώ ξεφεύγει αρκετά πάνω από το ζητούμενο για την 3^η περίπτωση.
- Το ποσοστό συμμετοχής του βαθμού δυσκολίας της ομάδας δυσκολίας 4 επί του συνολικού βαθμού δυσκολίας, ξεφεύγουν αρκετά από το ζητούμενο, και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στη μοντελοποίηση δεν μπορούσε να εισαχθεί περιορισμός για το ποσοστό αυτής της ομάδας

Ο πίνακας πληρωμών, όπως προκύπτει από τις λύσεις βελτιστοποίησης των έξι αντικειμενικών συναρτήσεων, είναι :

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6
$[\min]g_1$	2	98	0,9593	2,6240	2,4295	3,1320
$[\min]g_2$	26	5	0,9820	2,0853	2,6995	3,9917
$[\min]g_3$	26	98	0	3,2891	2,9454	4,7343
$[\min]g_4$	26	98	1,6476	0	2,7318	4,7535
$[\max]g_5$	26	98	0	2,8559	3,9324	6,3208
$[\max]g_6$	26	98	0,2328	3,0643	2,4330	6,3208

Πίνακας 4.25 : Πίνακας Πληρωμών

Στη διαγώνιο του πίνακα (με πλάγια και έντονη γραφή), βρίσκεται η βέλτιστη τιμή κάθε κριτηρίου – για τα τέσσερα πρώτα ελαχιστοποιημένη και για τα δύο τελευταία μεγιστοποιημένη.

Είναι εύκολα αντιληπτό (σύμφωνα και με τον ορισμό – βλ. παράγραφος 4.3), ότι ανταγωνιστικά είναι τα εξής κριτήρια :

- Το g_1 με το g_2
- Το g_1 με τα $g_3 / g_4 / g_5 / g_6$
- Το g_2 με τα $g_3 / g_4 / g_5 / g_6$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΟΛΙΚΟΥ ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έχοντας βελτιστοποιήσει κάθε αντικειμενική και έχοντας κατασκευάσει τον πίνακα πληρωμών, θα πρέπει να επιλεγεί μια μέθοδος πολυκριτηρίου γραμμικού προγραμματισμού για την επίλυση του μοντέλου πολυκριτηρίου μικτού αέριου γραμμικού προγραμματισμού.

Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων, είναι η STEM, η μέθοδος των Ικανοποιητικών Στόχων, η Λεξικογραφική μέθοδος, Weighting Objectives μέθοδος, κ.ά. Υπάρχουν ακόμα μέθοδοι που χρησιμοποιούν τη Θεωρία Παιγνίων ή και Ασαφή Λογική.

Η μέθοδος που επιλέχθηκε στα πλαίσια της παρούσας μεθοδολογίας, είναι η μέθοδος του Ολικού Κριτηρίου, κυρίως λόγω της απλότητάς της και του γεγονότος ότι μπορεί να προγραμματιστεί εύκολα.

5.2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Ως μέθοδος ολικού κριτηρίου (global criterion method) νοείται κάθε μέθοδος που αποσκοπεί στη σύνθεση των n αντικειμενικών συναρτήσεων σε μία, μετατρέποντας το πολυκριτήριο γραμμικό πρόβλημα σε πρόβλημα βελτιστοποίησης. Η νέα συνάρτηση είναι μια συνάρτηση αξιών (value function) :

$$u(x) = u[g_1(x), g_2(x), \dots, g_n(x)] \quad (5.1)$$

Το νέο πρόβλημα διαμορφώνεται ως εξής :

$$[\max] u(x) \text{ υπό τους περιορισμούς } x \in A \quad (5.2)$$

Πέραν των τεχνικών δυσκολιών που ενδέχεται να θέσει το νέο πρόβλημα δεδομένου ότι η συνάρτηση αξιών μπορεί να μην είναι γραμμική, τίθεται και θέμα θεμιτότητας της συγκεκριμένης συνάρτησης ως μοντέλου ολικής προτίμησης του αποφασίζοντος. Να σημειωθεί εδώ ότι γίνεται αναφορά στην απλή περίπτωση που η συνάρτηση αξιών είναι γραμμική, δηλ. ένας σταθμισμένος μέσος των κριτηρίων g_1, g_2, \dots, g_n (αλλιώς το πρόβλημα καθορισμού της συνάρτησης αξιών ενός αποφασίζοντος παραπέμπει στην πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας – multi-attribute utility theory) :

$$u(x) = \sum_{i=1}^n p_i g_i(x) \quad (5.3)$$

όπου p_1, p_2, \dots, p_n είναι θετικοί συντελεστές βαρύτητας, των οποίων η φυσική σημασία για τη συγκεκριμένη συνάρτηση (5.3) δίνεται παρακάτω.

Ως μοντέλο ολικής προτίμησης ενός αποφασίζοντος η συνάρτηση (5.3) οφείλει να σέβεται τις εξής προτιμησιακές σχέσεις :

$$u(x) > u(y) \Leftrightarrow x \succ y \text{ (η λύση } x \text{ προτιμάται της } y) \quad (5.4)$$

$$u(x) = u(y) \Leftrightarrow x \sim y \text{ (η λύση } x \text{ κρίνεται ισοδύναμη της } y) \quad (5.5)$$

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η φυσική σημασία των συντελεστών βαρύτητας $p_i, i=1, 2, \dots, n$ στο μοντέλο σταθμισμένου μέσου (5.3), έστω δύο υποθετικές λύσεις x και x' με τις εξής τιμές στα κριτήρια :

$$\begin{array}{llllll} x: & g_1 & g_2 & \dots & g_i & \dots & g_n \\ x': & g_1 - \Delta & g_2 & \dots & g_i + 1 & \dots & g_n \end{array}$$

Οι τιμές των δύο λύσεων στα κριτήρια είναι παντού ίδιες εκτός από δύο κριτήρια, το κριτήριο g_i στο οποίο έχει κερδηθεί μια μονάδα από τη λύση x' ως προς τη x και το κριτήριο g_1 όπου έχει χαθεί ποσότητα Δ από τη λύση x' .

Έστω ότι ο αποφασίζων, έχοντας τη λύση x , έχει παραχωρήσει Δ μονάδες κριτηρίου g_1 προκειμένου να κερδίσει μια μονάδα κριτηρίου g_i , δηλαδή είναι αδιάφορος ως προς τις προτιμήσεις μεταξύ των λύσεων x και x' ($x \sim x'$). Σύμφωνα με τη σχέση (5.7), ισχύει :

$$u(x) = u(x') \Leftrightarrow p_1 g_1 + p_2 g_2 + \dots + p_n g_n = p_1 (g_1 - \Delta) + p_2 g_2 + \dots + p_i (g_i + 1) + \dots + p_n g_n$$

απ' όπου προκύπτει τελικά :

$$\Delta = \frac{p_i}{p_1}, \forall i \quad (5.6)$$

Άρα, εάν τεθεί $p_1 = 1$ και το κριτήριο παίζει το ρόλο του κριτηρίου αναφοράς που αποζημιώνει τα υπόλοιπα ($p_i = \Delta$), το βάρος ενός κριτηρίου είναι η ποσότητα που παραχωρείται στο κριτήριο αναφοράς για να κερδηθεί ακριβώς μια μονάδα στο κριτήριο g_i . Συνεπώς, τα βάρη είναι βαθμοί παραχωρήσεων (trade-offs) μεταξύ των κριτηρίων και του κριτηρίου αναφοράς.

Τα βάρη αυτά, ο αποφασίζων θέλει να αντανακλούν, σύμφωνα και με το Zeleny (1982), από τη μια πλευρά την υποκειμενική βαρύτητα λ που δίνει στα κριτήρια ο αποφασίζων και από την άλλη την ισχύ διαφοροποίησης των λύσεων από κάθε κριτήριο :

$$k_i = \frac{g_i^* - g_{i\min}}{g_i^*}, i = 1, 2, \dots, n \quad (5.7)$$

Ο αποφασίζων, αναφορικά με τη σχετική βαρύτητα των κριτηρίων, δίνει ποσοστά βαρύτητας λ_i , τέτοια ώστε :

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (5.8)$$

Υπολογίζονται έτσι οι αντικειμενικοί συντελεστές k_i , όπως προκύπτουν από τις στήλες του πίνακα πληρωμών. Έτσι προκύπτουν τα βάρη p_i που εξασφαλίζουν κάποιο συμβιβασμό μεταξύ της υποκειμενικής και της αντικειμενικής βαρύτητας :

$$p_i = \lambda_i \times k_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (5.9)$$

Γενικότερα, ισχύει σαν θεώρημα ότι η συνάρτηση αξιών ενός αποφασίζοντα είναι γραμμική (σταθμισμένος μέσος) όταν για κάθε ζεύγος κριτηρίων $(g_1, g_i), i = 1, \dots, n$ οι βαθμοί παραχωρήσεων (βάρη) είναι ανεξάρτητοι των τιμών που παίρνουν τα υπόλοιπα κριτήρια στο χώρο κριτηρίων και σταθεροί.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί εδώ, ότι σε πολλές αλληλεπιδραστικές μεθόδους, όπως αυτή των Geoffrion, Dyer και Feinberg που δημοσιεύτηκε στο Management Science το 1972 (Hwang et al., 1979), τα βάρη της γραμμικής συνάρτησης αξιών εκτιμώνται τοπικά (σε ένα συγκεκριμένο g του χώρου των κριτηρίων) και προσδιορίζεται έτσι η κατεύθυνση βελτίωσης μιας λύσης στο σημείο εκείνο. Ακολουθεί η μεγιστοποίηση της τοπικής συνάρτησης αξιών για να προσδιοριστεί ένα νέο σημείο και να επακολουθήσει εκ νέου διάλογος για τις παραχωρήσεις κριτηρίων στο νέο σημείο. Η διαδικασία σταματά όταν ο αποφασίζων κρίνει ότι η λύση τον ικανοποιεί απόλυτα.

5.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Για την εφαρμογή της μεθόδου, αποφασίστηκε οι αντικειμενικές συναρτήσεις να χωριστούν σε δύο κατηγορίες : αυτές που έχουν να κάνουν με τον αριθμό των ερωτήσεων (g_1 και g_2), και αυτές που έχουν να κάνουν με το ποσοστό του βαθμού δυσκολίας κάθε ομάδας δυσκολίας επί του συνολικού βαθμού δυσκολίας (g_3, g_4, g_5 και g_6).

Δεδομένου ότι πρέπει να δοθεί σε κάθε αντικειμενική ένα ποσοστό βαρύτητας, δημιουργήθηκαν έξι διαφορετικά σενάρια (ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση πριν επιλεχθεί η τελική λύση), κάθε ένα από τα οποία δίνει στις αντικειμενικές συναρτήσεις της ίδιας κατηγορίας τα ίδια ποσοστά βαρύτητας. Τα έξι αυτά σενάρια, δημιουργήθηκαν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καλυφθούν η περίπτωση της «χρυσής τομής» ανάμεσα στα κριτήρια – αντικειμενικές (σενάριο 1) κάποιες ακραίες περιπτώσεις (σενάρια 2 και 3), η περίπτωση της

«χρυσής τομής» για κάθε κατηγορία κριτηρίων (σενάριο 6) και περιπτώσεις εκατέρωθεν της «χρυσής τομής» του σεναρίου 6, δηλ. λίγο περισσότερη βαρύτητα στη μία από τις δύο κατηγορίες (σενάρια 4 και 5). Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται τα ποσοστά βαρύτητας για κάθε αντικειμενική συνάρτηση και κάθε ένα από τα έξι σενάρια :

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6
1° Σενάριο	16,66%	16,66%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
2° Σενάριο	45%	45%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
3° Σενάριο	5%	5%	22,50%	22,50%	22,50%	22,50%
4° Σενάριο	30%	30%	10%	10%	10%	10%
5° Σενάριο	20%	20%	15%	15%	15%	15%
6° Σενάριο	25%	25%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%

Πίνακας 5.1 : Σενάρια για την εφαρμογή του μοντέλου του ολικού κριτηρίου

5.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Συνδυάζοντας τον πίνακα 4.25, τις σχέσεις 5.7 & 5.9 και τα ποσοστά βαρύτητας των σεναρίων που παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1, υπολογίζονται τα βάρη κάθε αντικειμενικής και για κάθε σενάριο.

Με αυτό τον τρόπο, οι έξι αντικειμενικές συνδυάζονται σε μία (για κάθε σενάριο) και το πολυκριτήριο πρόβλημα μετατρέπεται σε μονοκριτήριο, επιτρέποντας έτσι την επίλυσή του και την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Έτσι, λύνονται έξι γραμμικά προβλήματα με τους ίδιους περιορισμούς (βλ. 4.5.3 & 4.5.4).

Να σημειωθεί εδώ ότι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων, ακολουθεί τον τρόπο που παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα στην παράγραφο 4.5, δηλ. τέσσερις πίνακες για κάθε σενάριο.

5.4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1^{ου} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Η επίλυση του προβλήματος για το 1^ο σενάριο, έδωσε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	89
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	10,321

Πίνακας 5.2 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για το 1^ο σενάριο

i	b_i	t_i	d_i	c_i
1	0,509	2	3	6
12	0,786	5	4	5
35	0,821	10	4	11
41	0,355	2	2	3
53	0,166	2	1	2
63	0,788	10	4	10
64	0,518	5	3	1
66	0,200	2	1	1
84	0,537	2	3	2
96	0,342	2	2	11
109	0,822	10	4	3
111	0,527	2	3	6
114	0,502	2	3	7
125	0,160	5	1	9
127	0,220	2	1	4
148	0,754	2	4	9
162	0,502	2	3	10
164	0,781	10	4	5
166	0,798	10	4	8
191	0,233	2	1	7

Πίνακας 5.3 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για το 1^ο σενάριο

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,978	20,00%	9,48%	-10,52%	5
d_2	0,697	30,00%	6,75%	-23,25%	2
d_3	3,095	30,00%	29,98%	-0,02%	6
d_4	5,551	20,00%	53,78%	33,78%	7

Πίνακας 5.4 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά $\epsilon\%$ αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για το 1^ο σενάριο

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	2
2	2
3	2
4	1
5	2
6	2
7	2
8	1
9	2
10	2
11	2

Πίνακας 5.5 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για το 1^ο σενάριο

5.4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2^ο ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Η επίλυση του προβλήματος για το 2^ο σενάριο, έδωσε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	90
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	9,227

Πίνακας 5.6 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για το 2^ο σενάριο

<i>i</i>	<i>b_i</i>	<i>t_i</i>	<i>d_i</i>	<i>c_i</i>
3	0,353	2	2	10
12	0,786	5	4	5
35	0,821	10	4	11
36	0,559	2	3	4
37	0,624	10	3	11
41	0,355	2	2	3
53	0,166	2	1	2
66	0,200	2	1	1
84	0,537	2	3	2
92	0,163	5	1	8
106	0,537	2	3	7
109	0,822	10	4	3
114	0,502	2	3	7
120	0,302	5	2	6
125	0,160	5	1	9
127	0,220	2	1	4
128	0,295	5	2	6
166	0,798	10	4	8
186	0,258	2	2	9
200	0,769	5	4	5

Πίνακας 5.7 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για το 2^ο σενάριο

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
<i>d₁</i>	0,909	20,00%	9,85%	-10,15%	5
<i>d₂</i>	1,562	30,00%	16,92%	-13,08%	5
<i>d₃</i>	2,759	30,00%	29,90%	-0,10%	5
<i>d₄</i>	3,997	20,00%	43,32%	23,32%	5

Πίνακας 5.8 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά & αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για το 2^ο σενάριο

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	1
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	1
11	2

Πίνακας 5.9 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για το 2^ο σενάριο

5.4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 3^{ου} ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Η επίλυση του προβλήματος για το 3^ο σενάριο, έδωσε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	89
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	10,795

Πίνακας 5.10 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για το 3^ο σενάριο

i	b_i	t_i	d_i	c_i
1	0,509	2	3	6
2	0,596	2	3	3
12	0,786	5	4	5
35	0,821	10	4	11
53	0,166	2	1	2
63	0,788	10	4	10
66	0,200	2	1	1
106	0,537	2	3	7
109	0,822	10	4	3
114	0,502	2	3	7
125	0,160	5	1	9
127	0,220	2	1	4
144	0,594	2	3	8
148	0,754	2	4	9
162	0,502	2	3	10
164	0,781	10	4	5
166	0,798	10	4	8
186	0,258	2	2	9
191	0,233	2	1	7
200	0,769	5	4	5

Πίνακας 5.11 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για το 3^ο σενάριο

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,978	20,00%	9,06%	-10,94%	5
d_2	0,258	30,00%	2,39%	-27,61%	1
d_3	3,239	30,00%	30,00%	0,00%	6
d_4	6,321	20,00%	58,55%	38,55%	8

Πίνακας 5.12 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά ε^ς αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για το 3^ο σενάριο

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	1
2	1
3	2
4	1
5	3
6	1
7	3
8	2
9	3
10	2
11	1

Πίνακας 5.13 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για το 3^ο σενάριο

5.4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 4^ο ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Η επίλυση του προβλήματος για το 4^ο σενάριο, έδωσε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	90
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	9,082

Πίνακας 5.14 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για το 4^ο σενάριο

i	b_i	t_i	d_i	c_i
2	0,596	2	3	3
12	0,786	5	4	5
21	0,300	5	2	8
35	0,821	10	4	11
36	0,559	2	3	4
40	0,318	2	2	9
53	0,166	2	1	2
63	0,788	10	4	10
66	0,200	2	1	1
84	0,537	2	3	2
90	0,293	5	2	10
94	0,132	5	1	5
109	0,822	10	4	3
111	0,527	2	3	6
114	0,502	2	3	7
127	0,220	2	1	4
128	0,295	5	2	6
166	0,798	10	4	8
186	0,258	2	2	9
192	0,163	5	1	7

Πίνακας 5.15 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για το 4^ο σενάριο

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,881	20,00%	9,70%	-10,30%	5
d_2	1,464	30,00%	16,11%	-13,89%	5
d_3	2,721	30,00%	29,96%	-0,04%	5
d_4	4,016	20,00%	44,22%	24,22%	5

Πίνακας 5.16 Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά & αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για το 4^ο σενάριο

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	1
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	1

Πίνακας 5.17 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για το 4^ο σενάριο

5.4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 5^ο ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Η επίλυση του προβλήματος για το 5^ο σενάριο, έδωσε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	90
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	9,088

Πίνακας 5.18 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για το 5^ο σενάριο

i	b_i	t_i	d_i	c_i
2	0,596	2	3	3
12	0,786	5	4	5
21	0,300	5	2	8
36	0,559	2	3	4
38	0,292	5	2	11
53	0,166	2	1	2
66	0,200	2	1	1
76	0,885	20	4	7
84	0,537	2	3	2
90	0,293	5	2	10
92	0,163	5	1	8
109	0,822	10	4	3
111	0,527	2	3	6
127	0,220	2	1	4
128	0,295	5	2	6
148	0,754	2	4	9
162	0,502	2	3	10
186	0,258	2	2	9
192	0,163	5	1	7
200	0,769	5	4	5

Πίνακας 5.19 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για το 5^ο σενάριο

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,913	20,00%	10,04%	-9,96%	5
d_2	1,438	30,00%	15,82%	-14,18%	5
d_3	2,721	30,00%	29,94%	-0,06%	5
d_4	4,017	20,00%	44,20%	24,20%	5

Πίνακας 5.20 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά ε^ς αποκλίσεις και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για το 5^ο σενάριο

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	1
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	1

Πίνακας 5.21 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για το 5^ο σενάριο

5.4.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 6^ο ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Η επίλυση του προβλήματος για το 6^ο σενάριο, έδωσε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

Συνολικός Χρόνος (σε min.)	89
Βαθμός Δυσκολίας Διαγωνίσματος	9,263

Πίνακας 5.22 : Συνολικός χρόνος και βαθμός δυσκολίας για το 6^ο σενάριο

i	b_i	t_i	d_i	c_i
12	0,786	5	4	5
35	0,821	10	4	11
36	0,559	2	3	4
41	0,355	2	2	3
53	0,166	2	1	2
66	0,200	2	1	1
76	0,885	20	4	7
84	0,537	2	3	2
90	0,293	5	2	10
92	0,163	5	1	8
94	0,132	5	1	5
96	0,342	2	2	11
102	0,578	2	3	10
109	0,822	10	4	3
114	0,502	2	3	7
127	0,220	2	1	4
128	0,295	5	2	6
144	0,594	2	3	8
148	0,754	2	4	9
186	0,258	2	2	9

Πίνακας 5.23 : Επιλεγθείσες ερωτήσεις και χαρακτηριστικά αυτών για το 6^ο σενάριο

Ομάδα	Δυσκολία	Ζητούμενο	Πραγματικό	Απόκλιση	Ερωτήσεις
d_1	0,881	20,00%	9,51%	-10,49%	5
d_2	1,542	30,00%	16,65%	-13,35%	5
d_3	2,770	30,00%	29,90%	-0,10%	5
d_4	4,069	20,00%	43,93%	23,93%	5

Πίνακας 5.24 : Βαθμοί δυσκολίας, ποσοστά ερωτήσεων και αριθμός ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας για το 6^ο σενάριο

Κεφάλαιο	Ερωτήσεις
1	1
2	2
3	2
4	2
5	2
6	1
7	2
8	2
9	2
10	2
11	2

Πίνακας 5.25 : Αριθμός ερωτήσεων ανά κεφάλαιο για το 6^ο σενάριο

5.5 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στην παράγραφο αυτή, θα γίνει ανάλυση των αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν παραπάνω και θα γίνουν και οι σχετικές παρατηρήσεις, όσον αφορά τα ζητούμενα, τους στόχους που επιτεύχθηκαν και τα σφάλματα που παρατηρήθηκαν.

5.5.1 ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ

Οι χρόνοι των διαγωνισμάτων που κατασκευάστηκαν με τα έξι σενάρια, δεν έχουν μεγάλες αποκλίσεις από το ζητούμενο – η μέγιστη απόκλιση είναι ένα λεπτό και παρουσιάζεται σε τρία από τα έξι σενάρια (το 1^ο, το 3^ο και το 6^ο), όπου ο χρόνος των διαγωνισμάτων είναι ογδόντα εννέα λεπτά για το καθένα.

Αντίθετα, στα άλλα τρία σενάρια (2^ο, 4^ο και 5^ο) ο χρόνος των διαγωνισμάτων είναι ακριβώς ο ζητούμενος – δηλαδή ενενήντα λεπτά για το καθένα.

5.5.2 ΙΣΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ

Στην πλειοψηφία των σεναρίων που εφαρμόστηκε η μέθοδος του ολικού κριτηρίου, παρατηρείται απόλυτη ισοκατανομή των ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας.

Αναλυτικότερα, στο 2^ο, 4^ο, 5^ο και 6^ο σενάριο (σε τέσσερα δηλαδή από τα έξι σενάρια, ποσοστό 66,67%) υπάρχουν πέντε ερωτήσεις σε κάθε μία από τις τέσσερις ομάδες δυσκολίας.

Αντίθετα, στο 1^ο σενάριο η κατανομή είναι πέντε ερωτήσεις για την 1^η ομάδα δυσκολίας, δύο ερωτήσεις για τη 2^η ομάδα δυσκολίας, έξι ερωτήσεις για την 3^η ομάδα δυσκολίας και επτά ερωτήσεις για την 4^η ομάδα δυσκολίας.

Τέλος, στο 3^ο σενάριο, υπάρχουν πέντε ερωτήσεις για την 1^η ομάδα δυσκολίας, μία ερώτηση για τη 2^η ομάδα δυσκολίας, έξι ερωτήσεις για την 3^η ομάδα δυσκολίας και οκτώ ερωτήσεις για την 4^η ομάδα δυσκολίας.

5.5.3 ΙΣΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Λόγω του αριθμού των ερωτήσεων του διαγωνίσματος (είκοσι ερωτήσεις) και του αριθμού των κεφαλαίων του μαθήματος (έντεκα κεφάλαια), είναι φυσικό ότι δεν μπορεί να υπάρξει απόλυτη ισοκατανομή των ερωτήσεων ανά κεφάλαιο του μαθήματος.

Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να θεωρηθεί ως βέλτιστη κατανομή αυτή κατά την οποία εννέα κεφάλαια αντιπροσωπεύονται από δύο ερωτήσεις και τα υπόλοιπα δύο κεφάλαια να αντιπροσωπεύονται από μία.

Αυτό συμβαίνει σε όλα τα σενάρια πλην του τρίτου. Αναλυτικότερα, στο 3^ο σενάριο, υπάρχουν πέντε κεφάλαια που αντιπροσωπεύονται από μία ερώτηση, τρία κεφάλαια που αντιπροσωπεύονται από δύο ερωτήσεις και τα υπόλοιπα τρία κεφάλαια αντιπροσωπεύονται από τρεις ερωτήσεις.

Παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχει η βέλτιστη ισοκατανομή σε όλα τα σενάρια (τουλάχιστον όπως ορίστηκε σε αυτή την παράγραφο η έννοια του βέλτιστου), είναι θετικό το γεγονός ότι όλα τα κεφάλαια ανεξαιρέτως αντιπροσωπεύονται από μία τουλάχιστον ερώτηση, δηλαδή δεν υπάρχει κεφάλαιο που να μην αντιπροσωπεύεται, έστω και στο ελάχιστο.

5.5.4 ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ

Στον πίνακα 5.26 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής του βαθμού δυσκολίας κάθε ομάδας δυσκολίας επί του συνολικού βαθμού δυσκολίας, ενώ για κάθε ομάδα και για κάθε σενάριο ξεχωριστά, παρουσιάζεται και το αντίστοιχο σφάλμα από τα ζητούμενα.

Τα μικρότερα ποσοστά απόκλισης, ανεξαρτήτως σεναρίου, παρουσιάζει η ομάδα δυσκολίας 3 (κυμαίνονται μεταξύ -0,1% έως 0%, με μέσο όρο -0,05%). Αντίθετα τις

μεγαλύτερες αποκλίσεις παρουσιάζει η ομάδα δυσκολίας 4, με σφάλματα από 23,32% έως 38,55% (μέσος όρος 28%).

Σε λίγο καλύτερη κατάσταση είναι η ομάδα δυσκολίας 2, με τα σφάλματα να κυμαίνονται από το -27,61% έως -13,08% (μέσος όρος -17,56%). Σε ανεκτά επίπεδα, είναι τα σφάλματα που παρουσιάζονται στην ομάδα δυσκολίας 1, τα οποία κυμαίνονται από -10,94% έως -9,96% (μέσος όρος -10,39%).

Πιθανότατα, το σημείο αυτό της μεθοδολογίας να είναι εκείνο που χρειάζεται τις περισσότερες βελτιώσεις, ώστε να καταστεί η παρούσα μεθοδολογία εφαρμόσιμη.

	Ομάδα Δυσκολίας 1		Ομάδα Δυσκολίας 2	
	Πραγματικό	Σφάλμα	Πραγματικό	Σφάλμα
1° Σενάριο	9,48%	-10,52%	6,75%	-23,25%
2° Σενάριο	9,85%	-10,15%	16,92%	-13,08%
3° Σενάριο	9,06%	-10,94%	2,39%	-27,61%
4° Σενάριο	9,70%	-10,30%	16,12%	-13,88%
5° Σενάριο	10,04%	-9,96%	15,82%	-14,18%
6° Σενάριο	9,51%	-10,49%	16,65%	-13,35%

Πίνακας 5.26 : Πραγματικά ποσοστά και σφάλματα του βαθμού δυσκολίας σε κάθε ομάδα δυσκολίας και για κάθε σενάριο

	Ομάδα Δυσκολίας 3		Ομάδα Δυσκολίας 4	
	Πραγματικό	Σφάλμα	Πραγματικό	Σφάλμα
1° Σενάριο	29,99%	-0,01%	53,79%	33,79%
2° Σενάριο	29,90%	-0,10%	43,32%	23,32%
3° Σενάριο	30%	0,00%	58,55%	38,55%
4° Σενάριο	29,96%	-0,04%	44,22%	24,22%
5° Σενάριο	29,94%	-0,06%	44,21%	24,21%
6° Σενάριο	29,90%	-0,10%	43,93%	23,93%

Πίνακας 5.26 : Πραγματικά ποσοστά και σφάλματα του βαθμού δυσκολίας σε κάθε ομάδα δυσκολίας και για κάθε σενάριο (συνέχεια)

5.6 ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ

Όπως είναι κατανοητό, η επιλογή ενός εκ των έξι σεναρίων θα πρέπει να γίνει με βάση τους στόχους που επιτυγχάνονται. Με άλλα λόγια, θα πρέπει να προκρίνεται το σενάριο εκείνο στο οποίο επιτυγχάνονται όλοι οι στόχοι ή τουλάχιστον οι περισσότεροι από αυτούς. Συνιστά δηλαδή αυθαιρεσία η επιλογή ενός σεναρίου το οποίο επιτυγχάνει λιγότερους στόχους από κάποιο άλλο.

Να σημειωθεί εδώ, ότι ως στόχοι εννοούνται η χρονική διάρκεια του διαγωνίσματος, η ισοκατανομή των ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας, η ισοκατανομή των

ερωτήσεων ανά κεφάλαιο και τα επιθυμητά ποσοστά του βαθμού δυσκολίας κάθε ομάδας δυσκολίας επί του συνολικού βαθμού δυσκολίας.

Όσον αφορά τον τελευταίο στόχο, κρίθηκε σκόπιμο να υπολογιστεί για κάθε σενάριο ο μέσος όρος των απολύτων τιμών των σφαλμάτων κάθε ομάδας δυσκολίας, ώστε το μέγεθος αυτό (παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα) να αποτελέσει το αρχικό βήμα για την τελική αξιολόγηση κάθε σεναρίου που θα οδηγήσει την επιλογή ενός εξ αυτών.

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	Μέσο σφάλμα στα ποσοστά των ομάδων δυσκολίας
1° Σενάριο	2	7	0,9783	0,6970	3,0948	5,5513	16,89%
2° Σενάριο	2	5	0,9088	1,5616	2,7590	3,9972	11,66%
3° Σενάριο	3	8	0,9783	0,2577	3,2386	6,3208	19,28%
4° Σενάριο	2	5	0,8813	1,4636	2,7210	4,0160	12,11%
5° Σενάριο	2	5	0,9125	1,4377	2,7210	4,0174	12,10%
6° Σενάριο	2	5	0,8812	1,5425	2,7700	4,0693	11,97%

Πίνακας 5.27 : Αριθμητική τιμή κάθε αντικειμενικής και μέσο σφάλμα για κάθε σενάριο

Το 2° σενάριο παρουσιάζει το μικρότερο μέσο σφάλμα στα ποσοστά των ομάδων δυσκολίας (11,66%), με διαφορά 0,31% από το επόμενο (6° σενάριο με 11,97%). Όσον αφορά τους υπόλοιπους στόχους, έχει επιτύχει απόλυτα όσον αφορά τη χρονική διάρκεια, την απόλυτη κατανομή του αριθμού των ερωτήσεων ανά ομάδα δυσκολίας και τη βέλτιστη κατανομή του αριθμού των ερωτήσεων ανά κεφάλαιο. Για το 6° σενάριο υπάρχει η απόκλιση του ενός λεπτού από τη ζητούμενη χρονική διάρκεια του διαγωνίσματος. Επομένως, είναι απόλυτα λογικό να επιλεγεί τελικά το 2° σενάριο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθοδολογίας που παρουσιάστηκε, είναι ξεχωριστά για κάθε στάδιο αυτής.

Όσον αφορά το πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας, δηλαδή τον υπολογισμό του βαθμού δυσκολίας των ερωτήσεων, τα αποτελέσματα είναι κάτι παραπάνω από ενθαρρυντικά. Παρά το μεγάλο αριθμό κριτηρίων (οκτώ) και το αρκετά μεγάλο σύνολο αναφοράς που χρησιμοποιήθηκε (τριάντα ερωτήσεων), η εφαρμογή της μεθόδου *UTA** έδωσε στο μέγεθος τ του Kendall τιμή 1, κάτι που σημαίνει ότι η αρχική προδιάταξη ταυτίστηκε πλήρως με την κατάταξη που έδωσε η *UTA**.

Για το δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας, δεδομένης της φύσης του γραμμικού προβλήματος (μικτός ακέραιος γραμμικός προγραμματισμός) τα αποτελέσματα δεν είναι ό,τι καλύτερο. Αυτό συμβαίνει επειδή στην εφαρμογή της μεθόδου του ολικού κριτηρίου παρατηρούνται αποκλίσεις από τα ζητούμενα – από πολύ μικρές έως αρκετά μεγάλες.

Η αιτία για αυτές τις μεγάλες αποκλίσεις που παρουσιάζονται θα πρέπει να αναζητηθεί στο γεγονός ότι για τις μεν τρεις πρώτες ομάδες δυσκολίας ο περιορισμός είναι της μορφής \leq , κάτι που επιτρέπει στο βαθμό δυσκολίας να πάρει οσοδήποτε μικρότερη τιμή από τη ζητούμενη, ενώ για την τέταρτη ομάδα δυσκολίας ο περιορισμός είναι πλεονασματικός, οπότε στην ουσία ο βαθμός δυσκολίας μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή, συνήθως δε συγκεντρώνει όλα τα σφάλματα από τις τρεις άλλες ομάδες.

Θα πρέπει όμως να γίνει μνεία και στο γεγονός ότι έγινε ένα πρώτο βήμα για τη μοντελοποίηση ενός τόσο πολύπλοκου προβλήματος με κάποια σχετική επιτυχία. Τα αίτια αυτών των αποκλίσεων που αναφέρθηκαν προηγουμένως και οι πιθανοί τρόποι αντιμετώπισής τους, θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Η επιλογή της μεθόδου του Ολικού Κριτηρίου έγινε ούτως ώστε σε συνδυασμό με τα σενάρια που παρουσιάστηκαν (και ενδεχομένως κάποια άλλα που έχει υπόψη του ο διδάσκων ενός μαθήματος) να υπάρχει μία καλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και λογισμικού – υπολογιστή. Αυτή η αλληλεπίδραση θα ήταν πολύ δύσκολο να επιτευχθεί π.χ. για τη Λεξιμογραφική μέθοδο.

6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ

Όσον αφορά τις μελλοντικές ενέργειες που μπορούν να γίνουν αναφορικά με την συγκεκριμένη μεθοδολογία, αυτές συνοψίζονται σε δύο άξονες : τη βελτίωση της μοντελοποίησης (2^ο στάδιο μεθοδολογίας) και την ανάπτυξη μιας web-based εφαρμογής βασισμένης στην μεθοδολογία αυτή.

6.2.1 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η βελτίωση της μοντελοποίησης, είναι πρωταρχικής σημασίας, ώστε να καταστεί η παρούσα μεθοδολογία εφαρμόσιμη.

Θα πρέπει να γίνουν πιο «αυστηροί» οι περιορισμοί που αφορούν τα ποσοστά δυσκολίας κάθε ομάδας δυσκολίας επί του συνολικού βαθμού δυσκολίας. Στην παρούσα δεν είναι τόσο «αυστηροί», τουλάχιστον όσον αφορά τις ομάδες δυσκολίας 1, 2 και 3, αφού ο περιορισμός είναι της μορφής \leq , κάτι που σημαίνει ότι το ποσοστό που θα προκύψει μπορεί να είναι κατά πολύ μικρότερου του ζητούμενου.

Όσον αφορά την ομάδα δυσκολίας 4, ο περιορισμός είναι της μορφής \geq (αν και μπορεί να παραληφθεί, εφόσον τα ποσοστά των ομάδων δυσκολίας αθροίζουν στο 100), επιτρέπει στο ποσοστό να υπερβεί κατά πολύ το ζητούμενο, συγκεντρώνοντας τις αποκλίσεις των ομάδων 1, 2 και 3.

Το καλύτερο που θα μπορούσε να γίνει για το πρόβλημα αυτό, είναι να υπάρχουν δύο περιορισμοί για τις ομάδες δυσκολίας 1, 2 και 3 (προφανώς, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι περιορισμοί αυτοί για την ομάδα δυσκολίας 4 είναι πλεονασματικοί), που να αναφέρονται σε πάνω και κάτω όρια για το επιθυμητό ποσοστό, π.χ. για την ομάδα δυσκολίας 1 από 15% ως 20% (δηλ. $\geq 15\%$ και $\leq 20\%$).

Κάτι τέτοιο βέβαια, θα είχε άμεσο αντίκτυπο στον υπολογιστικό φόρτο που απαιτείται για την επίλυση των έξι επιμέρους αντικειμενικών συναρτήσεων αλλά και της σύνθεσης αυτών εν συνεχεία, αφού ο μικτός ανέραιος γραμμικός προγραμματισμός με τόσες πολλές μεταβλητές – ανέραιες και μη – και τρεις επιπλέον περιορισμούς, απαιτεί τεράστια υπολογιστική ισχύ, ενώ και ο χρόνος επίλυσης ενδέχεται να πολλαπλασιαστεί. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για κάθε μία από τις αντικειμενικές, ένας σύγχρονος ηλεκτρονικός υπολογιστής χρειάστηκε γύρω στα τριάντα δευτερόλεπτα για την επίλυση του γραμμικού προβλήματος, ενώ για την αντικειμενική που προκύπτει από τη σύνθεση των έξι χρειάστηκαν γύρω στα πενήντα δευτερόλεπτα.

Ο λόγος για τον οποίο χρειάζεται τόσος χρόνος είναι επειδή το λογισμικό επίλυσης χρησιμοποιεί τη μέθοδο του κλάδου και φράγματος (branch and bound), ο υπολογιστικός φόρτος της οποίας είναι πολλαπλάσιος της αύξησης των ακέραιων (integer) μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν τις ερωτήσεις.

Φυσικά, πάντα ελλοχεύει ο κίνδυνος να μην υπάρχει εφικτή (feasible) λύση σε κάποιο γραμμικό πρόβλημα, αφού οι συνδυασμοί που μπορούν να γίνουν (βάση δεδομένων με ερωτήσεις, χρόνος διαγωνίσματος, αριθμός ερωτήσεων) είναι κυριολεκτικά άπειροι.

Ξεπερνώντας το εμπόδιο του υπολογιστικού φόρτου, πέραν των επιπλέον περιορισμών, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κάποιες μέθοδοι μεταβελτιστοποίησης, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα που προκύπτουν κατά την αρχική εφαρμογή της μεθόδου του ολικού κριτηρίου.

6.2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ WEB-BASED ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η ανάπτυξη μιας web-based εφαρμογής βασισμένης στην παρούσα μεθοδολογία και η ενσωμάτωσή της στο δικτυακό τόπο ενός προγράμματος (ηλεκτρονικής) εκπαίδευσης από απόσταση, είναι ο απώτερος στόχος από τη στιγμή που ξεκίνησε η ανάπτυξή της.

Για να συμβεί κάτι τέτοιο, θα πρέπει η μοντελοποίηση να έχει πάρει την τελική μορφή της, παρουσιάζοντας αποτελέσματα με πολύ μικρά σφάλματα από τα ζητούμενα.

Κάποια χαρακτηριστικά της εφαρμογής αυτής, παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια :

- **Δημιουργία βάσης δεδομένων με ερωτήσεις.** Ο διδάσκων θα μπορεί να δημιουργεί εκ του μηδενός μία βάση δεδομένων με ερωτήσεις για κάθε μάθημα, εισάγοντας το κείμενο της ερώτησης, τις πιθανές απαντήσεις (υποδεικνύοντας παράλληλα και τη σωστή) και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της ερώτησης (βλ. παράγραφο 3.3). Με δεδομένες τις συναρτήσεις αξιών και τα βάρη των κριτηρίων (όπως αυτά προκύπτουν από την εφαρμογή της μεθόδου *UTA**), υπολογίζεται ο βαθμός δυσκολίας της ερώτησης.
- **Δυνατότητα επεξεργασίας της βάσης δεδομένων των ερωτήσεων.** Θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα για αλλαγές (σε πιθανά λάθη) στις ερωτήσεις της βάσης με υπολογισμό εκ νέου του βαθμού δυσκολίας, αλλά και η δυνατότητα διαγραφής κάποιας ερώτησης.
- **Δυναμική αλλαγή της βάσης δεδομένων.** Εκτός των χαρακτηριστικών που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 3.3 για κάθε ερώτηση, θα πρέπει να προβλεφθεί ένα μέγεθος (το οποίο θα αλλάζει δυναμικά) και θα αφορά τη συχνότητα εμφάνισης της

ερώτησης. Προφανώς, στην αρχή καμία ερώτηση δεν θα έχει ξαναεμφανιστεί. Σε κάθε διαγώνισμα που δημιουργείται, το μέγεθος αυτό θα αλλάζει σύμφωνα με κάποια κλίμακα που παρέχει ο διδάσκων και θα αλλάζει αυτόματα ο βαθμός δυσκολίας κάθε ερώτησης της οποίας η συχνότητα εμφάνισης μεταβάλλεται.

- **Δημιουργία & αποθήκευση διαγωνισμάτων.** Μετά τη δημιουργία τους, τα διαγωνίσματα θα αποθηκεύονται και θα είναι στη διάθεση κάθε εκπαιδευόμενου. Παράλληλα θα αποθηκεύονται και οι απαντήσεις που δίνει κάθε εκπαιδευόμενος.
- **Διορθωση διαγωνισμάτων.** Λόγω της φύσης τους (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής), τα διαγωνίσματα θα διορθώνονται αυτόματα, χωρίς την παρέμβαση του διδάσκοντα.
- **Αρχείο βαθμολογίας κάθε εκπαιδευόμενου.** Για κάθε εγγεγραμμένο εκπαιδευόμενο, το λογισμικό θα κρατάει σε αρχείο τις βαθμολογίες του σε κάθε διαγώνισμα, θα μπορεί να παρέχει συγκεντρωτικά στοιχεία για τις επιδόσεις του και θα έχει τη δυνατότητα να παρέχει στατιστικά στοιχεία για το σύνολο των εκπαιδευόμενων.

Όσον αφορά την πλατφόρμα που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη της εφαρμογής, αυτή μπορεί να είναι είτε *PHP* (πλατφόρμα ελεύθερου λογισμικού), *ASP* (της *Microsoft*) ή *JSP* (της *Sun Microsystems*). Για το κομμάτι της επίλυσης του γραμμικού προβλήματος μπορεί να επιλεγεί είτε κάποια εφαρμογή της *Lindo Systems Inc.* ή της *Dash Optimization*, πρωτοπόρων στην ανάπτυξη λογισμικού για την επίλυση γραμμικών προβλημάτων.

6.3 ANTI ΕΠΙΛΟΓΟΥ

Παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα στη διείσδυση του διαδικτύου αλλά και τη χρήση ευρυζωνικών (broadband) συνδέσεων σε ποσοστά επί του πληθυσμού της χώρας είναι από τους ουραγούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 25, η ανάπτυξη των δικτύων στην Ελλάδα είναι αλματώδης τα τελευταία χρόνια και παρέχονται στα εκπαιδευτικά ιδρύματα υψηλές ταχύτητες πρόσβασης και προηγμένες υπηρεσίες τηλεματικής. Δημιουργούνται έτσι ιδανικές συνθήκες για την ανάπτυξη συστημάτων σύγχρονης και ασύγχρονης εκπαίδευσης από απόσταση. Αποτελεί λοιπόν αναγκαιότητα η Ελλάδα να αναλάβει δράση και να μεριμνήσει για τη διάδοση και εξάπλωσή της τόσο στην Τριτοβάθμια όσο και στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Για να είναι μία τέτοια κίνηση επιτυχής και για να επιφέρει θετικά αποτελέσματα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η εκπαίδευση από απόσταση δεν έρχεται να αντικαταστήσει

τον τωρινό τρόπο διδασκαλίας ούτε να χρησιμοποιηθεί για να γίνονται τα μαθήματα με τις ίδιες δυνατότητες, αλλά μέσω του υπολογιστή. Η εκπαίδευση από απόσταση έρχεται να συμπληρώσει την παρούσα εκπαιδευτική διαδικασία, να βοηθήσει το διδάσκοντα να προσφέρει περισσότερη, πιο πλήρη και σφαιρική γνώση στους μαθητές. Οι νέες τεχνολογίες πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να εμπλουτίσουν το μάθημα και να το κάνουν πιο ενδιαφέρον. Σκοπός της εκπαίδευσης από απόσταση είναι να λύσει προβλήματα και να προσφέρει καινούριες δυνατότητες που με την κλασσική εκπαίδευση δεν υπάρχουν. Πρέπει λοιπόν να χρησιμοποιείται εκεί που είναι απαραίτητη και με σκοπό να δώσει καινούριες προοπτικές.

Οι διεθνείς τάσεις και εξελίξεις δείχνουν ότι η τεχνολογία έχει εισβάλλει παντού και η εξοικείωση με αυτή είναι απαραίτητη για όλους και ειδικά για τους αυριανούς πολίτες και εργαζόμενους. Είναι λοιπόν αναγκαίο για τους μαθητές να έρθουν σε επαφή με νέες τεχνολογίες, να μάθουν να τις χρησιμοποιούν και να εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες που τους δίνουν. Μέσα από την εκπαίδευση από απόσταση, η επαφή και εξοικείωση αυτή γίνεται με τρόπο φυσικό και ευχάριστο για τους μαθητές.

Για να είναι όμως θετικές οι εμπειρίες της εκπαίδευσης από απόσταση στους μαθητές είναι απαραίτητη η σωστή κατάρτιση των εκπαιδευτών τόσο με τις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες όσο και με τη νέα φιλοσοφία που εισάγει στο χώρο της εκπαίδευσης η εκπαίδευση από απόσταση. Η γνώση είναι πλέον ανοιχτή και προσβάσιμη από όλους. Είναι κοινά αποδεκτό, ότι οι πρωτοπόροι σε αυτές τις εξελίξεις θα είναι και αυτοί που θα έχουν τον πρώτο λόγο στα εκπαιδευτικά δρώμενα στο μέλλον.

Πρέπει επίσης ο εκπαιδευτής να δει την τεχνολογία σαν εργαλείο που τον βοηθά να κάνει πιο εύκολα και καλύτερα τη δουλειά του και όχι σαν εχθρό που έρχεται να τον επιφορτίσει με επιπλέον ευθύνες. Θα πρέπει να δοθούν στον εκπαιδευτικό εργαλεία πολύ εύχρηστα και που να απαιτούν από αυτόν την λιγότερη δυνατή εργασία και γνώση πάνω σε αυτά.

Η πολιτεία θα πρέπει επίσης να μεριμνήσει και να λύσει τα θεσμικά κενά που υπάρχουν αυτή τη στιγμή και που μπορούν να αποτελέσουν τροχοπέδη στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών εκπαίδευσης από απόσταση καθώς επίσης και να βρεθεί λύση για την οικονομική επιβάρυνση που θα υπάρξει για την συντήρηση και υποστήριξη των υποδομών που δημιουργούνται.

Γίνεται λοιπόν προφανές ότι ο ρόλος της πολιτείας στα θέματα της εκπαίδευσης από απόσταση είναι πολύ σημαντικός. Η ευθύνη που έχει απέναντι στον πολίτη για την καλύτερη εκπαίδευσή του και την καλύτερευση της ποιότητας ζωής του καθιστά αναγκαία την

ανάπτυξη της εκπαίδευσης από απόσταση στην Ελλάδα η οποία πρέπει να γίνει με υπεύθυνα και σταθερά βήματα αλλά και γρήγορα αφού οι εξελίξεις στο διεθνή και ευρωπαϊκό χώρο είναι ραγδαίες.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ι. Σχετικά με την εκπαίδευση από απόσταση

- Γεωργιάδη, Ε., Μπάρλου, Α., και Κορδούλης, Χ. (2003), Σύγκριση Κόστους της Εξ Αποστάσεως και της Παραδοσιακής Πανεπιστημιακής Εκπαίδευσης στην Ελλάδα, Πρακτικά Εισηγήσεων του 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου για την ΑεξΑΕ, 28–30 Μαρτίου, Πάτρα
- Μπαλαούρας, Π. (2002), Σύγχρονη Τηλεκπαίδευση : Αξιολόγηση της πορείας εισαγωγής της στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση (www.teleteaching.gr/SynchronousReport.doc)
- Ackermann, E. (1996), Tools for teaching: The World Wide Web and a Web Browser. (<http://www.mwc.edu/ernie/facacad/WWW-Teaching.html>)
- Aldrich, C. (2003), Simulations and the Future of Learning : An Innovative (and Perhaps Revolutionary) Approach to e-Learning, Pfeiffer
- Bernt, F.L., and Bugbee, A.C. (1993), Study practices and attitudes related to academic success in a distance learning programme, Distance Education, 14(1), pp. 97-112
- Blanchard, W.(1989), Telecourse effectiveness : A research-review update, Olympia, WA, Washington State Board for Community College Education, ED 320 554
- Brundage, D., Keane, R., and Mackneson, R. (1993), Application of learning theory to the instruction of adults, Thelma Barer-Stein and James A. Draper (Eds.), The craft of teaching adults (pp. 131-144), Toronto, Ontario, Culture Concepts, ED 362 644
- Burge, E. (1993), Adult distance learning : Challenges for contemporary practice, Thelma Barer-Stein and James A. Draper (Eds.), The craft of teaching adults (pp.215-230), Toronto, Ontario, Culture Concepts, ED 362 644
- Burge, E.J., and Howard, J.L. (1990), Audio-conferencing in graduate education : A Case Study, The American Journal of Distance Education, 4(2), pp. 3-13
- Cambre, M.A. (1991), The state of the art of instructional television, G.J. Anglin, (ed.), Instructional technology, past, present, and future, pp. 267-275, Englewood, CO : Libraries Unlimited
- Coldeway, D.O., MacRury, K., and Spencer, R. (1980), Distance education from the learner's perspective : The results of individual learner tracking at Athabasca University, Edmonton, Alberta, Athabasca University, ED 259 228

- Demiray, U., and Isman, A. (1999), History of Distance Education, Winds Of Changing (Chapter 1), Adapazari, Turkey
- Egan, M.W., Sebastian, J., and Welch, M. (1991, March), Effective television teaching : Perceptions of those who count most... distance learners, Proceedings of the Rural Education Symposium, Nashville, TN, ED 342 579
- Garrison, D.R., and Shale, D. (1987), Mapping the boundaries of distance education : Problems in defining the field, The American Journal of Distance Education, 1(1), pp. 7-13
- Graham, S.W., and Wedman, J.F. (1989), Enhancing the appeal of teletraining, Journal of Instructional Psychology, 16(4), pp. 183-191
- Gross, R., Gross, D., and Pirkel, R. (1998), New connections : A guide to distance education, Instructional Telecommunications Council, Washington D.C.
- Holmberg, B. (1985), Communication in distance study, Status and trends of distance education, Lund, Sweden, Lector Publishing
- Hughes, K. (1994), Entering the World-Wide Web : A guide to cyberspace, Enterprise Integration Technologies
- Keegan, D. (2001), Η ευρωπαϊκή πανεπιστημιακή εκπαίδευση στην αυγή της τρίτης χιλιετίας, Απόψεις και Προβληματισμοί για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, pp.15-31, Εκδόσεις ΠΡΟΠΟΜΠΟΣ, Αθήνα
- Keegan, D. (1986), The foundations of distance education, London, Croom Helm
- Kochmer, J. (1995), Internet passport : Northwestnet's guide to our world online, Bellevue, WA, NorthWestNet and Northwest Academic Computing Consortium, Inc.
- Ludlow, B.L. (1994), A comparison of traditional and distance education models, Proceedings of the Annual National Conference of the American Council on Rural Special Education, Austin, TX., ED 369 599
- Martin, E.E., and Rainey, L. (1993), Student achievement and attitude in a satellite-delivered high school science course, The American Journal of Distance Education, 7(1), pp. 54-61
- Moore, M.G., and Thompson, M.M., with Quigley, A.B., Clark, G.C., and Goff, G.G.(1990), The effects of distance learning : A summary of the literature, Research Monograph No. 2, University Park, PA, The Pennsylvania State University, American Center for the Study of Distance Education, ED 330 321

- Morgan, A. (1991), Research into student learning in distance education, Victoria, Australia, University of South Australia, Underdale, ED 342 371
 - Perraton, H. (1988), A theory for distance education, D. Sewart, D. Keegan, and B. Holmberg (Ed.), Distance education : International perspectives (pp. 34-45), New York, Routledge
 - Ross, L.R., and Powell, R. (1990), Relationships between gender and success in distance education courses : A preliminary investigation, Research in Distance Education, 2(2), pp. 10-11
 - Schlosser, C.A., and Anderson, M.L. (1994), Distance education : A review of the literature, Ames, IA, Iowa Distance Education Alliance, Iowa State University, ED 382 159
 - Schuemer, R. (1993), Some psychological aspects of distance education, Hagen, Germany, Institute for Research into Distance Education, ED 357 266
 - Souder, W.E. (1993), The effectiveness of traditional vs. satellite delivery in three management of technology master's degree programs, The American Journal of Distance Education, 7(1), pp. 37-53
 - Threlkeld, R., and Brzoska, K. (1994), Research in distance education, B. Willis (Ed.), Distance Education : Strategies and Tools, Englewood Cliffs, NJ, Educational Technology Publications, Inc.
 - Urdan, T. A., and Weggen, C. C. (2000), Corporate e-learning : Exploring a new frontier (http://wrhambrecht.com/research/coverage/learning/ir/ir_explore.pdf)
 - Verduin, J.R., and Clark, T.A. (1991), Distance education : The foundations of effective practice, San Francisco, CA, Jossey-Bass Publishers
 - Whittington, N. (1987), Is instructional television educationally effective? A research review, The American Journal of Distance Education, 1(1), pp. 47-57
 - Willis, B. (1993), Distance education : A practical guide, Englewood Cliffs, NJ, Educational Technology Publications
 - Wilkes, C.W., and Burnham, B.R. (1991), Adult learner motivations and electronics distance education, The American Journal of Distance Education, 5(1), pp. 43-50
- ii. *Σχετικά με την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, τη μέθοδο UTA* και τον πολυκριτήριο γραμμικό προγραμματισμό*
- Σίσκος. Γ. (2000), Γραμμικός Προγραμματισμός (Β' Έκδοση), Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα

- Beuthe, M., and Scannella, G. (2001), Comparative analysis of UTA multicriteria methods, *European Journal of Operational Research*, vol. 130, No 2, pp. 246-262
- Chankong, V., and Haimes, Y.Y. (1983), *Multiobjective Decision Making, Theory and Methodology*, North Holland, Amsterdam
- Charnes, A., and Cooper, W.W. (1961), *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, Vol. 1, Wiley, New York
- Cohon, J.L. (1978), *Multiobjective Programming and Planning*, Academic Press, New York
- Goicoechea, A., Hansen, D.R., and Duckstein, L. (1982), *Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business Applications*, Wiley, New York
- Hurson, C. et Zopounidis, C. (1997), *Gestion de Portefeuilles et Analyse Multicritère*, Economica, Paris
- Hwang, C.L., and Masud, A.S.M. (1979), *Multiple Objective Decision Making, Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin
- Ignizio, J.P. (1982), *Linear Programming in Single and Multiple Objective Systems*, Prentice-Hall, London
- Jacquet-Lagrèze, E., PREFCALC : Evaluation et décision multicritère, *Reveu de l' Utilisateur de IBM PC*, 3, 38-55, 1984
- Jacquet-Lagrèze, E. (1990), Interactive assessment of preference using holistic judgment : The PREFCALC system, C. Bana e Costa, (Ed.), *Readings on multiple criteria decision aid*, Springer, Berlin, pp. 335-350
- Jacquet-Lagrèze, E., and Siskos, J. (1982), Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making : The UTA method, *European Journal of Operational Research*, (10), 2, pp. 151-164
- Jacquet-Lagrèze, E., and Siskos, Y. (2001), Preference disaggregation : 20 years of MCDA experience, *European Journal of Operational Research*, vol. 130, No 2, pp. 233-245
- Jacquet-Lagrèze, E. et Siskos, J. (1983), *Méthode de Dècision Multicritère*, Hommes et Techniques, Paris
- Roy, B. (1985), *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Dècision*, Economica, Paris, *Αγγλική μετάφραση*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Roy, B. (1993), *Aide Multicritère à la Dècision, Méthodes et Cas*, Economica, Paris

- Siskos, Y., Spyridakos, A., and Yannacopoulos, D. (1993), MINORA : A Multicriteria Decision Aiding System for Discrete Alternatives, Journal of Information Science and Technology, 2(2):136-149
- Siskos J., and Yannakopoulos, D. (1985), UTASTAR : An ordinal regression method for building additive value functions, Investigação Operacional, vol. 5, no 1, June 1985
- Steuer, R.E. (1985), Multiple Criteria Optimization, Theory, Computation and Application, Wiley, New York
- Vincke, Ph. (1989), L'Aide Multicritère à la Dècision, Editions Ellipses, Paris
- Zeleny, M. (1982), Multiple Criteria Decision Making, McGraw-Hill, New York

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

Σε αυτό εδώ το παράρτημα, παρατίθεται ο πίνακας με το σύνολο αναφοράς των 30 ερωτήσεων που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της μεθόδου UTA*.

Α/Α	Αριθμός εναλλακτικών απαντήσεων / επιλογών				Σημειώσεις κατά τη διάρκεια της εξέτασης	
	Δύο	Τρεις	Τέσσερις	Πέντε	Ανοιχτές	Κλειστές
Εναλλακτική 1				✓		✓
Εναλλακτική 2	✓				✓	
Εναλλακτική 3		✓		✓		✓
Εναλλακτική 4			✓		✓	
Εναλλακτική 5		✓			✓	
Εναλλακτική 6		✓			✓	
Εναλλακτική 7			✓		✓	
Εναλλακτική 8		✓				✓
Εναλλακτική 9				✓	✓	
Εναλλακτική 10		✓			✓	
Εναλλακτική 11	✓					✓
Εναλλακτική 12		✓				✓
Εναλλακτική 13			✓		✓	
Εναλλακτική 14	✓					✓
Εναλλακτική 15			✓		✓	
Εναλλακτική 16		✓				✓
Εναλλακτική 17			✓		✓	
Εναλλακτική 18			✓		✓	
Εναλλακτική 19	✓					✓
Εναλλακτική 20		✓			✓	
Εναλλακτική 21	✓				✓	
Εναλλακτική 22		✓				✓
Εναλλακτική 23			✓		✓	
Εναλλακτική 24	✓					✓
Εναλλακτική 25	✓				✓	
Εναλλακτική 26	✓				✓	
Εναλλακτική 27		✓			✓	
Εναλλακτική 28			✓			✓
Εναλλακτική 29		✓				✓
Εναλλακτική 30	✓				✓	

Πίνακας Α.1 :Σύνολο αναφοράς για την εφαρμογή της μεθόδου UTA*

Α/Α	Υπολογιστικός Φόρτος				Βαθμός διάκρισης μεταξύ εναλλακτικών απαντήσεων / επιλογών	
	Ανύπαρκτος	Μικρός	Μεσαίος	Μεγάλος	Υπάρχει	Δεν Υπάρχει
Εναλλακτική 1				✓		✓
Εναλλακτική 2		✓			✓	
Εναλλακτική 3		✓				✓
Εναλλακτική 4				✓	✓	
Εναλλακτική 5			✓			✓
Εναλλακτική 6			✓		✓	
Εναλλακτική 7	✓					✓
Εναλλακτική 8		✓				✓
Εναλλακτική 9			✓			✓
Εναλλακτική 10			✓		✓	
Εναλλακτική 11	✓				✓	
Εναλλακτική 12		✓			✓	
Εναλλακτική 13	✓				✓	
Εναλλακτική 14	✓					✓
Εναλλακτική 15			✓			✓
Εναλλακτική 16			✓		✓	
Εναλλακτική 17				✓		✓
Εναλλακτική 18	✓				✓	
Εναλλακτική 19		✓			✓	
Εναλλακτική 20				✓	✓	
Εναλλακτική 21	✓				✓	
Εναλλακτική 22	✓				✓	
Εναλλακτική 23	✓					✓
Εναλλακτική 24			✓		✓	
Εναλλακτική 25			✓			✓
Εναλλακτική 26			✓		✓	
Εναλλακτική 27		✓				✓
Εναλλακτική 28				✓	✓	
Εναλλακτική 29		✓				✓
Εναλλακτική 30	✓				✓	

Πίνακας Α.1 :Σύνολο αναφοράς για την εφαρμογή της μεθόδου UTA* (συνέχεια)

Α/Α	Συνθετότητα ερώτησης			Συχνότητα εμφάνισης της ερώτησης στις εξετάσεις			
	Αναφοράς	Σύνθεσης (Κρίσεως) (από το ίδιο κεφάλαιο)	Σύνθεσης (Κρίσεως) (από διαφορετικά κεφάλαια)	Πολύ Συχνά	Συχνά	Σπάνια	Ποτέ
Εναλλακτική 1			✓				✓
Εναλλακτική 2	✓					✓	
Εναλλακτική 3		✓			✓		
Εναλλακτική 4		✓				✓	
Εναλλακτική 5			✓	✓			
Εναλλακτική 6			✓			✓	
Εναλλακτική 7		✓		✓			
Εναλλακτική 8			✓			✓	
Εναλλακτική 9		✓				✓	
Εναλλακτική 10		✓		✓			
Εναλλακτική 11	✓			✓			
Εναλλακτική 12			✓	✓			
Εναλλακτική 13		✓		✓			
Εναλλακτική 14		✓		✓			
Εναλλακτική 15		✓				✓	
Εναλλακτική 16		✓			✓		
Εναλλακτική 17		✓				✓	
Εναλλακτική 18		✓			✓		
Εναλλακτική 19		✓			✓		
Εναλλακτική 20			✓		✓		
Εναλλακτική 21			✓	✓			
Εναλλακτική 22			✓	✓			
Εναλλακτική 23		✓				✓	
Εναλλακτική 24		✓				✓	
Εναλλακτική 25	✓				✓		
Εναλλακτική 26			✓			✓	
Εναλλακτική 27		✓			✓		
Εναλλακτική 28		✓			✓		
Εναλλακτική 29		✓			✓		
Εναλλακτική 30	✓			✓			

Πίνακας Α.1 :Σύνολο αναφοράς για την εφαρμογή της μεθόδου UTA* (συνέχεια)

Α/Α	Επισήμανση μέσα στην τάξη		Μέγιστος Εκτιμώμενος χρόνος απάντησης				Προδιάταξη
	Έχει Επισημανθεί	Δεν έχει επισημανθεί	2 λεπτά	5 λεπτά	10 λεπτά	20 λεπτά	
Εναλλακτική 1		✓				✓	1
Εναλλακτική 2		✓			✓		28
Εναλλακτική 3		✓	✓				15
Εναλλακτική 4	✓				✓		14
Εναλλακτική 5		✓				✓	10
Εναλλακτική 6		✓		✓			4
Εναλλακτική 7		✓	✓				25
Εναλλακτική 8	✓			✓			2
Εναλλακτική 9		✓			✓		5
Εναλλακτική 10		✓				✓	21
Εναλλακτική 11		✓		✓			29
Εναλλακτική 12		✓		✓			8
Εναλλακτική 13	✓			✓			27
Εναλλακτική 14		✓		✓			22
Εναλλακτική 15	✓			✓			16
Εναλλακτική 16		✓			✓		12
Εναλλακτική 17		✓				✓	3
Εναλλακτική 18		✓			✓		23
Εναλλακτική 19		✓			✓		19
Εναλλακτική 20		✓	✓				7
Εναλλακτική 21	✓			✓			24
Εναλλακτική 22	✓			✓			13
Εναλλακτική 23		✓		✓			17
Εναλλακτική 24		✓		✓			18
Εναλλακτική 25		✓			✓		26
Εναλλακτική 26	✓					✓	6
Εναλλακτική 27		✓		✓			20
Εναλλακτική 28	✓					✓	9
Εναλλακτική 29		✓		✓			11
Εναλλακτική 30	✓		✓				30

Πίνακας Α.1 :Σύνολο αναφοράς για την εφαρμογή της μεθόδου UTA* (συνέχεια)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

Σε αυτό εδώ το παράρτημα, παρατίθεται ο πίνακας με τις 200 υποθετικές ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή του μοντέλου που αναλύθηκε στο 4^ο κεφάλαιο.

Λόγω συντομίας, δεν αναφέρονται οι τιμές των οκτώ κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του βαθμού δυσκολίας για κάθε ερώτηση, αλλά παρατίθενται οι 4 συντελεστές των (βαθμός δυσκολίας b_i , μέγιστος εκτιμώμενος χρόνος απάντησης t_i , ομάδα δυσκολίας στην οποία ανήκουν d_i και κεφάλαιο από το οποίο προέρχονται c_i) που είναι απαραίτητοι για την εφαρμογή του μοντέλου πολυκριτηρίου ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού.

i	b_i	t_i	d_i	c_i
1	0,5093	2	3	6
2	0,5958	2	3	3
3	0,3525	2	2	10
4	0,5961	20	3	2
5	0,5881	10	3	3
6	0,5224	20	3	4
7	0,5307	20	3	1
8	0,5569	5	3	8
9	0,5454	20	3	7
10	0,6547	20	3	4
11	0,5891	5	3	11
12	0,7864	5	4	5
13	0,7065	20	3	8
14	0,3782	5	2	4
15	0,5125	5	3	9
16	0,3150	10	2	2
17	0,4434	10	2	2
18	0,6214	5	3	6
19	0,4582	5	2	2
20	0,3980	2	2	8
21	0,3004	5	2	8
22	0,5125	5	3	7
23	0,6686	10	3	9
24	0,5606	5	3	5
25	0,4815	2	2	10
26	0,6436	5	3	8

Πίνακας Β.1 : Δεδομένα των 200 υποθετικών ερωτήσεων

i	b_i	t_i	d_i	c_i
27	0,4412	5	2	9
28	0,2967	10	2	2
29	0,4765	10	2	8
30	0,7021	10	3	2
31	0,5987	20	3	4
32	0,3029	10	2	4
33	0,5685	20	3	1
34	0,5264	2	3	5
35	0,8214	10	4	11
36	0,5594	2	3	4
37	0,6241	10	3	11
38	0,2918	5	2	11
39	0,2141	5	1	2
40	0,3177	2	2	9
41	0,3550	2	2	3
42	0,6196	5	3	3
43	0,4714	2	2	2
44	0,6091	20	3	8
45	0,2678	10	2	2
46	0,6031	5	3	7
47	0,3945	20	2	3
48	0,4149	10	2	10
49	0,3587	10	2	6
50	0,4877	2	2	7
51	0,5924	20	3	2
52	0,8153	20	4	3
53	0,1658	2	1	2
54	0,3168	10	2	1
55	0,4911	20	2	6
56	0,3495	5	2	5
57	0,5264	10	3	6
58	0,6022	5	3	8
59	0,5120	10	3	1
60	0,7504	10	3	4
61	0,5384	10	3	9
62	0,6022	5	3	8
63	0,7883	10	4	10
64	0,5182	5	3	1

Πίνακας Β.1 : Δεδομένα των 200 υποθετικών ερωτήσεων (συνέχεια)

i	b_i	t_i	d_i	c_i
65	0,5617	20	3	3
66	0,2000	2	1	1
67	0,4485	2	2	11
68	0,2793	5	2	9
69	0,5264	10	3	9
70	0,4604	5	2	5
71	0,4579	2	2	7
72	0,4754	5	2	11
73	0,3813	5	2	7
74	0,3549	5	2	2
75	0,4579	2	2	2
76	0,8854	20	4	7
77	0,5584	5	3	3
78	0,4857	5	2	5
79	0,6515	20	3	2
80	0,5731	20	3	1
81	0,3639	10	2	6
82	0,1762	20	1	1
83	0,6657	2	3	1
84	0,5373	2	3	2
85	0,7360	20	3	10
86	0,4378	20	2	2
87	0,4158	10	2	9
88	0,4244	2	2	8
89	0,8458	20	4	8
90	0,2933	5	2	10
91	0,5248	10	3	2
92	0,1633	5	1	8
93	0,1597	5	1	10
94	0,1321	5	1	5
95	0,6518	2	3	8
96	0,3420	2	2	11
97	0,4787	2	2	5
98	0,6941	20	3	6
99	0,7278	5	3	7
100	0,6306	10	3	2
101	0,5590	20	3	10

Πίνακας Β.1 : Δεδομένα των 200 υποθετικών ερωτήσεων (συνέχεια)

i	b_i	t_i	d_i	c_i
102	0,5780	2	3	10
103	0,6488	2	3	7
104	0,5511	10	3	7
105	0,6453	5	3	8
106	0,5367	2	3	7
107	0,1557	10	1	9
108	0,2994	10	2	5
109	0,8217	10	4	3
110	0,6187	2	3	6
111	0,5270	2	3	6
112	0,6480	2	3	4
113	0,2414	10	1	5
114	0,5015	2	3	7
115	0,5489	10	3	4
116	0,3466	5	2	4
117	0,5009	10	2	4
118	0,6559	5	3	4
119	0,8004	20	4	2
120	0,3019	5	2	6
121	0,3290	5	2	8
122	0,6671	10	3	3
123	0,7467	20	3	2
124	0,3247	5	2	7
125	0,1597	5	1	9
126	0,4343	20	2	4
127	0,2200	2	1	4
128	0,2945	5	2	6
129	0,7034	5	3	7
130	0,5501	20	3	8
131	0,7152	5	3	2
132	0,6121	10	3	6
133	0,5039	20	3	4
134	0,3648	20	2	1
135	0,4469	10	2	6
136	0,5897	20	3	7
137	0,4732	5	2	7
138	0,5781	20	3	7
139	0,2377	5	1	4

Πίνακας Β.1 : Δεδομένα των 200 υποθετικών ερωτήσεων (συνέχεια)

i	b_i	t_i	d_i	c_i
140	0,3689	10	2	8
141	0,4485	2	2	5
142	0,4890	5	2	5
143	0,2928	10	2	2
144	0,5938	2	3	8
145	0,3906	10	2	10
146	0,3117	10	2	6
147	0,7030	20	3	10
148	0,7544	2	4	9
149	0,5483	10	3	9
150	0,7078	10	3	7
151	0,6287	2	3	6
152	0,7690	20	4	1
153	0,4931	10	2	9
154	0,5915	5	3	3
155	0,6225	20	3	5
156	0,5856	5	3	3
157	0,4787	2	2	5
158	0,6253	5	3	3
159	0,6243	5	3	4
160	0,3784	10	2	9
161	0,5781	10	3	6
162	0,5015	2	3	10
163	0,5756	10	3	8
164	0,7809	10	4	5
165	0,7016	5	3	3
166	0,7982	10	4	8
167	0,6287	2	3	4
168	0,3403	2	2	5
169	0,5405	20	3	4
170	0,6132	10	3	8
171	0,4460	20	2	4
172	0,3857	2	2	7
173	0,7154	10	3	8
174	0,4760	10	2	8
175	0,5451	5	3	2
176	0,4786	5	2	11
177	0,5002	5	2	5

Πίνακας Β.1 : Δεδομένα των 200 υποθετικών ερωτήσεων (συνέχεια)

i	b_i	t_i	d_i	c_i
178	0,5627	20	3	2
179	0,7126	10	3	6
180	0,5002	5	2	4
181	0,5685	10	3	4
182	0,6306	10	3	10
183	0,1664	20	1	6
184	0,3460	5	2	11
185	0,3906	10	2	3
186	0,2577	2	2	9
187	0,6091	20	3	10
188	0,6347	20	3	4
189	0,4866	5	2	5
190	0,7367	20	3	2
191	0,2328	2	1	7
192	0,1634	5	1	7
193	0,6543	5	3	5
194	0,4192	20	2	2
195	0,7243	5	3	7
196	0,3468	5	2	10
197	0,6018	5	3	7
198	0,4760	10	2	11
199	0,5135	10	3	6
200	0,7695	5	4	5

Πίνακας Β.1 : Δεδομένα των 200 υποθετικών ερωτήσεων (συνέχεια)