



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΚΑΡΑΜΗΤΣΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
A.M. 9811091

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ:

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ-ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΤΡΑΠΕΖΩΝ**

ΧΑΝΙΑ 2005

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατά την χρονική διάρκεια που χρειάστηκε για την περάτωση της παρούσας διπλωματικής διατριβής, υπήρξαν πολλοί άνθρωποι που με υποστήριξαν και με τον τρόπο τους βοήθησαν την ολοκλήρωση της. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μιχάλη Δούμπο, λέκτορα του Πολυτεχνείου Κρήτης, για την αμέριστη βοήθεια και υπομονή που επέδειξε όλο αυτό τον καιρό. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Κυριακή Κοσμίδου για την πολύτιμη βοήθεια της. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τον αδελφό μου για την υπέρμετρη υποστήριξη, ψυχολογική και υλική, όλα τα χρόνια των σπουδών μου. Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω τους καλούς μου συμφοιτητές και φίλους Κώστα, Στάθη, Παναγιώτη, Γιώργο, Ηλία, Λάμπρο, Μαρία και Χριστίνα για την βοήθειά τους και κυρίως για την υποστήριξη και τις συμβουλές τους.

Αφιερώνεται στην μνήμη της μητέρας μου.

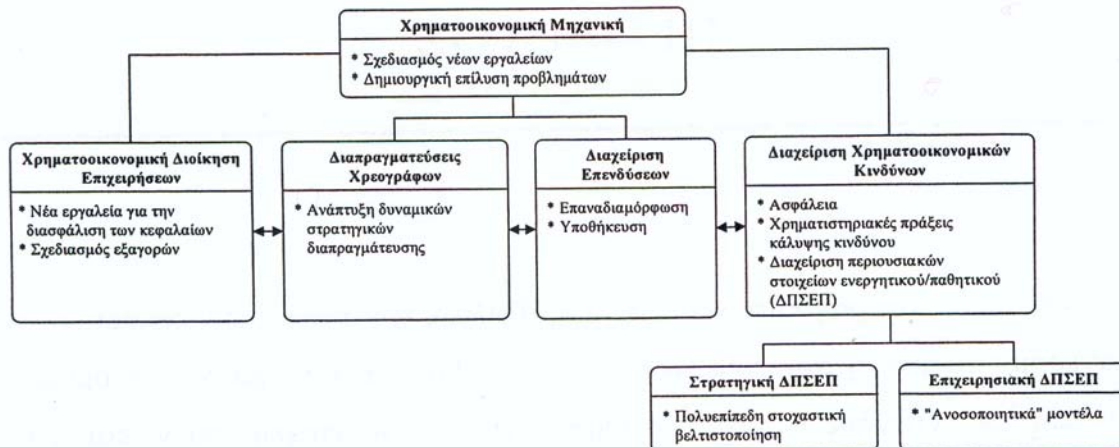
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ	8
1.1 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ	9
1.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ	11
1.2.1 Στοχαστικός προγραμματισμός (<i>Stochastic Programming</i>)	11
1.2.2 Κανόνες αποφάσεων (<i>Decision Rules</i>)	12
1.2.3 Κεφαλαιακή ανάπτυξη (<i>Capital Growth</i>)	12
1.2.4 Στοχαστικός έλεγχος (<i>Stochastic Control</i>)	13
1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ALM	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟΧΩΝ (GOAL PROGRAMMING)	16
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ GP	16
2.2 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΧΩΝ	17
2.2.1 Μεταβλητές απόκλισης	19
2.2.2 Παράγοντες με προτεραιότητα	20
2.2.3 Σταθμισμένες μεταβλητές απόκλισης	20
2.2.4 Ο ρόλος της μεταβελτιστοποίησης	21
2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΧΩΝ	22
2.4 ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΧΩΝ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	31
3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ	31
3.2 ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	32
3.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	38
3.4 ΜΟΡΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	38
3.5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	39
3.6 ΕΠΙΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ	43
3.7 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΜΕΝΟΥ	43
3.8 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΕΦΑΡΜΟΓΗ	47
4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	47
4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ – ΣΤΟΧΩΝ	48
4.3 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	57
4.4 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παγκοσμιοποίηση και ενοποίηση των χρηματοοικονομικών αγορών, η εντατικοποίηση του ανταγωνισμού μεταξύ των επιχειρήσεων και των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων στο νέο πλαίσιο της παγκοσμιοποιημένης αγοράς, οι διαρκείς και αλματώδεις εξελίξεις τόσο στον τομέα της επιχειρησιακής έρευνας όσο και στον τομέα της πληροφορικής και της τεχνολογίας των Η/Υ, οδήγησαν στην ολοένα και πιο συστηματική χρήση πολύπλοκων μαθηματικών μοντέλων και στην εφαρμογή τους στην χρηματοοικονομική διοίκηση. Δημιουργήθηκαν λοιπόν οι κατάλληλες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της χρηματοοικονομικής μηχανικής (financial engineering), στα πλαίσια της οποίας σημαντικό ρόλο παίζει η διαχείριση των χρηματοοικονομικών κινδύνων.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι βασικές λειτουργίες της χρηματοοικονομικής μηχανικής, μια από τις οποίες είναι και η διαχείριση ενεργητικού και παθητικού.



Λειτουργίες χρηματοοικονομικής μηχανικής (Mulvey et al., 1997) [47]

Στα πλαίσια της χρηματοοικονομικής μηχανικής εντάσσεται και η παρούσα διπλωματική διατριβή. Σκοπός της διατριβής αυτής είναι χρησιμοποιώντας το μοντέλο της διαχείρισης ενεργητικού και παθητικού και της τεχνικής επίλυσης του προγραμματισμού στόχων, να κατασκευάσει ένα αλληλεπιδραστικό πρόγραμμα το οποίο θα λαμβάνει υπόψιν τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα έτσι ώστε να επιλύεται το πρόβλημα της βέλτιστης κατανομής του ισολογισμού κάποιου τραπεζικού ιδρύματος με περιορισμούς στόχους, κινδύνους και προτιμήσεις.

Η παρούσα διπλωματική διατριβή οργανώνεται σε πέντε κεφάλαια τα οποία καλύπτουν θεωρητικές και πρακτικές πτυχές από τους σκοπούς της ανάπτυξης του προγράμματος.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια και την δομή της διαχείρισης ενεργητικού και παθητικού (ALM). Παρουσιάζονται επίσης τα διαφορετικά μοντέλα διαχείρισης ενεργητικού και παθητικού καθώς επίσης και οι τομείς της οικονομικής δραστηριότητας πάνω στην οποία εφαρμόζονται.

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με την τεχνική του προγραμματισμού στόχων. Παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή της εξέλιξης της, την μαθηματική μοντελοποίηση της και την μέθοδο επίλυσης που ακολουθεί για την επίτευξη της βέλτιστης λύσης. Τέλος παρατίθεται μια σύντομη βιβλιογραφική αναφορά στις εφαρμογές του προγραμματισμού στόχων με έμφαση στον χρηματοοικονομικό τομέα.

Στο τρίτο κεφάλαιο αρχίζει το πρακτικό κομμάτι της διατριβής. Γίνεται μια λεπτομερής παρουσίαση του προγράμματος που αναπτύχθηκε: των οθονών που παρουσιάζονται κατά την διάρκεια χρήσης του, την διαδικασία χειρισμού του και της διαδικασίας παρουσίασης των αποτελεσμάτων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια εφαρμογή του συστήματος στα δεδομένα μιας Ελληνικής τράπεζας. Παρουσιάζεται και μοντελοποιείται το πρόβλημα,

εισάγονται τα κατάλληλα δεδομένα στο πρόγραμμα και παρουσιάζονται οι οθόνες του προγράμματος στις οποίες φαίνονται τα αποτελέσματα.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι μελλοντικές κατευθύνσεις - βελτιώσεις που θα μπορούσαν να ακολουθηθούν έτσι ώστε το πρόγραμμα να έχει την δυνατότητα να εκτελεί περισσότερες λειτουργίες και να γίνει επαγγελματικού επιπέδου.

Στόχος της παρούσας διατριβής είναι να κατασκευαστεί ένα εύχρηστο πρόγραμμα που θα εκτελεί κάποιες βασικές λειτουργίες και θα επιλύει το πρόβλημα της βέλτιστης διάρθρωσης του ισολογισμού κάποιας τράπεζας. Δεν έγινε προσπάθεια να εκτελεί το πρόγραμμα πολύπλοκες διαδικασίες και να έχει την δυνατότητα της μεγάλης παραμετροποίησης, διότι έτσι θα ξέφευγε από τα πλαίσια της διπλωματικής έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ

Η παγκοσμιοποίηση και ενοποίηση των χρηματοοικονομικών αγορών, η εντατικοποίηση του ανταγωνισμού μεταξύ των επιχειρήσεων και των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων στο νέο πλαίσιο της παγκοσμιοποιημένης αγοράς, οι διαρκείς και αλματώδεις εξελίξεις τόσο στον τομέα της επιχειρησιακής έρευνας όσο και στον τομέα της πληροφορικής και της τεχνολογίας των Η/Υ, οδήγησαν στην ολοένα και πιο συστηματική χρήση πολύπλοκων μαθηματικών μοντέλων και στην εφαρμογή τους στην χρηματοοικονομική διοίκηση.

Πιο συγκεκριμένα, στον χώρο των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, οι σημαντικές διαρθρωτικές αλλαγές που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια, η απελευθέρωση των αγορών χρήματος και κεφαλαίου, η υιοθέτηση του ευρώ και η ενοποίηση της ευρωπαϊκής αγοράς των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών, έκαναν επιτακτική την ανάγκη αφενός της μεγέθυνσης των ευρωπαϊκών τραπεζικών ιδρυμάτων και αφετέρου τον προσανατολισμό τους σε πιο εξειδικευμένες αγορές και υπηρεσίες που θα ενισχύσουν την ανταγωνιστικότητά τους στις παγκοσμίως ενοποιημένες χρηματοοικονομικές αγορές.

Καθοριστικό ρόλο στην αύξηση της κερδοφορίας των τραπεζικών ιδρυμάτων είναι η βέλτιστη διαχείριση ενεργητικού και παθητικού ή όπως είναι διεθνώς γνωστό με το Asset Liability Management (ALM). Η διαχείριση ενεργητικού και παθητικού επηρεάζεται άμεσα από τις μεταβολές του επιτοκιακού κινδύνου και πιο συγκεκριμένα με τον κίνδυνο χορηγήσεων, καταθέσεων και ομολόγων, διότι οι καταθέσεις και οι χορηγήσεις αποτελούν σημαντικά στοιχεία της σύνθεσης του ισολογισμού και κατ' επέκταση της κερδοφορίας των τραπεζών.

Κατά την διάρκεια των περασμένων δεκαετιών, η διαχείριση των στοιχείων ενεργητικού και παθητικού θεωρούνταν άσκοπη, διότι υπήρχε η πεποίθηση ότι οι υποχρεώσεις είναι δεδομένοι εξωγενείς παράγοντες. Πράγματι, για μια μεγάλη χρονική περίοδο, κύριες πηγές άντλησης κεφαλαίων ήταν οι καταθέσεις όψεως και ταμειυτηρίου με προκαθορισμένα επιτόκια. Έτσι οι τράπεζες περιορίζονταν στην διαχείριση μόνο του ενεργητικού.

Αυτό το γεγονός όμως ανήκει στο παρελθόν και το σύγχρονο χρηματοοικονομικό σκηνικό έχει αλλάξει άρδην. Πλέον ο ανταγωνισμός για άντληση κεφαλαίων από τις τράπεζες έχει ενταθεί και κύριο συστατικό στην στρατηγική των τραπεζών για την όσο το δυνατόν πιο σωστή χρηματοδότησή τους, είναι η διαχείριση των στοιχείων ενεργητικού και παθητικού.

Η διαχείριση ενεργητικού και παθητικού ή διαχείριση περιουσιακών στοιχείων ή Asset Liability Management (ALM), είναι μια έκφραση της διαχείρισης του κινδύνου, κατά την οποία ελαχιστοποιείται η έκθεση σε διάφορους κινδύνους διατηρώντας τον κατάλληλο συνδυασμό ενεργητικού και παθητικού για να ικανοποιηθούν οι στόχοι του χρηματοοικονομικού ιδρύματος ή εταιρίας.

1.1 Δομή του μοντέλου διαχείρισης Ενεργητικού και Παθητικού

Ας υποθέσουμε ότι η διαδικασία επένδυσης αποτελείται από $t=\{1,2,3,...,T\}$ χρονικά διαστήματα, όπου $t=1$ είναι η τρέχουσα ημερομηνία και $t=T$ ο χρονικός ορίζοντας.

Στην αρχή της κάθε περιόδου ο επενδυτής παίρνει κάποιες αποφάσεις σχετικά με τα στοιχεία ενεργητικού και παθητικού που διαθέτει και τους χρηματοοικονομικούς στόχους του, ενώ πρέπει να αναφερθεί επίσης ότι υπάρχουν αβεβαιότητες μεταξύ των χρονικών περιόδων. Οι πρωταρχικές μεταβλητές απόφασης υποδεικνύουν αναλογίες

στοιχείων ενεργητικού και παθητικού σχετικές με τις αποφάσεις και την εκπλήρωση των στόχων, όπως:

$x_{j,t}^s$ η επένδυση στο στοιχείο του ενεργητικού j για τη χρονική στιγμή t και σενάριο s ,

όπου $s \in S$, S είναι το σύνολο των αντιπροσωπευτικών σεναρίων.

$y_{k,t}^s$ η επένδυση στο στοιχείο του παθητικού k για τη χρονική στιγμή t και σενάριο $s \in S$.

$u_{l,t}^s$ η εκπλήρωση του στόχου l , για τη χρονική στιγμή t και σενάριο s .

Σε κάθε χρονική στιγμή t , το μοντέλο μεγιστοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση, $f(x)$, εκπληρώνοντας τους στόχους και επιβάλλοντας περιορισμούς στα δάνεια σε συγκεκριμένους χρηματοοικονομικούς δείκτες και άλλες επενδυτικές ευκαιρίες.

Υπάρχουν δύο βασικές εξισώσεις για τις ταμειακές ροές.

Για το στοιχείο ενεργητικού l , χρονική περίοδο t , σενάριο $s \in S$ προκύπτει:

$$x_{j,t+1}^s = (x_{j,t}^s + r_{j,s}^s / 100) - p_{j,t}^s (1 + t_j^-) + q_{j,t}^s (1 - t_j^+) \quad (1.1)$$

Όπου

$r_{j,t}^s$ η απόδοση για το ενεργητικού j για τη χρονική στιγμή t και σενάριο $s \in S$.

$p_{j,t}^s$ οι πωλήσεις του στοιχείου ενεργητικού j για τη χρονική στιγμή t και σενάριο $s \in S$.

$q_{j,t}^s$ η αγορά του στοιχείου ενεργητικού j για τη χρονική στιγμή t και σενάριο $s \in S$.

t_j τα κόστη συναλλαγών για το στοιχείο ενεργητικού j τη χρονική περίοδο t και σενάριο $s \in S$.

Για τις ταμειακές ροές προκύπτει:

$$x_{l,t+1}^s = (x_{l,t}^s + r_{l,s}^s) - \sum_j q_{j,t}^s + \sum_j p_{j,t}^s (1 - t_j^-) + w_t^s - \sum_k y_{k,t}^s - \sum_l u_{l,t}^s \quad (1.2)$$

Όπου w_t^s είναι οι ταμειακές ροές τη χρονική στιγμή t , σενάριο $s \in S$ και μετρητά στην κατηγορία ενεργητικού l .

Το μοντέλο επένδυσης πολλαπλών περιόδων δεν μπορεί να βελτιστοποιήσει σενάρια τα οποία αντιπροσωπεύουν μια σειρά πιθανών αποτελεσμάτων για το μέλλον. Προκειμένου να αποφευχθεί κάτι τέτοιο, μη προβλεπτικοί περιορισμοί προστίθενται στο μοντέλο με τη μορφή:

$x_{j,t}^{s_1} = x_{j,t}^{s_2}$ για όλα τα σενάρια $s_1 \in S$ και $s_2 \in S$ που έχουν παρόμοιες παρελθοντικές αποφάσεις μέχρι τη χρονική στιγμή t .

Το χρηματοοικονομικό σύστημα σχεδιασμού κατευθύνει αυτές τις μη προβλεπτικές συνθήκες, είτε σαφώς είτε ασαφώς και κάποιοι ιδιαίτεροι αλγόριθμοι είναι διαθέσιμοι για την επίλυση του στοχαστικού μοντέλου βελτιστοποίησης.

1.2 Μοντέλα διαχείρισης Ενεργητικού και Παθητικού

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της σύνθεσης των περιουσιακών στοιχείων μιας επιχείρησης δεδομένης της απόδοσης που θα έχει και του αντίστοιχου κόστους, έτσι ώστε να επιτευχθούν κάποιοι στόχοι της επιχείρησης όπως η κάλυψη συγκεκριμένων χρηματοοικονομικών δεικτών και η μεγιστοποίηση των εσόδων, αναπτύχθηκαν τα παρακάτω τέσσερα μαθηματικά μοντέλα:

1.2.1 Στοχαστικός προγραμματισμός (Stochastic Programming)

Ο στοχαστικός προγραμματισμός καθορίζει μια βέλτιστη επένδυση σε κάθε χρονική περίοδο ως συνάρτηση του αναμενόμενου ενεργητικού της εταιρείας συγκρινόμενο με τις δυνατότητες του επενδυτή μέσω ενός πολυεπίπεδου στοχαστικού προγράμματος. Η κεντρική ιδέα αυτής της μεθόδου είναι η δημιουργία σεναρίων με τη βοήθεια δόμησης ενός δέντρου αποφάσεων. Τα μοντέλα που βασίζονται στον στοχαστικό προγραμματισμό είναι τα εξής: Πρώτο είναι το καινοτόμο μοντέλο του Markowitz (1952) [40] το οποίο πρώτο εισήγαγε την έννοια του κινδύνου και την επίδραση που έχει στην απόφαση του μέσου επενδυτή. Το μοντέλο του Pyle (1971) [52] ανήκει στην ίδια κατηγορία και σημαντικό στοιχείο του είναι η ανάπτυξη της θεωρίας του χρηματοοικονομικού μεσάζοντα στην διαχείριση χαρτοφυλακίων. Τέλος, το μοντέλο του Brodt (1978) [9] προσάρμοσε την θεωρία του Markowitz και παρουσίασε ένα ικανοποιητικό δυναμικό σχέδιο ισοζυγίου διαχείρισης που μεγιστοποιεί τα κέρδη για δεδομένο ποσό κινδύνου σε ένα ορίζοντα δυο ετών. Η επιτυχία αυτών των μοντέλων στην εφαρμογή τους σε χρηματοοικονομικά ιδρύματα αποδεικνύει την σημαντικότητα

του θέματος, ότι δηλαδή είναι δυνατό να κατασκευαστούν επιτυχώς και να εφαρμοστούν μεγάλης κλίμακας μοντέλα στοχαστικού προγραμματισμού ενεργητικού και παθητικού.

1.2.2 Κανόνες αποφάσεων (Decision Rules)

Ένας δραστήριος κανόνας αποφάσεων είναι μια συνάρτηση υπολογισμού των επενδυτικών τιμών και άλλων επιχειρηματικών αποφάσεων σε κάθε χρονική περίοδο. Ως δεδομένα εισάγει την παγκόσμια κατάσταση τη χρονική στιγμή t : $x_{j,t} = h(a_{j,t}^s, b_{j,t}^s, \dots)$, όπου $x_{j,t}$ είναι η απόδοση στο στοιχείο του ενεργητικού j για την χρονική στιγμή t και οι μεταβλητές a, b, \dots απεικονίζουν τους δραστήριους παράγοντες. Στην κατηγορία των κανόνων απόφασης έχουν αναπτυχθεί πολλές στρατηγικές. Οι κυριότερες από αυτές είναι των Mulvey και Chen (1996) [46] πιο γνωστή σαν στρατηγική fixed-mix, η οποία ελαττώνει τον κίνδυνο και βελτιώνει τις αποδόσεις, των Perold & Sharpe (1988) [51] για την κατασκευή χαρτοφυλακίου ασφάλισης (CPPI-Constant Proportional Portfolio Insurance) το οποίο τροποποιεί την αναλογία των επικίνδυνων περιουσιακών στοιχείων στα άνευ κινδύνου περιουσιακά στοιχεία και τέλος, των Ziemba και Mulvey (1998) [70] που σκοπός του είναι να προσδιοριστεί ο στόχος της περιουσίας πάνω σε ένα χρονικό ορίζοντα με την χρήση των ταμειακών ροών. Είναι επίσης δυνατό να κατασκευαστεί ένα πολυπεριοδικό μοντέλο διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων που θα αποβλέπει στη βελτιστοποίηση του συνόλου των κανόνων απόφασης. Για παράδειγμα, η καλύτερη στρατηγική μπορεί να καθοριστεί από ένα σύνολο σεναρίων. Αυτά τα προβλήματα βελτιστοποίησης όμως είναι δύσκολο να επιλυθούν. Παραδείγματα βελτιστοποίησης κανόνων απόφασης αποτελούν το μοντέλο διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων Falcon (Mulvey, Correnti & Lummis, 1997) [47] και το Towers Perrin's Opt (Mulvey και Thorlacius, 1998) [49].

1.2.3 Κεφαλαιακή ανάπτυξη (Capital Growth)

Στο θεμελιώδες ερώτημα της επιλογής και επένδυσης από ένα σύνολο επικίνδυνων περιουσιακών στοιχείων με σκοπό την μεγιστοποίηση του κέρδους και την αύξηση των περιουσιακών στοιχείων, απάντηση έδωσε ο Kelly το 1956 [31] οπότε και

απέδειξε ότι κάτω από κάποιες υποθέσεις αυτό γίνεται μεγιστοποιώντας τον αναμενόμενο λογάριθμο των περιουσιακών στοιχείων, δηλαδή χρησιμοποιώντας μια λογαριθμική συνάρτηση χρησιμότητας. Την θεωρία αυτή ενίσχυσε ο Breiman (1961) [6] που με αυστηρά μαθηματικούς υπολογισμούς απέδειξε ότι η στρατηγική του Kelly στην πραγματικότητα μεγιστοποιεί μεγάλης διάρκειας περιουσιακά στοιχεία και ελαχιστοποιεί τον χρόνο επίτευξης συγκεκριμένων στόχων. Οι έρευνες του Hakansson (1972) [24] και των Rotando και Thorp (1992) [55] ανέδειξαν και τα μειονεκτήματα της μεθόδου του Kelly ή κεφαλαιακής ανάπτυξης, τα οποία είναι η προκατάληψη της μεθόδου υπέρ των πιο ευνοϊκών περιουσιακών στοιχείων και η μυωπική ιδιότητα να αντιμετωπίζει ευνοϊκότερα τις επικρατέστερες κατανομές ενεργητικού.

1.2.4 Στοχαστικός έλεγχος (Stochastic Control)

Ο δυναμικός στοχαστικός έλεγχος είναι μια εναλλακτική του στοχαστικού προγραμματισμού για την τοποθέτηση δυναμικών στρατηγικών επένδυσης. Ερευνητικές εργασίες στον τομέα του στοχαστικού ελέγχου παρουσίασαν οι Samuelson (1969) [56] και Merton (1969, 1990) [42]. Κεντρική ιδέα της μεθόδου είναι να δημιουργηθεί ένα διάστημα για τις πιο δυναμικές μεταβλητές σε κάθε περίοδο. Οι Brennan et al. (1997) [7] και Brennan και Schwartz (1998) [8] εφάρμοσαν το στοχαστικό έλεγχο για την κατανομή του ενεργητικού. Προκειμένου να ενσωματώσουν το παθητικό σε ένα δυναμικό στοχαστικό μοντέλο ελέγχου, πρέπει να συσχετιστεί η παρούσα αξία των ταμειακών ροών του παθητικού με τις οικονομικές μεταβλητές. Για παράδειγμα, στην περίπτωση πληρωμής σύνταξης ή μισθού πρέπει να ληφθεί υπόψη ο πληθωρισμός.

1.3 Εφαρμογές του ALM

Οι κυριότερες εφαρμογές της διαχείρισης ενεργητικού και παθητικού ή διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων είναι στους τομείς της διαχείρισης κεφαλαίων είτε αυτά είναι τραπεζικά κεφάλαια, αμοιβαία κεφάλαια, εταιρικά κεφάλαια κ.λ.π. Πιο αναλυτικά οι εφαρμογές του ALM κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες.

- Συνταξιοδοτικά ταμεία

Η σωστή και με όσο το δυνατόν μικρότερο κίνδυνο διαχείριση των κεφαλαίων των συνταξιοδοτικών ταμείων είτε αυτά ανήκουν σε ιδιωτικές εταιρίες είτε σε συνδικαλιστικούς οργανισμούς είτε σε κρατικούς μη κερδοσκοπικούς φορείς, είναι πολύ σημαντική διότι από αυτή εξαρτώνται πολλοί δικαιούχοι και η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των συνταξιοδοτικών προγραμμάτων σε σχέση με μελλοντικές συνεισφορές, αναμενόμενες πληρωμές των δικαιούχων και άλλες αβεβαιότητες πρέπει να εξασφαλιστεί. Οι μεθοδολογίες που έχουν αναπτυχθεί, λαμβάνουν υπόψιν πολλούς αστάθμητους παράγοντες και κινδύνους.

- Ασφαλιστικές εταιρείες

Στην ίδια πορεία με τα συνταξιοδοτικά ταμεία και οι ασφαλιστικές εταιρίες προσπαθούν να διαχειριστούν τις ταμειακές εισροές τους περιορισμένες από την νομοθεσία και την τυχαία κατανομή των αποζημιώσεων που υποχρεούνται να καταβάλλουν.

- Τράπεζες

Οι τράπεζες είναι από τους τελευταίους που εφαρμόζουν τη χρήση συστημάτων διαχείρισης κινδύνου σε στρατηγικό επίπεδο. Η αβεβαιότητα που υπάρχει στη διαχείριση τραπεζικών διαθεσίμων, τα οποία συγκεντρώνονται στην κερδοφορία, ρευστότητα, επάρκεια κεφαλαίου, απόδοση επενδύσεων, στις νομοθετικές ρυθμίσεις που σχετίζονται με τα σταθερά έναντι μεταβλητών επιτοκίων και σε παράγοντες κινδύνου, οδήγησε τις τράπεζες στο να ασχοληθούν με την αποτελεσματική διαχείριση του ενεργητικού και παθητικού τους.

- Διαχείριση χαρτοφυλακίου και αμοιβαίων κεφαλαίων

Κύριος στόχος πολλών διαχειριστών διαθεσίμων είναι να επιτύχουν να φθάσουν κάποιους συγκεκριμένους δείκτες. Στη συνέχεια προχωρούν σε εκτιμήσεις βάσει της απόδοσης του κινδύνου, την οποία συγκρίνουν με το σημείο αναφοράς μετρήσεων του κάθε δείκτη. Οι διαχειριστές χαρτοφυλακίου βάζουν περιορισμούς στις επενδύσεις. Οι

κατηγορίες στοιχείων ενεργητικού μπορεί να ποικίλλουν, ενώ ο αριθμός των μεταβλητών απόφασης αυξάνεται όσο περιλαμβάνονται επενδυτικά στοιχεία.

- Ατομικά χαρτοφυλάκια

Από την εφαρμογή των στρατηγικών διαχείρισης στοιχείων ενεργητικού μπορούν να ευεργετηθούν πολλοί μεμονωμένοι επενδυτές. Έχουν την δυνατότητα να εκτιμήσουν το επίπεδο στρατηγικής των καταθέσεων και των επενδύσεων τους, με την προοπτική να ικανοποιήσουν μελλοντικούς χρηματοοικονομικούς στόχους.

- Πανεπιστημιακές δωρεές

Από τη φύση τους, τα πανεπιστήμια πρέπει να καθορίσουν μεγάλη χρονική διάρκεια όταν διαχειρίζονται τα στοιχεία ενεργητικού από δωρεά. Παρ' όλα αυτά οι στόχοι και τα μελλοντικά στοιχεία παθητικού επηρεάζουν τους κινδύνους επένδυσης. Η βασική ιδέα είναι να εντοπίσει ευκαιρίες επένδυσης, οι οποίες είναι συσχετισμένες με τα στοιχεία του παθητικού και τους στόχους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟΧΩΝ (GOAL PROGRAMMING)

2.1 Ιστορική αναδρομή στην πορεία του GP

Ο προγραμματισμός στόχων (Goal Programming - GP) γεννήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1950, χάριν στην συμβολή των Charnes, Cooper και Ferguson και θεμελιώθηκε λίγα χρόνια αργότερα από τους Charnes και Cooper το 1961 [11]. Οι πρώτες εφαρμογές γρήγορα έδειξαν την μεγάλη ικανότητα της μεθόδου σε ένα μεγάλο πεδίο εφαρμογών (Charnes et al., 1963, 1968) [10, 13]. Αργότερα πολλές αναλύσεις και ένας μεγάλος αριθμός από εφαρμογές ακολούθησαν (Charnes and Cooper 1977) [12]. Ο Spronk (1981) [58] παρουσίασε μια σειρά από εφαρμογές στο χώρο του χρηματοοικονομικού προγραμματισμού (financial planning). Οι Zanakis and Gupta (1985) [67] και αργότερα οι Romero (1986, 1991) [53, 54] και Schniederjans (1995) [57] κατέγραψαν και ανέλυσαν δεκάδες εργασιών αντιμετωπίζοντας ένα πλατύ εύρος εφαρμογών.

Δεδομένης της δημοφιλίας της μεθόδου και του αριθμού των δραστήριων ερευνητών, διοργανώθηκαν διεθνή συνέδρια που δίνουν την ευκαιρία στους ερευνητές να παρουσιάσουν τα ευρήματά τους. Η σειρά των συνεδρίων του πολυκριτήριου προγραμματισμού και προγραμματισμού στόχων (MOP/GP) ξεκίνησε το 1994 και ήταν κυρίως προσανατολισμένα στο να παρέχουν ένα βήμα στο οποίο ακαδημαϊκοί και ερευνητές θα συναντιούνται και θα μαθαίνουν τις πιο πρόσφατες εξελίξεις. Οι συμμετέχοντες στα συνέδρια, των οποίων το κοινό ενδιαφέρον είναι ο πολυκριτήριος προγραμματισμός, προέρχονται από διαφορετικούς τομείς έρευνας όπως βελτιστοποίηση,

επιχειρησιακή έρευνα, μαθηματικός προγραμματισμός και πολυκριτήρια υποστήριξη αποφάσεων.

Τα τελευταία 40 χρόνια έχει σημειωθεί μεγάλη ανάπτυξη νέων μεθοδολογιών για την υποστήριξη της διαδικασίας απόφασης, ειδικά στην ανάπτυξη των διαδικασιών στην πολυκριτήρια ανάλυση και στον πολυστοχικό προγραμματισμό. Ο προγραμματισμός στόχων είναι το πιο γνωστό μοντέλο πολυστοχικού προγραμματισμού και είναι σήμερα πιο δραστήριος από ποτέ, υποστηριζόμενο από ένα δίκτυο ερευνητών και επαγγελματιών που τον τρέφουν επιτυχώς με θεωρητικά επιτεύγματα και πρακτικές εφαρμογές.

2.2 Το μοντέλο του προγραμματισμού στόχων

Ο προγραμματισμός στόχων ασχολείται με προβλήματα επίτευξης προκαθορισμένων αντικειμενικών στόχων ή σκοπών σε αντίθεση με τον πολυκριτήριο γραμμικό προγραμματισμό ο οποίος αντιμετωπίζει προβλήματα ελαχιστοποίησης ή μεγιστοποίησης διαφόρων αντικειμενικών συναρτήσεων (Κοσμίδου, 2002) [1]. Ο προγραμματισμός στόχων αντιμετωπίζει τα προβλήματα του χρηματοοικονομικού προγραμματισμού πιο απλουστευμένα σε σχέση με τον πολυκριτήριο μαθηματικό προγραμματισμό. Η έννοια του στόχου, η οποία αποτελεί την κεντρική έννοια στην μεθοδολογία του προγραμματισμού στόχων, είναι πολύ διαφορετική από την έννοια της αντικειμενικής συνάρτησης, η οποία είναι αντίστοιχα κεντρική έννοια στον πολυκριτήριο μαθηματικό προγραμματισμό. Κάθε αντικειμενική συνάρτηση υποδεικνύει απλά την κατεύθυνση προς την οποία πρέπει να διερευνηθεί η ύπαρξη ικανοποιητικών λύσεων (όπως ελαχιστοποίηση κόστους, μεγιστοποίηση κέρδους, κ.λπ.). Αντίθετα, η σαφής οριοθέτηση στόχων επιτρέπει την αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο η κάθε λύση ανταποκρίνεται σε αυτούς (Keeney και Raiffa, 1993) [30]. Δηλαδή, ενώ ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός αποσκοπεί στην άμεση βελτιστοποίηση κάθε αντικειμενικής συνάρτησης, αντίθετα η τεχνική του προγραμματισμού στόχων αναζητά λύσεις κατά τις οποίες το ποσό των σταθμισμένων αποκλίσεων, δηλαδή την συνάρτηση των αποκλίσεων, από τους επιμέρους στόχους του προβλήματος να γίνεται ελάχιστο.

Ο προγραμματισμός στόχων αποτελεί μια τροποποίηση και επέκταση του γραμμικού προγραμματισμού. Οι δύο αυτές τεχνικές προγραμματισμού είναι ίδιες στο ότι και οι δύο αποτελούν γραμμικά μαθηματικά μοντέλα που προσπαθούν να επιτύχουν βέλτιστες λύσεις σε στόχους υπό περιορισμούς, παρόλα αυτά ο προγραμματισμός στόχων και ο γραμμικός προγραμματισμός παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές δίνοντας ένα πλεονέκτημα στον προγραμματισμό στόχων, το οποίο έγκειται στην ευρύτερη κλίμακα προβλημάτων πάνω στα οποία εφαρμόζεται (Zeleny, 1982) [69].

Ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων έχει την ακόλουθη μορφή:

$$\min z = \sum_{i=1}^n p_i f_i(d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, \dots, d_n^-, d_n^+) \quad (2.1)$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\sum_{j=1}^l c_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = s_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

$$x \in F$$

$$d_i^- \geq 0, \quad d_i^+ \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Όπου εκτός από τα συνήθη δεδομένα, υπεισέρχονται και τα εξής:

s_i : η αριθμητική τιμή του στόχου i

p_i : ο βαθμός προτεραιότητας (βάρος) του στόχου i

d_i^- : υποεπίτευξη του στόχου s_i

d_i^+ : υπερεπίτευξη του στόχου s_i

f_i : μια γραμμική συνάρτηση των μεταβλητών d_i^+ και d_i^-

F : το σύνολο των εφικτών λύσεων

Στο μοντέλο του προγραμματισμού στόχων, για κάθε κριτήριο, ο αποφασίζων ορίζει τους στόχους που θέλει να πετύχει. Το μοντέλο επίσης μετατρέπει όλες τις

αντικειμενικές συναρτήσεις σε περιορισμούς με την εισαγωγή μεταβλητών απόκλισης από τους στόχους, των οποίων οι τιμές έχουν οριστεί με $s_i, i = 1, \dots, n$.

Είναι ευρέως γνωστό ότι ο παράγοντας βάρους δεν διαδραματίζει τον ίδιο ρόλο όταν χρησιμοποιείται σε διαφορετικές διαδικασίες (συναρτήσεις) ή μεθόδους. Στις διαδικασίες βασισμένες σε απλή σύνθεση κριτηρίων όπως το πρότυπο του προγραμματισμού στόχων, ο παράγοντας βάρους διαδραματίζει τον ρόλο της σταθεράς στάθμισης όπως αυτό συμβαίνει στην πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας. Οι στόχοι είναι μια συνάρτηση που συνδέει τις αντικειμενικές συναρτήσεις με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Ο ρόλος που παίζει ο παράγοντας του βάρους στο πρότυπο του προγραμματισμού στόχων είναι διπλός: της κανονικοποίησης και της αξιοποίησης – εκτίμησης. Στο επίπεδο της κανονικοποίησης, η τιμή του στόχου προσπαθεί να φέρει όλες τις αποκλίσεις σε μια κοινή μονάδα της μέτρησης βασισμένη στο βαθμό εγγύτητας-σημαντικότητας, ενώ στο επίπεδο αξιοποίησης - εκτίμησης, ο βαθμός επίτευξης του στόχου αντικατοπτρίζει την δομή προτίμησης του αποφασίζοντα.

Οι στόχοι αυτοί καθορίζονται μέσω μιας αντικειμενικής συνάρτησης, διατυπώνοντάς τους στη βάση των τριών ακόλουθων κατηγοριών: (Κοσμίδου, 2002) [1]

- Μεταβλητές απόκλισης (deviation variables)
- Παράγοντες με προτεραιότητα (preemptive priority factors)
- Σταθμισμένες μεταβλητές απόκλισης με το ίδιο επίπεδο προτεραιότητας. (weighting of deviation variables)

2.2.1 Μεταβλητές απόκλισης

Ο προγραμματισμός στόχων ελαχιστοποιεί τις αποκλίσεις από προκαθορισμένους στόχους, οι οποίοι ορίζονται επί των πολλαπλών αντικειμενικών συναρτήσεων του προβλήματος σε αντίθεση με το γραμμικό προγραμματισμό, ο οποίος μεγιστοποιεί ή ελαχιστοποιεί άμεσα μια αντικειμενική συνάρτηση. Οι μεταβλητές απόκλισης μπορούν, λοιπόν, να παρουσιαστούν ως d_i^+ ή d_i^- , αντιστοιχώντας στις θετικές και αρνητικές αποκλίσεις από τους στόχους (Κοσμίδου, 2002).

2.2.2 Παράγοντες με προτεραιότητα

Για τη βελτιστοποίηση των στόχων που επιλέγει ο αποφασίζων, με σειρά προτεραιότητας βάσει της σημαντικότητας που αυτοί έχουν στην τελική έκβαση και στην λήψη απόφασης, η μέθοδος προγραμματισμού στόχων, περιλαμβάνει μια μέθοδο ιεράρχησης στόχων. Αυτή η ιεράρχηση επιτυγχάνεται με την βαθμονόμηση της προτεραιότητας που έχει η κάθε μεταβλητή απόκλισης που αντιστοιχεί σε κάθε στόχο. Όταν ο βαθμός προτεραιότητας ενός στόχου έχει τεθεί ίσος με τη μονάδα, τότε ο συγκεκριμένος στόχος καθίσταται πρώτος στην ιεραρχία, και είναι εύλογο ότι θα πρέπει να επιτευχθεί πρώτα αυτός πριν εξεταστούν οι υπόλοιποι στόχοι. Δίνοντας ένα τελικό κανόνα για τους παράγοντες με προτεραιότητα, ισχύει ότι: η τιμή του βαθμού προτεραιότητας αντανακλά την ιεραρχική θέση των στόχων λαμβάνοντας υπόψιν την σημαντικότητά τους.

Αυτός ο προσδιορισμός στόχων προτεραιότητας λαμβάνει χώρα και στην προτεινόμενη μεθοδολογία για την ικανοποίηση των στόχων και περιορισμών ανάλογα με τις απαιτήσεις των τραπεζικών στελεχών. Ο χρήστης της εφαρμογής έχει την δυνατότητα να ορίζει προτεραιότητες για τους στόχους που επιλέγει, ποσοτικοποιώντας την πολλαπλότητα της σημαντικότητας που έχει ο κάθε στόχος έναντι των υπόλοιπων στόχων. Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης δίνει βάρος «2» σε ένα στόχο αυτό ισοδυναμεί σαν να θεωρεί ότι ο εν λόγω στόχος είναι δυο φορές πιο σημαντικό από όλους τους υπόλοιπους στόχους.

2.2.3 Σταθμισμένες μεταβλητές απόκλισης

Σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι απαραίτητο να σταθμιστούν οι μεταβλητές απόκλισης οι οποίες έχουν το ίδιο επίπεδο προτεραιότητας. Το αποτέλεσμα της χρησιμοποίησης των σταθμισμένων μεταβλητών απόκλισης είναι η αναπαράσταση της σχετικής σημασίας των μεταβλητών απόκλισης με όμοιους παράγοντες προτεραιότητας (Lee και Chesser, 1980) [38].

Ο προγραμματισμός στόχων αποτελεί μια προσπάθεια βελτιστοποίησης του συνόλου των αποκλίσεων από τους προκαθορισμένους πολλαπλούς στόχους, οι οποίοι

λαμβάνονται διαδοχικά και σταθμίζονται σύμφωνα με την σχετική τους σημασία (Zeleny, 1982) [69].

Η μέθοδος του προγραμματισμού στόχων μπορεί να επεκταθεί στην ανάλυση ευαισθησίας και στην παραμετροποίηση τόσο των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων p_i όσο και των στόχων s_i .

2.2.4 Ο ρόλος της μεταβελτιστοποίησης

Στην διαδικασία λήψης σημαντικών αποφάσεων για μεγάλες επιχειρήσεις και, εν προκειμένω, για τραπεζικούς οργανισμούς, δεν μπορεί να είναι αποκλειστικά εμπλεκόμενος ένας υπολογιστής, που θα ακολουθεί ένα αυστηρώς ορισμένο μαθηματικό μοντέλο και θα παράγει βέλτιστες λύσεις οι οποίες θα υιοθετούνται *a priori*. Δεν είναι λογικό και θεμιτό να αποκλείεται από την διαδικασία λήψης αποφάσεων ο κυριότερος φορέας της που είναι ο αποφασίζων.

Για να κατανοηθεί απόλυτα ο ρόλος των μοντέλων πολυκριτηρίου γραμμικού προγραμματισμού θα πρέπει να γίνουν αποδεκτά τα ακόλουθα:

Τα μοντέλα απόφασης στηρίζονται σε υποθέσεις εν μέρει ρεαλιστικές που μπορούν να ανατραπούν εκ των πραγμάτων ή να επιδεχθούν τροποποιήσεις που δεν είχαν προβλεφθεί κατά τη διαδικασία της μοντελοποίησης.

Μια λύση που φέρει τη σφραγίδα της βέλτιστης είναι το αποτέλεσμα μιας δεδομένης μοντελοποίησης και δε θα μπορούσε να ταυτιστεί με την ασαφή και παραπλανητική έννοια της βέλτιστης απόφασης. Μια τέτοια λύση δε θα μπορούσε να σηκώσει από μόνη της το βάρος της υποστήριξης μιας πραγματικής απόφασης, χωρίς την προσφυγή σε εναλλακτικές τεχνικές και μεθόδους, οι οποίες ενεργοποιούνται μετά τη διαδικασία της βελτιστοποίησης (τεχνικές μεταβελτιστοποίησης).

Το περιβάλλον στο οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις χαρακτηρίζεται από ποικίλες συμπεριφορές σε βαθμό που να μην είναι σαφή τα όρια του εφικτού και του επιδιωκόμενου αποτελέσματος.

Στο γραμμικό προγραμματισμό, το έργο υποστήριξης της απόφασης αρχίζει μετά τη βελτιστοποίηση. Οι βασικότερες τεχνικές μεταβελτιστοποίησης (*post optimality techniques*) είναι οι ακόλουθες:

- Ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis), η οποία ορίζεται ως η μελέτη της διατήρησης μιας βέλτιστης λύσης κατά τη μεταβολή των αριθμητικών δεδομένων του μοντέλου γραμμικού προγραμματισμού. Πιο συγκεκριμένα, προσδιορίζονται τα διαστήματα τιμών κάποιων συντελεστών για τα οποία η βέλτιστη λύση διατηρείται.
- Παραμετρική ανάλυση (parametric programming), που είναι η μελέτη μιας βέλτιστης λύσης έξω από τα διαστήματα διατήρησης της για κάποιους συντελεστές του γραμμικού προγραμματισμού (παραμετροποίηση συντελεστών). Στην πραγματικότητα αυτή η ανάλυση συμπληρώνει την ανάλυση ευαισθησίας.
- Ανάλυση ευστάθειας (near optimality analysis), η οποία ορίζεται ως η μελέτη μιας βέλτιστης λύσης στην περιοχή της βέλτιστης τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης.

Το βασικό μειονέκτημα των δύο πρώτων τεχνικών είναι ότι η ανάλυση είναι οριακή, αφορά δηλαδή ένα μόνο συντελεστή κάθε φορά, υποθέτοντας ότι όλοι οι άλλοι συντελεστές παραμένουν σταθεροί, κάτι όχι και τόσο ρεαλιστικό.

Ένα από τα βασικά προβλήματα, στα οποία απαντά η ανάλυση ευαισθησίας είναι ο υπολογισμός των διαστημάτων μέσα στα οποία μπορούν να μεταβάλλονται οι συντελεστές c , b και A του γραμμικού προγραμματισμού χωρίς να μεταβάλλεται η βέλτιστη λύση του. (Κοσμίδου, 2002) [1]

2.3 Εφαρμογές του προγραμματισμού στόχων

Οι εφαρμογές της μεθοδολογίας του προγραμματισμού στόχων, σύμφωνα με τις βιβλιογραφικές αναφορές, κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Βιομηχανικός σχεδιασμός
- Ενέργεια
- Κατασκευές και μεταλλουργία
- Marketing

- Οικονομικά και λογιστικά
- Γεωργία και αγροτικός προγραμματισμός
- Οικολογία
- Δρομολόγηση και σχεδιασμός
- Έλεγχος ποιότητας

Για κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες υπάρχει πληθώρα δημοσιευμένων άρθρων και βιβλιογραφία για διαφορετικές εφαρμογές της μεθόδου του γραμμικού προγραμματισμού. Στη συνέχεια παρατίθενται αναφορικά κάποιες εφαρμογές του προγραμματισμού στόχων, εξαιρουμένης της διαχείρισης των στοιχείων του ενεργητικού και παθητικού που θα παρουσιαστούν αναλυτικότερα, οι οποίες ανήκουν στις προαναφερθείσες κατηγορίες.

Οι D. C. Brauer και G. Naadimuthu [5] δημοσίευσαν το 2002 μια έρευνα για την διαχείριση του αποθέματος ηλεκτρικής ενέργειας και του προγραμματισμού της διανομής της από το κεντρικό δίκτυο διανομής εξυπηρετώντας πολλαπλές εξόδους λιανικής για την περιοχή του New Jersey των Η.Π.Α. Ο τίτλος της έρευνας είναι: «Ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχου για το συνολικό προγραμματισμό αποθεμάτων και διανομής» και αποτελεί κλασικό παράδειγμα εφαρμογής του γραμμικού προγραμματισμού στον τομέα της ενέργειας.

Στον τομέα της γεωργίας και του αγροτικού προγραμματισμού, οι Oliveira, Volpi, και Sanquettac (2002) [71], δημοσίευσαν μια έρευνα με τίτλο «Προγραμματισμός στόχων σε ένα πρόγραμμα χωροθέτησης» της οποίας σκοπός είναι η σωστή διαχείριση μιας δασικής έκτασης στην Βραζιλία με σκοπό την καλύτερη εκμετάλλευση του δασικού πλούτου της περιοχής και του υπεδάφους, της τουριστικής ανάπτυξης και της οικονομικής εκμετάλλευσης της περιοχής, δεδομένων των κοινωνικών και περιβαλλοντικών περιορισμών που επιβάλλονται *a priori*.

Το 2003 οι Kwak, Schniederjans και Warkentin [35] παρουσίασαν μια έρευνα με τίτλο «Μια εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού στόχων στην απόφαση διανομής

μάρκετινγκ» η οποία παρουσιάζει μια εφαρμογή του προγραμματισμού στόχων στο πρόβλημα διανομής που αντιμετωπίζεται από το εμπορικό τμήμα ενός κατασκευαστή τροφίμων. Το μοντέλο που αναπτύσσεται διερευνά την βέλτιστη διάρθρωση της εταιρίας με γνώμονα την ποιότητα του ολικού προϊόντος, το μερίδιο αγοράς, το κέρδος και τον προϋπολογισμό της εταιρίας.

Ένα παράδειγμα χρήσης του προγραμματισμού στόχων στην μεταλλουργία είναι και η κατασκευή και διαχείριση ενός ορυχείου χαλκού στην Ζάμπια που παρουσιάζεται στην έρευνα των Ehie και Benjamin (2003) [18]. Σε αυτή την έρευνα η μεθοδολογία προγραμματισμού ενσωματώνει τις κυριότερες κοινωνικές διαστάσεις με τους πολύπλοκους πολιτικούς, κοινωνικούς, οικονομικούς και τεχνολογικούς παράγοντες με τον μαθηματικό προγραμματισμό για τον βιομηχανικό προγραμματισμό στην μεταλλουργία μιας αναπτυσσόμενης χώρας.

Μια ακόμα πρωτότυπη εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού είναι στις κατανομές αποκτήσεων ακαδημαϊκών βιβλιοθηκών. Οι Wise και Perushek (1999) [66] παρουσίασαν μια μέθοδο για την διαχείριση των υπηρεσιών της βιβλιοθήκης του πανεπιστημίου του Tennessee. Σκοπός της μεθόδου είναι να διαχειριστεί αντικρουόμενους στόχους όπως η διαθεσιμότητα του ποικιλόμορφου υλικού της βιβλιοθήκης, η μεταβαλλόμενη ζήτηση από τους χρήστες, τα πολλαπλά θέματα και το κέρδος της βιβλιοθήκης.

Η οικολογία είναι ένας σημαντικός τομέας που τα τελευταία χρόνια η μέθοδος προγραμματισμού στόχων βρίσκει πολλές εφαρμογές. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η έρευνα των Lee και Wen [72] που παρουσιάστηκε το 1998 με θέμα την ποιότητα του νερού στην λεκάνη του ποταμού Tou-Chen στην Ταϊβάν. Η βέλτιστη διαχείριση ποιότητας νερού περιλαμβάνει τη λήψη της βέλτιστης ανάλυσης της ικανότητας αφομοίωσης (επίσης καλούμενης επιτρεπόμενη φόρτωση ρύπανσης) και του κόστους επεξεργασίας των αποβλήτων του νερού βασισμένου στα πρότυπα της ποιότητας νερού, καθώς επίσης και μια ικανοποιητική αφαίρεση των αποβλήτων σε μια λεκάνη ποταμού.

Η παρακάτω έρευνα των Mitra και Patankar (2003) [43] χρησιμοποιεί ένα μοντέλο που βασίζεται στην τεχνική του προγραμματισμού στόχων για να ορίσει τόσο το ποσό όσο και τον χρόνο της εγγύησης που παρέχει ο κατασκευαστής για κάποιο προϊόν. Στο μοντέλο αυτό ο ιθύνων είναι σε θέση να δώσει προτεραιότητα στους στόχους του, οι οποίοι πολλές φορές είναι αντικρουόμενοι μεταξύ τους. Οι στόχοι περιλαμβάνουν την επίτευξη συγκεκριμένου μεριδίου αγοράς για κάθε προϊόν, τον περιορισμό του συνολικού κόστους της εγγύησης των προϊόντων σαν ποσοστό των συνολικών πωλήσεων, τον περιορισμό σε απόθεμα που διαθέτει για την εγγύηση του κάθε προϊόντος και η επίτευξη ενός ελάχιστου επιπέδου σε απόθεμα εγγύησης για ένα δεδομένο προϊόν σαν ποσοστό του ολικού κόστους απόδοσης εγγύησης.

Μια πολύ χρηστική εφαρμογή ενός μοντέλου που χρησιμοποιεί την τεχνική του προγραμματισμού στόχων είναι αυτή που παρουσίασαν το 2000 οι Hamalainen και Mantysaari [25] για την διαχείριση του προβλήματος της θέρμανσης κάποιου χώρου σε ένα πλαίσιο όπου η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της ημέρας. Το μοντέλο που ονομάστηκε «multi-objective heating optimization - (ΜΟΗΟ)» σε περιβάλλον υπολογισμών με λογιστικό φύλλο (spreadsheet) υπολογίζει την κατανομή της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας για την βέλτιστη θέρμανση ενός χώρου, με περιορισμούς όπως το μέγεθος του χώρου, η αξία του ηλεκτρικού ρεύματος και η μεταβλητότητα της κατά την διάρκεια της ημέρας, η χρήση του χώρου κ.ά.

Με αυτά τα επιλεγμένα παραδείγματα γίνεται εμφανές ότι ο προγραμματισμός στόχων έχει χρησιμοποιηθεί τόσο σε ερευνητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο για ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών και η πληθώρα της σχετικής βιβλιογραφίας που υπάρχει παγκόσμια επιβεβαιώνει την ικανότητα που έχει η μέθοδος να διαχειρίζεται τόσο οικονομικά-λογιστικά προβλήματα, όσο και κοινωνικά,οικολογικά, χωροταξικά και άλλα προβλήματα.

2.4 Χρηματοοικονομικές εφαρμογές του προγραμματισμού στόχων

Το σύνολο των χρηματοοικονομικών εφαρμογών, σύμφωνα με τους Steuer και Na (2002) [59] του προγραμματισμού στόχων κατατάσσονται στις ακόλουθες οκτώ κατηγορίες:

- Ανάλυση χαρτοφυλακίων (Portfolio analysis)
- Προϋπολογισμός κεφαλαίων (Capital budgeting)
- Γενικό οικονομικός σχεδιασμός (General financial planning)
- Διαχείριση κεφαλαίου κίνησης και εμπορικών τραπεζών (Working capital and commercial bank management)
- Λογιστικός έλεγχος - ασφάλειες - διαχείριση συνταξιοδοτικών κεφαλαίων (Auditing, accounting, insurance and pension fund management)
- Ανάλυση επιτοκίων και επιτοκιακού κινδύνου, πρόβλεψη και ταξινόμηση (Interest rate and risk analysis, prediction and classification)
- Κυβερνητικές και μη κερδοσκοπικές οργανώσεις (Government and nonprofit organizations)
- Στρατηγικός προγραμματισμός, συγχωνεύσεις και εξαγορές (Strategic planning, mergers, and acquisitions)

Στην συνέχεια παρατίθενται επιγραμματικά οι δημοσιεύσεις που έχουν γίνει για καθεμία από τις προαναφερθείσες κατηγορίες.

Ανάλυση Χαρτοφυλακίων

Αντιπροσωπευτικό δείγμα της κατηγορίας αυτής είναι η έρευνα των Muhlemann et al. [45] οι οποίοι ανέπτυξαν ένα μοντέλο πολυκριτήριου στοχαστικού γραμμικού προγραμματισμού για την επιλογή χαρτοφυλακίου υπό αβεβαιότητα. Επίσης οι Harrington και Fischer [26] πρότειναν ένα μοντέλο προσομοίωσης που συνδυάστηκε με ένα πρότυπο προγραμματισμού στόχων για τη διαμόρφωση μεγάλης κλίμακας χαρτοφυλακίων. Ακόμα, ο Jensen [28] χρησιμοποίησε το ίδιο μοντέλο για να αναπτύξει ένα πρότυπο για τη ανάλυση του διεθνούς επενδυτικού κινδύνου. Μια ακόμα δημοσίευση είναι αυτή των Πενταράκη, Ζοπουνίδης, Δούμπος [50] στην οποία η προτεινόμενη μεθοδολογία είναι βασισμένη στο συνδυασμό διακριτών και συνεχών

πολυκριτήριων μεθόδων ενίσχυσης απόφασης για την επιλογή και τη σύνθεση χαρτοφυλακίου αμοιβαίων κεφαλαίων. Στο πρώτο στάδιο της ανάλυσης χρησιμοποιείται η μέθοδος UTADIS προκειμένου να αναπτυχθούν τα πρότυπα απόδοσης του αμοιβαίου κεφαλαίου που υποστηρίζουν την επιλογή ενός μικρού συνόλου αμοιβαίων κεφαλαίων, το οποίο θα συνθέσει τα τελικά χαρτοφυλάκια. Στο δεύτερο στάδιο, υιοθετείται ένα πρότυπο προγραμματισμού στόχων για να καθορίσει το ποσοστό του επιλεγμένου αμοιβαίου κεφαλαίου στα τελικά χαρτοφυλάκια. Η μεθοδολογία εφαρμόζεται στα δεδομένα των ελληνικών αμοιβαίων κεφαλαίων κατά τη διάρκεια της περιόδου 1999–2001 με ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Προϋπολογισμός Κεφαλαίων

Στις πρώτες έρευνες στον χώρο αυτό, ο Ignizio [27] παρουσίασε τη χρησιμότητα της εξέτασης των κύριων προβλημάτων σύνταξης προϋπολογισμού ως πρόβλημα προγραμματισμού στόχων μέσα σε ένα πλαίσιο πολλαπλών κριτηρίων και οι Keown και Taylor [32] παρουσίασαν μια προσέγγιση περιορισμένη από πιθανότητες προγραμματισμού στόχων με τον De et al. [16] επεκτείνοντας την προσέγγιση που μεταχειρίζεται τους συντελεστές σαν στοχαστικούς. Επίσης οι Kwak και Diminnie [34] παρουσίασαν ένα πρότυπο ακέραιου προγραμματισμού στόχων για τη διαχείριση των λειτουργούντων προϋπολογισμών σε ένα πανεπιστήμιο. Ο Lin [39] ανέπτυξε ένα μοντέλο σύνταξης προϋπολογισμού κεφαλαίων με πολλαπλά κριτήρια (καθαρές ταμειακές ροές, λογιστικές αποδοχές και μερίσματα) υπό αβεβαιότητα, και οι Corner et al. [15] υιοθέτησαν μια πολυστοχική προσέγγιση του προγραμματισμού που περιλαμβάνει τους τρεις στόχους της καθαρής παρούσας αξίας, του κινδύνου, και μερισμάτων.

Γενικός Οικονομικός Σχεδιασμός

Σε αυτήν την κατηγορία οι Ashton και Atkins [2] εισήγαγαν ένα πρότυπο πολλαπλών κριτηρίων για να εκμεταλλευθεί τόσο τα πρότυπα προσομοίωσης ως γεννήτριες χρηματοοικονομικών δηλώσεων, όσο και τον μαθηματικό προγραμματισμό ως χρήσιμο εργαλείο. Ο Vinso [64] παρουσίασε ένα στοχαστικό πρότυπο προγραμματισμού στόχων για να εξετάσει τις συναλλαγματικές ισοτιμίες υπό

αβεβαιότητα και άλλα εμπόδια στις ελεύθερες ροές κεφαλαίου. Οι Eom et al. [19] εισήγαγαν ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων βασισμένο σε σύστημα υποστήριξης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια για το παγκόσμιο οικονομικό σχεδιασμό μιας πολυεθνικής εταιρίας που θα επιτρέπει στους managers να επιτύχουν τους πολλαπλούς στόχους χρηματοδότησης και για να αναλύσει αποτελεσματικά τις ανταλλαγές μεταξύ των δαπανών, των κινδύνων συναλλάγματος, των πολιτικών κινδύνων κ.λπ.

Διαχείριση Κεφαλαίου Κίνησης και Εμπορικών Τραπεζών

Σε αυτόν τον τομέα οι Eatman και Sealey [17] ανέπτυξαν ένα πρότυπο προγραμματισμού στόχων με πολλαπλές αντικειμενικές συναρτήσεις για τη διαχείριση κεφαλαίου κίνησης εμπορικών τραπεζών. Οι Tayi και Leonard [63] παρουσίασαν ένα εναλλακτικό πολλαπλών στόχων διοικητικό πρότυπο ισολογισμών για να επιτρέψουν τη ρητή ενσωμάτωση των ανταλλαγών μεταξύ των συγκρουόμενων στόχων και προσπάθησαν να μειώσουν το γνωστικό φορτίο. Ο Langen [36] ανέπτυξε ένα διαδραστικό σύστημα υποστήριξης απόφασης, το IDSSBALM, για να εξετάσει την ικανότητα των τραπεζών στην διαχείριση των στοιχείων ενεργητικού και παθητικού. Ο Michnik [44] ανέπτυξε ένα πολυκριτήριο σύστημα για την διαχείριση των στοιχείων ενεργητικού και παθητικού σε μια εμπορική τράπεζα και το εφάρμοσε σε μια τράπεζα της Πολωνίας. Το πολυκριτήριο σύστημα που ανέπτυξε επιλύεται με την μέθοδο του προγραμματισμού στόχων και περιλαμβάνει όλες τις κύριες μορφές κινδύνων για μια τράπεζα: κίνδυνο επιτοκίων, ρευστότητας και κεφαλαίου καθώς και διεθνών συναλλαγών. Τέλος οι Giokas και Vassiloglou [22] ανέπτυξαν ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων για την Εμπορική Τράπεζα της Ελλάδας το οποίο λαμβάνει υπόψη εκτιμήσεις θεσμικής, οικονομικής, νομικής και πολιτικής της τράπεζας.

Λογιστικός Έλεγχος – Ασφάλειες – Διαχείριση Συνταξιοδοτικών Κεφαλαίων

Χαρακτηριστικές έρευνες σε αυτή την κατηγορία είναι αυτές των Killough και Souders [33] οι οποίοι ανέπτυξαν ένα πρότυπο προγραμματισμού στόχων για εταιρίες λογιστικής. Οι Lawrence και Reeves [37] ανέπτυξαν ένα μοντέλο ακέрайου προγραμματισμού στόχων για την διαχείριση κεφαλαίων μιας ασφαλιστικής εταιρείας. Οι Bhaskar και McNamee [3] διερεύνησαν τη φύση των πολλαπλών στόχων στη

λογιστική και οι Farn και Waung [20] παρουσίασαν ένα επεξεργασίας πολλαπλών κριτηρίων για τον προγραμματισμό συνταξιοδοτικών κεφαλαίων και εργατικού δυναμικού.

Ανάλυση Επιτοκίων και Επιτοκιακού Κινδύνου, Πρόβλεψη και Ταξινόμηση

Σε αυτή την κατηγορία οι Sharda και Musser [60] παρουσίασαν ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων πολλαπλών κριτηρίων για την αντιστάθμιση του επιτοκιακού κινδύνου μέσω συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Οι Spahr et al. [62] ανέπτυξαν μια μη γραμμική προσέγγιση του προγραμματισμού στόχων για τον έλεγχο του συστηματικού και συνολικού κινδύνου εταιρίας κατά την σύνταξη του προϋπολογισμού. Οι Booth και Bessler [4] ανέπτυξαν ένα πρότυπο προγραμματισμού στόχων για να βοηθήσουν μια τράπεζα στη δημιουργία των βέλτιστων στρατηγικών για την διαχείριση του επιτοκιακού κινδύνου. Τέλος οι Sharda και Wingender [61] παρουσίασαν ένα δυναμικό πρότυπο προγραμματισμού στόχων σχετικό με τον συναλλαγματικό κίνδυνο έτσι ώστε να διαχειριστούν τους απολογισμούς ξένου νομίσματος.

Κυβερνητικές και μη Κερδοσκοπικές Οργανώσεις

Ερευνητικές εργασίες που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι αυτές των Wacht και Whitford [65] οι οποίοι ανέπτυξαν ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων για την ανάλυση κεφαλαιακών επενδύσεων στα μη κερδοσκοπικά νοσοκομεία το οποίο εφαρμόστηκε σε μια πραγματική κατάσταση σύνταξης προϋπολογισμού νοσοκομείου. Οι Joiner και Drake [29] χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων για την ανάπτυξη ενός προτύπου εφαρμογής για ένα δημόσιο ίδρυμα υγειονομικής περίθαλψης. Ο Zanakis [68] ανέπτυξε μια διφασική προσέγγιση για την αξιολόγηση των αναγκών βιβλιοθηκών και την κατανομή των προϋπολογισμών τους. Στην πρώτη φάση, μετρήθηκαν τα οφέλη από τις υπηρεσίες της βιβλιοθήκης τα οποία λήφθηκαν από μια επιτροπή χρησιμοποιώντας μια δομημένη αναλυτική προσέγγιση για να συνδυάσουν τις κρίσεις με τα στοιχεία. Στη δεύτερη φάση, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων για να διαθέσει τον προϋπολογισμό βιβλιοθηκών αναλογικά στα μετρημένα οφέλη ικανοποιώντας ποικίλους άλλους συγκρουόμενους στόχους.

Στρατηγικός Προγραμματισμός, Συγχωνεύσεις και Εξαγορές

Αντιπροσωπεύοντας αυτήν την περιοχή έρευνας, οι Fowler και Schniederjans [21] παρουσίασαν ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων για την επίλυση του προβλήματος των στρατηγικών αποκτήσεων. Οι Guerard και Lawrence [23] χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο προγραμματισμού στόχων για τον πολυπερίοδο στρατηγικό προγραμματισμό σε μια εταιρία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

3.1 Γενική παρουσίαση

Η εφαρμογή χωρίζεται σε δύο βασικούς τομείς λειτουργίας. Ο πρώτος είναι το αλληλεπιδραστικό μέρος, δηλαδή το σύνολο από τις οθόνες που εμφανίζονται κατά την διάρκεια χειρισμού του προγράμματος και επιτρέπουν την αλληλεπίδραση μεταξύ κώδικα λειτουργίας και χρήστη. Ο δεύτερος είναι το λειτουργικό μέρος, δηλαδή το σύνολο των διεργασιών-πράξεων-υπολογισμών που χρειάζονται για την επίλυση του προβλήματος εφόσον αυτό έχει οριστεί με ακρίβεια από το πρώτο μέρος.

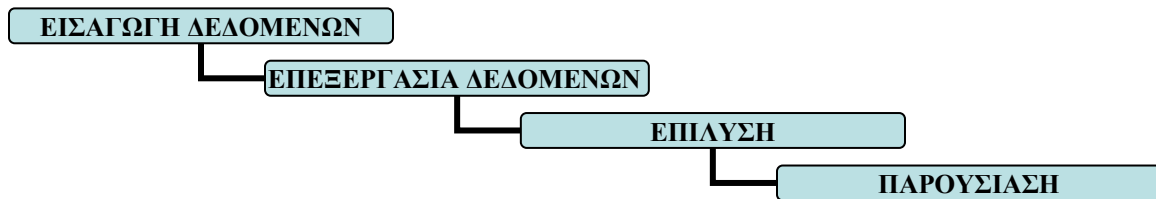
Το αλληλεπιδραστικό μέρος του προγράμματος, χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες: η πρώτη συμπεριλαμβάνει τις φόρμες στις οποίες ο χρήστης εισάγει τα δεδομένα που θα επεξεργαστούν, η δεύτερη περιλαμβάνει τις φόρμες στις οποίες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων και της επίλυσης και η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει κάποιες βοηθητικές φόρμες με πληροφορίες και κατευθύνσεις για τον χρήστη.

Το λειτουργικό μέρος περιλαμβάνει πλήθος πράξεων και διεργασιών, η κυριότερη από τις οποίες είναι η κατασκευή πινάκων για την επίλυση των γραμμικών προβλημάτων και τον ορισμό των περιορισμών τους από τα δεδομένα που θέτει ο χρήστης.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του προγράμματος του, τα οποία είναι ταυτόχρονα και πλεονεκτήματα, είναι πρώτιστα η ευκολία χρήσης που επιτρέπει τον χειρισμό ακόμα και χωρίς την χρήση βοήθειας, καθώς επίσης και η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με άλλα

προγράμματα και εξαγωγής αποτελεσμάτων για περαιτέρω επεξεργασία από τον χρήστη. Τα βασικά στάδια του προγράμματος είναι τρία: η εισαγωγή των δεδομένων, η επίλυση του προβλήματος και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Η πορεία λειτουργίας του προγράμματος, λόγω της απλότητας του, είναι γραμμική και η μορφή της φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Ο χρήστης αρχικά εισάγει τα δεδομένα του προβλήματος στα κατάλληλα πεδία κατόπιν το πρόγραμμα προχωρεί στην επίλυση του ορθώς ορισμένου προβλήματος και τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίλυσης με γραφικά μέσα και πίνακες.

3.2 Υποσυστήματα επικοινωνίας

Στην πορεία λειτουργίας του προγράμματος εμφανίζονται πολλές οθόνες (φόρμες). Η εφαρμογή αποτελείται από πέντε οθόνες, η καθεμιά από τις οποίες εκτελεί μια συγκεκριμένη εργασία, οι οποίες είναι:

- η κεντρική (main)
- η φόρμα περιορισμών (restrains)
- η φόρμα στόχων (goals)
- η οθόνη αποτελεσμάτων (results)
- το μήνυμα επιτυχίας (success)

Αρχικά εμφανίζεται η κεντρική οθόνη του προγράμματος στην οποία δεσπόζει ένα πεδίο κελιών που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της φόρμας. Το πεδίο κελιών χωρίζεται κάθετα σε δυο τμήματα τα οποία είναι το ενεργητικό και το παθητικό. Στα κελιά αυτά γίνεται η εισαγωγή του ισολογισμού της τράπεζας για πέντε χρόνια. Η κάθε

στήλη αντιστοιχεί σε καθένα χρόνο και η κάθε σειρά σε καθένα από τα στοιχεία του ενεργητικού και του παθητικού (εικόνα 3.1). Στο πάνω μέρος της φόρμας υπάρχει η γραμμή εργαλείων (toolbar). Σε αυτήν υπάρχουν τα βασικά κουμπιά για την υποστήριξη του προγράμματος, τα οποία εμφανίζονται σε ένα μεγάλο πλήθος εφαρμογών, καθώς επίσης και κάποια επιπλέον κουμπιά που εκτελούν τις κύριες λειτουργίες του προγράμματος. Στην βάση της οθόνης υπάρχει η γραμμή κατάστασης (status bar) στην οποία εμφανίζονται διάφορες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της εφαρμογής καθώς επίσης η ημερομηνία και η ώρα.

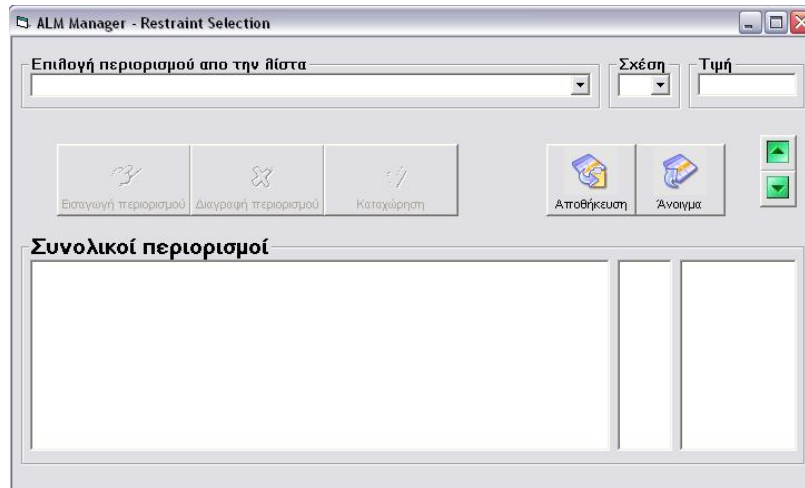
Η επόμενη οθόνη του προγράμματος που παρουσιάζεται είναι αυτή που εισάγονται οι περιορισμοί του προβλήματος προγραμματισμού στόχων. Η φόρμα περιλαμβάνει μία λίστα από την οποία ο χρήστης επιλέγει τους περιορισμούς που θέτει, μια λίστα με τους σχεσιακούς τελεστές και ένα πεδίο στο οποίο συμπληρώνει ο χρήστης το δεύτερο μέλος των περιορισμών. Στο μέσο της φόρμας υπάρχουν κουμπιά που διαχειρίζονται τους περιορισμούς που επιλέγει ο χρήστης. Στο κάτω μέρος της φόρμας υπάρχει η λίστα με τους συνολικούς περιορισμούς που έχουμε εισάγει. Όλα τα στοιχεία που περιέχονται στη φόρμα έχουν κάποιο επεξηγηματικό χαρακτηριστικό που προσδιορίζει την λειτουργία του, όπως κάποια επεξηγηματική φράση, μια εικόνα κ.λ.π. Τα κουμπιά στην φόρμα εκτελούν τις ακόλουθες διεργασίες: Το πρώτο κουμπί εισάγει τον περιορισμό που έχει επιλεγεί από τις λίστες περιορισμών-σχέσης-τιμής όπως φαίνονται στην εικόνα παρακάτω. Το δεύτερο κουμπί διαγράφει τον περιορισμό που έχουμε επιλέξει από την λίστα στο κάτω μέρος της φόρμας, ενώ το τρίτο κουμπί επιβεβαιώνει τους περιορισμούς που έχουμε ήδη επιλέξει και υπάρχουν στις λίστες με τους συνολικούς περιορισμούς και προκαλεί την διαδικασία επίλυσης.

Όπως αυτό φαίνεται στην εικόνα 3.2 τα κουμπιά εισαγωγής, διαγραφής και καταχώρησης των περιορισμών είναι ανενεργά. Αυτό συμβαίνει για να προλάβουμε την δημιουργία λανθασμένων περιορισμών για την επίλυση του προβλήματος και ενεργοποιούνται μετά από κάποια συγκεκριμένη διαδικασία. Το κουμπί εισαγωγής περιορισμών ενεργοποιείται μόνο μετά την επιλογή και των τριών σκελών του περιορισμού (περιορισμός-σχέση-τιμή). Το κουμπί διαγραφής ενεργοποιείται μόνο μετά

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ						ΠΑΘΗΤΙΚΟ					
	ΕΤΟΣ 1	ΕΤΟΣ 2	ΕΤΟΣ 3	ΕΤΟΣ 4	ΕΤΟΣ 5		ΕΤΟΣ 1	ΕΤΟΣ 2	ΕΤΟΣ 3	ΕΤΟΣ 4	ΕΤΟΣ 5
Ταμείο						Υποχρεώσεις όφης προς πιστωτικά ιδρύματα					
Επιταγές εισπρακτέες						Υποχρεώσεις προθεσμίας προς πιστωτικά ιδρύματα					
Διαθέσιμα στην τράπεζα της Ελλάδας						Υποχρεώσεις απο πράξεις προσωρινής εκχώρησης					
Κρατικά κ.ά. αξιόγραφα Ελληνικού δημοσίου						Καταθέσεις όφειως					
Λοιπά κ.ά. αξιόγραφα Ελληνικού δημοσίου						Καταθέσεις ταμειευτηρίου					
Απαιτήσεις όφης κατά πιστωτικών ιδρυμάτων						Καταθέσεις προθεσμίας					
Λοιπές απαιτήσεις κατά πιστωτικών ιδρυμάτων						Επιταγές και εντολές πληρωτέες					
Βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών						Υποχρεώσεις απο πράξεις προσωρινής εκχώρησης σε πελάτες					
Μακροπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών						Μερίσματα πληρωτέα					
Λοιπές απαιτήσεις κατά πελατών						Υποχρεώσεις για φόρο εισοδήματος κ.ά. φόρους					
Χρεόγραφα έκδοσης Ελληνικού δημοσίου						Κρατήσεις και εισφορές υπέρ τρίτων					
Χρεόγραφα άλλων εκδοτών						Λοιπές υποχρεώσεις					
Μετοχές κ.ά. τίτλοι μεταβλητής απόδοσης						Προεισπραχθέντα έσοδα επόμενων χρήσεων					
Συμμετοχές σε μη συνδεδεμένες επιχειρήσεις						Τόκοι προθεσμιακών καταθέσεων δεδουλευμένοι					
Συμμετοχές σε συνδεδεμένες επιχειρήσεις						Λοιπά έσοδα χρήσης δεδουλευμένα					
Λοιπά στοιχεία ενεργητικού						Προβλέψεις για αποζημίωση προσωπικού					
Προπληρωθέντα έσοδα επομένων χρήσεων						Λοιπές προβλέψεις					
Δεδουλευμένοι τόκοι ομολόγων δημοσίου						Δάνεια μειωμένης εξασφάλισης					
Δεδουλευμένοι τόκοι λοιπών ομολόγων						Μετοχικό κεφάλαιο					
Δεδουλευμένοι τόκοι χορηγήσεων						Υπόλοιπο κερδών χρήσης εις νέον					
Λοιποί δεδουλευμένοι τόκοι											
Πάγια στοιχεία											

Εικόνα 3.1: Κεντρική οθόνη προγράμματος.

την επιλογή κάποιου περιορισμού από την λίστα των συνολικών περιορισμών, ενώ το κουμπί της καταχώρησης ενεργοποιείται με την εισαγωγή του πρώτου περιορισμού.



Εικόνα 3.2: Φόρμα εισαγωγής περιορισμών

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να αποθηκεύσουμε την λίστα με τους περιορισμούς που έχουμε επιλέξει, καθώς επίσης να φορτώσουμε μια ήδη αποθηκευμένη λίστα περιορισμών. Αυτό επιτυγχάνεται με τα δυο επόμενα κουμπιά που υπάρχουν στην φόρμα. Τέλος υπάρχουν δυο κουμπιά ακόμα τα οποία μετακινούν τους περιορισμούς στη λίστα έτσι ώστε η λίστα με τους περιορισμούς που τελικά θα έχει το πρόβλημά μας, να αποκτήσει την μορφή που θέλει ο χρήστης.

Η οθόνη που ακολουθεί είναι αυτή της επιλογής των στόχων για το πρόβλημα προγραμματισμού στόχων (εικόνα 3.3). Η μορφή της διαφέρει ελάχιστα από αυτήν των περιορισμών. Βασική διαφορά είναι η μορφή με την οποία εισάγονται οι στόχοι. Αυτοί δεν είναι της μορφής περιορισμός - σχεσιακός τελεστής - αριθμητική τιμή, όπως συνέβαινε με τους περιορισμούς, αλλά είναι της μορφής: στόχος - αριθμητική τιμή - βάρος στόχου. Αυτό συμβαίνει βέβαια λόγω της διαφορετικής μορφής που έχουν οι στόχοι από τους περιορισμούς στο πρόβλημα που διαμορφώνεται. Τα υπόλοιπα στοιχεία της φόρμας όπως: κουμπιά εισαγωγής, διαγραφής, καταχώρησης, αποθήκευσης, φόρτωσης, μετακίνησης, καθώς επίσης και η λίστα με τους επιλεγμένους στόχους, υπάρχουν όπως ακριβώς και στην φόρμα των περιορισμών. Τα όμοια συμβαίνουν επίσης για τα, αρχικώς, ανενεργά κουμπιά εισαγωγής, διαγραφής και καταχώρησης στόχων και

για τον τρόπο ενεργοποίησης τους. Τα γραφικά στοιχεία της φόρμας είναι όμοια με αυτά της φόρμας των περιορισμών και βοηθητικά στην διαδικασία συμπλήρωσης της φόρμας.

Επιπλέον στοιχεία	
Επιτόκια Ομολόγων	0.0000
Επιτόκια Καταθέσεων	0.0000
Επιτόκια Χορηγήσεων	0.0000
Απόδοση λοιπών στοιχείων Ενεργητικού-Παθητικού	0.0000
Ποσοστό ανάλυσης ευαισθησίας	0.0000

Εικόνα 3.3: Φόρμα εισαγωγής στόχων

Επιπλέον στη φόρμα υπάρχει και ένα πεδίο κελιών στο οποίο ο χρήστης εισάγει κάποιες χρήσιμες πληροφορίες για τον πλήρη ορισμό και επίλυση του προβλήματος. Αυτές οι πληροφορίες είναι: τα επιτόκια καταθέσεων, χορηγήσεων και ομολόγων. Ακόμα ζητείται το επιθυμητό ποσοστό απόδοσης των στοιχείων ενεργητικού-παθητικού, δηλαδή τον επιθυμητό ρυθμό αύξησης που προκύπτει από στατιστικά στοιχεία και από την στρατηγική της τράπεζας. Τέλος ζητείται το ποσοστό ανοχής στην ανάλυση μεταβελτιστοποίησης. Αυτό το ποσοστό χρησιμοποιείται στην ανάλυση μεταβελτιστοποίησης και εξηγείται αναλυτικά στο θεωρητικό τμήμα της εργασίας. Αυτές οι πληροφορίες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην επίλυση του προβλήματος και δίχως αυτές δεν ενεργοποιείται το κουμπί «καταχώρηση».

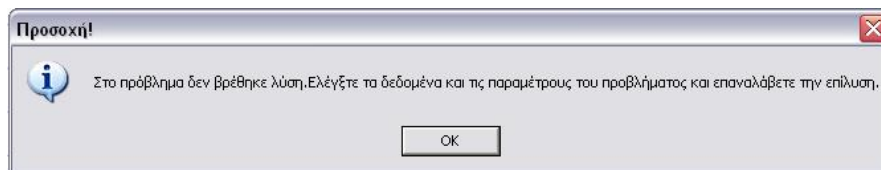
Αποτέλεσμα της επίλυσης του προβλήματος είναι η εμφάνιση του παρακάτω μηνύματος. Εάν το πρόβλημα έχει οριστεί και μοντελοποιηθεί πλήρως και έχει βρεθεί λύση κατά την διάρκεια της επίλυσης, τότε εμφανίζεται η φόρμα «επιτυχία» (εικόνα 3.4).

Η φόρμα «επιτυχία» είναι απλώς ένα ενημερωτικό μήνυμα που οδηγεί τις επόμενες κινήσεις του χρήστη.



Εικόνα 3.4: Ενημερωτική φόρμα επιτυχίας

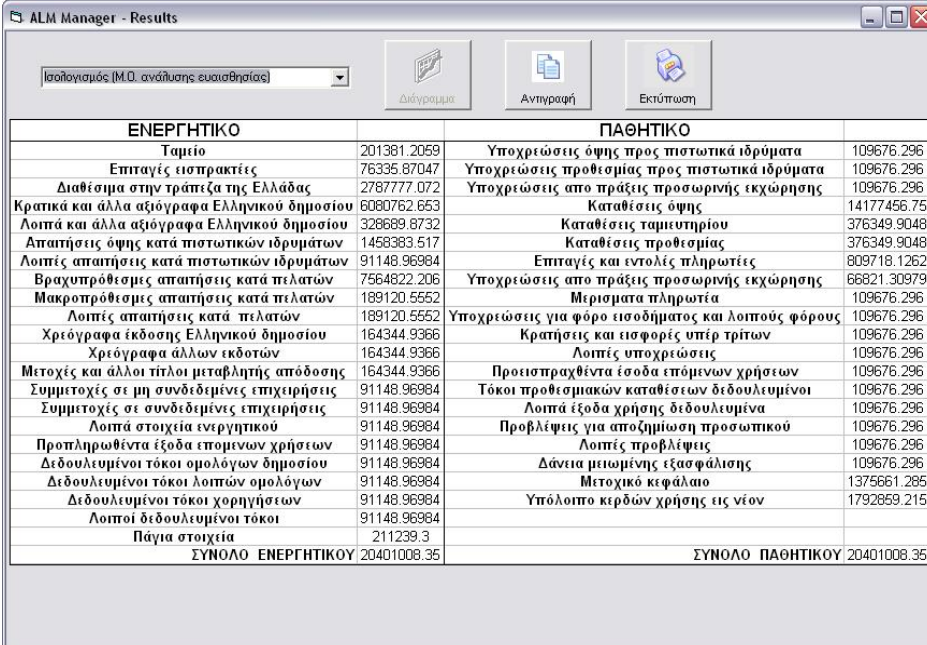
Σε αυτήν υπάρχει το μήνυμα της επιτυχούς επίλυσης του προβλήματος και υπάρχουν κουμπιά που σε παραπέμπουν είτε στην επόμενη φόρμα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίλυσης είτε στην έξοδο από την φόρμα και την επιστροφή στην κεντρική φόρμα του προγράμματος. Εάν το πρόβλημα δεν έχει οριστεί πλήρως είτε έχει οριστεί και είναι αδύνατο ή μη φραγμένο, τότε εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος που ενημερώνει το χρήστη και δίνει τις κατάλληλες πληροφορίες (εικόνα 3.5).



Εικόνα 3.5: Ενημερωτική φόρμα επίλυσης προβλήματος

Η τελευταία φόρμα είναι αυτή που παρουσιάζει τα αποτελέσματα της επίλυσης. Αποτελείται από μια λίστα με επιλογές από συγκριτικούς πίνακες και τρία κουμπιά που επεξεργάζονται αυτούς τους πίνακες. Τα κουμπιά είναι: διάγραμμα, αντιγραφή, εκτύπωση. Πιέζοντας το κουμπί διάγραμμα, εμφανίζεται το διάγραμμα του αντίστοιχου πίνακα που έχουμε επιλέξει από τη λίστα. Εφόσον η συγκεκριμένη επιλογή της λίστας για κάποιο πίνακα δεν υποστηρίζει την εμφάνιση διαγράμματος, τότε το κουμπί «διάγραμμα» είναι ανενεργό. Με το κουμπί αντιγραφή, αντιγράφουμε στο clipboard τα ενεργά στοιχεία που υπάρχουν στη φόρμα - τον πίνακα που έχουμε επιλέξει είτε το αντίστοιχο διάγραμμα - και έτσι μας δίνεται η δυνατότητα πολύ εύκολης και γρήγορης

συνεργασίας του προγράμματος με άλλες εφαρμογές όπως: MsWord, MsExcel κ.ά. Με το κουμπί εκτύπωση, έχουμε την δυνατότητα, εφόσον υπάρχει εγκατεστημένος εκτυπωτής, να επιλέξουμε τις ιδιότητες εκτύπωσης και να εκτυπώσουμε τον πίνακα ή διάγραμμα που έχουμε επιλέξει.



ALM Manager - Results

Ισολογισμός (Μ.Ο. ανάλυσης ευαισθησίας)

Διάγραμμα Αντιγραφή Εκτύπωση

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ		ΠΑΘΗΤΙΚΟ	
Ταμείο	201381.2059	Υποχρεώσεις όψης προς πιστωτικά ιδρύματα	109676.296
Επιταγές εισπρακτέες	76335.87047	Υποχρεώσεις προθεσμίας προς πιστωτικά ιδρύματα	109676.296
Διαθέσιμα στην τράπεζα της Ελλάδας	2787777.072	Υποχρεώσεις από πράξεις προσωρινής εκχώρησης	109676.296
Κρατικά και άλλα αξιόγραφα Ελληνικού δημοσίου	6060762.653	Καταθέσεις όψης	14177456.75
Λοιπά και άλλα αξιόγραφα Ελληνικού δημοσίου	328689.8732	Καταθέσεις ταμειοτηρίου	376349.9048
Απαιτήσεις όψης κατά πιστωτικών ιδρυμάτων	1458383.517	Καταθέσεις προθεσμίας	376349.9048
Λοιπές απαιτήσεις κατά πιστωτικών ιδρυμάτων	91148.96984	Επιταγές και εντολές πληρωτέες	809718.1262
Βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών	7564822.206	Υποχρεώσεις από πράξεις προσωρινής εκχώρησης	66821.30979
Μακροπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών	189120.5552	Μερίσματα πληρωτέα	109676.296
Λοιπές απαιτήσεις κατά πελατών	189120.5552	Υποχρεώσεις για φόρο εισοδήματος και λοιπούς φόρους	109676.296
Χρεόγραφα έκδοσης Ελληνικού δημοσίου	164344.9366	Κρατήσεις και εισφορές υπέρ τρίτων	109676.296
Χρεόγραφα άλλων εκδοτών	164344.9366	Λοιπές υποχρεώσεις	109676.296
Μετοχές και άλλοι τίτλοι μεταβλητής απόδοσης	164344.9366	Προεισπραχθέντα έσοδα επόμενων χρήσεων	109676.296
Συμμετοχές σε μη συνδεδεμένες επιχειρήσεις	91148.96984	Τόκοι προθεσμιικών καταθέσεων διδουλευμένοι	109676.296
Συμμετοχές σε συνδεδεμένες επιχειρήσεις	91148.96984	Λοιπά έσοδα χρήσης διδουλευμένα	109676.296
Λοιπά στοιχεία ενεργητικού	91148.96984	Προβλέψεις για αποζημίωση προσωπικού	109676.296
Προπληρωθέντα έξοδα επόμενων χρήσεων	91148.96984	Λοιπές προβλέψεις	109676.296
Διδουλευμένοι τόκοι ομολόγων δημοσίου	91148.96984	Δάνεια μειωμένης εξασφάλισης	109676.296
Διδουλευμένοι τόκοι λοιπών ομολόγων	91148.96984	Μετοχικό κεφάλαιο	1375661.295
Διδουλευμένοι τόκοι χορηγήσεων	91148.96984	Υπόλοιπο κερδών χρήσης εις νέον	1792859.215
Λοιποί διδουλευμένοι τόκοι	91148.96984		
Παγια στοιχεία	211239.3		
ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ	20401008.35	ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ	20401008.35

Εικόνα 3.6: Φόρμα παρουσίασης αποτελεσμάτων

3.3 Διαχείριση δεδομένων

Πρωταρχικό επίπεδο στην πορεία λειτουργίας του προγράμματος είναι η διαχείριση των δεδομένων. Ο χρήστης εισάγει στις κατάλληλες οθόνες της εφαρμογής τα αντίστοιχα δεδομένα και κατόπιν λαμβάνει χώρα μια προπαρασκευή η οποία θα δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για την μετάβαση στο επόμενο στάδιο και την επίλυση του προβλήματος.

3.4 Μορφή δεδομένων

Τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης έχουν πολλές διαφορετικές μορφές. Αρχικά ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία του ισολογισμού, τα οποία έχουν την μορφή ακέραιου αριθμού. Κατόπιν εισάγει τους περιορισμούς που έχει επιλέξει. Αυτοί καταχωρούνται με την μορφή: περιορισμός - σχεσιακός τελεστής - αριθμητική τιμή από λίστες που παρουσιάζονται αναλυτικότερα παρακάτω. Οι στόχοι εισάγονται με την μορφή: στόχος - αριθμητική τιμή - βάρος στόχου. Τέλος ο χρήστης πρέπει να θέσει και κάποια επιπλέον στοιχεία που αφορούν κάποια επιτόκια και συντελεστές ανοχής, όπως αυτά έχουν εξηγηθεί αναλυτικότερα σε προηγούμενο κεφάλαιο, που είναι αναγκαία για τον ορισμό και την επίλυση του προβλήματος.

3.5 Εισαγωγή και επεξεργασία δεδομένων

Ο χρήστης αρχικά καλείται να εισάγει τα στοιχεία του ισολογισμού στο πεδίο κελιών που υπάρχει στην αρχική οθόνη του προγράμματος. Υπάρχει η δυνατότητα να εισαχθούν στατιστικά στοιχεία του ισολογισμού σε βάθος πενταετίας ξεκινώντας από το παλαιότερο και τελειώνοντας στο πιο πρόσφατο έτος. Αυτά τα δεδομένα δεν έχουν άμεση χρήση όσον αφορά την επίλυση του προβλήματος προγραμματισμού στόχων. Είναι όμως πολύ χρήσιμα στην σύγκριση με τα αποτελέσματα της επίλυσης.

Ο χρήστης στην συνέχεια εισάγει τους περιορισμούς του προβλήματος προγραμματισμού στόχων. Αυτό λαμβάνει χώρα στην φόρμα των περιορισμών η οποία εμφανίζεται με την πίεση του κουμπιού «περιορισμοί» της αρχικής οθόνης. Ο χρήστης επιλέγει από την λίστα με τους προεπιλεγμένους περιορισμούς και συμπληρώνει με τον σχεσιακό τελεστή που βρίσκεται σε άλλη προεπιλεγμένη λίστα και το δεύτερο μέλος του κάθε περιορισμού που συμπληρώνεται σε κατάλληλο πεδίο. Η λίστα με όλες τις πιθανές επιλογές για περιορισμούς, που είναι ίδια με την λίστα για επιλογή στόχων, φαίνεται στον πίνακα 3.7. Εφόσον ο περιορισμός έχει οριστεί πλήρως τότε εισάγεται στην λίστα στο κάτω μέρος της φόρμας μέσω του κουμπιού «εισαγωγή». Τελικό βήμα είναι η καταχώρηση της λίστας που έχει επιλεγεί με την παραπάνω διαδικασία. Στην εικόνα 3.8

που ακολουθεί φαίνεται ένα παράδειγμα εισαγωγής δεδομένων στην φόρμα περιορισμών που εφαρμόζει την παραπάνω διαδικασία.

Συνολικοί περιορισμοί	Σχέση	Τιμή
Λοιπά Κρατικά και άλλα αδόγραφα	>=	32131
Βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών	<=	951645
Χρεόγραφα άλλων εκδοτών	=	944521
Λοιπά στοιχεία ενεργητικού	>=	9874556
Λοιπές υποχρεώσεις	<=	621458
Συνολικές καταθέσεις και άλλες Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις	>=	9874455

Εικόνα 3.8: Συμπληρωμένη φόρμα εισαγωγής περιορισμών

Επόμενο βήμα είναι η καταχώρηση των περιορισμών. Με την καταχώρηση της τελικής λίστας που έχει επιλεγεί δημιουργούνται οι κατάλληλοι αριθμοπίνακες που θα χρειαστούν για τον ορισμό και την επίλυση του προβλήματος προγραμματισμού στόχων και εξαφανίζεται η φόρμα περιορισμών για να επιστρέψουμε στην αρχική οθόνη.

Με παρόμοια διαδικασία συμπληρώνεται και η φόρμα εισαγωγής στόχων. Επιλέγονται οι επιθυμητοί στόχοι από την προεπιλεγμένη λίστα και συμπληρώνονται τα δεύτερα μέλη των στόχων και τα βάρη τους. Τα βάρη είναι ακέραιοι αριθμοί και όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός τόσο πιο σημαντικός είναι ο στόχος. Με το κουμπί εισαγωγής, εισάγεται ο κάθε στόχος στην τελική λίστα εφόσον έχει οριστεί πλήρως. Επιπρόσθετα είναι αναγκαίο να συμπληρωθούν οι επιπλέον πληροφορίες που υπάρχουν στο μικρό πεδίο κελιών στο κάτω μέρος της φόρμας.

Στην παρακάτω εικόνα 3.9 φαίνεται η φόρμα του προγράμματος με συμπληρωμένη τη λίστα με κάποια τυχαία δεδομένα, όπου φαίνονται καλύτερα τα κουμπιά της φόρμας εφόσον αυτά είναι όλα ενεργοποιημένα. Σε αυτή την εικόνα παρουσιάζεται ένα κλασικό παράδειγμα για την εφαρμογή που είναι έτοιμη να καταχωρήσει τα προς επίλυση δεδομένα που έχει εισάγει ο χρήστης.

Επιλογή στόχου από την λίστα

Ταμείο

Τιμή: 7896

Βάρος: 1

Εισαγωγή στόχου Διαγραφή στόχου Καταχώρηση Αποθήκευση Άνοιγμα

Συνολικοί στόχοι

Όνομα	Τιμή	Βάρος
Λοιπές απαιτήσεις κατά πιστωτικών ιδρυμάτων	456	1
Λοιποί δεδουλευμένοι τόκοι	7863	1
Δεδουλευμένοι τόκοι λοιπών ομολόγων	8514	2
Προεπιλεγμένα έσοδα επόμενων χρήσεων	2574	1
IK/Συνολικά σταθμισμένα στοιχεία ενεργητικού (Φερεγγυότητα)	78541	3
Ρευστοποιήσιμα κυκλοφορούντα στοιχεία/Συνολικό κεφάλαιο της Τράπεζας (Ρευστότητα)	7897	2

Επιπλέον στοιχεία

Όνομα	Τιμή
Επιτόκια Ομολόγων	0.1000
Επιτόκια Καταθέσεων	0.1000
Επιτόκια Χρηγήσεων	0.1000
Απόδοση λοιπών στοιχείων Ενεργητικού-Παθητικού	0.1000
Ποσοστό ανάλυσης ευαισθησίας	0.1000

Εικόνα τάδε 3.9: Συμπληρωμένη φόρμα εισαγωγής στόχων

Όπως συμβαίνει και με την φόρμα περιορισμών, επόμενο βήμα είναι η καταχώρηση της τελικής λίστας με τους στόχους που έχουν επιλεγεί. Με την καταχώρηση της λίστας δημιουργούνται οι αντίστοιχοι αριθμοπίνακες, όπως και στους περιορισμούς και εξαφανίζεται η φόρμα των στόχων για να επιστρέψουμε στην αρχική οθόνη.

Ο παρακάτω πίνακας 3.7 παρουσιάζει τις πιθανές επιλογές για περιορισμούς και στόχους όπως αυτοί φαίνονται στις λίστες στις φόρμες εισαγωγής περιορισμών και στόχων κατά την λειτουργία του προγράμματος.

1	Ταμείο
2	Επιταγές εισπρακτέες
3	Διαθέσιμα στην Τράπεζα της Ελλάδας
4	Κρατικά και άλλα αξιόγραφα Ελληνικού δημοσίου
5	Λοιπά Κρατικά και άλλα αξιόγραφα
6	Απαιτήσεις όψης κατά πιστωτικών ιδρυμάτων
7	Λοιπές απαιτήσεις κατά πιστωτικών ιδρυμάτων
8	Βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών
9	Μακροπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών
10	Λοιπές απαιτήσεις κατά πελατών
11	Χρεόγραφα έκδοσης Ελληνικού Δημοσίου
12	Χρεόγραφα άλλων εκδοτών
13	Μετοχές και άλλοι τίτλοι μεταβλητής απόδοσης
14	Συμμετοχές σε μη συνδεδεμένες επιχειρήσεις
15	Συμμετοχές σε συνδεδεμένες επιχειρήσεις
16	Λοιπά στοιχεία ενεργητικού
17	Προπληρωθέντα έξοδα επομένων χρήσεων
18	Δεδουλευμένοι τόκοι ομολόγων δημοσίου
19	Δεδουλευμένοι τόκοι λοιπών ομολόγων
20	Δεδουλευμένοι τόκοι χορηγήσεων
21	Λοιποί δεδουλευμένοι τόκοι
22	Πάγια στοιχεία
23	Υποχρεώσεις όψης προς πιστωτικά ιδρύματα
24	Υποχρεώσεις προθεσμίας προς πιστωτικά ιδρύματα
25	Υποχρεώσεις από πράξεις προσωρινής εκχώρησης
26	Καταθέσεις όψης
27	Καταθέσεις ταμειωτηρίου
28	Καταθέσεις προθεσμίας
29	Επιταγές και εντολές πληρωτέες
30	Υποχρεώσεις από πράξεις προσωρινής εκχώρησης (προς πελάτες)
31	Μερίσματα πληρωτέα
32	Υποχρεώσεις για φόρο εισοδήματος και λοιπούς φόρους
33	Κρατήσεις και εισφορές υπέρ τρίτων
34	Λοιπές υποχρεώσεις
35	Προεισπραχθέντα έσοδα επομένων χρήσεων
36	Τόκοι προθεσμιακών καταθέσεων δεδουλευμένοι
37	Λοιπά έξοδα χρήσης δεδουλευμένα
38	Προβλέψεις για αποζημίωση προσωπικού
39	Λοιπές προβλέψεις
40	Δάνεια μειωμένης εξασφάλισης
41	Μετοχικό κεφάλαιο
42	Υπόλοιπο κερδών χρήσης εις νέον
43	Συνολικά δάνεια
44	Συνολικές καταθέσεις και άλλες Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις
45	Αποδοτικότητα του συνόλου ενεργητικού
46	Ποσοστό καταθέσεων και άλλων ΒΥ σε λογαριασμό επιτοκίων στην Τ.τ.Ε.
47	Ποσοστό καταθέσεων και άλλων ΒΥ σε έντοκα κρατικά ομόλογα
48	Ποσοστό ιδιωτικών καταθέσεων σε δάνεια και συγχωνεύσεις δημοσίου τομέα
49	Αύξηση του συνόλου ενεργητικού
50	ΙΚ/Συνολικά σταθμισμένα στοιχεία ενεργητικού (Φερεγγυότητα)
51	Ρευστοποιήσιμα κυκλοφορούντα στοιχεία/Συνολικό κεφάλαιο της Τράπεζας (Ρευστότητα)
52	Ρυθμός αύξησης του λόγου των καταθέσεων προς το σύνολο του ενεργητικού
53	Ισότητα Ενεργητικού – Παθητικού

Πίνακας 3.7: Λίστα με της πιθανές επιλογές για περιορισμούς και στόχους.

3.6 Επίλυση και παρουσίαση

Στο παρόν σημείο λειτουργίας του συστήματος έχουν εισαχθεί τα δεδομένα και έχει γίνει μια προπαρασκευή των δεδομένων που θα βοηθήσει την επίλυση η οποία λαμβάνει χώρα με την πίεση του κουμπιού «επίλυση» της κεντρικής οθόνης της εφαρμογής. Η επίλυση εκτελείται με τα παρακάτω βήματα: αρχικά επεξεργάζονται κατάλληλα οι αριθμοπίνακες που έχουν κατασκευαστεί από την καταχώρηση των περιορισμών και των στόχων έτσι ώστε να πάρουν την τελική τους μορφή και να οριστεί πλήρως το πρόβλημα προγραμματισμού στόχων. Με την βοήθεια ενός έτοιμου συστήματος, το οποίο θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα παρακάτω, επιλύεται το γραμμικό πρόβλημα που έχει οριστεί. Με το ίδιο εργαλείο πραγματοποιείται και η μεταβελτιστοποίηση της λύσης με την τεχνική που εξηγείται αναλυτικότερα στο κεφάλαιο της εφαρμογής του παραδείγματος. Κατόπιν εξάγονται τα αποτελέσματα, κατηγοριοποιούνται και παρουσιάζονται στην οθόνη παρουσίασης των αποτελεσμάτων.

3.7 Παρουσίαση επιλογών μενού

Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως η γραμμή εργαλείων του μενού στην αρχική οθόνη του προγράμματος, περιέχει πολλά κουμπιά που είναι αναγκαία για την λειτουργία του. Αυτά εμφανίζονται με γραφικό τρόπο, δηλαδή περιέχουν ένα σχετικό εικονίδιο, έτσι ώστε να υποδηλώνεται και η λειτουργία που εκτελεί το καθένα. Τα κουμπιά αυτά αναλυτικότερα είναι:

- Αποθήκευση (save)

Το κουμπί αυτό αποθηκεύει το πεδίο κελιών του ισολογισμού, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αργότερα και για να δίνεται η δυνατότητα να επεξεργάζονται πολλοί ισολογισμοί με ευκολία.

- Άνοιγμα (open)

Το κουμπί αυτό γεμίζει τα κελιά του ισολογισμού με ένα ήδη αποθηκευμένο για να μην χρειάζεται συνεχώς να πληκτρολογεί ο χρήστης τα στοιχεία του ισολογισμού κάθε φορά που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα.

- Εκτύπωση (print)

Με το κουμπί αυτό παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη να εκτυπώσει τον ισολογισμό που έχει εισάγει ή να τυπώσει το άδειο φύλλο του ισολογισμού αν δεν έχει εισάγει κανένα στοιχείο του.

- Αποκοπή (cut)

Όπως είναι ευρέως γνωστό, με την λειτουργία της αποκοπής ο χρήστης διαγράφει το περιεχόμενο των κελιών από τον ισολογισμό ενώ ταυτόχρονα το αποθηκεύει στο clipboard.

- Αντιγραφή (copy)

Με την αντιγραφή ο χρήστης αντιγράφει τα περιεχόμενα των επιλεγμένων κελιών στο clipboard.

- Επικόλληση (paste)

Με την επικόλληση ο χρήστης επικολλά στα κελιά του ισολογισμού το περιεχόμενο του clipboard.

- Περιορισμοί (constraints)

Με το κουμπί «περιορισμοί» εμφανίζεται η φόρμα εισαγωγής περιορισμών μπροστά από την αρχική οθόνη του προγράμματος η οποία συνεχίζει να είναι ορατή πίσω από αυτή των περιορισμών.

- Στόχοι (goals)

Όταν πιεστεί το κουμπί «στόχοι» εμφανίζεται η φόρμα εισαγωγής των στόχων με τα ίδια χαρακτηριστικά όπως ατή των περιορισμών.

- Επίλυση (solve)

Με το κουμπί της επίλυσης λαμβάνουν χώρα όλες οι διαδικασίες και πράξεις που απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος προγραμματισμού στόχων και κατόπιν εμφανίζονται τα κατάλληλα μηνύματα επιτυχίας ή αποτυχίας για επιτυχή επίλυση ή πρόβλημα στην επίλυση αντίστοιχα.

- Αποτελέσματα (results)

Με το κουμπί αυτό εμφανίζεται η φόρμα παρουσίασης των αποτελεσμάτων. Αν δεν έχει σωστή επίλυση προηγουμένως, όλα τα διαγράμματα και οι πίνακες με τα αποτελέσματα θα είναι κενά. Σε διαφορετική περίπτωση θα περιέχουν όλα τα εξαγόμενα της επιτυχούς λύσης.

3.8 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Για την περάτωση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν τρία βασικά «εργαλεία». Το πρώτο είναι η γλώσσα προγραμματισμού, το δεύτερο είναι τα ιδιαίτερα συστατικά στοιχεία της γλώσσας που χρειάστηκαν και το τρίτο είναι το σύστημα επίλυσης του προβλήματος προγραμματισμού στόχων.

Η εφαρμογή έχει κατασκευαστεί με την βοήθεια της πολύ γνωστής γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic 6 της εταιρίας Microsoft. Η Visual Basic είναι από τις πιο εύκολες γλώσσες προγραμματισμού, όσον αφορά την πολυπλοκότητα των εφαρμογών που δύναται να κατασκευάσει ένας αρχάριος χρήστης. Άλλωστε αρχικά η Visual Basic έχει βασιστεί σε μια παλαιότερη γλώσσα προγραμματισμού ειδική για αρχάριους, την πασίγνωστη Basic της οποίας το ακρωνύμιο είναι Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code και υποδηλώνει ακριβώς το ότι έχει σχεδιαστεί ειδικά για αρχάριους. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της γλώσσας δεν είναι κάποιο από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της, αλλά το γεγονός ότι η Visual Basic διαθέτει ένα πολύ δραστήριο δίκτυο ερασιτεχνών προγραμματιστών και ένα πλήθος από ενεργά forum στο διαδίκτυο, καθώς επίσης και από επαγγελματικές προσπάθειες, που βοηθούν τους μη έμπειρους προγραμματιστές, να αναπτύξουν την ενασχόλησή τους, με έτοιμα κομμάτια κώδικα για κάθε είδους εφαρμογές.

Κατά την ανάπτυξη του προγράμματος χρησιμοποιήθηκαν κάποια εργαλεία από ανεξάρτητους κατασκευαστές (στην Visual Basic ονομάζονται ActiveX controls) που εκτιμήθηκε η χρηστικότητά τους περισσότερο από τα αντίστοιχα επίσημα της Microsoft. Αυτά τα ActiveX controls αφορούν τον πίνακα εισαγωγής των δεδομένων και

παρουσίασης των αποτελεσμάτων καθώς και τα διαγράμματα που χρησιμοποιούνται για την γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Αυτά τα ActiveX έχουν αναπτυχθεί από την εταιρία η Tidestone Technologies.

Για την επίλυση του προβλήματος χρησιμοποιήθηκε ένα έτοιμο σύστημα επίλυσης γραμμικών προγραμμάτων το οποίο έχει αναπτυχθεί από την εταιρία Frontline Systems η οποία δραστηριοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στον τομέα της ανάπτυξης βοηθημάτων για εφαρμογές λογισμικού. Η ίδια εταιρία έχει αναπτύξει τον solver του MS Excel για την επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΗ

4.1 Ανάλυση συνόλου δεδομένων

Στην παρούσα ενότητα της εργασίας, χρησιμοποιώντας το σύστημα που αναπτύχθηκε για τον λόγο αυτό και παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα (ALM Manager), γίνεται μια εφαρμογή σε δεδομένα τα οποία αφορούν μια μεγάλη εμπορική τράπεζα της Ελλάδας. Τα συγκεκριμένα δεδομένα προέρχονται αυτούσια από την εργασία Κοσμίδου (2002) [1]. Η μεθοδολογία διαχείρισης των στοιχείων ενεργητικού-παθητικού που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή είναι η τεχνική του προγραμματισμού στόχων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων και ο προγραμματισμός στόχων για την τράπεζα έχει χρονικό ορίζοντα ενός έτους. Δηλαδή τα αποτελέσματα της επίλυσης αφορούν μόνο την στρατηγική και τις κινήσεις της τράπεζας για ένα έτος. Στο σύστημα έχουμε την δυνατότητα να εισάγουμε τον ισολογισμό της τράπεζας των τελευταίων πέντε ετών για λόγους καθαρά στατιστικούς και για λόγους πιο ολοκληρωμένης ανάλυσης δεδομένων. Αυτό το γεγονός δεν επηρεάζει την μοντελοποίηση του προβλήματος, η οποία ολοκληρώνεται με την συμπλήρωση των φορμών του προγράμματος και εισάγοντας τις πληροφορίες και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα-χρήστη. Η επιλογή των μεταβλητών που συμμετέχουν στην μοντελοποίηση του προβλήματος, έγινε με γνώμονα τον ευκολότερο ορισμό των περιορισμών και στόχων που είναι δυνατόν να πάρουν μέρος στην μοντελοποίηση του προβλήματος.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στον καθορισμό του μοντέλου προέρχονται από τις χρηματοοικονομικές καταστάσεις της συγκεκριμένης εμπορικής τράπεζας. Από τις 42 που συνολικά χρησιμοποιήθηκαν, οι 22 αντιστοιχούν σε στοιχεία

του ενεργητικού, τα οποία συμβολίζονται με X_i , $i=1,2,...,22$ και 20 σε στοιχεία του παθητικού τα οποία αναλογικά συμβολίζονται με Y_j , $j=1,2,...,20$. Αναλυτικά οι 42 μεταβλητές παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1 όπου φαίνεται η αντιστοίχιση της κάθε μεταβλητής με τον συμβολισμό της και σε ποιόν τομέα του ισολογισμού (ενεργητικό – παθητικό) αυτές ανήκουν.

Στην παρακάτω ενότητα παρατίθενται αναλυτικές πληροφορίες για τους περιορισμούς και στόχους που παίρνουν μέρος στο πρόβλημα του προγραμματισμού στόχων έτσι ώστε να γίνει πιο κατανοητή η μαθηματική διατύπωση του.

4.2 Ανάλυση Περιορισμών – Στόχων

Περιορισμοί

Οι περιορισμοί χωρίζονται σε δυο κύριες κατηγορίες: τους περιορισμούς στρατηγικής και τους περιορισμούς δομής.

Στην κατηγορία των περιορισμών στρατηγικής ανήκουν όλοι αυτοί οι περιορισμοί οι οποίοι επιβάλλονται από την στρατηγική της τράπεζας για συγκεκριμένες κατηγορίες λογαριασμών του ισολογισμού. Η στρατηγική της τράπεζας επιβάλλει στο μοντέλο της επίλυσης να αναζητήσει λύσεις οι οποίες επιτρέπουν σε συγκεκριμένα στοιχεία του ενεργητικού και του παθητικού, να κινηθούν μέσα σε συγκεκριμένα όρια, τόσο ανώτερα όσο και κατώτερα. Αλγεβρικά η παραπάνω έκφραση περιγράφεται ως:

$$K\Phi_X \leq \sum_{i=m}^n X_i \leq A\Phi_X \quad (4.1)$$

$$K\Phi_Y \leq \sum_{j=k}^l Y_j \leq A\Phi_Y \quad (4.2)$$

Όπου $K\Phi_X, K\Phi_Y$ τα κάτω φράγματα των συγκεκριμένων στοιχείων του ενεργητικού και του παθητικού αντίστοιχα, ενώ, ομοίως, με $A\Phi_X, A\Phi_Y$ συμβολίζονται τα άνω φράγματα των ίδιων στοιχείων του ενεργητικού και παθητικού. Στα σύνολα (m,n) και (k,l) ανήκουν

τα στοιχεία του ενεργητικού και του παθητικού που παίρνουν μέρος στους περιορισμούς. Οι τιμές για τους περιορισμούς που προκύπτουν από τον αποφασίζοντα, προέρχονται από υπολογισμούς από παρελθόντες τιμές, από εμπειρία και από τα όρια που θέτει η στρατηγική της τράπεζας.

Σε αυτή την κατηγορία των περιορισμών ανήκει ο περιορισμός «συνολικά δάνεια». Σύμφωνα με την γνώμη τραπεζικών στελεχών, που παίζουν το ρόλο του αποφασίζοντα, προκύπτει ότι ο μέσος ρυθμός αύξησης των δανείων αναμένεται να είναι 38% ενώ είναι επιθυμητό να διατηρηθούν τα επίπεδα της προηγούμενης χρονιάς που είναι 7.632.392 €. Ο περιορισμός των συνολικών δανείων με μεταβλητές απόφασης συμβολίζεται με $X_8 + X_9 + X_{10}$, δηλαδή: Βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών + Μακροπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών + Λοιπές απαιτήσεις κατά πελατών. Με την μορφή που έχουν οι εξισώσεις 4.1 και 4.2 ο περιορισμός γίνεται:

$$7.632.392 \leq X_8 + X_9 + X_{10} \leq 1,38 \times 7.632.392 \quad (4.3)$$

Όμως για να αποκτήσει ο παραπάνω περιορισμός μια μορφή η οποία ευθυγραμμίζεται με την μορφή των περιορισμών όπως αυτοί ορίζονται στο μοντέλο του προγραμματισμού στόχων, τότε έχουμε αντικατάσταση με τους:

$$X_8 + X_9 + X_{10} \geq 7.632.392 \quad (4.4)$$

$$X_8 + X_9 + X_{10} \leq 1,38 \times 7.632.392 \quad (4.5)$$

Με όμοιο τρόπο ορίζεται και ο περιορισμός των συνολικών καταθέσεων και άλλων βραχυχρόνιων υποχρεώσεων. Δηλώνεται από τον αποφασίζοντα ότι αναμένεται να διατηρηθεί το επίπεδο του προηγούμενου έτους (12.348.981€) και να μην αυξηθούν περισσότερο από 28%. Οι συνολικές καταθέσεις και άλλες βραχυχρόνιες υποχρεώσεις σύμφωνα με τον πίνακα του ισολογισμού, συμβολίζονται με $Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$, οπότε σχηματίζονται οι ανισώσεις:

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 12.348.981 \quad (4.6)$$

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \leq 1,28 \times 12.348.981 \quad (4.7)$$

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ		ΠΑΘΗΤΙΚΟ	
X1	Ταμείο	Y1	Υποχρεώσεις όψης προς πιστωτικά ιδρύματα
X2	Επιταγές εισπρακτέες	Y2	Υποχρεώσεις προθεσμίας προς πιστωτικά ιδρύματα
X3	Διαθέσιμα στην Τράπεζα της Ελλάδας	Y3	Υποχρεώσεις από πράξεις προσωρινής εκχώρησης
X4	Κρατικά και άλλα αξιόγραφα Ελληνικού δημοσίου	Y4	Καταθέσεις όψης
X5	Λοιπά Κρατικά και άλλα αξιόγραφα	Y5	Καταθέσεις ταμειυτηρίου
X6	Απαιτήσεις όψης κατά πιστωτικών ιδρυμάτων	Y6	Καταθέσεις προθεσμίας
X7	Λοιπές απαιτήσεις κατά πιστωτικών ιδρυμάτων	Y7	Επιταγές και εντολές πληρωτέες
X8	Βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών	Y8	Υποχρεώσεις από πράξεις προσωρινής εκχώρησης (προς πελάτες)
X9	Μακροπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών	Y9	Μερίσματα πληρωτέα
X10	Λοιπές απαιτήσεις κατά πελατών	Y10	Υποχρεώσεις για φόρο εισοδήματος και λοιπούς φόρους
X11	Χρεόγραφα έκδοσης Ελληνικού Δημοσίου	Y11	Κρατήσεις και εισφορές υπέρ τρίτων
X12	Χρεόγραφα άλλων εκδοτών	Y12	Λοιπές υποχρεώσεις
X13	Μετοχές και άλλοι τίτλοι μεταβλητής απόδοσης	Y13	Προεισπραχθέντα έσοδα επομένων χρήσεων
X14	Συμμετοχές σε μη συνδεδεμένες επιχειρήσεις	Y14	Τόκοι προθεσμιακών καταθέσεων δεδουλευμένοι
X15	Συμμετοχές σε συνδεδεμένες επιχειρήσεις	Y15	Λοιπά έξοδα χρήσης δεδουλευμένα
X16	Λοιπά στοιχεία ενεργητικού	Y16	Προβλέψεις για αποζημίωση προσωπικού
X17	Προπληρωθέντα έξοδα επομένων χρήσεων	Y17	Λοιπές προβλέψεις
X18	Δεδουλευμένοι τόκοι ομολόγων δημοσίου	Y18	Δάνεια μειωμένης εξασφάλισης
X19	Δεδουλευμένοι τόκοι λοιπών ομολόγων	Y19	Μετοχικό κεφάλαιο
X20	Δεδουλευμένοι τόκοι χορηγήσεων	Y20	Υπόλοιπο κερδών χρήσης εις νέον
X21	Λοιποί δεδουλευμένοι τόκοι		
X22	Πάγια στοιχεία		

Πίνακας 4.1: Οι μεταβλητές απόφασης του προβλήματος

Ένας ακόμα περιορισμός ο οποίος ανήκει στην κατηγορία των περιορισμών στρατηγικής είναι το στοιχείο του παθητικού «μετοχικό κεφάλαιο» (Y_{19}). Είναι γνωστό ότι το μετοχικό κεφάλαιο αποτελεί ένα μεγάλο μέρος του κεφαλαίου των εμπορικών τραπεζών. Είναι λοιπόν εύλογο ότι έχει επιλεγεί αυτό το στοιχείο και δεδομένου το ότι το μετοχικό κεφάλαιο δεν γίνεται να μειωθεί, σχηματίζεται ο περιορισμός που θέτει το μετοχικό κεφάλαιο να είναι τουλάχιστον ίσο με την τιμή του προηγούμενου έτους που αντιστοιχεί σε 1.052.384 €.

$$Y_{19} \geq 1.052.384 \quad (4.8)$$

Ο δείκτης αποδοτικότητας του συνόλου ενεργητικού ανήκει στην ίδια κατηγορία. Ο δείκτης αυτός ορίζεται ως ο λόγος των καθαρών κερδών (Y_{20}) προς το σύνολο του ενεργητικού. Σε γενικές γραμμές αποδεικνύει πόσο αποτελεσματική είναι η διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων της τράπεζας και πόσο αποδοτικές είναι οι επενδύσεις που αποτελούν γενικές διευθυντικές αποφάσεις. Η τιμή αυτού του δείκτη έχει οριστεί να είναι 2,27% και με μορφή ανίσωσης γράφεται:

$$Y_{20} \geq 0,0227 \times \sum_{i=1}^{22} X_i \quad (4.9)$$

Και με την μορφή που θα πάρει τελικά ο στόχος την μοντελοποίηση θα ισχύει:

$$Y_{20} - 0,0227 \times \left(\sum_{i=1}^{22} X_i \right) \geq 0 \quad (4.10)$$

Στην κατηγορία των περιορισμών δομής ανήκουν όλοι αυτοί οι περιορισμοί οι οποίοι συμβάλλουν στην δομή του ισολογισμού και βοηθούν στην συμπλήρωση της εξίσωσης Ενεργητικό = Υποχρεώσεις + Ίδια κεφάλαια.

Ο αποφασίζων οφείλει να προσδιορίσει την επιθυμητή διάρθρωση του ενεργητικού και του παθητικού. Αυτή η διάρθρωση είναι πολύ σημαντική αφού επηρεάζει άμεσα τα έσοδα και τα κέρδη της τράπεζας. Μια από τις σημαντικότερες λήψεις αποφάσεων από την πλευρά του αποφασίζοντα περιγράφεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$\sum_{i=1}^n X_i = \sum_{j=1}^m Y_j \quad (4.11)$$

Όπου n το πλήθος των στοιχείων του ενεργητικού, m το πλήθος των στοιχείων του παθητικού, X_i το στοιχείο i του ενεργητικού και Y_j το στοιχείο j του παθητικού.

Στην κατηγορία των περιορισμών δομής ανήκουν κάποιοι περιορισμοί που τίθενται από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα και από την Τράπεζα της Ελλάδας και περιγράφουν την σχέση που οφείλει να υπάρχει μεταξύ κάποιων στοιχείων του ενεργητικού και του παθητικού. Με την μορφή περιορισμού γράφεται ως:

$$\sum_{j \in Y} Y_j - a \sum_{i \in X} X_i = 0 \quad (4.12)$$

Όπου Y_j το στοιχείο j του παθητικού, X_i το στοιχείο i του ενεργητικού, Y' είναι συγκεκριμένες κατηγορίες λογαριασμών του παθητικού, X' είναι συγκεκριμένες κατηγορίες λογαριασμών του ενεργητικού και με a συμβολίζουμε το επιθυμητό επίπεδο των συγκεκριμένων στοιχείων του ισολογισμού.

Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν τρεις περιορισμοί οι οποίοι αντικατοπτρίζουν τις υποχρεώσεις της τράπεζας να διατηρούν ένα ποσοστό των καταθέσεων και άλλων βραχυπρόθεσμων υποχρεώσεων σε κάποιους λογαριασμούς του ενεργητικού. Αρχικά ο περιορισμός που υποχρεώνει την τράπεζα να διατηρεί ένα ποσοστό των καταθέσεων και άλλων βραχυπρόθεσμων υποχρεώσεων ($Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$) σε έναν ειδικό λογαριασμό επιτοκίων στην τράπεζα της Ελλάδας (X_3), ορίζεται ως:

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - 5,67X_3 = 0 \quad (4.13)$$

Ομοίως ο περιορισμός του υποχρεώνει την τράπεζα να διατηρεί ένα ποσοστό των καταθέσεων και άλλων βραχυπρόθεσμων υποχρεώσεων ($Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$) σε έντοκα κρατικά ομόλογα ($X_4 + X_5 + X_{11} + X_{12} + X_{13}$), ορίζεται ως:

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - 2,99(X_4 + X_5 + X_{11} + X_{12} + X_{13}) = 0 \quad (4.14)$$

Τέλος, ο περιορισμός του υποχρεώνει την τράπεζα να διατηρεί ένα ποσοστό των καταθέσεων και άλλων βραχυπρόθεσμων υποχρεώσεων ($Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$) σε συγχωνεύσεις δημοσίου τομέα ($X_8 + X_9 + X_{10}$), ορίζεται ως:

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - 1,99(X_8 + X_9 + X_{10}) = 0 \quad (4.15)$$

Τελευταίος περιορισμός που ανήκει στην κατηγορία περιορισμών δομής είναι ο περιορισμός αύξησης του ενεργητικού. Αυτός ο περιορισμός μας ορίζει ότι ο ρυθμός αύξησης του ενεργητικού μπορεί να είναι το πολύ 30%. Με την μορφή ανισότητας, ο περιορισμός αυτός γίνεται:

$$\sum_{i=1}^{22} X_i \leq 1,3 \times 17.327.046 \quad (4.16)$$

Στόχοι

Οι στόχοι που παίρνουν μέρος στην επίλυση του προβλήματος καθορίζονται αποκλειστικά από την στρατηγική που ακολουθεί η τράπεζα καθώς επίσης και από τις ικανότητες και εμπειρίες των τραπεζικών στελεχών.

Αρχικά αναλύεται ο στόχος φερεγγυότητας. Η φερεγγυότητα ορίζεται ως ο λόγος των ιδίων κεφαλαίων της τράπεζας προς τα συνολικά σταθμισμένα στοιχεία του ενεργητικού και χρησιμοποιείται ως ένα μέτρο κινδύνου. Η στάθμιση των στοιχείων του ενεργητικού απεικονίζει τον σχετικό τους κίνδυνο και γίνεται με ιεράρχηση, η οποία καθορίζει την σχετική σημαντικότητα των στοιχείων του ενεργητικού και του παθητικού. Σύμφωνα με την ιεράρχηση, όσο μεγαλύτερος ο βαθμός σημαντικότητας, τόσο υψηλότερος ο βαθμός κινδύνου.

Σύμφωνα λοιπόν με τα προηγούμενα, με δεδομένη την επιλογή του αποφασίζοντα για την στάθμιση των στοιχείων του ισολογισμού, και την πρόταση της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που ορίζει την τιμή της φερεγγυότητας ίση με 8%, σχηματίζεται ο πρώτος στόχος του προβλήματος:

$$Y_{19} - 0,3349Y_{20} - 0,2X_4 - 0,5X_8 - 0,7X_9 - 0,5X_{10} - 0,2X_{11} - 0,4X_{12} - X_{13} - d_1^+ + d_1^- = 8\% \quad (4.17)$$

Πολύ σημαντικό για την βιωσιμότητα των τραπεζών είναι η διαχείριση της ρευστότητας τους δηλαδή την ικανότητα που έχουν να χορηγούν δάνεια και να επιστρέφουν καταθέσεις στους πελάτες τους. Ο δείκτης ρευστότητας, που ορίζεται ως ο λόγος των κυκλοφορούντων στοιχείων του ενεργητικού προς τις βραχυπρόθεσμες

υποχρεώσεις της τράπεζας, υποδεικνύει τον κίνδυνο ρευστότητας της τράπεζας και περιγράφεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$\sum_{i \in X_{\chi\sigma\rho}} X_i - k \sum_{j \in Y_{\kappa\alpha\tau}} Y_j + d_l^- - d_l^+ = 0 \quad (4.18)$$

Όπου X_i το στοιχείο i του ενεργητικού, Y_j το στοιχείο j του παθητικού, k ο λόγος ρευστότητας που ορίζει ο αποφασίζων, $X_{\chi\sigma\rho}$ τα στοιχεία ενεργητικού που περιλαμβάνει τις χορηγήσεις, $Y_{\kappa\alpha\tau}$ το σύνολο των στοιχείων του παθητικού που περιλαμβάνουν τις καταθέσεις, d_l^+ η υπερεπίτευξη του στόχου ρευστότητας και με d_l^- η υποεπίτευξη του στόχου ρευστότητας.

Σύμφωνα με την στρατηγική της τράπεζας ο λόγος ρευστότητας ορίζεται να είναι 0,6. Τα στοιχεία του ενεργητικού που περιλαμβάνουν τις χορηγήσεις αποτελούν το σύνολο του ενεργητικού εκτός των πάγιων στοιχείων, ενώ τα στοιχεία του παθητικού που περιλαμβάνουν τις καταθέσεις είναι το σύνολο του παθητικού εκτός του μετοχικού κεφαλαίου και του υπόλοιπου κερδών χρήσεις εις νέον. Ο τύπος που συνοψίζει τις επιλογές του αποφασίζοντα για τον κίνδυνο ρευστότητας παρουσιάζεται στον παρακάτω τύπο:

$$\sum_{i=1}^{21} X_i - 0,6 \sum_{j=1}^{18} Y_j - d_2^+ + d_2^- = 0 \quad (4.19)$$

Σκοπός της τράπεζας είναι να μεγιστοποιήσει την απόδοσή της, δηλαδή να επιτύχει το μεγαλύτερο δυνατό κέρδος από την βέλτιστη διαχείριση των διαθεσίμων της. Στην κατεύθυνση αυτή, ο αποφασίζων θα πρέπει να συνυπολογίσει την πολύπλευρη επίδραση που έχουν κάποιες μεταβλητές στην επίτευξη του στόχου της τράπεζας. Οι διάφορες μεταβλητές που παίρνουν μέρος στην κατεύθυνση αυτή και καθορίζουν την στρατηγική της τράπεζας είναι τα επιτόκια ομολόγων, καταθέσεων και χορηγήσεων καθώς επίσης και η αναμενόμενη απόδοση των υπόλοιπων στοιχείων του ισολογισμού που δεν επηρεάζονται από τα επιτόκια.

Ο ακόλουθος στόχος αφορά την αναμενόμενη απόδοση για όλα τα στοιχεία του ενεργητικού και παθητικού. Σε αυτόν στοιχεία του ενεργητικού όπως, Κρατικά και άλλα αξιόγραφα ελληνικού δημοσίου, Λοιπά Κρατικά και άλλα αξιόγραφα, χρεόγραφα

έκδοσης Ελληνικού δημοσίου, που επηρεάζονται από τα επιτόκια ομολόγων, σταθμίζονται με το ποσοστό του επιτοκίου. Το ίδιο συμβαίνει και για τα επιτόκια χορηγήσεων και καταθέσεων. Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία του ισολογισμού σταθμίζονται με το ποσοστό απόδοσης που έχει εισαχθεί, όπως και τα ποσά των επιτοκίων, τα οποία εισάγονται από τον χρήστη. Η μορφή του στόχου γίνεται:

$$\sum_{i=1}^3 (X_i \cdot A_\Lambda) + \sum_{l=4}^5 (X_l \cdot E_O) + \sum_{j=6}^{10} (X_j \cdot E_X) + (X_{11} \cdot E_O) + \sum_{j=12}^{22} (X_j \cdot A_\Lambda) - \sum_{j=1}^6 (Y_j \cdot E_K) - \sum_{j=7}^{20} (Y_j \cdot A_\Lambda) - d_5^+ + d_5^- = 0 \quad (4.20)$$

Όπου X_i το κάθε στοιχείο του παθητικού, A_Λ η απόδοση των λοιπών στοιχείων του ισολογισμού, E_O το επιτόκιο ομολόγων, E_X το επιτόκιο χορηγήσεων, E_K το επιτόκιο καταθέσεων, Y_j το κάθε στοιχείο του παθητικού και με d_5^+, d_5^- οι μεταβλητές υπερεπίτευξης και υποεπίτευξης του στόχου.

Η τράπεζα έχει θέσει και άλλους στόχους οι οποίοι αφορούν μόνο κάποιες κατηγορίες λογαριασμών του ενεργητικού και του παθητικού. Αυτοί οι στόχοι έχουν απλή μορφή και δεν υπεισέρχονται έννοιες αριθμοδεικτών. Η γενική τους μορφή είναι για το ενεργητικό και για το παθητικό αντίστοιχα:

$$\sum_{i \in E_s} X_i + d_s^- - d_s^+ = l_s \quad (4.21)$$

$$\sum_{j \in \Pi_s} Y_j + d_s^- - d_s^+ = l_s \quad (4.22)$$

Όπου X_i, Y_j τα στοιχεία που ανήκουν στα υποσύνολα E_s, Π_s του ενεργητικού και του παθητικού αντίστοιχα, d_s^-, d_s^+ οι μεταβλητές υποεπίτευξης και υπερεπίτευξης του στόχου s και με l_s συμβολίζεται η επιθυμητή τιμή του στόχου. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι στόχοι καταθέσεων και δανείων.

Οι καταθέσεις αποτελούν μια σημαντικότερη πηγή κεφαλαίων για τις εμπορικές τράπεζες αφού τους επιτρέπει να χρηματοδοτούν την δραστηριότητα τους. Είναι λοιπόν εύλογο η στρατηγική της τράπεζας να κινείται στην κατεύθυνση ανάπτυξης αυτού του τομέα. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία, την στρατηγική της τράπεζας και τις γενικές

τάσεις που υπάρχουν στον τραπεζικό κλάδο, έχει οριστεί ότι η τιμή του στόχου των καταθέσεων θα πρέπει να είναι κατά 28% αυξημένη από την αντίστοιχη του προηγούμενου έτους. Δηλαδή ο στόχος θα έχει την παρακάτω μορφή:

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + d_4^- - d_4^+ = 1,28 \times 12.348.981 \quad (4.23)$$

Εξίσου σημαντικός με τον στόχο καταθέσεων, είναι και ο στόχος δανείων που εκφράζει την ικανότητα και την θέληση της εμπορικής τράπεζας να παρέχει χορηγήσεις. Έχει επίσης εκτιμηθεί ότι η τιμή του στόχου για τα δάνεια πρέπει να είναι κατά 38% αυξημένη σε σχέση με το προηγούμενο έτος, αντικατοπτρίζοντας την θέλησή τους να διατηρήσουν την δανειακή τους πολιτική σε υψηλά επίπεδα. Έτσι σχηματίζεται ο στόχος:

$$X_8 + X_9 + X_{10} - d_3^+ + d_3^- = 1,38 \times 7.632.392 \quad (4.24)$$

Υπάρχει ένας ακόμη στόχος ο οποίος ορίζει την σχέση μεταξύ καταθέσεων και συνόλου ενεργητικού. Έχει αποφασιστεί από την διοίκηση της τράπεζας ότι ο μέσος ρυθμός αύξησης του λόγου των καταθέσεων προς το σύνολο του ενεργητικού πρέπει να είναι τουλάχιστον 73,31%. Έτσι ορίζεται ένας ακόμα στόχος που έχει την παρακάτω μορφή:

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 - 0,7331 \times \left(\sum_{i=1}^{22} X_i \right) + d_{10}^- - d_{10}^+ = 0 \quad (4.25)$$

Τέλος υπάρχουν τέσσερις στόχοι που εκφράζουν την επιθυμία του αποφασίζοντα να διατηρηθούν κάποιοι λογαριασμοί του ενεργητικού σε παρόμοια επίπεδα με το προηγούμενο έτος και να καταλαμβάνουν συγκεκριμένο ποσοστό του ενεργητικού. Αυτοί οι λογαριασμοί είναι: το ταμείο, οι επιταγές εισπρακτέες, τα διαθέσιμα στην τράπεζα της Ελλάδας και το πάγιο ενεργητικό. Οι τρεις πρώτοι λογαριασμοί αντικατοπτρίζουν την λειτουργία της τράπεζας με άλλους οργανισμούς. Για παράδειγμα, αυτοί οι λογαριασμοί περιέχουν τις καταθέσεις της τράπεζας στην Κεντρική Τράπεζα που χρησιμοποιούνται για ειδικούς σκοπούς, τα διαθέσιμα περιουσιακά στοιχεία, μετρητά, επιταγές κ.λ.π. που επιστρέφονται από το γραφείο συμψηφισμού κ.ά. Αυτά τα στοιχεία δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες μεταβολές από έτος σε έτος και, εξετάζοντας την διάρθρωση του ισολογισμού, θεωρούμε ότι κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με το

προηγούμενο έτος. Το ίδιο συμβαίνει και με τον τέταρτο λογαριασμό που εξετάζουμε. Τα πάγια στοιχεία, τόσο ενσώματα όσο και ασώματα, εφόσον παρουσιάζονται στον ισολογισμό με την λογιστική τους αξία, δηλαδή την αρχική τους αξία πλην τις αποσβέσεις, θεωρείται ότι η τιμή τους δεν μεταβάλλεται στο χρονικό πλαίσιο που ανήκει η μεθοδολογία. Έχει οριστεί λοιπόν ότι ο λογαριασμός «ταμείο» θα καταλαμβάνει το 1% του ενεργητικού, ο λογαριασμός «επιταγές εισπρακτέες» το 0,4%, τα «διαθεσιμα στην ΤτΕ» το 14% και τέλος τα «πάγια στοιχεία» το 1,5%. Συνοψίζοντας τα παραπάνω προκύπτουν οι τέσσερις τελευταίοι στόχοι του προβλήματος:

$$X_1 - d_6^+ + d_6^- = 0,01 \times 17.327.046 \quad (4.26)$$

$$X_2 - d_7^+ + d_7^- = 0,004 \times 17.327.046 \quad (4.27)$$

$$X_3 - d_8^+ + d_8^- = 0,14 \times 17.327.046 \quad (4.28)$$

$$X_{22} - d_9^- + d_9^+ = 0,015 \times 17.327.046 \quad (4.29)$$

4.3 Μαθηματική διατύπωση προβλήματος

Στην παραπάνω ενότητα έχουν οριστεί πλήρως όλοι οι περιορισμοί και οι στόχοι που παίρνουν μέρος στην επίλυση του προβλήματος. Για τον πλήρες ορισμό του προβλήματος χρειάζεται και η αντικειμενική συνάρτηση, η οποία περιλαμβάνει τις προς ελαχιστοποίηση μεταβλητές απόκλισης των στόχων d^- και d^+ , όπου d^- η μεταβλητή υποεπίτευξης και d^+ η μεταβλητή υπερεπίτευξης του στόχου. Οι μεταβλητές αυτές είναι σταθμισμένες για κάθε στόχο σε σχέση με την βαρύτητα-σημαντικότητα που έχει ο αντίστοιχος στόχος. Συγκεκριμένα το επιλεγμένο μοντέλο αναθέτει υψηλότερο βαθμό προτεραιότητας στην υποεπίτευξη του στόχου φερεγγυότητας, θεωρώντας ότι είναι 3/2 φορές πιο σημαντικός από την υποεπίτευξη του στόχου ρευστότητας και τρεις φορές πιο σημαντικός από όλους τους υπόλοιπους στόχους. Με ολοκληρωμένη την μαθηματική διατύπωση προκύπτει η παρακάτω μοντελοποίηση ενός προβλήματος προγραμματισμού στόχων:

$$\min z = \sum_{k=3}^{10} d_k^+ + \sum_{k=3}^{10} d_k^- + 2d_2^- + 3d_1^- \quad (4.30)$$

Υπό τους περιορισμούς

$$X_8 + X_9 + X_{10} \geq 7.632.392 \quad (4.4)$$

$$X_8 + X_9 + X_{10} \leq 1,38 \times 7.632.392 \quad (4.5)$$

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 12.348.981 \quad (4.6)$$

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \leq 1,28 \times 12.348.981 \quad (4.7)$$

$$Y_{19} \geq 1.052.384 \quad (4.8)$$

$$Y_{20} - 0,0227 \times \left(\sum_{i=1}^{22} X_i \right) \geq 0 \quad (4.9)$$

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - 5,67 X_3 = 0 \quad (4.13)$$

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - 2,99(X_4 + X_5 + X_{11} + X_{12} + X_{13}) = 0 \quad (4.14)$$

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 - 1,99(X_8 + X_9 + X_{10}) = 0 \quad (4.15)$$

$$\sum_{i=1}^{22} X_i \leq 1,3 \times 17.327.046 \quad (4.16)$$

$$Y_{19} - 0,3349Y_{20} - 0,2X_4 - 0,5X_8 - 0,7X_9 - 0,5X_{10} - 0,2X_{11} - 0,4X_{12} - X_{13} - d_1^+ + d_1^- = 8\% \quad (4.17)$$

$$\sum_{i=1}^{21} X_i - 0,6 \sum_{j=1}^{18} Y_j - d_2^+ + d_2^- = 0 \quad (4.19)$$

$$X_8 + X_9 + X_{10} - d_3^+ + d_3^- = 1,38 \times 7.632.392 \quad (4.24)$$

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + d_4^- - d_4^+ = 1,28 \times 12.348.981 \quad (4.23)$$

$$\sum_{i=1}^3 (X_i \cdot A_\Lambda) + \sum_{i=4}^5 (X_i \cdot E_O) + \sum_{j=6}^{10} (X_j \cdot E_X) + (X_{11} \cdot E_O) + \sum_{j=12}^{22} (X_j \cdot A_\Lambda) - \sum_{j=1}^6 (Y_j \cdot E_K) - \sum_{j=7}^{20} (Y_j \cdot A_\Lambda) - d_5^+ + d_5^- = 0 \quad (4.20)$$

$$X_1 - d_6^+ + d_6^- = 0,01 \times 17.327.046 \quad (4.26)$$

$$X_2 - d_7^+ + d_7^- = 0,004 \times 17.327.046 \quad (4.27)$$

$$X_3 - d_8^+ + d_8^- = 0,14 \times 17.327.046 \quad (4.28)$$

$$X_{22} - d_9^- + d_9^+ = 0,015 \times 17.327.046 \quad (4.29)$$

$$Y_4 + Y_5 + Y_6 - 0,7331 \times \left(\sum_{i=1}^{22} X_i \right) + d_{10}^- - d_{10}^+ = 0 \quad (4.25)$$

Μεταβελτιστοποίησηση

Η επίλυση του προβλήματος προγραμματισμού στόχων που μοντελοποιήθηκε παραπάνω οδηγεί στον υπολογισμό μιας βέλτιστης τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης, η οποία συμβολίζεται με z^* . Το στάδιο μεταβελτιστοποίησης ενεργοποιείται αμέσως μετά την εύρεση της βέλτιστης λύσης και διερευνά την ευστάθεια της βέλτιστης λύσης, δηλαδή υπολογίζει τις σχεδόν βέλτιστες λύσεις που αντιστοιχούν σε μικρές μεταβολές της τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης. Στο στάδιο της μεταβελτιστοποίησης (post-optimality stage) λαμβάνουν χώρα 42 διαδοχικές επιλύσεις, μια για κάθε μεταβλητή-λογαριασμό του ισολογισμού, την οποία επιθυμούμε να μεγιστοποιηθεί. Η αντικειμενική συνάρτηση του σταδίου μεταβελτιστοποίησης περιλαμβάνει το στοιχείο του ισολογισμού που θα μεγιστοποιηθεί και οι περιορισμοί του κάθε προβλήματος της ανάλυσης ευστάθειας θα είναι ίδιοι με αυτούς του αρχικού προβλήματος αυξημένους κατά ένα που διασφαλίζει ότι η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης που ορίστηκε στο αρχικό στάδιο, δεν πρέπει να ξεπερνά ένα συγκεκριμένο ποσοστό αύξησης από την βέλτιστη τιμή.

Σε αυτό το σημείο υπάρχουν 43 (42 και μια η αρχική βέλτιστη) λύσεις που περιέχουν τις τιμές για τους 42 λογαριασμούς του ισολογισμού. Για να επιτευχθεί η τελική διάρθρωση του ισολογισμού, υπολογίζεται η μέση τιμή του κάθε στοιχείου του ισολογισμού για καθεμία επίλυση. Ο μέσος όρος δηλαδή των βέλτιστων και υποβέλτιστων λύσεων για τα στοιχεία του ενεργητικού και του παθητικού μας δίνει την τελική λύση του προβλήματος.

4.4 Χρήση του συστήματος

Επόμενο βήμα, μετά την μοντελοποίηση, είναι η εφαρμογή της μαθηματικής διατύπωσης του προβλήματος στο σύστημα. Παρακάτω με μια σειρά από εικόνες,

παρουσιάζονται οι διαδικασίες εισαγωγής των περιορισμών και των στόχων καθώς και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της επίλυσης με την μορφή πινάκων και γραφημάτων.

Στην εικόνα 4.2 παρουσιάζεται η φόρμα εισαγωγής των περιορισμών. Η εισαγωγή έχει γίνει με την διαδικασία που έχει αναλυθεί στο κεφάλαιο 3.

Συνολικοί περιορισμοί		
Συνολικά δάνεια	>=	7632392
Συνολικά δάνεια	<=	10532701
Συνολικές καταθέσεις και άλλες Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις	>=	12348981
Συνολικές καταθέσεις και άλλες Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις	<=	15806896
Μετοχικό κεφάλαιο	>=	1052384
Αποδοτικότητα του συνόλου ενεργητικού	>=	0.0227
Ποσοστό καταθέσεων και άλλων ΒΥ σε λογαριασμό επιτοκίων στην Τ.Τ.Ε.	=	5.67
Ποσοστό καταθέσεων και άλλων ΒΥ σε έντοκα κρατικά ομόλογα	=	2.29
Ισότητα Ενεργητικού - Παθητικού	=	0
Ποσοστό ιδιωτικών καταθέσεων σε δάνεια και συγχωνεύσεις δημοσίου τομέα	=	1.99
Αύξηση του συνόλου ενεργητικού	<=	22515260

Εικόνα 4.2: Εφαρμογή εισαγωγής περιορισμών.

Στην εικόνα 4.3 που ακολουθεί, εμφανίζονται οι στόχοι που παίρνουν μέρος στην επίλυση. Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 3, στην φόρμα εισαγωγής των στόχων εισάγονται επίσης και κάποια άλλα χρήσιμα στοιχεία, όπως επιτόκια κ.ά. που έχουν την δική τους σημαντικότητα. Τα επιτόκια που χρησιμοποιήθηκαν έχουν υπολογιστεί από τις μέσες τιμές των επιτοκίων που υφίσταντο την χρονική περίοδο από την οποία έχουν αντληθεί και τα χρηματοοικονομικά δεδομένα της εμπορικής τράπεζας για την οποία γίνεται η ανάλυση. Το ποσοστό απόδοσης λοιπών στοιχείων ενεργητικού και παθητικού έχει τεθεί ανάλογα τα ποσοστά των επιτοκίων έτσι ώστε να μην υπάρχει μεγάλη διαφορά στα ποσά μεταξύ τους. Το ποσοστό ανάλυσης ευαισθησίας έχει τεθεί σε σχέση με την γνώμη του αποφασίζοντα και τον περιορισμό που ορίζει ότι το ποσοστό θα πρέπει να είναι κοντά στο μηδέν εξαιτίας της σημασίας που έχει αυτός ο παράγοντας.

Με αυτά τα δεδομένα έχει οριστεί πλήρως το πρόβλημα και στη συνέχεια, σύμφωνα με τους κανόνες λειτουργίας του προγράμματος όπως αυτή αναλύθηκε στο

κεφάλαιο 3, ακολουθούν τα αποτελέσματα της επίλυσης. Στην εικόνα 4.4 παρουσιάζεται η διάρθρωση του ισολογισμού, όπως αυτή προκύπτει μετά την διαδικασία βελτιστοποίησης.

Επιλογή στόχου από την λίστα

Τιμή

Βάρος

Εισαγωγή στόχου **Διαγραφή στόχου** **Καταχώρηση** **Αποθήκευση** **Άνοιγμα**

Συνολικοί στόχοι

Στόχος	Τιμή	Βάρος
IK/Συνολικά σταθμισμένα στοιχεία ενεργητικού (Φερεγγυότητα)	0.08	3
Ρευστοποιήσιμα κυκλοφορούντα στοιχεία/Συνολικό κεφάλαιο τής Τράπεζας (Ρευστότητα)	0.6	2
Συνολικά δάνεια	10532701	1
Συνολικές καταθέσεις και άλλες βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις	15806896	1
Στόχος απόδοσης Ενεργητικού και Παθητικού	0	1
Ταμείο	173270.46	1
Επιπλέον εισπρακτέες	69308.184	1
Διαθέσιμα στην Τράπεζα της Ελλάδας	2425786.44	1
Πόγια στοιχεία	259905.69	1
Καταθέσεις προς σύνολο ενεργητικού	0.7331	1

Επιπλέον στοιχεία

Στοιχείο	Τιμή
Επιτόκια Ομολόγων	0.1150
Επιτόκια Καταθέσεων	0.0525
Επιτόκια Χορηγήσεων	0.0875
Απόδοση λοιπών στοιχείων Ενεργητικού-Παθητικού	0.0900
Ποσοστό ανάλυσης ευαισθησίας	0.0500

Εικόνα 4.3: Εφαρμογή εισαγωγής στόχων.

Στις δυο εικόνες που φαίνονται παρακάτω (εικόνα 4.5, εικόνα 4.6) υπάρχουν δύο διαγράμματα που παρουσιάζουν τη διάρθρωση του ισολογισμού, ενεργητικό και παθητικό αντίστοιχα. Με τα διαγράμματα αυτά δίνεται η δυνατότητα να παρουσιάζονται και συγκριτικά στοιχεία πενταετίας, αλλά ελλείπει των στοιχείων αυτών παρουσιάζονται μόνο τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης.

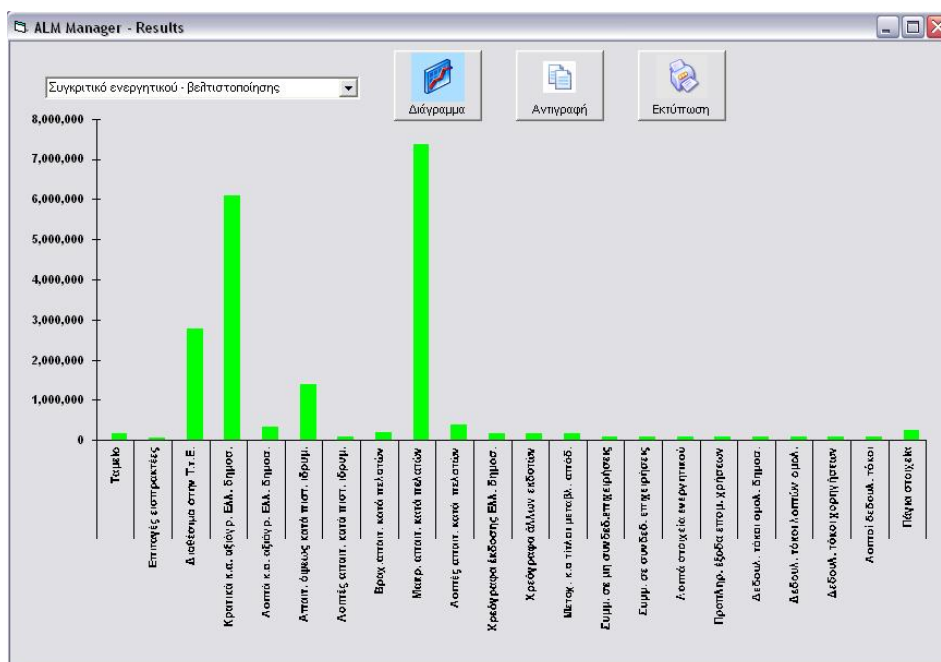
ALM Manager - Results

Ισολογισμός (Μ.Ο. ανάλυσης ευαισθησίας)

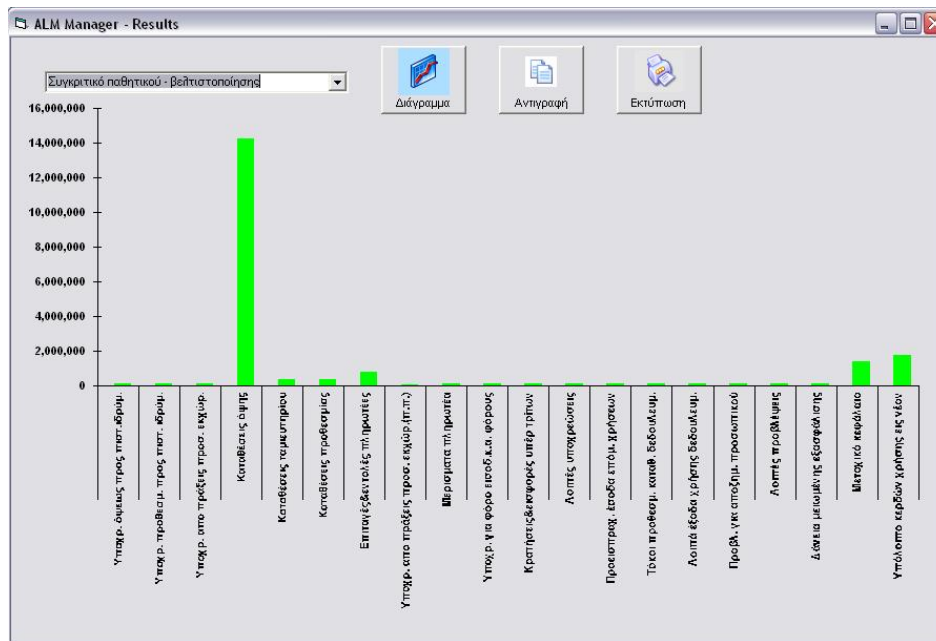
Διάγραμμα Αντιγραφή Εκτύπωση

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ	ΠΑΘΗΤΙΚΟ
Ταμείο	Υποχρεώσεις όψης προς πιστωτικά ιδρύματα
Επιταγές εισπρακτικές	Υποχρεώσεις προθεσμίας προς πιστωτικά ιδρύματα
Διαθέσιμα στην τράπεζα της Ελλάδας	Υποχρεώσεις από πράξεις προσωρινής εκχώρησης
Κρατικά και άλλα αξιόγραφα Ελληνικού δημοσίου	Καταθέσεις όψης
Λοιπά και άλλα αξιόγραφα Ελληνικού δημοσίου	Καταθέσεις ταμειοτηρίου
Απαιτήσεις όψης κατά πιστωτικών ιδρυμάτων	Καταθέσεις προθεσμίας
Λοιπές απαιτήσεις κατά πιστωτικών ιδρυμάτων	Επιταγές και εντολές πληρωτέες
Βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών	Υποχρεώσεις από πράξεις προσωρινής εκχώρησης
Μακροπρόθεσμες απαιτήσεις κατά πελατών	Μερίσματα πληρωτέα
Λοιπές απαιτήσεις κατά πελατών	Υποχρεώσεις για φόρο εισοδήματος και λοιπούς φόρους
Χρεόγραφα έκδοσης Ελληνικού δημοσίου	Κρατήσεις και εισφορές υπέρ τρίτων
Χρεόγραφα άλλων εκδοτών	Λοιπές υποχρεώσεις
Μετοχές και άλλοι τίτλοι μεταβλητής απόδοσης	Προεισπραχθέντα έσοδα επόμενων χρήσεων
Συμμετοχές σε μη συνδεδεμένες επιχειρήσεις	Τόκοι προθεσμιικών καταθέσεων δεδουλευμένοι
Συμμετοχές σε συνδεδεμένες επιχειρήσεις	Λοιπά έσοδα χρήσης δεδουλευμένα
Λοιπά στοιχεία ενεργητικού	Προβλέψεις για αποζημίωση προσωπικού
Προπληρωθέντα έξοδα επόμενων χρήσεων	Λοιπές προβλέψεις
Δεδουλευμένοι τόκοι ομολόγων δημοσίου	Δάνεια μειωμένης εξασφάλισης
Δεδουλευμένοι τόκοι λοιπών ομολόγων	Μετοχικό κεφάλαιο
Δεδουλευμένοι τόκοι χορηγήσεων	Υπόλοιπο κερδών χρήσης εις νέον
Λοιποί δεδουλευμένοι τόκοι	
Πάγια στοιχεία	
ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ
20305249.6	20305249.6

Εικόνα 4.4: Βέλτιστη διάρθρωση ισολογισμού.



Εικόνα 4.5: Διάρθρωση ενεργητικού με διάγραμμα.



Εικόνα 4.6: Διάρθρωση παθητικού με διάγραμμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στον τομέα έρευνας της διαχείρισης των στοιχείων ενεργητικού και παθητικού έχουν γίνει εκτεταμένες προσπάθειες και έχουν καλυφθεί πολλοί τομείς εφαρμογών της. Στην ανάγκη να μετατραπούν αυτές οι ερευνητικές προσπάθειες σε πρακτικές εφαρμογές και έτσι να χρησιμοποιηθεί η παγκόσμια σχετική βιβλιογραφία, έρχεται να απαντήσει η παρούσα διατριβή.

Στην παρούσα διπλωματική διατριβή αναπτύχθηκε ένα σύστημα το οποίο σκοπό έχει να κατασκευάσει την βέλτιστη διάρθρωση του ισολογισμού κάποιας τράπεζας, ενώ είναι δεδομένη η ύπαρξη κάποιων στόχων και περιορισμών που επιλέγονται από προεπιλεγμένη λίστα. Βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η απλότητά του. Η απλότητα αφενός είναι πλεονέκτημα, διότι είναι πιο προσιτό στον μέσο χρήστη, αφετέρου είναι μειονέκτημα διότι μειώνει το πλήθος και την πολυπλοκότητα των λειτουργιών του προγράμματος. Το σύστημα, στην συγκεκριμένη έκδοση που αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε, περιλαμβάνει συγκεκριμένες λειτουργίες που του επιτρέπουν να εκτελεί ικανοποιητικά απλές εργασίες οι οποίες παρουσιάστηκαν αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο. Μελλοντικές όμως εκδόσεις του προγράμματος θα μπορούσαν να διαθέτουν αυξημένες ικανότητες και λειτουργίες.

Οι βελτιώσεις που θα παρουσιαστούν παρακάτω κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τα επιμέρους δομικά τμήματα του συστήματος και τις λειτουργίες που εκτελούν. Αρχικά αναφέρονται οι βελτιώσεις που αφορούν την εισαγωγή και διαχείριση των δεδομένων, κατόπιν οι βελτιώσεις που αφορούν τη διαδικασία διαμόρφωσης του προβλήματος προγραμματισμού στόχων και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Η βελτίωση που είναι πιο εμφανής και πιο χαρακτηριστική για κάθε πρόγραμμα είναι η βελτίωση του υποσυστήματος επικοινωνίας. Θα μπορούσε για παράδειγμα η κεντρική οθόνη του προγράμματος να έχει πιο φιλικό πρόσωπο και ένα πιο προσεγμένο γραφικό περιβάλλον. Εφαρμογή αυτής της ανανέωσης θα μπορούσε να γίνει στο πεδίο κελιών της αρχικής οθόνης που δεν έχει την καλύτερη δυνατή εμφάνιση καθώς δεν φαίνεται ολόκληρο το πεδίο αν η ανάλυση της οθόνης είναι μικρή.

Ακόμα θα μπορούσε να είναι πιο λεπτομερές το μενού της αρχικής οθόνης με περισσότερες λειτουργίες (π.χ. Undo, Redo κ.λ.π.) και επιλογές για την διαχείριση των γραμματοσειρών. Μια πολύ χρήσιμη βελτίωση είναι αυτή που επιτρέπει στον χρήστη να επεξεργάζεται περισσότερους από έναν ισολογισμούς κάθε φορά που χειριζόμαστε το πρόγραμμα. Να δίνεται δηλαδή η δυνατότητα να ανοίγονται πολλά πεδία κελιών ταυτόχρονα για να εισάγει ο χρήστης περισσότερους από έναν ισολογισμούς και με αυτόν τον τρόπο να εξοικονομεί χρόνο ανάλυσης πολλαπλών περιπτώσεων.

Μια πολύ χρήσιμη διεργασία του προβλήματος είναι να μπορεί να αποθηκεύει όλα τα δεδομένα που εισάγονται μαζί (ισολογισμός, περιορισμοί, στόχοι, αποτελέσματα) σε ένα αρχείο το οποίο να φορτώνεται και να μην χρειάζεται ο χρήστης να εισάγει τα δεδομένα εξαρχής ή να φορτώνει κάθε κατηγορία από τα δεδομένα κάθε φορά που χρειάζεται να γίνει μια ίδια επίλυση προβλήματος που είχε γίνει στο παρελθόν.

Τέλος η ύπαρξη κάποιου πεδίου για την εισαγωγή την κατάσταση λογαριασμού αποτελεσμάτων χρήσης και του πίνακα διάθεσης αποτελεσμάτων χρήσης θα μπορούσε να παράσχει τις προϋποθέσεις για την εξαγωγή περισσότερων αποτελεσμάτων μετά την επίλυση όπως χρηματοοικονομικοί δείκτες κλπ.

Το σύστημα εισαγωγής και διαχείρισης των περιορισμών και στόχων θα μπορούσε επίσης να βελτιωθεί ώστε να αυξηθούν οι δυνατότητες του συστήματος. Οι αλλαγές είναι σχετικές με την μορφή με την οποία εισάγονται οι περιορισμοί και οι στόχοι στο πρόγραμμα. Η προσαρμοστικότητα και ευελιξία του συστήματος θα αυξάνονταν αν υπήρχε η δυνατότητα να σχηματίζονται οι περιορισμοί και στόχοι με την χρήση των μεταβλητών απόφασης. Να δίνεται η δυνατότητα δηλαδή από μια λίστα με τις μεταβλητές απόφασης να «κατασκευάζονται» οι περιορισμοί και στόχοι προσθέτοντας ο χρήστης τους κατάλληλους συντελεστές και όχι να καταχωρεί έτοιμους από μια λίστα

όπως συμβαίνει τώρα. Αυτή η βελτίωση αφενός θα αύξανε τον χρόνο χειρισμού καθώς η διαδικασία εισαγωγής περιορισμών και στόχων θα γίνει χρονοβόρα, αφετέρου θα αύξανε τις δυνατότητες του προγράμματος να καλύπτει περισσότερα προβλήματα.

Επίσης η παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με την ύπαρξη περισσότερων επιλογών για παρουσίαση όπως για χρηματοοικονομικούς δείκτες. Επίσης η επιλογή και χρήση ενός νέου συστήματος παρουσίασης – διαγραμμάτων που θα παρείχε αυξημένες επιλογές παραμετροποίησης των διαγραμμάτων από τον χρήστη και που θα καθιστούσε τα διαγράμματα πιο ευκρινή, θα βελτίωνε τόσο τον λειτουργικό όσο και τον αισθητικό τομέα της φόρμας παρουσίασης αποτελεσμάτων.

Μια μελλοντική έκδοση του συστήματος θα μπορούσε να περιλαμβάνει διάφορους μηχανισμούς οι οποίοι θα βοηθούν τον χρήστη στην χρηματοοικονομική ανάλυση των στοιχείων της τράπεζας. Για παράδειγμα θα μπορούσαν να ενσωματωθούν τεχνικές ανάλυσης για τους χρηματοοικονομικούς δείκτες, για την διαχρονική ανάλυση των ισολογισμών κλπ. Επίσης θα μπορούσε το σύστημα να έχει την δυνατότητα να κατασκευάζει και να αναλύει σενάρια επιτοκίων κατά τη διαμόρφωση του προγραμματισμού στόχων. Τέλος, η ενσωμάτωση εναλλακτικών τεχνικών κατά την διαδικασία βελτιστοποίησης και επίλυσης, όπως το Value at Risk και το duration gap, θα έδινε την δυνατότητα στο σύστημα να εξάγει αποτελέσματα με μεγαλύτερη βαρύτητα και κύρος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Κοσμίδου, Κ. (2002). Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων για τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων ενεργητικού και παθητικού τραπεζών. Πολυτεχνείο Κρήτης. Διδακτορική διατριβή.
- [2] Ashton, D.J., Atkins, D.R. (1979). Multicriteria programming for financial planning. *Journal of the Operational Research Society* 30, 259–270.
- [3] Bhaskar, K., McNamee, P. (1983). Multiple objectives in accounting and finance. *Journal of Business and Finance* 10, 595–621.
- [4] Booth, G.G., Bessler, W. (1989). Goal programming models for managing interest-rate risk. *Omega* 17, 81–89.
- [5] Brauer, D. C., Naadimuthu, G. (1992). A goal programming model for aggregate inventory and distribution planning. *Mathematical and Computer Modeling* 16, 81-90.
- [6] Breiman, L. (1961). Optimal gambling system for favorable games. *Proceedings of the 4th Berkeley symposium on mathematical statistics and probability* 1, 63-68.
- [7] Brennan, M.J., Swartz, E.S., Lagnado, R. (1997). Strategic asset allocation. *Journal of economic dynamics and control*, 21/8-9, 1377-1403.
- [8] Brennan, M.J., Swartz, E.S. (1998). The use of treasure bill futures in strategic asset allocation programs. *Worldwide asset and liability modeling*. Ziemba, W.T., Mulvey, J.M. (Eds.), Cambridge University Press, 205-228.
- [9] Brodt, A.I. (1978). Dynamic balance sheet management model for a Canadian chartered bank. *Journal of banking and finance*, 2/3, 221-241.
- [10] Charnes, A., Cooper, W.W., Ijiri, Y. (1963). Breakeven budgeting and programming to goals. *Journal of accounting research* 1, 16-43
- [11] Charnes, A., Cooper, W.W. (1961). *Management models and industrial applications of linear programming*. Wiley, New York
- [12] Charnes, A., Cooper, W.W. (1977). Goal programming and multiple objective optimization. *European journal of operational research* 1, 39-54

- [13] Charnes, A., Cooper, W.W., Learner, D.B., Snow, E.F. (1968). Application of goal programming model for media planning. *Management science* 14, 431-436
- [14] Chih-Sheng Lee, Ching-Gung Wen (1997). Fuzzy goal programming approach for water quality management in a river basin. *Fuzzy Sets and Systems* 89, 181-192.
- [15] Corner, J.L., Deckro, R.F., Spahr, R.W. (1993). Multiple-objective linear programming in capital budgeting, in: K.D. Lawrence, J.B. Guerard Jr., G.R. Reeves (Eds.). *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*, vol. 3, JAI Press, Greenwich, Connecticut, pp. 241–264.
- [16] De, P.K., Acharya, D., Sahu, K.C. (1982). A chance-constrained goal programming model for capital budgeting. *Journal of the Operational Research Society* 33, 635–638.
- [17] Eatman, J.L., Sealey Jr., C.W. (1979). A multiobjective linear programming model for commercial bank balance sheet management. *Journal of Bank Research* 9, 227–236.
- [18] Ehie, I.C., Benjamin, C.O. (1993). An integrated multiobjective planning model: A case study of the Zambian copper mining industry. *European Journal of Operational Research* 68, 160-172.
- [19] Eom, H.B., Lee, S.M., Snyder, C.A., Ford, F.N. (1987-88). A multiple criteria decision support system for global financial planning. *Journal of Management Information Systems* 4, 94–113.
- [20] Farn, K.-J., Waung, T.-T. (1992). A multiple criteria Markovian processes system for pension fund and manpower planning, in: *Proceedings of the Tenth International Conference on Multiple Criteria Decision Making*. Preprint, National Chiao Tung University, Taipei, vol. IV pp. 285–296.
- [21] Fowler, K.L., Schniederjans, M.J. (1987). A goal programming model for strategic acquisition problem solving, in: K.D. Lawrence, J.B. Guerard Jr., G.R. Reeves (Eds.). *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*, vol. 1, JAI Press, Greenwich, Connecticut, pp. 139–151.
- [22] Giokas, D., Vassiloglou, M. (1991). A goal programming model for bank assets and liabilities management. *European Journal of Operational Research* 50, 48–60.
- [23] Guerard Jr., J.B., Lawrence, K.D. (1987). Multiperiod strategic planning in a firm: A goal programming model, in: K.D. Lawrence, J.B. Guerard Jr., G.R. Reeves (Eds.).

Advances in Mathematical Programming and Financial Planning, vol. 1, JAI Press, Greenwich, Connecticut, pp. 107– 124.

[24] Hakansson, N.H. (1972). On optimal myopic portfolio policies with and without serial correlation. *Journal of business*, 44, 324-334.

[25] Hamalainen, R.P., Mantysaari, J. (2002). Dynamic multi-objective heating optimization. *European Journal of Operational Research* 142, 1-15.

[26] Harrington, T.C., Fischer, W.A. (1980). Portfolio modeling in multiple-criteria situations under uncertainty: Comment. *Decision Sciences* 11, 171–177.

[27] Ignizio, J.P. (1976). An approach to the capital budgeting problem with multiple objectives. *The Engineering Economist* 21, 259–272.

[28] Jensen, R.E. (1987). International investment risk analysis: Extensions for multinational corporation capital budgeting models, *Mathematical Modeling* 9, 265–284.

[29] Joiner, C., Drake, A.E. (1983). Governmental planning and budgeting with multiple objective models. *Omega* 11, 57–66.

[30] Keeney, R.L., Raiffa, H. (1993). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value trade-offs*. Cambridge University Press, Cambridge.

[31] Kelly, J. (1956). A new interpretation of information rate. *Bell system technology journal*, 35, 917-926.

[32] Keown, A.J., Taylor III, B.W. (1980). A chance-constrained integer goal programming model for capital budgeting in the production area, *Journal of the Operational Research Society* 31, 579–589.

[33] Killough, L.N., Souders, T.L. (1973). A goal programming model for public accounting firms. *The Accounting Review* XLVIII, 268–279.

[34] Kwak, N.K., Diminnie, C.B. (1987). A goal programming model for allocating operating budgets of academic units. *Socio-Economic Planning Sciences* 21, 333–339.

[35] Kwak, N. K., Schniederjans, J., Warkentin, K.S. (1991). An application of linear goal programming to the marketing distribution decision. *European Journal of Operational Research* 52, 334-344.

[36] Langen, D. (1987). A decision model for bank asset liability management via MCDM, in: A. Lewandowski, I. Stanchev (Eds.). *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 337, Springer-Verlag, Berlin, pp.255–264.

- [37] Lawrence, K.D., Reeves, G.R. (1982). A zero-one goal programming model for capital budgeting in a property and liability insurance company. *Computers and Operations Research* 9, 303–309.
- [38] Lee, S.M., Chesser, D.L. (1980). *Goal programming for portfolio selection*. Addison-Wesley publishing Company.
- [39] Lin, T.W. (1993). Multiple-criteria capital budgeting under risk, in: K.D. Lawrence, J.B. Guerard Jr., G.R. Reeves (Eds.). *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*, vol. 3, JAI Press, Greenwich, Connecticut, pp. 231–239.
- [40] Markowitz, H.M. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7/1, 77-91.
- [41] Merton, R.C. (1969). Lifetime portfolio selection under uncertainty: the continuous time case. *Review of economics and statistics* 3, 373-413.
- [42] Merton, R.C. (1990). *Continuous-time finance*. Blackwell publishers.
- [43] Mitra, A., Patankar, J.G. (1990). A multi-objective model for warranty estimation. *European Journal of Operational Research* 45, 347-355.
- [44] Michnik, J. (2004). Multi-criteria modeling of integrated asset & liability management in a commercial bank.
- [45] Muhlemann, A.P., Lockett, A.G., Gear, A.E. (1979). Portfolio modeling in multiple criteria situations under uncertainty. *Decision Sciences* 9, 612–626.
- [46] Mulvey, J.M., Chen, Z. (1996). An empirical evaluation of the fixed-mix investment strategy. Princeton University Report SOR-96-21.
- [47] Mulvey, J.M., Correnti, S., Lummis, J. (1997). Total integrated risk management: insurance elements. Princeton University Report, SOR-97-2.
- [48] Mulvey, J.M., Rosenbaum, D.P., Shetty, B. (1997). Strategic financial risk management and operations research. *European Journal of Operational Research*, 97, 1-16.
- [49] Mulvey, J.M., Thorlacius, A.E. (1998). The towers Perrin global capital market scenario generation system.
- [50] Pendaraki, K., Zopounidis, C., Doumpos, M. (2005). On the construction of mutual fund portfolios: A multicriteria methodology and an application to the Greek market of equity mutual funds. *European Journal of Operational Research* 163, 462-481.

- [51] Perold, A.F., Sharpe, W.F. (1988). Dynamic strategies for asset allocation. *Financial analysts journal*, January , 16-27.
- [52] Pyle, D.H. (1971). On the theory of financial intermediation. *Journal of finance* 26, 737-746.
- [53] Romero, C. (1986). A survey of generalized goal programming (1970-1982). *European journal of operational research* 25, 183-191.
- [54] Romero, C. (1991). *Handbook of critical issues in goal programming*. Pergamon press, Oxford.
- [55] Rotando, M., Thorp, E. (1992). The Kelly criterion and the stock market. *American mathematical monthly*, December, 992-1032.
- [56] Samuelson, P. (1969). Lifetime portfolio selection by dynamic stochastic programming. *Review of economics and statistics*, August, 239-246.
- [57] Schniederjans, M.J. (1995). *Goal Programming: Methodology and applications*. Kluwer academic publishers, Norwel, USA.
- [58] Spronk, J. (1981). *Interactive multiple goal programming application to financial planning*. Martinus Nijhoff publishing, Boston.
- [59] Steuer, R.E., Na, P. (2003). Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study. *European journal of operational research* 150, 496-515
- [60] Sharda, R., Musser, K.D. (1986). Financial futures hedging via goal programming. *Management Science* 32, 933–947.
- [61] Sharda, R., Wingender, J.R. (1993). A multiobjective approach to foreign currency exposure management, in: K.D. Lawrence, J.B. Guerard Jr., G.R. Reeves (Eds.). *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*, vol. 3, JAI Press, Greenwich, Connecticut, pp. 193–209.
- [62] Spahr, R.W., Deckro, R.F., Hebert, J.E. (1987). A nonlinear (goal) programming approach to risk analysis in capital budgeting, in: K.D. Lawrence, J.B. Guerard Jr., G.R. Reeves (Eds.). *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*, vol. 1, JAI Press, Greenwich, Connecticut, pp. 45–57.
- [63] Tayi, G.K., Leonard, P.A. (1988). Bank balance-sheet management: An alternative multi-objective model. *Journal of the Operational Research Society* 39, 401–410.

- [64] Vinso, J.D. (1982). Financial planning for the multinational corporation with multiple goals. *Journal of International Business Studies* XIII, 43–58.
- [65] Wacht, R.F., Whitford, D.T. (1976). A goal programming model for capital investment analysis in nonprofit hospitals. *Financial Management* 5, 37–46.
- [66] Wise, K., Perushek, D.E. (1996). Linear goal programming for academic library acquisitions allocations. *Library Acquisitions: Practice & Theory* 20, 311-327.
- [67] Zanakis, S.H., Gupta, S.K. (1985). A categorized bibliographic survey of goal programming. *Omega* 13, 211-222.
- [68] Zanakis, S.H. (1991). A multicriteria approach for library needs assessment and budget allocation. *Socio-Economic Planning Sciences* 25, 233–245.
- [69] Zeleny, M. (1982). *Multiple criteria decision making*. McGraw-Hill Inc., 281-313.
- [70] Ziemba, W.T., Mulvey, J.M. (1998). *Worldwide asset and liability modeling*. Cambridge University Press.
- [71] Oliveiraa, F., Volpi, N.M.P., Sanquettac, C.R. (2002). Goal programming in a planning problem. *European journal of operational research* 145, 496-515.
- [72] Lee, C.H., Wen, C.G. (1998). Fuzzy goal programming approach for water quality management in a river basin. *European journal of operational research* 132, 215-225.