

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ
ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ

ΜΠΑΡΜΠΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΑΜ: 33/04

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΥ , ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1 |
| 1.1 | Γενικά..... | 1 |
| 1.2 | Αντικείμενο και στόχοι..... | 2 |
| 1.3 | Δομή..... | 2 |
| 2 | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ..... | 5 |
| 2.1 | Γενικά..... | 5 |
| 2.2 | Επιχειρησιακή Έρευνα – Γραμμικός προγραμματισμός – Προγραμματισμός Πολλαπλών Στόχων..... | 5 |
| 2.3 | Το λογισμικό πρόγραμμα LINGO..... | 8 |
| 2.4 | Το πρόβλημα κατάρτισης προγράμματος διδασκαλίας..... | 10 |
| 3 | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ..... | 13 |
| 3.1 | Γενικά..... | 13 |
| 3.2 | Περιγραφή προβλήματος..... | 13 |
| 3.3 | Τα στοιχεία του προβλήματος..... | 13 |
| 3.4 | Παραδοχές..... | 16 |
| 3.5 | Περιγραφή μοντέλου..... | 18 |
| 3.5.1 | Γενικά..... | 18 |
| 3.5.2 | Παράμετροι και Μεταβλητές..... | 18 |
| 3.5.3 | Αντικειμενική συνάρτηση..... | 22 |
| 3.5.4 | Περιορισμοί..... | 23 |
| 3.6 | Λογικές εντολές..... | 26 |
| 3.7 | Δεδομένα..... | 27 |
| 4 | ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ..... | 29 |
| 4.1 | Γενικά..... | 29 |
| 4.2 | Βέλτιστη λύση..... | 29 |
| 4.3 | Μέγεθος μοντέλου..... | 32 |
| 5 | ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 33 |
| 5.1 | Αξιολόγηση αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα..... | 33 |
| 6 | ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ..... | 35 |
| 6.1 | Θέματα για περαιτέρω διερεύνηση..... | 35 |
| | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 37 |
| | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... | 39 |

ΣΥΝΟΨΗ

Η διπλωματική εργασία διαπραγματεύεται τη χρήση μοντέλου γραμμικού προγραμματισμού πολλαπλών στόχων στην κατάρτιση προγράμματος διδασκαλίας στο τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Αφού γίνεται μία συνοπτική βιβλιογραφική ανασκόπηση επί του αντικειμένου του γραμμικού προγραμματισμού και του προβλήματος της κατάρτισης προγράμματος διδασκαλίας σε εκπαιδευτικά ιδρύματα ακολουθεί η καταγραφή του προβλήματος, η σύνταξη του μοντέλου και η επίλυσή του.

Κατά τη σύνταξη του μοντέλου γίνεται αντιληπτό ότι το πρόβλημα έχει πολύ μεγάλες διαστάσεις και για το λόγο αυτό γίνονται κάποιες απαραίτητες απλοποιητικές παραδοχές.

Για την επίλυση του μοντέλου γίνεται χρήση των λογισμικών προγραμμάτων LINGO και EXCEL, τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη διαδραστικότητα και δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να διαχειριστεί και να επιλύσει μεγάλου μεγέθους μοντέλα.

Η επίλυση ελαχιστοποιεί τον αριθμό των φοιτητών που αναγκάζονται να παρακολουθήσουν τις διαλέξεις όρθιοι και ικανοποιεί όσο το δυνατόν περισσότερο τις προτιμήσεις των καθηγητών να διδάξουν σε συγκεκριμένες ώρες διδασκαλίας.

Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να αποτελέσει οδηγό για περαιτέρω εξέλιξη και τη δημιουργία ενός προγράμματος το οποίο με την εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων να δημιουργεί ένα πρόγραμμα διδασκαλίας το οποίο να βελτιστοποιεί στόχους όπως η ελαχιστοποίηση των όρθιων φοιτητών κατά την παρακολούθηση, η ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών για μαθήματα και ώρες και όποιους άλλους στόχους θεωρεί η διοίκηση του τμήματος ότι είναι σημαντικοί.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Ο σύγχρονος τρόπος λειτουργίας των κοινωνικών και οικονομικών δομών επιβάλλει ως προαπαιτούμενο για την επαγγελματική καταξίωση αλλά και την κοινωνική αναγνώριση την εκπαίδευση του ατόμου και ενίοτε σε πολύ υψηλό επίπεδο. Ως εκ τούτου, η ζήτηση για εκπαίδευση ανώτατου βαθμού είναι ιδιαίτερα αυξημένη, κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Ανταποκρινόμενοι στη ζήτηση αυτή αλλά και στις ανάγκες της αγοράς για άρτια καταρτισμένα και εκπαιδευμένα στελέχη δημόσιοι αλλά και ιδιωτικοί φορείς σε όλο τον κόσμο οδηγήθηκαν στη δημιουργία νέων τμημάτων σπουδών καθώς και στη διεύρυνση των υφιστάμενων. Όσο όμως αυξάνεται το μέγεθος ενός πανεπιστημιακού ιδρύματος τόσο σημαντικότερη καθίσταται η ανάγκη για αποτελεσματικότερη οργάνωση και κατ' επέκταση καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων του ιδρύματος όπως είναι του εκπαιδευτικού προσωπικού, των αιθουσών και των διαθέσιμων ωρών διδασκαλίας. Στις περιπτώσεις μικρών ιδρυμάτων, η κατάρτιση του προγράμματος διδασκαλίας συνήθως γίνεται εμπειρικά ή με κάποιες απλές οργανωτικές μεθόδους. Ωστόσο, όταν το πρόγραμμα διδασκαλίας αφορά μεγάλα εκπαιδευτικά ιδρύματα τότε οι παράμετροι και τα δεδομένα του συστήματος είναι τόσα πολλά που σε μερικές περιπτώσεις καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη την κατάρτιση του προγράμματος. Όταν στο πρόβλημα αυτό συμπεριληφθούν και στοιχεία υποκειμενικότητας των οποίων η ικανοποίηση είναι επιθυμητή αλλά όχι απαιτητή, τότε ο προσδιορισμός του προγράμματος διδασκαλίας που ικανοποιεί όσο το δυνατόν περισσότερο αυτά τα στοιχεία είναι πρακτικά αδύνατος χωρίς τη χρήση ισχυρών μαθηματικών εργαλείων.

Η ανάγκη βέλτιστης αξιοποίησης των πόρων έχει γίνει έντονη πλέον και στα ελληνικά πανεπιστήμια καθώς καλούνται να υποδεχθούν όλο και περισσότερους φοιτητές και να δημιουργήσουν νέα τμήματα, συχνά χωρίς να αυξάνονται οι διαθέσιμοι υλικοί και μη πόροι. Μία τέτοια χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, το οποίο αντιμετωπίζει έντονο πρόβλημα διαθεσιμότητας χώρων διδασκαλίας. Η μεσομακροπρόθεσμη λύση του προβλήματος έχει δρομολογηθεί με τη δημιουργία νέων εγκαταστάσεων, ωστόσο για την βραχυπρόθεσμη αντιμετώπιση των τρεχουσών αναγκών

γίνεται προσπάθεια να βελτιστοποιηθεί η κατανομή των πόρων με τη βοήθεια μαθηματικών εργαλείων.

1.2 Αντικείμενο και στόχοι

Η παρούσα διπλωματική εργασία διαπραγματεύεται την κατάρτιση του προγράμματος διδασκαλίας του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Σκοπός της είναι ο προσδιορισμός της βέλτιστης κατανομής των διαθέσιμων πόρων ώστε να ικανοποιηθούν το δυνατόν περισσότερο οι απαιτήσεις του συστήματος.

Συγκεκριμένα, θα προσδιοριστεί η κατανομή μαθημάτων και καθηγητών σε αίθουσες και ώρες επιδιώκοντας να πραγματοποιηθούν όλα τα μαθήματα που προβλέπονται από το πρόγραμμα σπουδών, να ελαχιστοποιηθούν οι περιπτώσεις στις οποίες η δυναμικότητα της αίθουσας δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες παρακολουθησιμότητας ενός μαθήματος και παράλληλα να ικανοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι προτιμήσεις – απαιτήσεις των καθηγητών για συγκεκριμένες ώρες διδασκαλίας.

1.3 Δομή

Η εργασία εξελίσσεται σε έξι κεφάλαια. Συγκεκριμένα, μετά το πρώτο κεφάλαιο το οποίο περιλαμβάνει την εισαγωγή της μελέτης και την παρουσίαση του αντικειμένου και των στόχων της, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση επί του αντικειμένου. Για το σκοπό αυτό παρατίθενται κάποια γενικά στοιχεία περί του γραμμικού προγραμματισμού και του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων (goal programming), περιγράφεται το λογισμικό πρόγραμμα LINGO και καταγράφεται η υφιστάμενη αρθρογραφία επί του προβλήματος της κατάρτισης του προγράμματος διδασκαλίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται το πρόβλημα της κατάρτισης προγράμματος διδασκαλίας του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, εντοπίζονται όλα τα στοιχεία του προβλήματος και οι μεταξύ τους σχέσεις, καθορίζονται οι παραδοχές, διαμορφώνεται το μοντέλο και παρατίθενται τα δεδομένα του.

Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει την επίλυση του μοντέλου.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αξιολογείται η άριστη λύση και διατυπώνονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού στο συγκεκριμένο πρόβλημα.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο καταγράφονται κάποια θέματα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον και θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω μελέτης, όπως για παράδειγμα η εισαγωγή περισσότερων στοιχείων και σχέσεων στο μοντέλο, η διερεύνηση της επίδρασης των παραδοχών στο τελικό αποτέλεσμα και η περαιτέρω διασύνδεση του λογισμικού επίλυσης LINGO με το λογισμικό επεξεργαστικών φύλλων EXCEL.

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά

Η επίλυση του προβλήματος που διαπραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει τη χρήση μαθηματικών εργαλείων και αντίστοιχου λογισμικού προγράμματος. Το μαθηματικό εργαλείο που κρίθηκε ότι θα είναι το αποτελεσματικότερο είναι ο γραμμικός προγραμματισμός (μεικτός ακέραιος) σε συνδυασμό με προγραμματισμό πολλαπλών στόχων. Για την υποστήριξη αυτής της μεθόδου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πρόγραμμα LINGO 6.

Περί της συγκεκριμένης μαθηματικής ενότητας η ελληνική και ξένη βιβλιογραφία είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη. Λόγω του μεγέθους του αντικειμένου τόσο σε βάθος όσο και σε έκταση, θα ήταν αδύνατο να αναπτυχθεί πλήρως στην παρούσα εργασία. Για το λόγο αυτό θα γίνει μία συνοπτική παρουσίαση των στοιχείων του γραμμικού προγραμματισμού, του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων και του LINGO, ενώ οι πιο απαιτητικοί αναγνώστες παραπέμπονται στην αντίστοιχη βιβλιογραφία.

2.2 Επιχειρησιακή Έρευνα – Γραμμικός προγραμματισμός – Προγραμματισμός Πολλαπλών Στόχων

Η Επιχειρησιακή Έρευνα ως δομημένη επιστήμη άρχισε να αναπτύσσεται κατά την περίοδο του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου από την ανάγκη των συμμαχικών δυνάμεων να οργανώσουν όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα τους διαθέσιμους πόρους τους. Όμως η ανάπτυξή της δεν περιορίστηκε στον πόλεμο, αντιθέτως με τη λήξη του συνέχισε να αναπτύσσεται ραγδαία με αποκορύφωμα τη δεκαετία του '60.

Στις μέρες μας πια η Επιχειρησιακή Έρευνα αναπτύσσεται κυρίως σε θέματα που συνδυάζουν τόσο Τεχνητή Νοημοσύνη και Πληροφορική Τεχνολογία όσο και ανάπτυξη αλγορίθμων που στηρίζονται σε νέες τεχνικές όπως tabu search, genetic algorithms κ.α. Η ονομασία Επιχειρησιακή Έρευνα (Operations Research (USA) ή Operational Research (Αγγλία)) έχει ακριβώς το νόημα της έρευνας στρατιωτικών επιχειρήσεων, όμως σήμερα

εξυπηρετεί στη μελέτη και επίλυση προβλημάτων γενικότερου επιχειρησιακού ενδιαφέροντος.

Βασικό τμήμα της επιχειρησιακής έρευνας αποτελεί ο γραμμικός προγραμματισμός. Ο γραμμικός προγραμματισμός (Linear Programming) ή γραμμική βελτιστοποίηση (Linear Optimization) μελετάει ένα από τα πιο εφαρμοσμένα προβλήματα των μαθηματικών, το γραμμικό πρόβλημα (Linear Problem). Μελετάει τις ιδιότητές του, αναπτύσσει μεθόδους επίλυσης και ερευνά τους τρόπους με τους οποίους τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον επιστημονικό τρόπο λήψης μεγάλων και πολύπλοκων οικονομικών και διοικητικών αποφάσεων¹. Πατέρας του γραμμικού προγραμματισμού θεωρείται ο George B. Dantzig. Πρόσφατη έρευνα μεταξύ των 500 μεγαλύτερων εταιριών παγκοσμίως έδειξε ότι το 85% αυτών που ανταποκρίθηκαν σε αυτήν έχουν χρησιμοποιήσει γραμμικό προγραμματισμό².

Η διάκριση των μοντέλων της επιχειρησιακής έρευνας μπορεί να γίνει με βάση κάποιο χαρακτηριστικό αυτών³. Πιο συγκεκριμένα, με βάση τον αριθμό των χρονικών περιόδων που περιλαμβάνονται υπάρχουν τα στατικά και τα δυναμικά μοντέλα. Στατικό είναι ένα μοντέλο όταν οι μεταβλητές απόφασης αναφέρονται μόνο σε μία περίοδο. Αντίθετα, ένα μοντέλο ονομάζεται δυναμικό όταν μεταβλητές απόφασης επηρεάζουν τις αποφάσεις σε μετέπειτα περιόδους.

Με βάση τη γραμμικότητα της αντικειμενικής συνάρτησης και των περιορισμών ένα μοντέλο μπορεί να χαρακτηριστεί γραμμικό ή μη γραμμικό. Έτσι, όταν η αντικειμενική συνάρτηση και όλοι οι περιορισμοί είναι γραμμικοί, τότε το μοντέλο ονομάζεται γραμμικό διαφορετικά ονομάζεται μη γραμμικό.

Εάν κάποια από τις μεταβλητές απόφασης οφείλει να είναι ακέραια τότε το μοντέλο λέγεται μεικτό ακέραιο, ενώ αν όλες οι μεταβλητές απόφασης είναι συνεχείς (πραγματικές τιμές) τότε ονομάζεται συνεχές.

Επιπλέον, υπάρχει η πιθανότητα ένα μοντέλο να επιδιώκει την βελτιστοποίηση πολλών κριτηρίων οπότε και ονομάζεται πολυκριτηριακό (multi-objective) ενώ μια μεθοδολογία που υπάγεται σε αυτό το πρίσμα είναι εκείνη του προγραμματισμού πολλαπλών στόχων.

Τέλος, ένα μοντέλο μπορεί να χαρακτηριστεί ως προσδιοριστικό ή στοχαστικό εάν η τιμή των παραμέτρων είναι δεδομένη υπό συγκεκριμένες συνθήκες ή μπορεί να πάρει διάφορες

¹ Παπαρρίζος, Κ., (1999)

² Winston, W., (2004)

τιμές με κάποια πιθανότητα, αντίστοιχα. Κάτι ανάλογο μπορεί να συμβαίνει και με τις μεταβλητές.

Παρακάτω θα αναλυθεί σύντομα η μορφή ενός γραμμικού μοντέλου προγραμματισμού πολλαπλών στόχων δεδομένου ότι η περίπτωση κατάρτισης προγράμματος διδασκαλίας που θα επιλυθεί έχει αυτή τη μορφή.

Η γενική μορφή ενός μοντέλου γραμμικού προγραμματισμού πολλαπλών στόχων ελαχιστοποίησης είναι η εξής:

Αντικειμενική συνάρτηση λεξικογραφικού τύπου:

$$\min P_1$$

$$\min P_2$$

....

$$\min P_q$$

Περιορισμοί:

$$\sum_j a_{ij}x_j + d_i @ b_i, \text{ για κάθε } i = 1, \dots, m \quad (1)$$

$$\sum_j c_{ij}x_j @ e_i, \text{ για κάθε } i=1, \dots, n \quad (2)$$

$$x_j @ 0, \text{ για όσα } j \text{ ισχύει} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m f_{ij}d_i @ P_j, \text{ για κάθε } j = 1, \dots, q$$

Όπου @ μπορεί να είναι <, =, > ή συνδυασμός αυτών.

³ Winston, W., (2004)

Τα a_{ij} και c_{ij} είναι συντελεστές συχνά γνωστοί και ως τεχνολογικοί συντελεστές, τα b_i και e_i είναι σταθερές, τα f_{ij} είναι οι αντικειμενικοί συντελεστές, τα X_j οι μεταβλητές απόφασης, τα P_j οι στόχοι – goal ενώ τα d_i οι μεταβλητές απόκλισης⁴.

Οι σχέσεις (1) ονομάζονται μαλακοί περιορισμοί (soft constraints) και εκφράζουν απαιτήσεις, οι οποίες είναι επιθυμητό να ικανοποιηθούν που ωστόσο όμως μπορούν και να παραβιαστούν σε εφικτές λύσεις.

Οι σχέσεις (2) ονομάζονται σκληροί περιορισμοί (hard constraints) και καθορίζουν ποιες λύσεις είναι εφικτές, αφήνοντας στους μαλακούς περιορισμούς να επηρεάσουν ποιες από αυτές είναι προτιμητέες.

Οι σχέσεις (3) εκφράζουν τους περιορισμούς μη αρνητικότητας. Ενίοτε, οι σχέσεις (3) μπορεί να ορίζουν την δυαδική, την ακέραια ή την πραγματική μορφή των μεταβλητών απόφασης.

2.3 Το λογισμικό πρόγραμμα LINGO

Οι αλγόριθμοι που έχουν αναπτυχθεί για την επίλυση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού, όπως ο αλγόριθμος Simplex ή οι αλγόριθμοι εσωτερικού σημείου τύπου Karmarkar καθώς και άλλοι αλγόριθμοι που έχουν αναπτυχθεί για διάφορες κατηγορίες προβλημάτων μαθηματικού προγραμματισμού έχουν υλοποιηθεί σε πακέτα λογισμικού. Τέτοια πακέτα είναι το QSB, το LINDO, το WHAT'S BEST, το LINGO κ.α. Εδώ θα αναπτύξουμε τα βασικά στοιχεία του λογισμικού LINGO.

Το LINGO είναι ένα ισχυρό εργαλείο σχεδιασμένο να καταστήσει το σχεδιασμό και την επίλυση γραμμικών, μη γραμμικών και ακέραιων μοντέλων βελτιστοποίησης γρηγορότερο, ευκολότερο και αποτελεσματικότερο. Περιλαμβάνει μία ισχυρή γλώσσα προγραμματισμού, ένα αποτελεσματικό περιβάλλον δημιουργίας και τροποποίησης μοντέλων καθώς και μία ομάδα γρήγορων μεθόδων επίλυσης.

Το πρόγραμμα LINGO εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην αγορά το 1988, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να χρησιμοποιούν σύνολα και αθροίσματα. Στη συνέχεια, το 1993, προστέθηκε στο λογισμικό και μία μέθοδος επίλυσης μεγάλης κλίμακας μη

⁴ Rardin, R., (1998)

γραμμικών μοντέλων. Το πρωτοποριακό στοιχείο ήταν ότι το λογισμικό ανέλυε το πρότυπο, έλεγχε αν είναι γραμμικό ή όχι και επέλεγε μόνο του την κατάλληλη μέθοδο επίλυσης χωρίς να χρειάζεται παρέμβαση από τον χρήστη. Επιπλέον, για πρώτη φορά υποστηριζόταν η χρήση γενικών και δυαδικών ακέραιων περιορισμών⁵.

Το 1994, το LINGO ήταν το πρώτο λογισμικό που φιλοξενήθηκε σε γνωστό περιοδικό της διοικητικής επιστήμης ενώ το 1995 κυκλοφόρησε η πρώτη έκδοση για χρήση σε περιβάλλον Windows. Για την συγκεκριμένη εφαρμογή προτιμήθηκε το LINGO μεταξύ των άλλων λογισμικών λόγω των χαρακτηριστικών που παρουσιάζονται παρακάτω⁶.

Εύκολη διατύπωση του μοντέλου:

Χάρη στη χρήση εντολών όπως άθροισμα και επανάληψη και συνόλων μεταβλητών το πρόγραμμα καθιστά ιδιαίτερα γρήγορη τη σύνταξη του μοντέλου. Επιπλέον, η μορφή του μοντέλου που προκύπτει είναι παρόμοια με τη μαθηματική μορφή ενός μοντέλου με αποτέλεσμα να γίνεται ευκολότερα κατανοητή, ελέγξιμη και τροποποιήσιμη.

Εύχρηστες μέθοδοι εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων και αποτελεσμάτων:

Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων απευθείας από βάσεις δεδομένων ή υπολογιστικά φύλλα με αποτέλεσμα να εξοικονομείται σημαντικός χρόνος και κόπος. Επιπλέον, με τον ίδιο τρόπο μπορεί να πραγματοποιηθεί και η εξαγωγή των αποτελεσμάτων σε βάσεις δεδομένων ή υπολογιστικά φύλλα διευκολύνοντας την επεξεργασία των αποτελεσμάτων και τη δημιουργία αναφορών.

Ισχυρές μεθόδους επίλυσης:

Το λογισμικό περιλαμβάνει ένα σύνολο γρήγορων και αποτελεσματικών μεθόδων βελτιστοποίησης γραμμικών, μη γραμμικών, τετραγωνικών και ακέραιων μοντέλων. Ο χρήστης δε χρειάζεται να καθορίσει τη μέθοδο βελτιστοποίησης καθώς το πρόγραμμα αναλύει το μοντέλο και επιλέγει τη καλύτερη.

Διαδραστικότητα λογισμικού:

Ο χρήστης μπορεί να καταρτίσει και να επιλύσει μοντέλα εντός του LINGO ή να ανατρέξει σε αυτό από άλλες εφαρμογές μέσω μακροεντολών.

Αναλυτική υποστήριξη και βοήθεια:

⁵ <http://www.lindo.com/company/historyf.html>

Το LINGO παρέχει όλα τα εργαλεία που είναι απαραίτητα για να μπορεί κανείς να το χρησιμοποιήσει άμεσα και γρήγορα. Ο οδηγός χρήσης (έντυπος και ηλεκτρονικός) περιγράφει αναλυτικά όλες τις εντολές και λειτουργίες του προγράμματος ενώ περιλαμβάνει και ένα μεγάλο αριθμό πραγματικών παραδειγμάτων.

Η έκδοση που θα χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια της παρούσας εργασίας είναι η LINGO 6.0 που υποστηρίζει απεριόριστο αριθμό μεταβλητών, μη γραμμικών μεταβλητών, ακέραιων μεταβλητών και περιορισμών.

2.4 Το πρόβλημα κατάρτισης προγράμματος διδασκαλίας

Το πρόβλημα κατάρτισης προγραμμάτων διδασκαλίας ή γενικότερα της βέλτιστης κατανομής των διαθέσιμων πόρων ενός εκπαιδευτικού ιδρύματος απασχολεί την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα της επιχειρησιακής έρευνας τουλάχιστον τρεις δεκαετίες. Έχουν αναπτυχθεί μοντέλα που ως επί το πλείστον επιδιώκουν να βελτιστοποιήσουν τα αποτελέσματα με βάση πολλαπλά κριτήρια – στόχους. Οι συνηθέστεροι εξ αυτών είναι η ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών για κάποιο συγκεκριμένο μάθημα, η κατανομή των καθηγητών σε μαθήματα με βάση την καταλληλότητα καθενός να διδάξει το κάθε μάθημα, η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους των απολαβών των καθηγητών, η κάλυψη του διδακτικού φορτίου των καθηγητών, η πραγματοποίηση όλων των μαθημάτων που απαιτούνται από το πρόγραμμα σπουδών και η ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών για συγκεκριμένες ώρες διδασκαλίας. Το γεγονός ότι το ζητούμενο είναι να ικανοποιηθούν πολλαπλοί στόχοι, οδηγεί στη διαμόρφωση μοντέλων προγραμματισμού πολλαπλών στόχων. Τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί συνδυάζουν κάθε φορά κάποιους από τους παραπάνω στόχους.

Έτσι, το 1972 οι Sang M. Lee και Edward R. Clayton ανέπτυξαν ένα πρώτο γενικό μοντέλο προγραμματισμού πολλαπλών στόχων βέλτιστης κατανομής πόρων σε εκπαιδευτικά ιδρύματα⁷. Στη συνέχεια εστιάζοντας στους διαθέσιμους καθηγητές όλων των βαθμίδων, στις απολαβές τους και στο πλήθος των φοιτητών που θα παρακολουθήσουν τα μαθήματα, προσάρμοσαν το γενικό μοντέλο ώστε να βελτιστοποιηθούν στόχοι που αφορούσαν την ικανοποίηση κάποιων ελάχιστων

⁶ <http://www.lindo.com/products/lingo/lingom.html>

απαιτήσεων που τίθενται από την πολιτεία, την επίτευξη ομοιόμορφης αύξησης των απολαβών για τους καθηγητές όλων των βαθμίδων, την ομοιόμορφη κατανομή των φοιτητών σε κάθε καθηγητή και την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους.

Το 1983 οι Sheila M. Lawrence και Kenneth D. Lawrence δημιούργησαν ένα μοντέλο μεγιστοποίησης της σχέσης μεταξύ της κατάρτισης των καθηγητών με τα μαθήματα που θα κληθούν να διδάξουν, μεγιστοποίησης της συμμετοχής των υψηλά καταρτισμένων καθηγητών στα βασικά μαθήματα και μεγιστοποίησης της συμμετοχής των υψηλά καταρτισμένων καθηγητών στα μαθήματα επιλογής⁸.

Το μοντέλο που ανέπτυξαν το 1987 οι Marc J. Schniederjans και Gyu Chan Kim είχε τρεις στόχους, την ικανοποίηση των απαιτήσεων του τμήματος όσον αφορά τη διδασκαλία των μαθημάτων, την ελαχιστοποίηση της απόκλισης του πραγματικού διδακτικού φορτίου από το επιθυμητό για κάθε καθηγητή και την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών να διδάξουν συγκεκριμένα μαθήματα⁹.

Την ίδια χρονιά παρουσιάστηκε από τους Richard H. McClure και Charles E. Wells μοντέλο που απέβλεπε αρχικά στην μεγιστοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών να διδάξουν συγκεκριμένα μαθήματα και στη συνέχεια στην ελαχιστοποίηση της απόκλισης του αριθμού των διαλέξεων κάθε μαθήματος από τον επιθυμητό αριθμό διαλέξεων¹⁰.

Σχεδόν μία δεκαετία αργότερα, το 1987 ο Masood A. Badri ανέπτυξε ένα μοντέλο που αρχικά ορίζει ποιος καθηγητής θα διδάξει το κάθε μάθημα και στη συνέχεια καθέναν από τους παραπάνω συνδυασμούς τους τοποθετεί σε συγκεκριμένη διδακτική ώρα επιδιώκοντας να ελαχιστοποιήσει τις αποκλίσεις από τις απαιτήσεις σε διδακτικό φορτίο κάθε καθηγητή, το διαθέσιμο αριθμό αιθουσών και τον αριθμό των επιθυμητών διδασκαλιών σε απογευματινές ώρες¹¹.

Μία βελτιωμένη μορφή του παραπάνω μοντέλου παρουσιάστηκε το 1987 από τους Masood A. Badri, Donald L. Davis, Donna F. Davis και John Hollingsworth¹². Στόχοι του μοντέλου ήταν κατά σειρά προτεραιότητας η παράδοση όλων των μαθημάτων, η επίτευξη του επιθυμητού διδακτικού φορτίου για κάθε καθηγητή, η διεξαγωγή των μαθημάτων εντός των διαθέσιμων αιθουσών, η ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών για

⁷ Lee, S., Clayton, E., (1972)

⁸ Lawrence, S, Lawrence, K, (1983)

⁹ Schniederjans, M., Kim, G., (1987)

¹⁰ Schniederjans, M., Kim, G., (1987)

¹¹ Schniederjans, M., Kim, G., (1987)

¹² Schniederjans, M., Kim, G., (1987)

συγκεκριμένα μαθήματα και ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών για συγκεκριμένες ώρες διδασκαλίας.

Οι παραπάνω δημοσιεύσεις είναι οι κυριότερες επί του συγκεκριμένου αντικειμένου, ωστόσο υπάρχουν αρκετές ακόμη τις οποίες μπορεί κανείς να αναζητήσει στη διεθνή αλλά και ελληνική βιβλιογραφία.

3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

3.1 Γενικά

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω το πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί είναι η κατανομή μαθημάτων και καθηγητών σε αίθουσες και διδακτικές ώρες έτσι ώστε να ικανοποιούνται όσο το δυνατόν περισσότερο κάποια κριτήρια. Για το σκοπό αυτό θα καταρτιστεί ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού πολλαπλών στόχων, το οποίο θα επιλυθεί με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος Lingo. Στο κεφάλαιο αυτό, θα γίνει αρχικά η περιγραφή του προβλήματος, στη συνέχεια η περιγραφή του μαθηματικού μοντέλου και τέλος η τελική του μορφή, όπως αυτή θα προκύψει από την εφαρμογή των συντακτικών κανόνων του προγράμματος Lingo.

3.2 Περιγραφή προβλήματος

Το πρόβλημα για το οποίο θα αναζητηθεί η βέλτιστη λύση είναι η κατάρτιση του προγράμματος διδασκαλίας του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Επειδή κάθε έτος απαρτίζεται από δύο διδακτικά εξάμηνα, το πρόβλημα υποδιαιρείται σε δύο υποπροβλήματα, καθένα εκ των οποίων αντιστοιχεί στο πρόγραμμα διδασκαλίας ενός εξαμήνου. Η κατάρτιση του προγράμματος διδασκαλίας περιλαμβάνει την επεξεργασία ενός μεγάλου όγκου δεδομένων και τη λήψη πολλών αποφάσεων από διαφορετικά όργανα όπως είναι η γενική συνέλευση και η γραμματεία του τμήματος.

3.3 Τα στοιχεία του προβλήματος

Τα βασικά στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι:

- οι καθηγητές που θα διδάξουν, (1)
- το επιθυμητό διδακτικό φορτίο κάθε καθηγητή, (2)

- τα μαθήματα που πρέπει να διδαχθούν, (3)
- οι απαιτούμενες διαλέξεις για κάθε μάθημα, (4)
- η παρακολουθησιμότητα του κάθε μαθήματος, (5)
- οι διαθέσιμες αίθουσες, (6)
- η δυναμικότητα της κάθε αίθουσας, (7)
- οι διαθέσιμες ώρες διδασκαλίας, (8)
- οι προτιμήσεις των καθηγητών για κάθε ώρα διδασκαλίας και (9)
- η ικανότητα των καθηγητών να διδάξουν κάθε μάθημα. (10)

Αναλυτικότερα, οι καθηγητές που θα μπορούσαν να διδάξουν κατά τη διάρκεια του εξαμήνου (1) είναι αυτοί που ανήκουν στο τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων (ΟΔΕ) καθώς και κάποιοι ακόμη από συνεργαζόμενα τμήματα του Πανεπιστημίου. Κάθε ένας από αυτούς του καθηγητές έχει συγκεκριμένο επιθυμητό διδακτικό φορτίο (2), του οποίου το κατώτατο όριο καθορίζεται σε ώρες από τη νομοθεσία. Επιθυμητό είναι η υπέρβαση αυτού του κατώτατου ορίου να ακολουθεί όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφη κατανομή για το σύνολο των καθηγητών.

Τα μαθήματα που πρέπει να διδαχθούν κατά τη διάρκεια κάθε εξαμήνου (3) είναι αυστηρά καθορισμένα από το πρόγραμμα σπουδών και απαραίτητα για την εκπαίδευση και επιμόρφωση των φοιτητών και την απονομή πτυχίου από το τμήμα. Επομένως, τυχόν αδυναμία διδασκαλίας κάποιου εξ αυτών σε κάποιο εξάμηνο, μπορεί να προκαλέσει καθυστερήσεις στην απόκτηση πτυχίου από τους φοιτητές ιδιαίτερα αν αυτό αποτελεί υποχρεωτικό μάθημα του προγράμματος σπουδών με σοβαρό οικονομικό, επαγγελματικό και ψυχολογικό αντίκτυπο για τους φοιτητές καθώς και οικονομικό και επικοινωνιακό αντίκτυπο για το τμήμα και το Πανεπιστήμιο. Για το λόγο αυτό, η πραγματοποίηση όλων των μαθημάτων τίθεται ως πρώτος στόχος κατά την κατάρτιση του προγράμματος διδασκαλίας. Επιπλέον, για την κάλυψη του γνωστικού αντικείμενου κάθε μαθήματος απαιτούνται συγκεκριμένες ώρες διαλέξεων ανά εβδομάδα (4). Με βάση το χαρακτήρα του μαθήματος, εάν δηλαδή είναι υποχρεωτικό ή επιλογής, καθώς και τα στοιχεία παρακολουθησιμότητας προηγούμενων ετών, υπολογίζεται η εκτιμώμενη παρακολουθησιμότητα κάθε μαθήματος σε αριθμό φοιτητών (5).

Οι αίθουσες που είναι διαθέσιμες για την πραγματοποίηση διαλέξεων (6) είναι αυτές που ανήκουν στο τμήμα ΟΔΕ καθώς και κάποιες ακόμη που κατόπιν συνεννόησης μπορούν να παραχωρηθούν από άλλα τμήματα του Πανεπιστημίου. Διαφορετικές ώρες της ημέρας μπορεί να είναι διαθέσιμος διαφορετικός αριθμός αιθουσών. Παράλληλα, καθεμία από τις αίθουσες έχει τη δική της δυναμικότητα (7).

Κατά τη διάρκεια μιας ημέρας και συγκεντρωτικά μίας εβδομάδας ο αριθμός ωρών διδασκαλίας (8) είναι συγκεκριμένος. Αυτός προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχει περιορισμός στο νωρίτερο χρόνο έναρξης ενός μαθήματος το πρωί όπως επίσης και περιορισμός στον αργότερο χρόνο λήξης ενός μαθήματος το βράδυ.

Πέραν αυτών των χαρακτηριστικών των παραπάνω στοιχείων υπάρχουν και αλληλεπιδράσεις και αλληλεξαρτήσεις κάποιων εκ των χαρακτηριστικών. Έτσι, κάθε καθηγητής έχει τις γνώσεις για να διδάξει συγκεκριμένα μαθήματα και δε μπορεί να θεωρηθεί ικανός – διαθέσιμος να διδάξει οποιοδήποτε μάθημα του προγράμματος σπουδών (9). Προχωρώντας ακόμη περισσότερο, μπορεί να γίνει μία αξιολόγηση και να καταρτιστεί μία σειρά προτίμησης διδασκαλίας κάθε μαθήματος από τους ικανούς για αυτό καθηγητές. Με τον ίδιο τρόπο, υπάρχουν ιδιαίτερες προτιμήσεις από κάθε καθηγητή για να διδάξει σε συγκεκριμένες ώρες διδασκαλίας (10), οι οποίες προκύπτουν συνήθως από τις επιστημονικές αλλά και προσωπικές ανάγκες του κάθε καθηγητή. Και σε αυτή την περίπτωση μπορούν να οριστούν επίπεδα προτίμησης κάθε καθηγητή για κάθε ώρα διδασκαλίας.

Τελευταία αλλά το ίδιο σημαντική είναι και η σχέση μεταξύ παρακολουθησιμότητας των μαθημάτων και δυναμικότητας των αιθουσών. Βασική προϋπόθεση για την παρακολούθηση ενός μαθήματος από τους φοιτητές είναι η ύπαρξη διαθέσιμων θέσεων στην αίθουσα. Επομένως, για την αποφυγή καταστάσεων στις οποίες οι φοιτητές παρακολουθούν όρθιοι ένα μάθημα, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία θορύβου και τη δυσφορία εκ μέρους των φοιτητών καθώς και την πλημμελή κατανόηση και εμπέδωση της διδασκόμενης ύλης, η δυναμικότητα της αίθουσας που φιλοξενεί κάποιο μάθημα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή το πολύ ίση με την εκτιμώμενη παρακολουθησιμότητα του αντίστοιχου μαθήματος.

Σημειώνεται ότι τα στοιχεία και οι σχέσεις μεταξύ τους ενός προβλήματος κατάρτισης προγράμματος διδασκαλίας δεν εξαντλώνται στα παραπάνω. Θα μπορούσαν να εντοπιστούν και αναλυθούν πολλά ακόμη, όπως η αμοιβή κάθε καθηγητή με βάση την

απασχόλησή του, οι τεχνικές δυνατότητες των αιθουσών να υποστηρίξουν τη διδασκαλία συγκεκριμένων μαθημάτων π.χ. ύπαρξη και χρήση υπολογιστών, όπως και η συνδιδασκαλία κάποιων μαθημάτων με άλλα τμήματα. Ωστόσο, η εισαγωγή όλων των παραπάνω στοιχείων και σχέσεων σε ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού είναι πρακτικά αδύνατη καθώς τόσο η πολυπλοκότητα των σχέσεων αυτών είναι πολλές φορές δύσκολο έως αδύνατο να περιγραφεί με γραμμικές σχέσεις καθώς επίσης και το μέγεθος του μοντέλου που προκύπτει εκφραζόμενο σε αριθμό μεταβλητών και περιορισμών οδηγεί σε πολύ μεγάλους χρόνους επίλυσης του μοντέλου ακόμη και με τη χρήση ισχυρότατων επεξεργαστικών μηχανών.

Το μοντέλο που θα δημιουργηθεί έχει δύο στόχους. Πρώτος στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του αριθμού των φοιτητών που υποχρεώνονται να παρακολουθήσουν κάποιες διαλέξεις όρθιοι. Το φαινόμενο αυτό δημιουργείται όταν ο αριθμός των φοιτητών που προσέρχονται για παρακολούθηση είναι μεγαλύτερος από τη δυναμικότητα της αίθουσας. Δεύτερος στόχος είναι η όσο το δυνατόν περισσότερη ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών να διδάξουν σε διδακτικές ώρες της αρεσκείας τους.

3.4 Παραδοχές

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, λαμβάνοντας υπόψη τους τεχνολογικούς περιορισμούς όσον αφορά την επεξεργαστική – επιλυτική ισχύ των διαθέσιμων ηλεκτρονικών υπολογιστών, την προσπάθεια να περιγραφεί το πρόβλημα αποκλειστικά με γραμμικές σχέσεις, το θεσμικό πλαίσιο και τις διαδικασίες που ακολουθούνται στην πράξη για τη λήψη αποφάσεων μέσα στο τμήμα αλλά και το πεπερασμένο της έκτασης μίας διπλωματικής εργασίας κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μία σειρά από παραδοχές, για να ενσωματωθούν κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά της πραγματικότητας και παράλληλα να διατηρηθεί το μέγεθος του μοντέλου σε επίπεδα διαχειρίσιμα από τους υφιστάμενους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Πρώτη παραδοχή, που μειώνει αισθητά το μέγεθος του μοντέλου και παράλληλα αποτυπώνει μία συνθήκη της πραγματικότητας είναι ότι ο καθηγητής που θα διδάξει το κάθε μάθημα είναι εξ αρχής καθορισμένος. Αυτό σημαίνει ότι το μοντέλο δε θα χρειαστεί να επιλέξει μεταξύ πολλών εναλλακτικών, γεγονός που μειώνει τον αριθμό των μεταβλητών αλλά και τον αριθμό των εφικτών λύσεων. Προκαθορίζοντας το ποιος

καθηγητής θα διδάξει το κάθε μάθημα καθορίζεται αυτόματα και το διδακτικό φορτίο του καθηγητή. Επομένως, δεν χρειάζεται να εισαχθεί περιορισμός για τον έλεγχο του διδακτικού φορτίου κάθε καθηγητή. Στην πραγματικότητα κατά την κατάρτιση του προγράμματος διδασκαλίας δεν εξετάζεται καθόλου το συγκεκριμένο θέμα καθώς αυτό το αποφασίζει η γενική συνέλευση του τμήματος λαμβάνοντας κάποια ποσοτικά αλλά και πολλά ποιοτικά κριτήρια τα οποία είναι δύσκολο αλλά και άτοπο να ποσοτικοποιηθούν για να συμπεριληφθούν στο μοντέλο.

Δεύτερη παραδοχή είναι πως όλες οι διαλέξεις έχουν τρίωρη διάρκεια και όλες οι διαθέσιμες διδακτικές ώρες (time slots) ορίζονται σε τρίωρες. Στην πραγματικότητα, πολλές από τις διαλέξεις έχουν δίωρη διάρκεια. Σε αυτή την περίπτωση όμως, θα έπρεπε οι διαθέσιμες ώρες να διατηρηθούν μονώρες και να εισαχθούν περιορισμοί που να εξασφαλίζουν ότι οι διαλέξεις θα είναι δίωρες ή τρίωρες, το οποίο θα πολλαπλασίαζε το μέγεθος του μοντέλου.

Τρίτη παραδοχή αποτελεί το γεγονός ότι διαθέσιμες είναι μόνο οι αίθουσες του τμήματος ΟΔΕ και δε λαμβάνονται υπόψη αίθουσες που θα μπορούσαν να παραχωρηθούν από άλλα τμήματα, καθώς είναι ιδιαίτερος δύσκολος ο ακριβής και αξιόπιστος προσδιορισμός της διαθεσιμότητας αιθουσών άλλων τμημάτων.

Τέταρτη παραδοχή είναι πως κάθε μάθημα μπορεί να διδαχθεί σε οποιαδήποτε αίθουσα. Παραβλέπεται το γεγονός πως κάποια μαθήματα χρήζουν ιδιαίτερων μεθόδων όπως χρήση Η/Υ οι οποίες είναι διαθέσιμες μόνο στο εργαστήριο Η/Υ του τμήματος ή στο κέντρο Η/Υ του Πανεπιστημίου. Ωστόσο, επειδή ο αριθμός αυτών των μαθημάτων είναι πολύ μικρός και η εισαγωγή στο μοντέλο μιας τέτοιας ιδιαιτερότητας θα σήμανε σημαντική αύξηση της πολυπλοκότητάς του κρίθηκε σκόπιμη η θεώρηση των μαθημάτων αυτών ως συμβατικών.

Πέμπτη παραδοχή είναι πως όλες οι εβδομάδες και των δύο εξαμήνων είναι πλήρεις και όμοιες. Οποιοσδήποτε αργίες δεν λήφθηκαν υπόψη καθώς με τον τρόπο αυτό το πρόβλημα του προγραμματισμού εξαμήνου ανάγεται σε πρόβλημα προγραμματισμού εβδομάδας.

Η έκτη παραδοχή αφορά τον τρόπο υπολογισμού της εκτιμώμενης παρακολουθησιμότητας κάθε μαθήματος όπου οι υπολογισμοί έγιναν βάσει των χαρακτηριστικών κάθε μαθήματος και ιστορικών στοιχείων παρακολουθησιμότητας.

3.5 Περιγραφή μοντέλου

3.5.1 Γενικά

Παρακάτω θα αναπτυχθεί η μαθηματική έκφραση του προβλήματος ενώ η μορφή που παίρνει αυτό με τη χρήση των συντακτικών κανόνων του προγράμματος Lingo παρουσιάζεται στο πίνακα A-1 του παραρτήματος.

3.5.2 Παράμετροι και Μεταβλητές

Για την αποτύπωση όλων των στοιχείων του προβλήματος και των σχέσεων μεταξύ αυτών καθώς και την επίτευξη των στόχων του μοντέλου είναι απαραίτητη η χρήση μεταβλητών και παραμέτρων, ο προσδιορισμός της αντικειμενικής συνάρτησης, που εκφράζει τους στόχους προς επίτευξη, και των περιορισμών που διέπουν το πρόβλημα και βάσει των οποίων θα εντοπιστεί η βέλτιστη λύση.

Οι παράμετροι του προβλήματος είναι οι εξής:

- M (1)
- N (2)
- P (3)
- Q (4)
- S (5)
- $BX1_{ij}$ (6)
- $BX2_{jl}$ (7)
- $DIALEXEIS_i$ (8)
- $PARAKOLOYTHISIMOTITA_i$ (9)
- $DYNAMIKOTITA_k$ (10)

- $DDYNPAR_{ik}$ (11)

- $DIATHESIMES_AITHOUSES_i$ (12)

- W_z (13)

- WG_g (14)

Μεταβλητές του μοντέλου είναι οι:

- X_{ijkl} (15)

- D_{zj} (16)

Πριν γίνει η ανάλυση των παραμέτρων και μεταβλητών θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι ο δείκτης i αναφέρεται στο μάθημα i , ο δείκτης j στον καθηγητή j , ο δείκτης k στην αίθουσα διδασκαλίας k , ο δείκτης l στην ώρα διδασκαλίας l και ο δείκτης g στο στόχο g .

(1): Η παράμετρος M εκφράζει τον αριθμό των μαθημάτων που θα διδαχθούν κατά το ακαδημαϊκό έτος.

(2): Η παράμετρος N εκφράζει τον αριθμό του ακαδημαϊκού προσωπικού, το οποίο θα διδάξει τα μαθήματα.

(3): Η παράμετρος P εκφράζει τον αριθμό των διαθέσιμων αιθουσών διδασκαλίας.

(4): Η παράμετρος Q εκφράζει τον αριθμό των διαθέσιμων ωρών διδασκαλίας στο σύνολο μίας εβδομάδας.

(5): Η παράμετρος N εκφράζει τον αριθμό των επιπέδων προτίμησης κατά την αξιολόγηση των ωρών διδασκαλίας από τους καθηγητές. Ορίζοντας τον αριθμό των επιπέδων ορίζεται η κλίμακα με την οποία θα κληθούν να εκφράσουν την προτίμησή τους οι καθηγητές για κάθε διδακτική ώρα της εβδομάδας. Στην προκειμένη περίπτωση ορίστηκε $N=4$, δηλαδή υπάρχουν τέσσερα επίπεδα προτίμησης. Οι ώρες διδασκαλίας που είναι περισσότερο προτιμητέες από κάποιον καθηγητή βαθμολογούνται με 1 ενώ αυτές που είναι λιγότερο προτιμητέες βαθμολογούνται με 4.

(6): Η παράμετρος $BX1_{ij}$ εισήχθη στο μοντέλο ώστε να ληφθεί υπόψη η πρώτη παραδοχή που έγινε κατά τη διατύπωση του προβλήματος, ότι δηλαδή ο καθηγητής που θα διδάξει το

κάθε μάθημα είναι εξ αρχής καθορισμένος. Για κάθε μάθημα i η τιμή της $BX1_{ij}$ παίρνει την τιμή 1 μόνο για τον καθηγητή j που εξ αρχής ορίζεται ότι θα διδάξει το μάθημα αυτό. Για όλους του άλλους καθηγητές ή αλλιώς για όλες τις άλλες τιμές του j η τιμή της παραμέτρου $BX1_{ij}$ είναι 0. Για παράδειγμα, εάν ο αριθμός των καθηγητών είναι $N=3$ και το μάθημα $i=1$ το διδάσκει μόνο ο καθηγητής $j=2$ τότε θα ισχύει, $BX1_{12}=1$ και $BX1_{11}=BX1_{13}=0$.

(7): Η παράμετρος $BX2_{jl}$ ορίζει το βαθμό προτίμησης του καθηγητή j για την ώρα διδασκαλίας l . Αν τα επίπεδα προτίμησης είναι $S=4$ και ο καθηγητής j έχει ιδιαίτερη προτίμηση να διδάξει την ώρα l τότε $BX2_{jl}=1$ ενώ αν δείχνει ελάχιστη προτίμηση για τη συγκεκριμένη ώρα τότε $BX2_{jl}=4$.

(8): Η παράμετρος $DIALEXEIS_i$ εκφράζει τον αριθμό των διαλέξεων που απαιτούνται ανά εβδομάδα για τη διδασκαλία του μαθήματος i . Κάθε διάλεξη θεωρείται ότι είναι τρίωρη.

(9): Η παράμετρος $PARAKOLOYTHISIMOTITA_i$ εκφράζει τον αριθμό των φοιτητών που κατ' εκτίμηση θα προσέρχονται να παρακολουθήσουν το μάθημα i . Η τιμή της διαμορφώθηκε με βάση ιστορικά στοιχεία παρακολούθησης καθώς επίσης λαμβάνοντας υπόψη και τον υποχρεωτικό ή όχι χαρακτήρα του μαθήματος.

(10): Η παράμετρος $DYNAMIKOTITA_k$ εκφράζει τον αριθμό των καθισμάτων που διαθέτει η αίθουσα διδασκαλίας k .

(11): Η παράμετρος $DDYNPAR_{ik}$ εκφράζεται από τη σχέση:

- $DDYNPAR_{ik} = PARAKOLOYTHISIMOTITA_i - DYNAMIKOTITA_k,$

εάν $PARAKOLOYTHISIMOTITA_i \geq DYNAMIKOTITA_k$ και

- $DDYNPAR_{ik} = 0,$ εάν $PARAKOLOYTHISIMOTITA_i < DYNAMIKOTITA_k$

Η $DDYNPAR_{ik}$ εκφράζει την υπέρβαση της δυναμικότητας της αίθουσας k από την παρακολουθησιμότητα του μαθήματος i . Στην περίπτωση δηλαδή που το μάθημα i διδασχθεί στην αίθουσα k τότε εάν οι φοιτητές που αναμένεται να προσέλθουν για παρακολούθηση ($PARAKOLOYTHISIMOTITA_i$) είναι περισσότεροι από τη δυναμικότητα της αίθουσας ($DYNAMIKOTITA_k$) η παράμετρος $DDYNPAR_{ik}$ θα εκφράζει τον αριθμό των

φοιτητών που δε θα βρουν θέση να καθίσουν και θα αναγκαστούν είτε να παρακολουθήσουν το μάθημα όρθιοι είτε να αποχωρήσουν. Εάν ισχύει το αντίθετο, δηλαδή οι φοιτητές που θα προσέλθουν για παρακολούθηση είναι λιγότεροι από τη δυναμικότητα της αίθουσας τότε η $DDYNPAR_{ik}$ θα είναι ίση με 0.

(12): Η παράμετρος $DIATHESIMES_AITHOUSES_l$ ορίζει τον αριθμό των διαθέσιμων αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διδακτική ώρα l . Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η διαθέσιμες αίθουσες διδασκαλίας είναι για όλες τις ώρες διδασκαλίας 5.

(13): Η παράμετρος W_z εκφράζει το βαθμό δυσφορίας του επιπέδου προτίμησης z . Όσο υψηλότερο το επίπεδο προτίμησης στο οποίο ανήκει κάποια ώρα διδασκαλίας σύμφωνα με τις προτιμήσεις κάθε καθηγητή τόσο μικρότερη η δυσφορία που θα προκαλέσει η διδασκαλία κάποιου μαθήματος αυτή την ώρα από το συγκεκριμένο καθηγητή, οπότε τόσο μικρότερη και η τιμή της παραμέτρου W_z . Για παράδειγμα, εάν ένας καθηγητής έχει καθορίσει ότι η ώρα $l=5$ ανήκει στο επίπεδο προτίμησης $z=1$ τότε, εάν κληθεί να διδάξει οποιοδήποτε μάθημα εκείνη την ώρα η δυσφορία που θα προκληθεί θα έχει τιμή W_1 , έστω ίση με 0. Εάν την ίδια ώρα την είχε κατατάξει στο χειρότερο επίπεδο προτίμησης, έστω $z=4$ τότε εάν κληθεί να διδάξει αυτή την ώρα θα προκληθεί δυσφορία με τιμή W_4 , έστω 3.

Η διαβάθμιση που θα ακολουθήσει η τιμή της W_z εξαρτάται από τον αριθμό των επιπέδων προτίμησης ωρών S καθώς και από τη σχέση που θεωρείται ότι ακολουθεί τα επίπεδα προτίμησης με τη δυσφορία που προκαλεί καθένα από αυτά. Σε κάθε περίπτωση, όσο μειώνεται το επίπεδο προτίμησης μίας ώρας διδασκαλίας τόσο αυξάνεται η δυσφορία που θα προκαλέσει η διδασκαλία ενός μαθήματος κατά την ώρα αυτή. Ωστόσο, η σχέση αυτή μπορεί να είναι γραμμική, εκθετική ή λογαριθμική. Δηλαδή, όσο η προτίμηση μειώνεται (το z αυξάνει) η δυσφορία μπορεί να αυξάνεται αναλογικά (γραμμική σχέση), να αυξάνεται με αυξανόμενο ρυθμό (εκθετική σχέση), ή να αυξάνεται με μειούμενο ρυθμό (λογαριθμική σχέση). Στην συγκεκριμένη περίπτωση θεωρήθηκε ότι η δυσφορία που προκαλείται είναι ανάλογη του επιπέδου προτίμησης και η μεταξύ τους σχέση είναι γραμμική.

(14): Η παράμετρος WG_g εισήχθη για καθαρά συντακτικούς και λειτουργικούς λόγους για το λογισμικό Lingo. Έχει τη λειτουργία διακόπτη. Όταν τεθεί $WG_g=1$ τότε το μοντέλο βελτιστοποιείται ως προς το στόχο g . Αν τεθεί $WG_1=1$ και $WG_2=0$ βελτιστοποιείται ως προς το πρώτο στόχο. Στη συνέχεια, εισάγοντας έναν επιπλέον περιορισμό ο οποίος θέτει

τη τιμή του στόχου 1 ίση με το αποτέλεσμα της πρώτης επίλυσης και θέτοντας $WG_1=0$ και $WG_2=1$ βελτιστοποιείται το μοντέλο ως και προς το δεύτερο στόχο λαμβάνοντας ωστόσο υπόψη και το αποτέλεσμα της πρώτης επίλυσης. Με τον τρόπο αυτή καθίσταται δυνατή η επίλυση ενός λεξικογραφικού μοντέλου προγραμματισμού πολλαπλών στόχων και στο Lingo, το οποίο διαφορετικά δε προσφέρει την επιλογή αυτή.

(15): Η μεταβλητή X_{ijk} είναι η κύρια μεταβλητή απόφασης του μοντέλου και εκφράζει το γεγονός ότι το μάθημα i θα διδαχθεί από τον καθηγητή j στην αίθουσα k την διδακτική ώρα l . Η μεταβλητή αυτή είναι δυαδική καθώς από τη φύση του προβλήματος το γεγονός που αντιστοιχεί σε κάθε τέτοιο συνδυασμό θα είναι 0 (μη πραγματοποίηση) ή 1 (πραγματοποίηση).

(16): Η μεταβλητή D_{zj} καταγράφει τον αριθμό των μαθημάτων που θα κληθεί ο καθηγητής j να διδάξει σε διδακτικές ώρες που ανήκουν στο επίπεδο προτίμησης ωρών z . Αν το μέγεθος αυτό πολλαπλασιαστεί με τον αντίστοιχο βαθμό δυσφορίας W_z τότε το γινόμενο αυτό θα εκφράζει τη δυσφορία που θα προκληθεί στον καθηγητή j από τη διδασκαλία μαθημάτων σε ώρες του επιπέδου προτίμησης z . Το άθροισμα αυτών των γινομένων για όλα τα επίπεδα προτίμησης ωρών θα αποδώσει τη συνολική δυσφορία που προκαλεί στον καθηγητή η διδασκαλία μαθημάτων σε ώρες που δεν τις προτιμά απόλυτα (απόλυτη προτίμηση, $z=1$, $W_1=0$). Μαθηματικά, η μεταβλητή D_{zj} είναι μία μεταβλητή απόκλισης που καταγράφει τον αριθμό των μαθημάτων που αντί να διδαχθούν από τον καθηγητή j στις ιδανικές ώρες διδασκαλίας ($z=1$, $W_1=0$) διδάσκονται σε ώρες του επιπέδου προτίμησης z , καταγράφει δηλαδή την απόκλιση από την ιδανική κατάσταση όπου όλα τα μαθήματα διδάσκονται από τον καθηγητή j σε ώρες του πρώτου επιπέδου προτίμησης.

3.5.3 Αντικειμενική συνάρτηση

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι στόχοι του μοντέλου είναι δύο. Πρώτος στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του αριθμού των φοιτητών που υποχρεώνονται να παρακολουθήσουν κάποιες διαλέξεις όρθιοι. Δεύτερος στόχος είναι η όσο το δυνατόν περισσότερη

ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών να διδάξουν σε διδακτικές ώρες της αρεσκείας τους.

Ο πρώτος στόχος εκφράζεται από τη σχέση:

$$\min \sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (X_{ijkl} \cdot DDYNPAR_{ik})$$

Ο δεύτερος στόχος εκφράζεται από τη σχέση:

$$\min \sum_{j=1}^n \sum_{z=1}^s (w_z \cdot D_{zj})$$

3.5.4 Περιορισμοί

Το μοντέλο διέπεται από έναν μεγάλο αριθμό περιορισμών που ωστόσο κατηγοριοποιούνται σε έναν μικρό αριθμό ομάδων.

Η πρώτη ομάδα περιορισμών καθορίζει το ποιος καθηγητής θα διδάξει το κάθε μάθημα. Ουσιαστικά αποτελεί τον μηχανισμό με τον οποίο θα ληφθεί υπόψη η παράμετρος $BX1_{ij}$ κατά τη διαμόρφωση της μεταβλητής X_{ijkl} :

$$X_{ijkl} \leq BX1_{ij}, \quad \text{για κάθε } i, j, k, l.$$

Κάθε μάθημα i θα το διδάξει κάποιος καθηγητής j που εξ αρχής ορίζεται. Για το συνδυασμό αυτό i και j θα ισχύει $BX1_{ij}=1$ ενώ για οποιοδήποτε άλλο j θα ισχύει $BX1_{ij}=0$.

Με την παραπάνω σχέση, προκαθορίζονται οι δείκτες i και j της μεταβλητής X_{ijkl} για τους οποίους θα μπορεί να ισχύσει $X_{ijkl}=1$. Επομένως, το λογισμικό κατά την επίλυση του μοντέλου θα χρειαστεί να αναζητήσει τη βέλτιστη λύση μόνο σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των k και l και όχι σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των i, j, k και l . Με

τον τρόπο αυτό μειώνεται αισθητά το μέγεθος της απαιτούμενης υπολογιστικής ισχύς και του απαιτούμενου υπολογιστικού χρόνου.

Η δεύτερη ομάδα περιορισμών εξασφαλίζει ότι κάθε μάθημα θα διδαχθεί ακριβώς τον αριθμό διαλέξεων που απαιτούνται εβδομαδιαίως:

$$\sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n X_{ijkl} = DIALEXEIS_i \quad , \quad \text{για κάθε } i$$

Η τρίτη ομάδα περιορισμών εκφράζει την απόκλιση της πραγματικότητας από την ιδανική κατάσταση που εκπληρώνονται απόλυτα οι προτιμήσεις των καθηγητών για τις ώρες:

$$\sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m X_{ijkl} - D_{zj} = 0 \quad , \quad \text{για κάθε } z, j$$

Η τέταρτη ομάδα περιορισμών διασφαλίζει ότι κάθε καθηγητής σε κάθε ώρα μπορεί να διδάξει μόνο ένα μάθημα και να βρίσκεται σε μία μόνο αίθουσα:

$$\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m X_{ijkl} \leq 1 \quad , \quad \text{για κάθε } j, l.$$

Η πέμπτη ομάδα περιορισμών διασφαλίζει ότι κάθε μάθημα θα διδάσκεται το πολύ σε μία αίθουσα ανά ώρα:

$$\sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n X_{ijkl} \leq 1 \quad , \quad \text{για κάθε } i, l.$$

Η έκτη ομάδα περιορισμών καθορίζει ότι κάθε ώρα σε κάθε αίθουσα μπορεί να διδάσκεται το πολύ ένα μάθημα:

$$\sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^p X_{ijkl} \leq 1, \text{ για κάθε } i, j.$$

Η έβδομη και τελευταία ομάδα ορίζει τη δυαδικότητα της μεταβλητής απόφασης:

$$X_{ijkl} = 0 \text{ ή } 1, \text{ για κάθε } i, j, k, l.$$

Συγκεντρωτικά, η μαθηματική μορφή του μοντέλου είναι η εξής:

Αντικειμενική συνάρτηση:

Πρώτος στόχος:

$$\min \sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (X_{ijkl} \cdot DDYNPAR_{ik})$$

Δεύτερος στόχος:

$$\min \sum_{j=1}^n \sum_{z=1}^s (w_z \cdot D_{zj})$$

Περιορισμοί:

$$X_{ijkl} \leq BX1_{ij}, \text{ για κάθε } i, j, k, l.$$

$$\sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n X_{ijkl} = DIALEXEIS_i, \text{ για κάθε } i$$

$$\sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m X_{ijkl} - D_{zj} = 0 \quad , \text{ για κάθε } z, j$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m X_{ijkl} \leq 1 \quad , \text{ για κάθε } j, l.$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n X_{ijkl} \leq 1 \quad , \text{ για κάθε } i, l.$$

$$\sum_{l=1}^q \sum_{k=1}^p X_{ijkl} \leq 1 \quad , \text{ για κάθε } i, j.$$

$$X_{ijkl} = 0 \text{ ή } 1 \quad , \text{ για κάθε } i, j, k, l.$$

3.6 Λογικές εντολές

Κατά την εισαγωγή του μαθηματικού μοντέλου στο πρόγραμμα LINGO απαιτήθηκε η εφαρμογή των κανόνων σύνταξης του προγράμματος. Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής δεν κρίνεται σκόπιμο να αναλυθούν οι κανόνες σύνταξης θα αναφερθούν όμως κάποιες λογικές εντολές που χρησιμοποιήθηκαν και παρουσιάζουν ενδιαφέρον λόγω της διευκόλυνσης που προσφέρουν στο χρήστη όσον αφορά τον απαιτούμενο χρόνο σύνταξης του μοντέλου και το μέγεθος της αποτύπωσής του.

@OLE: Δίνει τη δυνατότητα να εισαχθούν δεδομένα ή να εξαχθούν τα αποτελέσματα σε λογιστικό φύλλο (Excel).

@FOR: Επαναλαμβάνει τη σχέση που την ακολουθεί για όσες φορές της ζητηθεί βάσει των δεικτών που θα εισαχθούν. Ουσιαστικά, αντικατοπτρίζει τη μαθηματική έκφραση «για κάθε». Με τον τρόπο αυτό, κάθε ομάδα περιορισμών εκφράζεται από μία μόνο σχέση και οι αρκετές χιλιάδες περιορισμοί μπορούν να ομαδοποιηθούν σε 7 μόνο σχέσεις.

@SUM: Εκφράζει την έννοια του αθροίσματος. Προσθέτει όλα τα στοιχεία που την ακολουθούν βάσει των δεικτών που θα εισαχθούν. Η χρήση της ελαχιστοποιεί το μέγεθος κάθε περιορισμού. Στο συγκεκριμένο μοντέλο, περιορισμός εκατοντάδων σειρών συμπυκνώνεται σε περιορισμό μίας σειράς.

@BIN: Ορίζει ό,τι την ακολουθεί σε δυαδική μεταβλητή.

3.7 Δεδομένα

Τα δεδομένα του προβλήματος λόγω του μεγάλου όγκου τους κρίθηκε σκόπιμο να καταγραφούν σε ένα υπολογιστικό φύλλο του λογισμικού Excel. Αυτό συνέβαλε στην ευκολότερη και γρηγορότερη καταγραφή τους και στον αποτελεσματικότερο έλεγχο για την ύπαρξη λαθών. Το λογισμικό LINGO κατά την εκκίνηση της διαδικασίας προσδιορισμού της βέλτιστης λύσης του μοντέλου, ανατρέχει στο υπολογιστικό φύλλο και μέσω της εντολής @OLE αναγνώσκει τα δεδομένα.

Τα δεδομένα του μοντέλου παρατίθενται υπό μορφή πινάκων στο παράρτημα ως εξής:

Αριθμός Μαθημάτων - Πίνακας A-2

Αριθμός Καθηγητών - Πίνακας A-2

Αριθμός Αιθουσών - Πίνακας A-2

Αριθμός Ωρών - Πίνακας A-2

Επίπεδα Προτίμησης Ωρών - Πίνακας A-2

Μαθήματα - Πίνακας A-3

Καθηγητές - Πίνακας A-4

Αντιστοίχιση Μαθημάτων με Καθηγητές - Πίνακας A-5

Προτιμήσεις Καθηγητών για Ωρες - Πίνακας A-6

Δυναμικότητα Αιθουσών - Πίνακας A-7

Παρακολουθησιμότητα Μαθημάτων - Πίνακας A-3

Διαφορά Παρακολουθησιμότητας και Δυναμικότητας - Πίνακας A-8

Απαιτούμενες Εβδομαδιαίες Διαλέξεις ανά μάθημα - Πίνακας A-3

Συντελεστής βαρύτητας κάθε επιπέδου προτίμησης Ωρών - Πίνακας A-9

4 ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

4.1 Γενικά

Για την επίλυση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκε η έκδοση Extended LINGO/PC, Release 6.0, 19 Nov 99, η οποία υποστηρίζει απεριόριστο αριθμό περιορισμών, μεταβλητών, μη γραμμικών και ακέραιων μεταβλητών. Αρχικά, έγινε επίλυση για το χειμερινό εξάμηνο και στη συνέχεια για το θερινό. Για καθένα εξάμηνο, εκτελέστηκε δύο φορές το πρόγραμμα. Κατά την πρώτη εκτέλεση βελτιστοποιήθηκε ο πρώτος στόχος και στη συνέχεια, εισάγοντας στο μοντέλο την επιτευχθείσα τιμή του πρώτου στόχου ως περιορισμό, βελτιστοποιήθηκε και ο δεύτερος στόχος. Για να οριστεί στο μοντέλο ποιος στόχος βελτιστοποιείται, τίθεται η μονάδα στο συντελεστή του στόχου αυτού ενώ στον άλλο μηδενίζεται.

4.2 Βέλτιστη λύση

Ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα, προκύπτει η λύση που βελτιστοποιεί το μοντέλο ως προς τους στόχους που θέσαμε. Η λύση, όσον αφορά τις βασικές μεταβλητές, παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες. Οι αριθμοί εντός των πινάκων αντιστοιχούν στον αύξοντα αριθμό των μαθημάτων. Η συνολική λύση, λόγω του μεγάλου της μεγέθους (περί τις 13.300 σελίδες για κάθε επίλυση) παρατίθεται σε ηλεκτρονική μορφή.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά βελτιστοποίησης του μοντέλου ως προς τον πρώτο στόχο για το χειμερινό εξάμηνο.

| | |
|--|------|
| Τιμή Στόχου 1 | 480 |
| Τιμή Στόχου 2 | 94 |
| Απαιτούμενος αριθμός επαναλήψεων μεθόδου | 2696 |

Πίνακας 2: Βέλτιστη Λύση ως προς τον πρώτο στόχο για το χειμερινό εξάμηνο.

| Ώρες | Αίθουσα | ΔΕΥΤΕΡΑ | ΤΡΙΤΗ | ΤΕΤΑΡΤΗ | ΠΕΜΠΤΗ | ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ |
|-------------|---------|---------|-------|---------|--------|-----------|
| 09:00-12:00 | 99 | - | - | - | 71 | 99 |
| | - | - | - | - | 9 | - |
| | 7 | 90 | 62 | 2 | 29 | 7 |
| | - | 44 | 8 | 36 | 10 | - |
| | 40 | 43 | 69 | 31 | 12 | 40 |
| 12:00-15:00 | 95 | - | - | 92 | 30 | 95 |
| | - | - | - | 37 | 4 | - |
| | 3 | 32 | 65 | 64 | 6 | 3 |
| | 97 | 93 | - | 36 | 72 | 97 |
| | 98 | 12 | 88 | 11 | 41 | 98 |
| 15:00-18:00 | - | - | - | - | 8 | - |
| | - | - | - | 100 | - | - |
| | 55 | 5 | 91 | 28 | 89 | 55 |
| | 70 | 11 | 96 | 73 | 31 | 70 |
| | 38 | 34 | 9 | 35 | 65 | 38 |
| 18:00-21:00 | - | - | - | 33 | 35 | - |
| | - | - | - | 10 | 37 | - |
| | 5 | 63 | 1 | 63 | 3 | 5 |
| | 67 | 30 | 39 | 68 | 38 | 67 |
| | - | 42 | 4 | 94 | - | - |

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά βελτιστοποίησης του μοντέλου ως προς τον πρώτο και το δεύτερο στόχο για το χειμερινό εξάμηνο.

| | |
|--|------|
| Τιμή Στόχου 1 | 480 |
| Τιμή Στόχου 2 | 8 |
| Απαιτούμενος αριθμός επαναλήψεων μεθόδου | 4717 |

Πίνακας 4: Βέλτιστη Λύση ως προς τον πρώτο και το δεύτερο στόχο για το χειμερινό εξάμηνο.

| Ώρες | Αίθουσα | ΔΕΥΤΕΡΑ | ΤΡΙΤΗ | ΤΕΤΑΡΤΗ | ΠΕΜΠΤΗ | ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ |
|-------------|---------|---------|-------|---------|--------|-----------|
| 09:00-12:00 | 1 | 70 | 30 | - | - | 72 |
| | 2 | - | - | 4 | - | - |
| | 3 | 66 | 6 | 5 | 2 | 5 |
| | 4 | - | 67 | 68 | 95 | 44 |
| | 5 | - | 31 | 30 | 39 | 73 |
| 12:00-15:00 | 1 | - | - | 64 | - | 31 |
| | 2 | - | 4 | 100 | - | - |
| | 3 | 1 | 65 | 88 | - | 3 |

| Ωρες | Αίθουσα | ΔΕΥΤΕΡΑ | ΤΡΙΤΗ | ΤΕΤΑΡΤΗ | ΠΕΜΠΤΗ | ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ |
|-------------|---------|---------|-------|---------|--------|-----------|
| | 4 | - | 71 | 90 | 33 | 34 |
| | 5 | - | 99 | 92 | 43 | - |
| 15:00-18:00 | 1 | 36 | 93 | 94 | - | - |
| | 2 | 38 | - | 36 | - | - |
| | 3 | 28 | 91 | 63 | 32 | 89 |
| | 4 | - | - | 97 | 41 | - |
| | 5 | 96 | 9 | - | 9 | - |
| 18:00-21:00 | 1 | 38 | 35 | 42 | 35 | 98 |
| | 2 | 10 | 12 | 37 | 11 | - |
| | 3 | 62 | 29 | 7 | 65 | 63 |
| | 4 | 8 | 10 | 12 | 69 | - |
| | 5 | 40 | 11 | 8 | 37 | - |

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά βελτιστοποίησης του μοντέλου ως προς τον πρώτο στόχο για το θερινό εξάμηνο.

| | |
|--|------|
| Τιμή Στόχου 1 | 190 |
| Τιμή Στόχου 2 | 95 |
| Απαιτούμενος αριθμός επαναλήψεων μεθόδου | 2214 |

Πίνακας 6: Βέλτιστη Λύση ως προς τον πρώτο στόχο για το θερινό εξάμηνο.

| Ωρες | Αίθουσα | ΔΕΥΤΕΡΑ | ΤΡΙΤΗ | ΤΕΤΑΡΤΗ | ΠΕΜΠΤΗ | ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ |
|-------------|---------|---------|-------|---------|--------|-----------|
| 09:00-12:00 | 1 | - | - | - | 80 | - |
| | 2 | - | - | 14 | - | 27 |
| | 3 | 15 | 105 | 102 | 78 | 13 |
| | 4 | 104 | 20 | 53 | 76 | 84 |
| | 5 | 106 | 113 | 20 | 17 | 55 |
| 12:00-15:00 | 1 | 103 | - | 85 | 81 | 49 |
| | 2 | - | - | 57 | 21 | 25 |
| | 3 | 13 | 79 | 102 | 16 | 101 |
| | 4 | 110 | 50 | 54 | - | 56 |
| | 5 | 83 | 115 | 21 | 59 | 14 |
| 15:00-18:00 | 1 | - | - | 46 | 87 | 49 |
| | 2 | - | - | - | 22 | - |
| | 3 | 77 | 77 | 18 | 45 | 16 |
| | 4 | 111 | 51 | 47 | 82 | 61 |
| | 5 | 109 | 17 | 22 | 26 | 52 |
| 18:00-21:00 | 1 | - | - | 75 | - | 107 |
| | 2 | - | 58 | - | 24 | 23 |
| | 3 | 48 | 74 | 105 | 45 | 79 |
| | 4 | 114 | 52 | 60 | 86 | 50 |
| | 5 | 112 | 19 | 23 | 19 | 51 |

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά βελτιστοποίησης του μοντέλου ως προς τον πρώτο και το δεύτερο στόχο για το θερινό εξάμηνο.

| | |
|--|------|
| Τιμή Στόχου 1 | 190 |
| Τιμή Στόχου 2 | 10 |
| Απαιτούμενος αριθμός επαναλήψεων μεθόδου | 3258 |

Πίνακας 8: Βέλτιστη Λύση ως προς τον πρώτο και το δεύτερο στόχο για το θερινό εξάμηνο.

| Ωρες | Αίθουσα | ΔΕΥΤΕΡΑ | ΤΡΙΤΗ | ΤΕΤΑΡΤΗ | ΠΕΜΠΤΗ | ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ |
|-------------|---------|---------|-------|---------|--------|-----------|
| 09:00-12:00 | 1 | 57 | 106 | 81 | 60 | 83 |
| | 2 | - | 14 | - | - | 82 |
| | 3 | 105 | 105 | 45 | 13 | 78 |
| | 4 | 104 | 87 | - | 26 | 27 |
| | 5 | 107 | 112 | 17 | 56 | 53 |
| 12:00-15:00 | 1 | 61 | - | 86 | - | - |
| | 2 | - | - | 14 | - | 17 |
| | 3 | 16 | 101 | 79 | 79 | 45 |
| | 4 | 46 | 84 | 109 | 47 | 54 |
| | 5 | 76 | 103 | 75 | 59 | 25 |
| 15:00-18:00 | 1 | 80 | 49 | 113 | 111 | - |
| | 2 | - | - | - | 24 | - |
| | 3 | 74 | 102 | 18 | 48 | 77 |
| | 4 | 85 | - | - | 51 | - |
| | 5 | 20 | 21 | 23 | 19 | - |
| 18:00-21:00 | 1 | 52 | 110 | 49 | 114 | 115 |
| | 2 | 20 | 58 | 55 | 22 | - |
| | 3 | 102 | 15 | 13 | 16 | 77 |
| | 4 | 22 | 19 | 51 | 50 | - |
| | 5 | 50 | 21 | 52 | 23 | - |

4.3 Μέγεθος μοντέλου

Το βασικότερο χαρακτηριστικό του μοντέλου είναι το μεγάλο μέγεθός του, το οποίο καθιστά χρονοβόρα την επίλυσή του. Συγκεκριμένα, το μοντέλο περιλαμβάνει 405.852 περιορισμούς, 402.636 μεταβλητές, εκ των οποίων 402.500 ακέραιες, ενώ για την επίλυση κάθε επιμέρους υποπροβλήματος απαιτήθηκαν περίπου 4 λεπτά χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικό υπολογιστή με επεξεργαστή διπλού πυρήνα INTEL CORE 2 DUO 1,67GHz και 512MB μνήμης RAM. Για το λόγο αυτό, οι παραδοχές στόχευσαν κυρίως στη μείωση του μεγέθους του μοντέλου και την επιτάχυνση της επίλυσης.

5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, κατά το θερινό εξάμηνο μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη ικανοποίηση όσον αφορά τον πρώτο στόχο από ότι κατά το χειμερινό εξάμηνο. Συγκεκριμένα, κατά το χειμερινό εξάμηνο, σύμφωνα πάντα με τις προβλέψεις που έχουν γίνει, κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων, σε εβδομαδιαία βάση για το σύνολο των διδασκόμενων μαθημάτων, 480 φοιτητές δε θα βρίσκουν διαθέσιμη θέση για να παρακολουθήσουν το μάθημα καθημένοι. Στο θερινό εξάμηνο ο αντίστοιχος αριθμός ανέρχεται στους 190 φοιτητές. Λαμβάνοντας υπόψη τη διαπίστωση αυτή, το τμήμα θα μπορούσε να προβεί σε διάφορες λύσεις, όπως την μεταφορά κάποιων απαιτητικών μαθημάτων, όπως αυτά μπορούν να εντοπιστούν από την αναλυτική λύση του μοντέλου, από το χειμερινό στο θερινό εξάμηνο ή την επιλεκτική χρήση αιθουσών άλλων τμημάτων του πανεπιστημίου για τη διδασκαλία συγκεκριμένων μαθημάτων.

Όσον αφορά το δεύτερο στόχο, παρατηρείται μία παρόμοια απόκλιση και στα δύο εξάμηνα από την απόλυτη ικανοποίηση των προτιμήσεων των καθηγητών.

Το συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα εργασία είναι πως η περιγραφή της πραγματικής κατάστασης κατά τη διαμόρφωση ενός προγράμματος διδασκαλίας με τη μορφή ενός γραμμικού προτύπου είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη. Εάν ληφθούν υπόψη όλα τα στοιχεία της πραγματικότητας τότε ο αριθμός τόσο των μεταβλητών απόφασης όσο και των περιορισμών για τη συγκεκριμένη περίπτωση κατάρτισης προγράμματος διδασκαλίας θα ξεπεράσει κατά πολύ το ένα εκατομμύριο. Ως αποτέλεσμα, η επίλυση του μοντέλου θα απαιτεί μεγάλη επεξεργαστική ισχύ, ενώ τα αποτελέσματα λόγω της μεγάλης έκτασης θα είναι πολύ δύσκολο να υποστούν επεξεργασία.

Ένα τέτοιο μοντέλο θα μπορούσε να βρει πρακτική εφαρμογή και στο τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Αυτές περιλαμβάνουν την περαιτέρω ανάπτυξη του μοντέλου με την εισαγωγή και άλλων στοιχείων και σχέσεων που παραλήφθηκαν με τις παραδοχές που έγιναν, την προμήθεια ισχυρής επεξεργαστικής ισχύος υπολογιστή στη γραμματεία του τμήματος, την εκπαίδευση του προσωπικού ώστε να μπορεί να χειριστεί το μοντέλο και τα αποτελέσματα που παράγει και το

σημαντικότερο και δυσκολότερο αλλαγή στη δομή της λειτουργίας του τμήματος καθώς πολλές από τις αποφάσεις που χρειάζεται να πάρει ένα τέτοιο μοντέλο για να βελτιστοποιήσει τους στόχους (π.χ. ποιος καθηγητής θα διδάξει το κάθε μάθημα) τις παίρνουν σήμερα συλλογικά όργανα του τμήματος. Η τελευταία προϋπόθεση ίσως είναι ο λόγος που μέχρι σήμερα δεν έχει εφαρμοστεί ένα τέτοιο μοντέλο στον προγραμματισμό των πόρων των εκπαιδευτικών τμημάτων και κατ' επέκταση εκπαιδευτικών ιδρυμάτων.

6 ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

6.1 Θέματα για περαιτέρω διερεύνηση

Η παρούσα μελέτη της περίπτωσης κατάρτισης προγράμματος διδασκαλίας με την εφαρμογή ενός μοντέλου γραμμικού προγραμματισμού πολλαπλών στόχων στα πλαίσια του περιορισμού της έκτασης της εργασίας αναπτύχθηκε εφαρμόζοντας αρκετές παραδοχές. Ωστόσο, η ύπαρξή τους είτε δημιουργεί αποκλίσεις από την πραγματική κατάσταση είτε συμβάλλει ώστε βασικές αποφάσεις που συνδέονται με τη βελτιστοποίηση του προγράμματος διδασκαλίας να μη μπορούν να ληφθούν από το μοντέλο. Ιδιαίτερα σημαντικές για την αποτελεσματικότητα του μοντέλου αποτελούν αυτές του δεύτερου είδους. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει η παραδοχή ότι είναι εξ αρχής καθορισμένο το ποιος καθηγητής θα διδάξει κάθε μάθημα. Για το λόγο αυτό θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να εμπλουτιστεί το μοντέλο με τα απαραίτητα στοιχεία και σχέσεις ώστε το μοντέλο να αποφασίζει σύμφωνα με τις ικανότητες κάθε καθηγητή και τις απαιτήσεις κάθε μαθήματος ποιος καθηγητής θα διδάξει κάθε μάθημα, λαμβάνοντας υπόψη και στοιχεία όπως οι απαιτούμενες διαλέξεις κάθε μαθήματος αλλά και το επιθυμητό διδακτικό φορτίο κάθε καθηγητή.

Ένα άλλο ενδιαφέρον σημείο είναι η ενσωμάτωση περαιτέρω στοιχείων και σχέσεων ώστε να μην είναι απαραίτητες οι παραδοχές που δημιουργούν απόκλιση από την πραγματικότητα. Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι κάποιες διαλέξεις είναι δίωρες και ότι οι διαθέσιμες διδακτικές ώρες είναι μονόωρες. Επιπλέον, υπάρχουν μαθήματα που λόγω τεχνικών περιορισμών μπορούν να διδαχθούν μόνο σε συγκεκριμένες αίθουσες π.χ. εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών. Επιλύοντας το νέο μοντέλο θα μπορούσε να διαπιστωθεί το εύρος της απόκλισης που εισήγαγαν οι παραδοχές αυτές στο αρχικό μοντέλο.

Αντικείμενο περαιτέρω έρευνας μπορεί να αποτελέσει η πλήρης παραμετροποίηση του μοντέλου με τη βοήθεια ενός φύλλου επεξεργασίας EXCEL στο οποίο θα εισάγονται σε προκαθορισμένα και χρηστικά διαμορφωμένα κελιά τόσο τα δεδομένα του προβλήματος όσο και οι τιμές των παραμέτρων.

Ένα ιδιαίτερα καθοριστικό σημείο για τη χρηστικότητα του μοντέλου αποτελεί η αυτοματοποίηση του εντοπισμού των βασικών μεταβλητών. Δεδομένου ότι η λύση του

απλοποιημένου μοντέλου που εφαρμόστηκε έχει έκταση 13.382 σελίδων στον κειμενογράφο, η εύρεση της βασικής λύσης καθίσταται ιδιαίτερα κοπιαστική και χρονοβόρα. Θα ήταν χρήσιμο να διερευνηθούν μέθοδοι που να αξιοποιούν τη δυνατότητα επικοινωνίας του προγράμματος LINGO και του προγράμματος Excel όσον αφορά την εξαγωγή της λύσης από το πρώτο στο δεύτερο, έτσι ώστε τόσο η βασική λύση όσο και η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης να καταχωρούνται αυτόματα σε προκαθορισμένα κελιά. Στη συνέχεια, μπορούν εύκολα τα δεδομένα να αναλύονται (πίνακες, γραφικές παραστάσεις). Μεταβάλλοντας τις τιμές των παραμέτρων, μπορούν οι λύσεις να αποθηκεύονται στο επεξεργαστικό φύλλο και να συγκρίνονται μεταξύ τους αριθμητικά και γραφικά. Το τελευταίο είναι πρακτικά αδύνατο εάν δεν είναι αυτοματοποιημένος ο τρόπος εισαγωγής της βασικής λύσης στο Excel καθώς ο απαιτούμενος χρόνος για τη χειροκίνητη εισαγωγή των λύσεων είναι πολύ μεγάλος. Σε περίπτωση που καταστεί αναγκαίο μπορούν οι λύσεις να εισαχθούν σε βάση δεδομένων της Access από όπου θα αντλούνται πληροφορίες μέσω ερωτημάτων.

Εφόσον πραγματοποιηθούν τα παραπάνω, μπορούν να συνταχθούν ερωτηματολόγια που να απευθύνονται στους καθηγητές και στους φοιτητές για τον προσδιορισμό των προτιμήσεων των καθηγητών για ώρες και μαθήματα και της παρακολουθησιμότητας των μαθημάτων. Τα δεδομένα που θα προκύψουν θα εισαχθούν στο μοντέλο και θα προσδιοριστεί η βέλτιστη λύση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα έχει η σύγκριση της βέλτιστης λύσης με την υπάρχουσα κατάσταση όσον αφορά την επίτευξη των στόχων. Το αποτέλεσμα της σύγκρισης μπορεί να αποτελέσει οδηγό για την εφαρμογή ή μη του μοντέλου κατά την κατάρτιση του προγράμματος διδασκαλίας σε αυτό αλλά και σε άλλα τμήματα του ιδίου ή άλλων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

1. Παπαρρίζος, Κ., 1999. *ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ, Αλγόριθμοι και Εφαρμογές*. Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη

ΞΕΝΗ

1. Winston, W., 2004. *Operations Research, Applications and Algorithms*. Thomson, Belmont, USA.
2. Rardin, R., 1998. *Optimization in Operations Research*. Prentice Hall, New Jersey, USA.

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΑ ΑΡΘΡΑ

1. Lee, S., Clayton, E., 1972. A Goal programming model for academic resource allocation. *Management Science*, Vol 18, No 8, B395-B408.
2. Lawrence, S, Lawrence, K, 1983. Allocation of teaching personnel: A goal programming model. *Socio-Economic planning sciences*, Vol 17, No 4, 211-216.
3. Schniederjans, M., Kim, G., 1987. A goal programming model to optimize departmental preference in course assignments. *Computers Opns Res.*, Vol. 14, No. 2, 87-96.
4. McClure, R., Wells, C., 1987. Modeling multiple criteria in the faculty assignment problem. *Socio-Economic planning sciences*, Vol. 21, No. 6, 389-394.
5. Badri, M., 1996. A two-stage multiobjective scheduling model for faculty-course-time assignments. *European Journal of Operational Research*, 94, 16-28.

6. Badri, M., Davis, D., Davis, D., Hollingsworth, J., 1998. A multi-objective course scheduling model: Combining faculty preferences for courses and times. *Computers Opns Res.*, Vol. 25, No. 4, 303-316.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. <http://www.lindo.com/company/historyf.html>
2. <http://www.lindo.com/products/lingo/lingom.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας A-1: Συντακτική μορφή μοντέλου στο λογισμικό Lingo 6.

MODEL:

! Εφαρμογή κατανομής μαθημάτων σε αίθουσες και ώρες;

DATA:

```
M = @OLE('C:\DATA_LINGO_05_08_2007.XLS','M');
N = @OLE('C:\DATA_LINGO_05_08_2007.XLS','N');
P = @OLE('C:\DATA_LINGO_05_08_2007.XLS','P');
Q = @OLE('C:\DATA_LINGO_05_08_2007.XLS','Q');
S = @OLE('C:\DATA_LINGO_05_08_2007.XLS','S');
```

ENDDATA

SETS:

```
MATHIMATA / 1..M / : DIALEXEIS;
KATHIGITES / 1..N / : ;
AITHOUSES / 1..P / : ;
ORES / 1..Q / : DIATHESIMES_AITHOUSES;
MATHIMAKATHIGITIS(MATHIMATA,KATHIGITES): BX1;
EPIPEDA_PROTIMISIS_ORON / 1..S / : W;
PROKAOR(KATHIGITES,ORES): BX2;
AGNOSTI_METABLITI(MATHIMATA,KATHIGITES,AITHOUSES,ORES): X;
APOKLISI_DDYNPAR(MATHIMATA,AITHOUSES): DDYNPAR;
APOKLISI_DO(EPIPEDA_PROTIMISIS_ORON,KATHIGITES): D ;
WGOALS /1..2/ : WG;
```

ENDSETS

! Τα δεδομένα;

DATA:

```
DIALEXEIS,DIATHESIMES_AITHOUSES,BX1,W,BX2,DDYNPAR,WG =
@OLE('C:\DATA_LINGO_05_08_2007.XLS','DIALEXEIS',
'DIATHESIMES_AITHOUSES','BMX1','W','BMX2','DDYNPAR','WG');
```

ENDDATA

! Η αντικειμενική συνάρτηση;

$$\text{MIN} = \text{WG}(1) * \text{P1} + \text{WG}(2) * \text{P2};$$

! Οι περιορισμοί;

! Σύνδεση BMX1 με X;

```
@FOR( MATHIMATA(I) : @FOR( KATHIGITES(J) : @FOR( AITHOUSES(K) :
@FOR( ORES(L) : X(I,J,K,L) <= BX1(I,J) ) ) ) ) );
```

! Κάλυψη ωρών διδασκαλίας ανά εβδομάδα και ανά μάθημα;

```
@FOR( MATHIMATA(I) : @SUM(KATHIGITES(J) : @SUM(AITHOUSES(K) :
@SUM(ORES(L) : X(I,J,K,L) ) ) ) = DIALEXEIS(I) );
```

! Επιλογή ωρών για κάθε επίπεδο προτίμησης και κάθε καθηγητή;

```
@FOR( EPIPEDA_PROTIMISIS_ORON(Z) : @FOR( KATHIGITES(J) :
@SUM( MATHIMATA(I) : @SUM( AITHOUSES(K) : @SUM( PROKAOR(J,L) | BX2(J,L)
#EQ# Z : X(I,J,K,L) ) ) ) - D(Z,J) = 0 ) );
```

! Ικανοποίηση μοναδικής παρουσίας καθηγητών;

```
@FOR( KATHIGITES(J) : @FOR( ORES(L) : @SUM( MATHIMATA(I) :
@SUM( AITHOUSES(K) : X(I,J,K,L) ) ) <= 1 ) );
```

! Ικανοποίηση μοναδικής παράδοσης μαθήματος ανά ώρα;

```
@FOR( MATHIMATA(I) : @FOR( ORES(L) : @SUM( KATHIGITES(J) :
@SUM( AITHOUSES(K) : X(I,J,K,L) ) ) <= 1 ) );
```

```

! Ικανοποίηση μοναδικής παράδοσης ανά αίθουσα κάθε ώρα;
@FOR( AITHOUSES(K) : @FOR( ORES(L) : @SUM( MATHIMATA(I) :
@SUM( KATHIGITES(J) : X(I,J,K,L) ) <=1 ) );

! Διαδικότητα X;
@FOR( AGNOSTI_METABLITI(I,J,K,L) : @BIN(X(I,J,K,L) ) );

! Τα Goals;

@SUM(MATHIMATA(I) : @SUM(KATHIGITES(J) : @SUM(AITHOUSES(K) :
@SUM(ORES(L) : X(I,J,K,L) * DDYNPAR(I,K) ) ) ) ) - P1 = 0;

@SUM(EPIPEDA_PROTIMISIS_ORON(Z) : @SUM(KATHIGITES(J) : W(Z) * D(Z,J) ) ) - P2
= 0;

END

```

Πίνακας A-2: Τιμές Παραμέτρων.

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ | ΣΥΜΒΟΛΟ | ΤΙΜΗ |
|-------------------------|---------|------|
| Αριθμός Μαθημάτων | M | 115 |
| Αριθμός Καθηγητών | N | 35 |
| Αριθμός Αιθουσών | O | 5 |
| Αριθμός Ωρών | P | 20 |
| Επίπεδα Προτίμησης Ωρών | S | 4 |

Πίνακας A-3: Μαθήματα.

| A/A | ΜΑΘΗΜΑ | ΠΑΡΑΚΟΛΟΥ-ΘΗΣΙΜΟΤΗΤΑ | ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ | ΕΞΑΜΗΝΟ |
|-----|--|----------------------|-----------|---------|
| 1 | Εισαγωγή στη Διοίκηση Επιχειρήσεων | 230 | 1 | 1 |
| 2 | Κοινωνιολογία | 230 | 1 | 1 |
| 3 | Μαθηματικά για Διοίκηση Επιχειρήσεων I (1) | 200 | 2 | 1 |
| 4 | Μαθηματικά για Διοίκηση Επιχειρήσεων I (2) | 50 | 2 | 1 |
| 5 | Αρχές Πληροφορικής I | 230 | 2 | 1 |
| 6 | Ευρωπαϊκή Ένωση & Ελληνικές Επιχειρήσεις | 230 | 1 | 1 |
| 7 | Αστικό Δίκαιο | 230 | 1 | 1 |
| 8 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά I) (1) | 90 | 2 | 1 |
| 9 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά I) (2) | 50 | 2 | 1 |
| 10 | Ξένη Γλώσσα (Γαλλικά I) | 20 | 2 | 1 |
| 11 | Ξένη Γλώσσα (Γερμανικά I) | 40 | 2 | 1 |
| 12 | Ξένη Γλώσσα (Ιταλικά I) | 30 | 2 | 1 |
| 13 | Στατιστική I (1) | 180 | 2 | 2 |
| 14 | Στατιστική I (2) | 50 | 2 | 2 |
| 15 | Εμπορικό Δίκαιο | 230 | 1 | 2 |
| 16 | Αρχές Χρηματοοικονομικής Λογιστικής (1) | 180 | 2 | 2 |
| 17 | Αρχές Χρηματοοικονομικής Λογιστικής (2) | 50 | 2 | 2 |
| 18 | Μικροοικονομική | 230 | 1 | 2 |
| 19 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά II) (1) | 90 | 2 | 2 |
| 20 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά II) (2) | 50 | 2 | 2 |
| 21 | Ξένη Γλώσσα (Γαλλικά II) | 20 | 2 | 2 |

| A/A | ΜΑΘΗΜΑ | ΠΑΡΑΚΟΛΟΥ-ΘΗΣΙΜΟΤΗΤΑ | ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ | ΕΞΑΜΗΝΟ |
|-----|--|----------------------|-----------|---------|
| 22 | Ξένη Γλώσσα (Γερμανικά II) | 40 | 2 | 2 |
| 23 | Ξένη Γλώσσα (Ιταλικά II) | 30 | 2 | 2 |
| 24 | Εισαγωγή στη Παιδαγωγική | 35 | 1 | 2 |
| 25 | Μαθηματικά για Διοίκηση Επιχειρήσεων II | 35 | 1 | 2 |
| 26 | Επικοινωνία και Δημόσιες Σχέσεις | 140 | 1 | 2 |
| 27 | Αρχές Πληροφορικής II | 35 | 1 | 2 |
| 28 | Οργανωσιακή Θεωρία | 200 | 1 | 1 |
| 29 | Στοιχεία Οικονομικών & Ασφαλιστικών Μαθηματικών | 200 | 1 | 1 |
| 30 | Στατιστική II (1) | 100 | 2 | 1 |
| 31 | Στατιστική II (2) | 100 | 2 | 1 |
| 32 | Μακροοικονομική | 200 | 1 | 1 |
| 33 | Χρηματοοικονομική Λογιστική (1) | 100 | 1 | 1 |
| 34 | Χρηματοοικονομική Λογιστική (2) | 100 | 1 | 1 |
| 35 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά III) | 120 | 2 | 1 |
| 36 | Ξένη Γλώσσα (Γαλλικά III) | 20 | 2 | 1 |
| 37 | Ξένη Γλώσσα (Γερμανικά III) | 30 | 2 | 1 |
| 38 | Ξένη Γλώσσα (Ιταλικά III) | 30 | 2 | 1 |
| 39 | Αρχές Νομισματικής & Ευρωπαϊκό Νομισματικό Σύστημα | 60 | 1 | 1 |
| 40 | Στοιχεία Ασφαλιστικού & Ναυτικού Δικαίου | 60 | 1 | 1 |
| 41 | Δημόσια Οικονομική | 60 | 1 | 1 |
| 42 | Δίκαιο Εμπορικών Εταιριών | 60 | 1 | 1 |
| 43 | Ευρωπαϊκή Ένωση: Γυναίκα και Απασχόληση | 60 | 1 | 1 |
| 44 | Εισαγωγή στη Μεθοδολογία της Επιχειρηματικής Έρευνας | 60 | 1 | 1 |
| 45 | Ποσοτική Ανάλυση Διοικητικών Αποφάσεων I | 200 | 2 | 2 |
| 46 | Αρχές Μάρκετινγκ (1) | 100 | 1 | 2 |
| 47 | Αρχές Μάρκετινγκ (2) | 100 | 1 | 2 |
| 48 | Χρηματοοικονομικοί Οργανισμοί και Κεφαλαιαγορές | 200 | 1 | 2 |
| 49 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά IV) | 120 | 2 | 2 |
| 50 | Ξένη Γλώσσα (Γαλλικά IV) | 20 | 2 | 2 |
| 51 | Ξένη Γλώσσα (Γερμανικά IV) | 30 | 2 | 2 |
| 52 | Ξένη Γλώσσα (Ιταλικά IV) | 30 | 2 | 2 |
| 53 | Κοινωνικά Προβλήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση | 60 | 1 | 2 |
| 54 | Οικονομετρία | 35 | 1 | 2 |
| 55 | Στοιχεία Δημοσίου Δικαίου | 20 | 1 | 2 |
| 56 | Προγραμματισμός Η/Υ I | 35 | 1 | 2 |
| 57 | Επιχειρηματική Δεοντολογία | 35 | 1 | 2 |
| 58 | Δίκαιο Αξιογράφων | 20 | 1 | 2 |
| 59 | Διεθνής Αγορά Εργασίας και Νέα Προφίλ Στελεχών | 60 | 1 | 2 |
| 60 | Ευρωπαϊκή Πολιτική Εμπορίου | 60 | 1 | 2 |
| 61 | Διοίκηση Υπηρεσιών | 60 | 1 | 2 |
| 62 | Ποσοτική Ανάλυση Διοικητικών Αποφάσεων II | 180 | 1 | 1 |
| 63 | Χρηματοοικονομική I | 180 | 2 | 1 |
| 64 | Συμπεριφορά Καταναλωτή | 180 | 1 | 1 |
| 65 | Λογιστική Εταιρικών Επιχειρήσεων | 180 | 2 | 1 |
| 66 | Εφαρμοσμένη Ψυχολογία στις Επιχειρήσεις | 180 | 1 | 1 |
| 67 | Φορολογική Πρακτική | 35 | 1 | 1 |
| 68 | Εργασιακές Σχέσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση | 60 | 1 | 1 |
| 69 | Ελεγκτική | 35 | 1 | 1 |
| 70 | Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων | 60 | 1 | 1 |

| A/A | ΜΑΘΗΜΑ | ΠΑΡΑΚΟΛΟΥ-ΘΗΣΙΜΟΤΗΤΑ | ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ | ΕΞΑΜΗΝΟ |
|-----|---|----------------------|-----------|---------|
| 71 | Προγραμματισμός Η/Υ ΙΙ | 60 | 1 | 1 |
| 72 | Λήψη Αποφάσεων με χρήση Η/Υ | 60 | 1 | 1 |
| 73 | Τουριστικό Μάνατζμεντ | 60 | 1 | 1 |
| 74 | Οργανωσιακή Ανάπτυξη | 180 | 1 | 2 |
| 75 | Στρατηγικό Μάρκετινγκ (1) | 90 | 1 | 2 |
| 76 | Στρατηγικό Μάρκετινγκ (2) | 90 | 1 | 2 |
| 77 | Χρηματοοικονομική ΙΙ | 180 | 2 | 2 |
| 78 | Διοίκηση Παραγωγής Ι | 180 | 1 | 2 |
| 79 | Πληροφοριακή Οργάνωση Επιχειρήσεων | 180 | 2 | 2 |
| 80 | Σύγχρονες Μορφές Χρηματοδότησης | 60 | 1 | 2 |
| 81 | Επενδυτικές Μελέτες & Ευρωπαϊκή Χρηματοδότηση | 60 | 1 | 2 |
| 82 | Ειδικά Θέματα Ποσοτικών Μεθόδων | 35 | 1 | 2 |
| 83 | Τεχνικές Προσομοίωσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων | 35 | 1 | 2 |
| 84 | Ευρωπαϊκή Ολοκλήρωση και Κράτος Κοινωνικής Πρόνοιας | 60 | 1 | 2 |
| 85 | Εργατικό Δίκαιο | 35 | 1 | 2 |
| 86 | Αθλητικό Μάνατζμεντ | 60 | 1 | 2 |
| 87 | Εισαγωγή στις Διεθνείς Επιχειρηματικές Δραστηριότητες | 60 | 1 | 2 |
| 88 | Διοίκηση Μικρομεσαίων Επιχειρήσεων | 180 | 1 | 1 |
| 89 | Διοίκηση Παραγωγής ΙΙ | 180 | 1 | 1 |
| 90 | Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης (MIS) | 180 | 1 | 1 |
| 91 | Ευρωπαϊκή Οικονομική Ολοκλήρωση & Θεσμοί στην Αγορά Εργασίας | 180 | 1 | 1 |
| 92 | Ειδικά Θέματα Μάρκετινγκ | 60 | 1 | 1 |
| 93 | Ανάλυση Επιχειρηματικών Κινδύνων | 60 | 1 | 1 |
| 94 | Ειδικά Θέματα Χρηματοοικονομικής | 60 | 1 | 1 |
| 95 | Ειδικά Θέματα Η/Υ | 60 | 1 | 1 |
| 96 | Διοίκηση Δημοσίων Οργανισμών και Επιχειρήσεων | 35 | 1 | 1 |
| 97 | Ευρωπαϊκό Μάνατζμεντ Μεταφορών & Περιβάλλοντος | 60 | 1 | 1 |
| 98 | Εφοδιαστική (Logistics) | 60 | 1 | 1 |
| 99 | Η Επιχείρηση στο Διεθνές Οικονομικό Περιβάλλον | 60 | 1 | 1 |
| 100 | Ειδικά Θέματα Οργανωσιακής Θεωρίας | 35 | 1 | 1 |
| 101 | Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων | 180 | 1 | 2 |
| 102 | Στρατηγική Επιχειρήσεων | 180 | 2 | 2 |
| 103 | Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (1) | 90 | 1 | 2 |
| 104 | Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (2) | 90 | 1 | 2 |
| 105 | Κοστολόγηση και Λογιστική Κόστους | 180 | 2 | 2 |
| 106 | Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων | 35 | 1 | 2 |
| 107 | Ειδικά Θέματα στη Διοίκηση Παραγωγής | 60 | 1 | 2 |
| 108 | Επιχειρηματική Μελέτη | 180 | 1 | 2 |
| 109 | Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία | 60 | 1 | 2 |
| 110 | Παιδαγωγική Ειδική Διδακτική | 60 | 1 | 2 |
| 111 | Διοίκηση Νοσηλευτικών Μονάδων | 35 | 1 | 2 |
| 112 | Ειδικά Θέματα Διοίκησης Ανθρώπινων Πόρων | 60 | 1 | 2 |
| 113 | Θεωρία και Τεχνικές Διαπραγμάτευσης Εταιρικών Συμβάσεων | 60 | 1 | 2 |
| 114 | Τεχνικές & Διαδικασίες Εξαγωγών | 60 | 1 | 2 |
| 115 | Αξιοποίηση Ανθρώπινου Δυναμικού και Συστήματα Βελτίωσης Ποιότητας | 60 | 1 | 2 |

Πίνακας Α-4: Καθηγητές.

| A/A | ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ |
|-----|----------------------------|
| 1 | Λάζος Βάιος |
| 2 | Ξηροτύρη - Κουφίδου Στέλλα |
| 3 | Ξουρής Δημήτριος |
| 4 | Πιπερόπουλος Γεώργιος |
| 5 | Ταραμπάνης Κων/νος |
| 6 | Αλεξανδράκης Αθανάσιος |
| 7 | Γεωργίου Ανδρέας |
| 8 | Δημητριάδη Ζωή |
| 9 | Μιχαήλ Δημήτριος |
| 10 | Σουμπενιώτης Δημήτριος |
| 11 | Χατζηδημητρίου Ιωάννης |
| 12 | Καραγιώργος Θεοφάνης |
| 13 | Νικολάου Άννα |
| 14 | Χριστοδούλου Πέτρος |
| 15 | Αλετράς Βασίλειος |
| 16 | Ανδρονικίδης Ανδρέας |
| 17 | Βασιλειάδης Χρήστος |
| 18 | Βούζας Φώτιος |
| 19 | Γκοτζαμάνη Αικατερίνη |
| 20 | Ελευθεριάδης Ιορδάνης |
| 21 | Άγνωστος 1 |
| 22 | Άγνωστος 2 |
| 23 | Άγνωστος 3 |
| 24 | Άγνωστος 4 |
| 25 | Άγνωστος 5 |
| 26 | Άγνωστος 6 |
| 27 | Άγνωστος 7 |
| 28 | Άγνωστος 8 |
| 29 | Άγνωστος 9 |
| 30 | Άγνωστος 10 |
| 31 | Άγνωστος 11 |
| 32 | Άγνωστος 12 |
| 33 | Άγνωστος 13 |
| 34 | Άγνωστος 14 |
| 35 | Άγνωστος 15 |

Πίνακας Α-5: Αντιστοίχιση Μαθημάτων – Καθηγητών.

| ΜΑΘΗΜΑ | | ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ | |
|--------|--|------------------------|----|
| 1 | Εισαγωγή στη Διοίκηση Επιχειρήσεων | Ξουρής Δημήτριος | 3 |
| 2 | Κοινωνιολογία | Πιπερόπουλος Γεώργιος | 4 |
| 3 | Μαθηματικά για Διοίκηση Επιχειρήσεων Ι (1) | Αλεξανδράκης Αθανάσιος | 6 |
| 4 | Μαθηματικά για Διοίκηση Επιχειρήσεων Ι (2) | Αλεξανδράκης Αθανάσιος | 6 |
| 5 | Αρχές Πληροφορικής Ι | Ταραμπάνης Κων/νος | 5 |
| 6 | Ευρωπαϊκή Ένωση & Ελληνικές Επιχειρήσεις | Λάζος Βάιος | 1 |
| 7 | Αστικό Δίκαιο | Άγνωστος 1 | 21 |
| 8 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά Ι) (1) | Άγνωστος 2 | 22 |
| 9 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά Ι) (2) | Άγνωστος 2 | 22 |

| ΜΑΘΗΜΑ | | ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ | |
|--------|--|-------------------------------|----|
| 10 | Ξένη Γλώσσα (Γαλλικά I) | Άγνωστος 3 | 23 |
| 11 | Ξένη Γλώσσα (Γερμανικά I) | Άγνωστος 4 | 24 |
| 12 | Ξένη Γλώσσα (Ιταλικά I) | Άγνωστος 5 | 25 |
| 13 | Στατιστική I (1) | Νικολάου Άννα | 13 |
| 14 | Στατιστική I (2) | Χριστοδούλου Πέτρος | 14 |
| 15 | Εμπορικό Δίκαιο | Άγνωστος 6 | 26 |
| 16 | Αρχές Χρηματοοικονομικής Λογιστικής (1) | Καραγιώργος Θεοφάνης | 12 |
| 17 | Αρχές Χρηματοοικονομικής Λογιστικής (2) | Καραγιώργος Θεοφάνης | 12 |
| 18 | Μικροοικονομική | Χατζηδημητρίου Ιωάννης | 11 |
| 19 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά II) (1) | Άγνωστος 2 | 22 |
| 20 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά II) (2) | Άγνωστος 2 | 22 |
| 21 | Ξένη Γλώσσα (Γαλλικά II) | Άγνωστος 3 | 23 |
| 22 | Ξένη Γλώσσα (Γερμανικά II) | Άγνωστος 4 | 24 |
| 23 | Ξένη Γλώσσα (Ιταλικά II) | Άγνωστος 5 | 25 |
| 24 | Εισαγωγή στη Παιδαγωγική | Άγνωστος 7 | 27 |
| 25 | Μαθηματικά για Διοίκηση Επιχειρήσεων II | Αλεξανδράκης Αθανάσιος | 6 |
| 26 | Επικοινωνία και Δημόσιες Σχέσεις | Πιπερόπουλος Γεώργιος | 4 |
| 27 | Αρχές Πληροφορικής II | Ταραμπάνης Κων/νος | 5 |
| 28 | Οργανωσιακή Θεωρία | Ξηροτύρη - Κουφίδου Στέλλα | 2 |
| 29 | Στοιχεία Οικονομικών & Ασφαλιστικών Μαθηματικών | Αλεξανδράκης Αθανάσιος | 6 |
| 30 | Στατιστική II (1) | Νικολάου Άννα | 13 |
| 31 | Στατιστική II (2) | Χριστοδούλου Πέτρος | 14 |
| 32 | Μακροοικονομική | Χατζηδημητρίου Ιωάννης | 11 |
| 33 | Χρηματοοικονομική Λογιστική (1) | Καραγιώργος Θεοφάνης | 12 |
| 34 | Χρηματοοικονομική Λογιστική (2) | Καραγιώργος Θεοφάνης | 12 |
| 35 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά III) | Άγνωστος 2 | 22 |
| 36 | Ξένη Γλώσσα (Γαλλικά III) | Άγνωστος 2 | 22 |
| 37 | Ξένη Γλώσσα (Γερμανικά III) | Άγνωστος 3 | 23 |
| 38 | Ξένη Γλώσσα (Ιταλικά III) | Άγνωστος 4 | 24 |
| 39 | Αρχές Νομισματικής & Ευρωπαϊκό Νομισματικό Σύστημα | Λάζος Βάιος | 1 |
| 40 | Στοιχεία Ασφαλιστικού & Ναυτικού Δικαίου | Άγνωστος 8 | 28 |
| 41 | Δημόσια Οικονομική | Αλετράς Βασίλειος | 15 |
| 42 | Δίκαιο Εμπορικών Εταιριών | Άγνωστος 9 | 29 |
| 43 | Ευρωπαϊκή Ένωση: Γυναίκα και Απασχόληση | Μιχαήλ Δημήτριος | 9 |
| 44 | Εισαγωγή στη Μεθοδολογία της Επιχειρηματικής Έρευνας | Δημητριάδη Ζωή | 8 |
| 45 | Ποσοτική Ανάλυση Διοικητικών Αποφάσεων I | Γεωργίου Ανδρέας | 7 |
| 46 | Αρχές Μάρκετινγκ (1) | Χατζηδημητρίου Ιωάννης | 11 |
| 47 | Αρχές Μάρκετινγκ (2) | Καραγιώργος Θεοφάνης | 12 |
| 48 | Χρηματοοικονομικοί Οργανισμοί και Κεφαλαιαγορές | Σουμπενιώτης Δημήτριος | 10 |
| 49 | Ξένη Γλώσσα (Αγγλικά IV) | Άγνωστος 2 | 22 |
| 50 | Ξένη Γλώσσα (Γαλλικά IV) | Άγνωστος 3 | 23 |
| 51 | Ξένη Γλώσσα (Γερμανικά IV) | Άγνωστος 4 | 24 |
| 52 | Ξένη Γλώσσα (Ιταλικά IV) | Άγνωστος 5 | 25 |
| 53 | Κοινωνικά Προβλήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση | Πιπερόπουλος Γεώργιος | 4 |
| 54 | Οικονομετρία | Χριστοδούλου Πέτρος | 14 |
| 55 | Στοιχεία Δημοσίου Δικαίου | Άγνωστος 10 | 30 |
| 56 | Προγραμματισμός Η/Υ I | Ταραμπάνης Κων/νος | 5 |
| 57 | Επιχειρηματική Δεοντολογία | Ξηροτύρη - Κουφίδου Στέλλα | 2 |
| 58 | Δίκαιο Αξιογράφων | Άγνωστος 11 | 31 |

| ΜΑΘΗΜΑ | | ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ | |
|--------|--|-------------------------------|----|
| 59 | Διεθνής Αγορά Εργασίας και Νέα Προφίλ Στελεχών | Μιχαήλ Δημήτριος | 9 |
| 60 | Ευρωπαϊκή Πολιτική Εμπορίου | Λάζος Βάιος | 1 |
| 61 | Διοίκηση Υπηρεσιών | Δημητριάδη Ζωή | 8 |
| 62 | Ποσοτική Ανάλυση Διοικητικών Αποφάσεων II | Γεωργίου Ανδρέας | 7 |
| 63 | Χρηματοοικονομική I | Ελευθεριάδης Ιορδάνης | 20 |
| 64 | Συμπεριφορά Καταναλωτή | Ανδρονικίδης Ανδρέας | 16 |
| 65 | Λογιστική Εταιρικών Επιχειρήσεων | Καραγιώργος Θεοφάνης | 12 |
| 66 | Εφαρμοσμένη Ψυχολογία στις Επιχειρήσεις | Πιπερόπουλος Γεώργιος | 4 |
| 67 | Φορολογική Πρακτική | Καραγιώργος Θεοφάνης | 12 |
| 68 | Εργασιακές Σχέσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση | Ξηροτύρη - Κουφίδου Στέλλα | 2 |
| 69 | Ελεγκτική | Άγνωστος 12 | 32 |
| 70 | Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων | Νικολάου Άννα | 13 |
| 71 | Προγραμματισμός Η/Υ II | Ταραμπάνης Κων/νος | 5 |
| 72 | Λήψη Αποφάσεων με χρήση Η/Υ | Γεωργίου Ανδρέας | 7 |
| 73 | Τουριστικό Μάνατζμεντ | Βασιλειάδης Χρήστος | 17 |
| 74 | Οργανωσιακή Ανάπτυξη | Ξουρής Δημήτριος | 3 |
| 75 | Στρατηγικό Μάρκετινγκ (1) | Ανδρονικίδης Ανδρέας | 16 |
| 76 | Στρατηγικό Μάρκετινγκ (2) | Βασιλειάδης Χρήστος | 17 |
| 77 | Χρηματοοικονομική II | Ελευθεριάδης Ιορδάνης | 20 |
| 78 | Διοίκηση Παραγωγής I | Γκοτζαμάνη Αικατερίνη | 19 |
| 79 | Πληροφοριακή Οργάνωση Επιχειρήσεων | Ταραμπάνης Κων/νος | 5 |
| 80 | Σύγχρονες Μορφές Χρηματοδότησης | Ελευθεριάδης Ιορδάνης | 20 |
| 81 | Επενδυτικές Μελέτες & Ευρωπαϊκή Χρηματοδότηση | Λάζος Βάιος | 1 |
| 82 | Ειδικά Θέματα Ποσοτικών Μεθόδων | Αλεξανδράκης Αθανάσιος | 6 |
| 83 | Τεχνικές Προσομοίωσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων | Γεωργίου Ανδρέας | 7 |
| 84 | Ευρωπαϊκή Ολοκλήρωση και Κράτος Κοινωνικής Πρόνοιας | Μιχαήλ Δημήτριος | 9 |
| 85 | Εργατικό Δίκαιο | Άγνωστος 13 | 33 |
| 86 | Αθλητικό Μάνατζμεντ | Βασιλειάδης Χρήστος | 17 |
| 87 | Εισαγωγή στις Διεθνείς Επιχειρηματικές Δραστηριότητες | Χατζηδημητρίου Ιωάννης | 11 |
| 88 | Διοίκηση Μικρομεσαίων Επιχειρήσεων | Ξουρής Δημήτριος | 3 |
| 89 | Διοίκηση Παραγωγής II | Γκοτζαμάνη Αικατερίνη | 19 |
| 90 | Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης (MIS) | Ταραμπάνης Κων/νος | 5 |
| 91 | Ευρωπαϊκή Οικονομική Ολοκλήρωση & Θεσμοί στην Αγορά Εργασίας | Μιχαήλ Δημήτριος | 9 |
| 92 | Ειδικά Θέματα Μάρκετινγκ | Βασιλειάδης Χρήστος | 17 |
| 93 | Ανάλυση Επιχειρηματικών Κινδύνων | Ελευθεριάδης Ιορδάνης | 20 |
| 94 | Ειδικά Θέματα Χρηματοοικονομικής | Σουμπενιώτης Δημήτριος | 10 |
| 95 | Ειδικά Θέματα Η/Υ | Ταραμπάνης Κων/νος | 5 |
| 96 | Διοίκηση Δημοσίων Οργανισμών και Επιχειρήσεων | Σουμπενιώτης Δημήτριος | 10 |
| 97 | Ευρωπαϊκό Μάνατζμεντ Μεταφορών & Περιβάλλοντος | Μιχαήλ Δημήτριος | 9 |
| 98 | Εφοδιαστική (Logistics) | Βούζας Φώτιος | 18 |
| 99 | Η Επιχείρηση στο Διεθνές Οικονομικό Περιβάλλον | Χατζηδημητρίου Ιωάννης | 11 |
| 100 | Ειδικά Θέματα Οργανωσιακής Θεωρίας | Δημητριάδη Ζωή | 8 |
| 101 | Διοίκηση Ανθρωπίνων Πόρων | Ξηροτύρη - Κουφίδου Στέλλα | 2 |
| 102 | Στρατηγική Επιχειρήσεων | Σουμπενιώτης Δημήτριος | 10 |
| 103 | Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (1) | Γκοτζαμάνη Αικατερίνη | 19 |
| 104 | Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (2) | Βούζας Φώτιος | 18 |
| 105 | Κοστολόγηση και Λογιστική Κόστους | Καραγιώργος Θεοφάνης | 12 |
| 106 | Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων | Ταραμπάνης Κων/νος | 5 |

| ΜΑΘΗΜΑ | | ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ | |
|---------------|---|------------------------|-----------|
| 107 | Ειδικά Θέματα στη Διοίκηση Παραγωγής | Γκοτζαμάνη Αικατερίνη | 19 |
| 108 | Επιχειρηματική Μελέτη | Αλετράς Βασίλειος | 15 |
| 109 | Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία | Ξουρής Δημήτριος | 3 |
| 110 | Παιδαγωγική Ειδική Διδακτική | Άγνωστος 14 | 34 |
| 111 | Διοίκηση Νοσηλευτικών Μονάδων | Αλετράς Βασίλειος | 15 |
| 112 | Ειδικά Θέματα Διοίκησης Ανθρώπινων Πόρων | Δημητριάδη Ζωή | 8 |
| 113 | Θεωρία και Τεχνικές Διαπραγμάτευσης Εταιρικών Συμβάσεων | Σουμπενιώτης Δημήτριος | 10 |
| 114 | Τεχνικές & Διαδικασίες Εξαγωγών | Άγνωστος 15 | 35 |
| 115 | Αξιοποίηση Ανθρώπινου Δυναμικού και Συστήματα Βελτίωσης Ποιότητας | Βούζας Φώτιος | 18 |

Πίνακας Α-6: Προτιμήσεις Καθηγητών για ώρες.

| | | ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ ΓΙΑ ΩΡΕΣ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Δευτέρα | | | | Τρίτη | | | | Τετάρτη | | | | Πέμπτη | | | | Παρασκευή | | | |
| | | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 |
| ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | Λάζος Βάιος | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| 2 | Ξηροτύρη - Κουφίδου Στέλλα | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| 3 | Ξουρής Δημήτριος | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| 4 | Πιπερόπουλος Γεώργιος | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 |
| 5 | Ταραμπάνης Κων/νος | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| 6 | Αλεξανδράκης Αθανάσιος | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 7 | Γεωργίου Ανδρέας | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 8 | Δημητριάδη Ζωή | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 9 | Μιχαήλ Δημήτριος | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 10 | Σουμπενιώτης Δημήτριος | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| 11 | Χατζηδημητρίου Ιωάννης | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 12 | Καραγιώργος Θεοφάνης | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 13 | Νικολάου Άννα | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 14 | Χριστοδούλου Πέτρος | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 15 | Αλετράς Βασίλειος | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 16 | Ανδρονικίδης Ανδρέας | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 17 | Βασιλειάδης Χρήστος | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 18 | Βούζας Φώτιος | 1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 19 | Γκοτζαμάνη Αικατερίνη | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 20 | Ελευθεριάδης Ιορδάνης | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 21 | Άγνωστος 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 22 | Άγνωστος 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 23 | Άγνωστος 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 24 | Άγνωστος 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 25 | Άγνωστος 5 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |

| ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ ΓΙΑ ΩΡΕΣ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Δευτέρα | | | | Τρίτη | | | | Τετάρτη | | | | Πέμπτη | | | | Παρασκευή | | | |
| | | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 | 09:00-12:00 | 12:00-15:00 | 15:00-18:00 | 18:00-21:00 |
| ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 26 | Άγνωστος 6 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 27 | Άγνωστος 7 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 28 | Άγνωστος 8 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 29 | Άγνωστος 9 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 30 | Άγνωστος 10 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 31 | Άγνωστος 11 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 32 | Άγνωστος 12 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 33 | Άγνωστος 13 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 34 | Άγνωστος 14 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 35 | Άγνωστος 15 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 |

Πίνακας Α-7: Αίθουσες.

| ΑΙΘΟΥΣΑ | | ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ |
|---------|--------------|--------------|
| 1 | Αίθουσα 5 | 90 |
| 2 | Αίθουσα 6 | 50 |
| 3 | Αμφιθέατρο 2 | 200 |
| 4 | Αμφιθέατρο 8 | 90 |
| 5 | Αμφιθέατρο 9 | 90 |

Πίνακας Α-8: Διαφορά Παρακολουθησιμότητας από Δυναμικότητα.

| DDYNPAR | | | | | |
|---------|---------|-----|----|-----|-----|
| ΜΑΘΗΜΑ | ΑΙΘΟΥΣΑ | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 140 | 180 | 30 | 140 | 140 |
| 2 | 140 | 180 | 30 | 140 | 140 |
| 3 | 110 | 150 | 0 | 110 | 110 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 140 | 180 | 30 | 140 | 140 |
| 6 | 140 | 180 | 30 | 140 | 140 |
| 7 | 140 | 180 | 30 | 140 | 140 |
| 8 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 140 | 180 | 30 | 140 | 140 |
| 16 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 140 | 180 | 30 | 140 | 140 |
| 19 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 110 | 150 | 0 | 110 | 110 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 110 | 150 | 0 | 110 | 110 |
| 29 | 110 | 150 | 0 | 110 | 110 |
| 30 | 10 | 50 | 0 | 10 | 10 |
| 31 | 10 | 50 | 0 | 10 | 10 |
| 32 | 110 | 150 | 0 | 110 | 110 |
| 33 | 10 | 50 | 0 | 10 | 10 |
| 34 | 10 | 50 | 0 | 10 | 10 |
| 35 | 30 | 70 | 0 | 30 | 30 |

| DDYNPAR | | | | | |
|---------|---------|-----|---|-----|-----|
| ΜΑΘΗΜΑ | ΑΙΘΟΥΣΑ | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 42 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 44 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 110 | 150 | 0 | 110 | 110 |
| 46 | 10 | 50 | 0 | 10 | 10 |
| 47 | 10 | 50 | 0 | 10 | 10 |
| 48 | 110 | 150 | 0 | 110 | 110 |
| 49 | 30 | 70 | 0 | 30 | 30 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 59 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 61 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 62 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 63 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 64 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 65 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 66 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 68 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 70 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 71 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 72 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 73 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 74 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 75 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 76 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 77 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 78 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 79 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 80 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 81 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| DDYNPAR | | | | | |
|---------|---------|-----|---|----|----|
| ΜΑΘΗΜΑ | ΑΙΘΟΥΣΑ | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 84 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 86 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 87 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 88 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 89 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 90 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 91 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 92 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 93 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 94 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 95 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 96 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 97 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 98 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 99 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 101 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 102 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 103 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 104 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 105 | 90 | 130 | 0 | 90 | 90 |
| 106 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 107 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 108 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 109 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 110 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 112 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 113 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 114 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 115 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |

Πίνακας Α-9: Συντελεστές βαρύτητας επιπέδων προτίμησης ωρών.

| ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ | W |
|-----------------------|---|
| 1 | 0 |
| 2 | 1 |
| 3 | 2 |
| 4 | 3 |