

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΙΦΥΛΗΣ ΓΡΑΨΑ

ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ ΔΕΥΑ:



Σχολή **ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ** Πολυτεχνείο Κρήτης
Χανιά, Νοέμβριος 2016
Επιβλέπων καθηγητής: **Ευαγγελος Διαμαντοπουλος**

Περιεχόμενα:

<u>Περίληψη</u>σελ.	5
1. Κεφάλαιο 1: ΔΕΥΑ: Έννοια & μορφή, πλαίσιο οργάνωσης & λειτουργίας, αντικείμενο, φύση εργασιών, μέλη ένωσης, εργαζόμενοι, οικονομικοί πόροι, ΕΔΕΥΑ, παρούσα κατάσταση, ελλείμματα κλπ.....σελ.6	
1.1.Εισαγωγή.....σελ.	6
1.2.Ο Σκοπός των ΔΕΥΑ.....σελ.6	
1.3.Το Διοικητικό Συμβούλιο.....σελ.7	
1.4. Ο Πρόεδρος.....σελ.9	
1.5.Ο Γενικός Διευθυντής.....σελ.9	
1.6.Ο Γενικός Γραμματέας.....σελ.10	
1.7.Ο Διαχειριστικός Έλεγχος.....σελ.10	
1.8.Οι Εργαζόμενοι.....σελ.11	
1.9.Η Περιουσία της Επιχείρησης.....σελ.12	
1.10.Οι Πόροι της Επιχείρησης.....σελ.12	
1.11.Ενημερωτικό Τεύχος.....σελ.13	
1.12.Κανονισμοί Δικτύων.....σελ.14	
1.13.Απαλλοτριώσεις.....σελ.	14
1.14.Τιμολόγια.....σελ.	15
1.15.Διαφοροποίηση Τελών.....σελ.15	
1.16.Η ΕΔΕΥΑ.....σελ.15	
1.16.α.Ιστορικό.....σελ.	15

1.16.β.Δραστηριότητες.....σελ.16

2. **2^ο κεφάλαιο:** Χρηματοοικονομική ανάλυση λογιστικών καταστάσεων με χρήση δεικτών.

Ανάλυση των χρηματοοικονομικών δεικτών,
ερμηνεία.....σελ.19

2.1.Γενικά.....σελ.19

2.2.Παρουσίαση Χρημ/κων

Δεικτών.....σελ.21

2.2.Α.ΔΕΙΚΤΕΣ

ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....σελ.21

2.2.Β.ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....σελ.25

2.2.Γ.ΔΕΙΚΤΕΣ

ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ/ΡΕΥΣΤΟΤΗΤΑΣ.....σελ.26

2.2.Δ.ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΟΜΗΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΩΝ-ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ....σελ.29

3. **Κεφάλαιο 3^ο:** Παρουσίαση δείγματος, ΔΕΥΑ, έτη. Παρουσίαση δεικτών με νούμερα, ανάλυση ανα έτος και σχεδιαγράμματα.....σελ.30

3.1.2011.....σελ.31

3.2.2012.....σελ.36

3.3.2013.....σελ.41

3.4.2014.....σελ.46

4. **Κεφάλαιο 4^ο:** Πολυκριτήρια ανάλυση και μεθοδολογία PROMETHEE. Θεωρία & εφαρμογή μεθοδολογίας. Εκτίμηση αποτελεσμάτων και συμπεράσματα.....σελ.51

4.1.Πολυκριτήρια
ανάλυση.....σελ.51

4.1.α.Ο Πίνακας
Αποδοτικότητας.....σελ.57

4.1.β.Σκορ και
Βάρη.....σελ.58

4.1.γ.Μεθοδολογία της Πολυκριτήριας
Ανάλυσης.....σελ.59

4.1.δ.Καθορισμός Συντελεστών
Βαρύτητας.....σελ.62

4.1.ε.Επιλογή Βέλτιστης
Απόφασης.....σελ.63

4.1.στ.Σύστημα λήψης αποφάσεων με χρήση αθροιστικής συνάρτησης ομάδων
κριτηρίων (Πολυκριτηριακή θεωρία αξίας ή χρησιμότητας - Multi -
Attribute Value or Utility
Theory).....σελ.64

4.1.ζ.Σύστημα λήψης αποφάσεων με καθορισμό μεμονωμένων κριτηρίων και
σύγκριση σεναρίων ανά ζεύγη σε κάθε κριτήριο (Προσέγγιση σχέσεων
υπεροχής - Outranking
approaches).....σελ.66

4.2.Μέθοδοι
PROMETHEE.....σελ.67

4.3.Εκτίμηση
Αποτελεσμάτων.....σελ.74

4.4.Αλλαγές που θα μπορούσαμε να κάνουμε για πιο ολ/μένα
συμπεράσματα.....σελ.75

Βιβλιογραφία.....σελ.7

Abstract

The insufficiency of the existing models to cope with the multidimensional problems of real life, with the use of only one criterion, led to the development of the Multi-Criteria Decision Making. Because of the presence of multiple and contradictory evaluation criteria of the alternative decisions, the multi-criterion problems are problems of low figuration level. The difficulty to apply the theory with only one model in every case of decision-making, led to the development of alternative models. In this essay, the most important Multicriteria methods will be presented and emphasis will be given in ELECTRE and PROMETHEE methods. Furthermore, the application of the above mentioned methods in a realist multicriterion problem will help us understand the philosophy of the outranking methods and draw conclusions regarding the effectiveness and the validity of these methods

Περίληψη:

Στην εργασία αυτή, στο **1^ο κεφάλαιο**, μελετήθηκε η μορφή, το πλαίσιο οργάνωσης και λειτουργίας, τα αντικείμενα εργασιών και η οικονομική κατάσταση των Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης και Αποχέτευσης που λειτουργούν στην Ελλάδα, γνωστές και ως ΔΕΥΑ. Γνωρίσαμε επίσης την ΕΔΕΥΑ, την Ένωση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης - Αποχέτευσης, η οποία ιδρύθηκε το 1989 και αποτελεί όργανο κοινής εκπροσώπησης των 118 ΔΕΥΑ σε σύνολο 130 περίπου που λειτουργούν στη χώρα μας.

Εν συνεχεία, στο **2^ο κεφάλαιο**, έγινε περιγραφή της χρηματοοικονομικής ανάλυσης, μεθοδολογίας η οποία χρησιμοποιείται για να συνοψίζουμε μεγάλο αριθμό χρηματοοικονομικών δεδομένων, προκειμένου η πορεία κάποιας εταιρείας να αξιολογηθεί στο πέρασμα του χρόνου και να συγκριθεί με την αντίστοιχη πορεία άλλων επιχειρήσεων του κλάδου της. Βασικό εργαλείο των ερευνητών στα πλαίσια της

χρηματοοικονομικής ανάλυσης αποτελούν οι χρηματοοικονομικοί δείκτες ή αριθμοδείκτες. Παρουσιάστηκαν λοιπόν 16 τέτοιοι δείκτες, χωρισμένοι σε 4 βασικές κατηγορίες: Α. Δείκτες Αποδοτικότητας, Β. Δείκτες Επίδοσης Διαχείρισης, Γ. Δείκτες Φερεγγυότητας / Ρευστότητας και Δ. Δείκτες Δομής Ενεργητικών - Παθητικών Στοιχείων.

Στο **3^ο κεφάλαιο**, έγινε παρουσίαση των 16 προαναφερθέντων δεικτών, με νούμερα ανά έτος, για ένα δείγμα ΔΕΥΑ από όλα τα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας, για τα έτη 2011 έως 2014. Η παρουσίαση αυτή συνοδεύτηκε από διαγράμματα ανά έτος για τους δείκτες: 4.(Βιομηχανικής Αποδοτικότητας), 7.(Κυκλοφορίας Υποχρεώσεων), 9.(Σημασίας Γεν. Και Διοικ. Εξόδων), 12.(Κυκλοφοριακής Ρευστότητας) και 13.(Άμεσης Ρευστότητας). Οι δείκτες αυτοί επιλέχθηκαν ανάμεσα στους άλλους διότι από την επεξεργασία των δεικτών που έγινε στο παρακάτω κεφάλαιο διαπιστώθηκε ότι δίνουν επαρκή πληροφόρηση για την χρηματοοικονομική συμπεριφορά των επιχειρήσεων καθώς προέρχονται από τις πιο σημαντικές περιοχές της επιχειρηματικής δραστηριότητας, αλλά και από διαφορετικές κατηγορίες των χρηματοοικονομικών δεικτών.

Στο **4^ο κεφάλαιο**, δόθηκε η ερμηνεία της πολυκριτήριας ανάλυσης και της μεθοδολογίας PROMETHEE. Έγινε εφαρμογή της μεθοδολογίας για επεξεργασία των δεδομένων του προηγούμενου κεφαλαίου. Τέλος δόθηκε μια εκτίμηση αποτελεσμάτων και μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

1. Κεφάλαιο 1^ο:

ΔΕΥΑ: Έννοια & μορφή, πλαίσιο οργάνωσης & λειτουργίας, αντικείμενο, φύση εργασιών, μέλη ένωσης, εργαζόμενοι, οικονομικοί πόροι, ΕΔΕΥΑ, παρούσα κατάσταση, ελλείμματα κλπ

1.1.Εισαγωγή:

Για την άσκηση των κάθε είδους δραστηριοτήτων του κυκλώματος υδρεύσεως και αποχετεύσεως οικιστικών κέντρων της Χώρας, ξεκίνησε το 1980, σε κάθε Δήμο της Χώρας, η σύσταση επιχειρήσεων ύδρευσης και αποχέτευσης (γνωστές σήμερα ως

ΔΕΥΑ). Οι ανωτέρω Επιχειρήσεις αποτελούν ίδια Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου κοινωφελούς χαρακτήρος, διεπόμενα υπό των κανόνων της Ιδιωτικής οικονομίας, εφ' όσον δεν ορίζεται αλλιώς από το νόμο. Οι επιχειρήσεις υδρεύσεως και αποχετεύσεως λειτουργούν από τότε υπό μορφή Δημοτικής επιχείρησης και είναι αρμόδιες για τη μελέτη, κατασκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, διοίκηση και λειτουργία των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης ακαθάρτων και όμβριων υδάτων και μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων της περιοχής αρμοδιότητός τους.

Η σύσταση κάθε επιχείρησης ενεργείται με απόφαση των οικείων Δημοτικών Συμβουλίων και εγκρίνεται με πράξη του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας, από την οποία ορίζεται η επωνυμία, η έδρα, λόγοι που δικαιολογούν τη σύστασή της, τα παραχωρούμενα σε αυτή περιουσιακά στοιχεία, ο τρόπος εκμετάλλευσης των έργων ή υπηρεσιών και τα έσοδα απ' αυτές και η περιοχή της επιχείρησης. Η υπό ενός Δήμου συνιστωμένη επιχείρηση διοικείται από το Διοικητικό Συμβούλιο του οποίου τα μέλη, ο Πρόεδρος και Αντιπρόεδρος ορίζονται σύμφωνα με τις διατάξεις περί συγκροτήσεως, της Επιτροπής Δημοτικών Επιχειρήσεων του Δημοτικού Κώδικα. Ενώ όταν πρόκειται για επιχείρηση συνιστώμενη από περισσότερους του ενός Δήμους, αυτή διοικείται από συμβούλιο, ο αριθμός των μελών του οποίου ορίζεται από τις αποφάσεις περί συστάσεως της επιχείρησης των οικείων Δημοτικών Συμβουλίων.

1.2 Ο Σκοπός των ΔΕΥΑ:

Με αποφάσεις των δημοτικών συμβουλίων, που εγκρίνονται από τον Γενικό Γραμματέα της οικείας Περιφέρειας, μπορεί να διευρυνθεί ο σκοπός των επιχειρήσεων και να περιλάβει και τους ακόλουθους τομείς στην περιοχή της αρμοδιότητάς τους:

- α) την άρδευση
- β) τη συγκέντρωση, μεταφορά και διάθεση απορριμμάτων,
- γ) τη μελέτη, κατασκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, διοίκηση και λειτουργία των δικτύων τηλεθέρμανσης,
- δ) τη μελέτη, κατασκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, επίβλεψη, διοίκηση και λειτουργία των δικτύων φυσικού αερίου, σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία,
- ε) την εμφιάλωση και εμπορία νερού,
- στ) τη διαχείριση, αξιοποίηση και εμπορία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προέρχονται από το αντικείμενο δραστηριότητας των δημοτικών επιχειρήσεων

ύδρευσης και αποχέτευσης ή των δραστηριοτήτων των οικείων οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης.

Με την ίδια απόφαση ρυθμίζονται τα θέματα της μεταβίβασης αρμοδιοτήτων, υποχρεώσεων, πόρων και συναφών θεμάτων, αναγκαίων για την εκτέλεση των παραπάνω έργων.

1.3.Το Διοικητικό Συμβούλιο:

Το Συμβούλιο, συγκαλούμενο από το Δήμαρχο της έδρας της επιχείρησης, εκλέγει μεταξύ των μελών του, τον Πρόεδρο και τον Αντιπρόεδρο. Στο Διοικητικό Συμβούλιο μετέχει, άνευ ψήφου, ως εισηγητής των προς συζήτηση θεμάτων, ο Γενικός Διευθυντής της επιχείρησης. Καθήκοντα γραμματέως του Διοικητικού Συμβουλίου ασκεί ένας από τους υπαλλήλους της επιχείρησης, οριζόμενος από τον Πρόεδρο.

Μέλη του Διοικητικού Συμβουλίου δεν μπορούν να είναι συγγενείς μεταξύ τους εξ αίματος ή αγχιστείας μέχρι και τρίτου βαθμού, ούτε να είναι υφ' οιαδήποτε μορφή εργολάβοι ή προμηθευτές της επιχείρησης ή μέλη Διοικητικού Συμβουλίου ή υπάλληλοι ομοειδούς επιχείρησης.

Η αποζημίωση του Προέδρου, των μελών, του εισηγητή και γραμματέα του Δ.Σ. της επιχείρησης καθορίζεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας μετά από πρόταση του Διοικητικού Συμβουλίου και δεν μπορεί να υπερβαίνει το ύψος του ποσού που εισπράττουν τα μέλη του δημοτικού συμβουλίου του οικείου δήμου ως αποζημίωση για τη συμμετοχή τους στις συνεδριάσεις του δημοτικού συμβουλίου.

Με όμοια απόφαση, που εκδίδεται μετά από εισήγηση του Διοικητικού Συμβουλίου, μπορεί να ορίζεται ότι ένα από τα μέλη του έχει πλήρη απασχόληση με αμοιβή στην επιχείρηση και να καθορίζονται οι αρμοδιότητές του και το ύψος της αμοιβής του.

Το Διοικητικό Συμβούλιο, συγκαλούμενο από τον Πρόεδρο, συνέρχεται υποχρεωτικά κάθε μήνα, αλλά και όταν οι υποθέσεις της επιχειρήσεως το απαιτούν. Επίσης συγκαλείται υποχρεωτικά όσες φορές το ζητήσει το ήμισυ τουλάχιστον του όλου αριθμού των μελών του Διοικητικού Συμβουλίου. Οι αποφάσεις του λαμβάνονται κατ' απόλυτη πλειοψηφία των παρόντων, ενώ σε περίπτωση ισοψηφίας επικρατεί η ψήφος του Προέδρου.

Το Διοικητικό Συμβούλιο:

- α) Επιμελείται των υποθέσεων και των συμφερόντων της επιχείρησης.
- β) Διορίζει τον Γενικό Διευθυντή της επιχείρησης.

γ) Ψηφίζει το ετήσιο πρόγραμμα των εκτελεστέων έργων κατασκευής, συμπλήρωσης και συντήρησης του δικτύου ύδρευσης και των δικτύων των δραστηριοτήτων, οι οποίες περιλαμβάνονται στους σκοπούς της επιχείρησης καθώς και το πρόγραμμα επενδύσεων.

δ) Ψηφίζει τον ετήσιο προϋπολογισμό εσόδων και εξόδων της επιχείρησης. Βάσει της πορείας των εσόδων και των τυχόν παρουσιαζόμενων αναγκών, έχει το δικαίωμα, κατά την διάρκεια του οικονομικού έτους, να τροποποιεί τον προϋπολογισμό και να αποφασίζει για χορήγηση έκτακτων και συμπληρωματικών πιστώσεων.

ε) Εγκρίνει τις ετήσιες εκθέσεις οικονομικής κατάστασης της επιχείρησης οι οποίες περιλαμβάνουν απολογισμό εσόδων - εξόδων, ισολογισμό και κατάσταση ρευστότητας και τις υποβάλλει στον Διευθυντή Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

στ) Αποφασίζει περί αναθέσεως και συντάξεως μελετών, έργων και προμηθειών και τις εγκρίνει. Επίσης αποφασίζει για τον τρόπο εκτέλεσης των έργων και για την ενέργεια προμηθειών της επιχείρησης και εγκρίνει τις αναγκαίες γι' αυτά δαπάνες. Σε περίπτωση μη υπάρξεως τεχνικής υπηρεσίας στην επιχείρηση, δύναται να αιτείται τη σύνταξη ή την εποπτεία συντάξεως μελετών ή την επίβλεψη εκτελέσεως έργων από τις αρμόδιες τεχνικές Υπηρεσίες της Νομαρχίας ή του Υπουργείου Δημοσίων Έργων εντός του πλαισίου της αρμοδιότητάς τους.

ζ) Αποφασίζει για κάθε είδους εκποιήσεις ή εκμισθώσεις ακινήτων ή κινητών που ανήκουν στην επιχείρηση, για την έγερση αγωγών, για συμβιβασμούς δικαστικών ή εξωδίκων διαδικασιών και για τη σύναψη πάσης φύσεως δανείων και δύναται προς ασφάλεια αυτών να παρέχει δικαιώματα υποθήκης επί ακινήτων της επιχείρησης.

η) Αποδέχεται τη συμμετοχή φυσικών ή νομικών προσώπων ή οργανισμών τοπικής Αυτοδιοίκησης ή επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας στην δαπάνη κατασκευής αγωγών και καθορίζει τους όρους καταβολής της δαπάνης της συμμετοχής, τις τυχόν εγγυήσεις που θα παρασχεθούν και κάθε συναφή λεπτομέρεια.

1.4.Ο Πρόεδρος:

Ο Πρόεδρος, ή όταν εκείνος κωλύεται, ο Αντιπρόεδρος του Διοικητικού Συμβουλίου:

α) εκπροσωπεί την επιχείρηση ενώπιον των δικαστηρίων και πάσης αρχής και δίνει τους επιβαλλόμενους σε αυτήν όρκους,

β) δύναται, όταν υπάρχει κίνδυνος, λόγω αναβολής ή άνευ απόφασης του Διοικητικού Συμβουλίου να εγείρει και να αντικρούει αγωγές και να ασκεί ένδικα μέσα, να διορίζει

πληρεξούσιους και να προβαίνει σε κάθε δικαστική ή εξώδικο πράξη προστατευτική των συμφερόντων της επιχείρησης και

γ) υπογράφει τα συμβόλαια της επιχείρησης.

Στον Πρόεδρο του Διοικητικού Συμβουλίου στην περίπτωση που δεν είναι Δήμαρχος μπορεί να καταβάλλεται για τις παρεχόμενες στην επιχείρηση υπηρεσίες του αποζημίωση καθοριζόμενη με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας μετά από πρόταση του Διοικητικού Συμβουλίου της Επιχείρησης, που δεν μπορεί να υπερβαίνει το 50% του ποσού των εξόδων παράστασης που εισπράττει ο Δήμαρχος του οικείου δήμου.

1.5.Ο Γενικός Διευθυντής:

Των υπηρεσιών της επιχείρησης προΐσταται ο Γενικός Διευθυντής, ο οποίος πρέπει να είναι πτυχιούχος ανωτάτης σχολής της ημεδαπής ή αλλοδαπής.

Ο Γενικός Διευθυντής της επιχείρησης μεριμνά για :

α) την κατάρτιση του ετήσιου προγράμματος κατασκευής, επέκτασης και συντήρησης των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης,

β) την κατάρτιση, κάθε χρόνο, προγράμματος επενδύσεων για το επόμενο οικονομικό έτος, υποδεικνύοντας πηγές χρηματοδότησης,

γ) την σύνταξη του προϋπολογισμού εσόδων και εξόδων της επιχείρησης,

δ) την σύνταξη του ετήσιου απολογισμού της επιχείρησης,

ε) τον έλεγχο της καθημερινής εργασίας της επιχείρησης, την εποπτεία επί της διεξαγωγής των εργασιών κάθε υπηρεσίας και τη διοίκηση του προσωπικού,

στ) την εκτέλεση των αποφάσεων του Διοικητικού Συμβουλίου, εισηγούμενος, άνευ ψήφου, τα προς συζήτησιν θέματα,

ζ) την ανάθεση μελετών, εκτελέσεως έργων και προμηθειών και την ανάληψη υποχρεώσεων,

η) την πάσης φύσεως εκποίηση ή εκμίσθωση ακινήτων ή κινητών πραγμάτων που ανήκουν στην επιχείρηση.

θ) την έγερση αγωγών, την άσκηση ενδίκων μέσων και την παραίτηση από αυτά ή το συμβιβασμό.

ι) τη σύναψη δανείων και

κ) τη συμμετοχή φυσικών ή νομικών προσώπων ή Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοικήσεως ή επιχειρήσεων κοινής ωφελείας στην δαπάνη κατασκευής έργων.

1.6.Ο Γενικός Γραμματέας:

Ο Γενικός Γραμματέας της Περιφέρειας ασκεί έλεγχο νομιμότητας στις εξής αποφάσεις του διοικητικού συμβουλίου:

α) Για την ψήφιση του προϋπολογισμού της επιχείρησης και του τεχνικού προγράμματος έργων, καθώς και για κάθε τροποποίησή τους.

β) Για την αγορά και εκποίηση ακινήτων κτημάτων.

γ) Για την επιβάρυνση των ακινήτων της επιχείρησης με εμπράγματα δικαιώματα.

δ) Για τη σύναψη δανείων.

ε) Για τις μελέτες, τα έργα και τις προμήθειες.

στ) Επίσης ελέγχει τον ισολογισμό, τον απολογισμό και την έκθεση πεπραγμένων και μπορεί να διατάξει τη διενέργεια έκτακτου διαχειριστικού και ταμειακού ελέγχου από ορκωτούς ελεγκτές.

1.7.Ο Διαχειριστικός έλεγχος:

Ο τακτικός οικονομικός έλεγχος της διαχείρισης της επιχείρησης ενεργείται από δύο ορκωτούς ελεγκτές λογιστές, οι οποίοι είναι εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Ορκωτών Λογιστών και διορίζονται από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας στην αρχή κάθε οικονομικού έτους.

1.8.Οι Εργαζόμενοι:

Το προσωπικό της επιχείρησης συνδέεται με αυτή με σύμβαση εργασίας Ιδιωτικού δικαίου.

Αν απορροφηθεί η δημοτική επιχείρηση φυσικού αερίου από τη δημοτική επιχείρηση ύδρευσης και αποχέτευσης, το προσωπικό που υπηρετούσε στην πρώτη και κατείχε οργανικές θέσεις, μπορεί με απόφαση του οικείου Δημοτικού Συμβουλίου και σύμφωνη γνώμη του διοικητικού συμβουλίου της ΔΕΥΑ να μεταφέρεται στη δημοτική επιχείρηση ύδρευσης και αποχέτευσης και να καταλαμβάνει τις ανάλογες με την ειδικότητά του θέσεις.

Τακτικό διαβαθμισμένο προσωπικό Δήμων ή άλλων φορέων που υπηρετεί σε υπηρεσίες ύδρευσης και αποχέτευσης, δύναται να αιτείται και με απόφαση του παρά τη Νομαρχία Υπηρεσιακού Συμβουλίου, να μετατάσσεται με τις θέσεις τις οποίες κατέχει στην επιχείρηση, διεπόμενο ως προς όλες τις υπηρεσιακές του μεταβολές και δικαιώματα υπό των εκάστοτε ισχυουσών ειδικών περί του προσωπικού διατάξεων των Δήμων.

Ομοίως τακτικό διαβαθμισμένο προσωπικό δήμων ή άλλων φορέων που υπηρετούσε ή υπηρετεί σε υπηρεσίες ύδρευσης και αποχέτευσης, μπορεί με αίτησή του να αποσπάται στην επιχείρηση, με απόφαση του αρμόδιου για διορισμό οργάνου και σύμφωνη γνώμη του διοικητικού συμβουλίου της δημοτικής επιχείρησης ύδρευσης αποχέτευσης (Δ.Ε.Υ.Α.). Οι αποδοχές και οι ασφαλιστικές εισφορές του αποσπώμενου αυτού προσωπικού βαρύνουν την Δ.Ε.Υ.Α..

Το τακτικό διαβαθμισμένο προσωπικό Δήμων ή άλλων φορέων των οποίων το προσωπικό συνταξιοδοτείται με το καθεστώς των δημοτικών υπαλλήλων, το οποίο μετατάσσεται σε υπηρεσίες υδρεύσεως και αποχετεύσεως εξακολουθεί να διέπεται από το ασφαλιστικό καθεστώς κύριας, επικουρικής ασφάλισης, πρόνοιας και υγειονομικής περίθαλψης, που υπαγόταν μέχρι τη μετάταξή του και όλη η εφεξής υπηρεσία του στις υπηρεσίες που μετατάσσεται θεωρείται ως πραγματική και συντάξιμη που διανύθηκε στην υπηρεσία από την οποία μετατάσσεται.

Το τακτικό διαβαθμισμένο προσωπικό δήμων ή άλλων φορέων που είχε αποσπαστεί σε Δημοτικές Επιχειρήσεις Υδρευσης Αποχέτευσης (Δ.Ε.Υ.Α.), μπορεί με αίτησή του και μετά απόφαση του οικείου υπηρεσιακού συμβουλίου να μετατάσσεται στις δημοτικές επιχειρήσεις ύδρευσης αποχέτευσης, όπου έχει αποσπαστεί. Το προσωπικό αυτό, ως προς τις υπηρεσιακές του μεταβολές και τα δικαιώματά του, διέπεται από τις εκάστοτε ισχύουσες ειδικές διατάξεις για το προσωπικό των Ο.Τ.Α.

1.9.Η Περιουσία της Επιχείρησης:

Στην περιουσία της επιχείρησης ανήκουν τα των εγκεκριμένων μελετών εκτελεσθέντα έργα υδρεύσεως και αποχετεύσεως των περιοχών αρμοδιότητας της επιχείρησης, όλοι οι υπάρχοντες υπόνομοι και εγκαταστάσεις ύδρευσης και αποχέτευσης ακάθαρτων ή ομβρίων υδάτων, όπως επίσης και όλοι οι εκβάλλοντες αμέσως ή εμμέσως στο δίκτυο υπόνομοι ή ανοικτοί αγωγοί και οι μονάδες επεξεργασίας πόσιμου νερού και υγρών αποβλήτων.

Οι εκ της εκτελέσεως των Εργων υδρεύσεως και αποχετεύσεως προκύπτουσες επιφάνειες, περιέχονται στην επιχείρηση, η οποία μπορεί να τις διαθέτει και έναντι συμβολικού τιμήματος στον οικείο Δήμο προς δημιουργία κοινόχρηστων χώρων ή προς εκπλήρωση άλλου κοινωφελούς σκοπού.

1.10.Οι Πόροι της Επιχείρησης:

Πόροι της Επιχειρήσεως είναι:

α. Το ειδικό τέλος για τη μελέτη και κατασκευή έργων υδρεύσεως και αποχετεύσεως.

β. Το ειδικό τέλος επί του εισοδήματος εξ οικοδομών.

γ. Το τέλος συνδέσεως με το δίκτυο αποχέτευσης.

δ. Η δαπάνη διακλαδώσεως και συνδέσεως προς τον αγωγό ύδρευσης και αποχέτευσης.

ε. Το τέλος συνδέσεως με το δίκτυο ύδρευσης.

στ. Το τέλος χρήσεως υπονόμου.

ζ. Η αξία καταναλισκόμενου νερού.

η. Η εγγύησης χρήσεως υδρομετρητού.

θ. Η δαπάνη μετατοπίσεως αγωγών διακλαδώσεων και συνδέσεων υδρεύσεως ή αποχετεύσεως υδρομετρητών ή άλλων συναφών εργασιών.

ι. Οι συνεισφορές τρίτων προς εκτέλεση κατά προτεραιότητα έργων.

ια. Οι επιχορηγήσεις εκ του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων για τη μελέτη και κατασκευή έργων υδρεύσεως και αποχετεύσεως.

ιβ. Οι πρόσοδοι εκ της περιουσίας ή το τίμημα εκ της εκποίησής της.

ιγ. Δάνεια, κληρονομίες, δωρεές και λοιπές επιχορηγήσεις.

Στους πόρους της επιχείρησης, που διευρύνεται με το αντικείμενο της τηλεθέρμανσης, περιλαμβάνονται:

α) η χρέωση σύνδεσης με το δίκτυο τηλεθέρμανσης,

β) τα εισπραττόμενα ποσά για τη δαπάνη της μετατόπισης αγωγών και συνδέσεων τηλεθέρμανσης, εναλλακτών ή άλλων συναφών εργασιών,

γ) η αξία των καταναλισκόμενων θερμικών μονάδων,

δ) οι συνεισφορές τρίτων για εκτέλεση έργων τηλεθέρμανσης κατά προτεραιότητα και

ε) τα εισπραττόμενα ποσά για οποιαδήποτε απαραίτητη δαπάνη σχετική με τις προσφερόμενες υπηρεσίες από το νέο αντικείμενο της επιχείρησης.

Στους πόρους της επιχείρησης, της οποίας διευρύνεται ο σκοπός και περιλαμβάνει και τη μελέτη, κατασκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, επίβλεψη, διοίκηση και λειτουργία των δικτύων φυσικού αερίου, την εμφιάλωση και εμπορία του νερού και τη διαχείριση, αξιοποίηση και εμπορία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιλαμβάνονται:

α) το τέλος σύνδεσης με το δίκτυο φυσικού αερίου,

β) τα εισπραττόμενα ποσά για τη δαπάνη μετατόπισης αγωγών και συνδέσεων του φυσικού αερίου ή άλλων εργασιών,

γ) η αξία του καταναλισκόμενου φυσικού αερίου,

δ) οι συνεισφορές τρίτων για εκτέλεση έργων φυσικού αερίου κατά προτεραιότητα,

ε) τα εισπραττόμενα ποσά για οποιαδήποτε απαραίτητη δαπάνη σχετική με τις προσφερόμενες υπηρεσίες από τα νέα αντικείμενα της επιχείρησης και

στ) τα έσοδα από την εμπορία εμφιαλωμένου νερού και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

1.11.Ενημερωτικό Τεύχος:

Η επιχείρηση υποχρεούται να συντάσσει κάθε χρόνο <<Ειδικό Ενημερωτικό Τεύχος Καταναλωτού>>. Στο τεύχος αυτό αναγράφονται, μεταξύ άλλων, τα ουσιώδη και αναγκαία προς ενημέρωση επί της δραστηριότητας της επιχείρησης στοιχεία, τα οποία λαμβάνονται από τον ετήσιο απολογισμό και τις εκθέσεις οικονομικής κατάστασης, από την απογραφή της περιουσίας της, το ετήσιο Πρόγραμμα Επενδύσεων, τις δαπάνες διοικήσεως, λειτουργίας και συντηρήσεως, την παραγωγικότητα της επιχείρησης, την κατάσταση του προσωπικού, τις αμοιβές της διοικήσεως και του προσωπικού κτλ.

1.12.Κανονισμοί δικτύων:

Με απόφαση του διοικητικού συμβουλίου της επιχείρησης που εγκρίνεται από το δημοτικό συμβούλιο του δήμου στον οποίο ανήκει η επιχείρηση, εκδίδεται κανονισμός με τον οποίο καθορίζονται τα της λειτουργίας του δικτύου αποχετεύσεως, και ιδίως οι πρόσθετες υποχρεώσεις που επιβάλλονται στις βιομηχανίες ή βιοτεχνίες, οι ουσίες των οποίων η διάθεση καθ' οιονδήποτε τρόπο στο δίκτυο απαγορεύεται, η επιτρεπόμενη συγκέντρωση ρυπαινοσών ουσιών, τα όρια των φυσικών και λοιπών παραμέτρων των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων που διατίθενται στα δίκτυα, τα της χρησιμοποιήσεως των υδάτων και των προϊόντων της αποχετεύσεως, οι όροι προστασίας των υδατικών αποδεκτών γενικών και τα των υλικών κατασκευής των δικτύων αποχετεύσεως. Με την ίδια διαδικασία εκδίδεται κανονισμός, με τον οποίο ορίζεται ο αριθμός των εξωτερικών διακλαδώσεων του δικτύου αποχετεύσεως, η διαδικασία σύνδεσης ή διακοπής των συνδέσεων με το δίκτυο καθώς και τα σχετικά δικαιώματα των οργάνων της επιχειρήσεως, το μήκος και ο υπολογισμός του τέλους συνδέσεως για ακίνητα καθώς και κάθε λεπτομέρεια σχετικά με τη λειτουργία, συντήρηση και εκμετάλλευση των έργων της επιχείρησης.

Με απόφαση επίσης του διοικητικού συμβουλίου της επιχείρησης που εγκρίνεται από το δημοτικό συμβούλιο του δήμου στον οποίο ανήκει η επιχείρηση καθορίζονται όλα τα σχετικά με τη λειτουργία του δικτύου υδρεύσεως και ιδίως ο τρόπος του καθορισμού κάθε φορά της τιμής του ύδατος, της διανομής αυτού, τα σχετικά με τη διαδικασία σύνδεσης με το δίκτυο υδρεύσεως, τη διακοπή των συνδέσεων, την εγγύηση χρήσεως υδρομετρητών, τις διακλαδώσεις του δικτύου, τα υπόχρεα για σύνδεση ακίνητα, οι υπόχρεοι καταβολής των τελών υδρεύσεως πάσης φύσεως και οι υποχρεώσεις τους, καθώς και οι αντίστοιχες από αυτά κυρώσεις και γενικά κάθε λεπτομέρεια για τη λειτουργία, συντήρηση και εκμετάλλευση των έργων ύδρευσης της επιχείρησης.

1.13.Απαλλοτριώσεις:

Τα υπό της επιχειρήσεως εκτελούμενα έργα χαρακτηρίζονται δημοσίας ωφέλειας. Έτσι όσα ακίνητα είναι αναγκαία για την κατασκευή των συναφών εγκαταστάσεων, απαλλοτριώνονται υποχρεωτικά για το σκοπό αυτό, με δαπάνη που επιβαρύνει την επιχείρηση, κατόπιν αποφάσεως του Διοικητικού Συμβουλίου. Όσον αφορά τις διατάξεις «περί αναγκαστικών απαλλοτριώσεων» υπέρ της επιχείρησης, υπάρχουν και κάποιες εξαιρέσεις οι οποίες ισχύουν ανάλογα με τις ειδικές διατάξεις του Δημοτικού Κώδικα.

1.14. Τιμολόγια:

Με απόφαση του διοικητικού συμβουλίου καθορίζονται χωριστά τιμολόγια για την υπηρεσία υδρεύσεως και αποχετεύσεως. Τα εκ των τελών των υπηρεσιών υδρεύσεως και αποχετεύσεως έσοδα πρέπει υποχρεωτικά να καλύπτουν τις αναγκαίες δαπάνες προσωπικού, λειτουργίας και συντηρήσεως των δικτύων, αποσβέσεις Παγίων εγκαταστάσεων και τοκοχρεολυσίων συναφθέντων δανείων. Τα έσοδα από τα τέλη επιτρέπεται να υπερβαίνουν τις δαπάνες της προηγούμενης παραγράφου για την εκτέλεση έργων σύμφωνα με το σκοπό της επιχείρησης μετά την πάροδο της δεκαετίας. Το ποσοστό καθορίζεται με απόφαση του διοικητικού συμβουλίου, που εγκρίνεται από το οικείο δημοτικό συμβούλιο.

1.15. Διαφοροποίηση Τελών:

Με απόφαση του διοικητικού συμβουλίου, η οποία εγκρίνεται από το οικείο δημοτικό συμβούλιο μπορεί:

α. να καθορίζεται ειδικό τιμολόγιο ύδρευσης και αποχέτευσης για τους κάτοικους των δήμων ή συνοικισμών αυτών που μετέχουν στην επιχείρηση οι οποίοι εξυπηρετούνται με δικό τους δίκτυο ανεξάρτητο από το ενιαίο δίκτυο της επιχείρησης και

β. να θεσπίζονται διαφορετικά τιμολόγια κατά περιοχές ανάλογα με τα εκτελούμενα έργα ή με το κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων της περιοχής.

1.16. Η ΕΔΕΥΑ:

1.16.α. Ιστορικό:

Η Ένωση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης - Αποχέτευσης (ΕΔΕΥΑ), ιδρύθηκε το 1989 και αποτελεί το όργανο της κοινής εκπροσώπησης των ΔΕΥΑ με σκοπό τη συνεργασία τους, την υποβοήθηση τους σ' όλες τις φάσεις του έργου τους και την αναβάθμιση του ρόλου του ως κοινωνικών φορέων.

Υπήρξε ιδέα του τότε δημάρχου Λάρισας Αριστείδη Λαμπρούλη, ο οποίος ως Πρόεδρος της ΔΕΥΑ Λάρισας, αντιλήφθηκε ότι λύση στα οξύτατα προβλήματα των

ΔΕΥΑ μπορεί να δοθεί μόνο αν υπάρξει συντονισμός ενεργειών και οργανωμένη διεκδίκηση από τις ΔΕΥΑ της χώρας μας. Ήταν η εποχή που οι περισσότερες ΔΕΥΑ μαστίζονταν από σοβαρότατα οικονομικά προβλήματα εξαιτίας του ότι κατασκεύαζαν τα ζωτικής σημασίας έργα τους καταφεύγοντας σε υψηλότατο δανεισμό. Έτσι είχαν άμεση ανάγκη από ένα κοινό φορέα εκπροσώπησης που συστηματικά και οργανωμένα θα προωθούσε τα αιτήματά τους στην Πολιτεία και τους φορείς της.

Η ΕΔΕΥΑ έχει έδρα της τη Λάρισα, απ' όπου και ξεκίνησε την λειτουργία της το 1990, έχοντας στη δύναμη των μελών της 25 ΔΕΥΑ. Από τότε μέχρι σήμερα και παρά τις οικονομικές δυσκολίες που κατά καιρούς αντιμετώπισε, αφού στηρίζεται αποκλειστικά στις εισφορές των μελών της, λειτουργεί ανελλιπώς παρέχοντας στις ΔΕΥΑ πολύτιμη στήριξη. Σήμερα, εκπροσωπεί 118 ΔΕΥΑ σε σύνολο 130 περίπου που λειτουργούν στη χώρα μας (excel: Katalogos-deya).

Διοικείται από 13 μελές Διοικητικό Συμβούλιο, που εκλέγεται κάθε πέντε χρόνια από τη Γενική Συνέλευση των μελών της και απαρτίζεται από εκπροσώπους των ΔΕΥΑ, Προέδρους ή μέλη των Διοικητικών τους Συμβουλίων.

Το 1993 η ΕΔΕΥΑ έγινε μέλος της EUREAU (European Union of National Associations of Water Suppliers) εκπροσωπώντας τον τομέα ύδρευσης - αποχέτευσης της χώρας μας στα ευρωπαϊκά fora. Η EUREAU που ιδρύθηκε το 1975 έχει ως μέλη τις επιχειρήσεις και ενώσεις επιχειρήσεων ύδρευσης-αποχέτευσης από όλα τα Κράτη - Μέλη της Ε.Ε. και μεριμνά για τα κοινά συμφέροντά τους.

Η ΕΔΕΥΑ με τη δυναμική παρουσία της στο χώρο της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, αλλά και του τομέα ύδρευσης-αποχέτευσης κατάφερε να καταξιωθεί και αποτελεί συνομιλητή της Πολιτείας σε ζητήματα μείζονος σημασίας όπως είναι η διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας μας. Ωστόσο, δεν έχει αναγνωρισθεί ακόμα επίσημα από την Πολιτεία παρά τις προσπάθειες των Δ.Σ. της Ένωσης.

1.16.β.Δραστηριότητες:

Οι δραστηριότητές της επικεντρώνονται σε δύο τομείς:

1. Ο πρώτος αφορά στην εκπροσώπηση των ΔΕΥΑ, στον συντονισμό των ενεργειών τους και στην προβολή των αιτημάτων τους, Θεσμικών και οικονομικών, προς την Πολιτεία. Από τη μία διεκδικούνται από την Πολιτεία λύσεις που να ανταποκρίνονται στις πραγματικές ανάγκες των επιχειρήσεων, αλλά και στις επικρατούσες συνθήκες του τομέα ύδρευσης - αποχέτευσης. Και από την άλλη, οι θέσεις της ΕΔΕΥΑ για τον ιδρυτικό νόμο των ΔΕΥΑ, τον ν. 1069/80 συμβάλλουν στην τροποποίηση του νόμου ώστε να γίνει περισσότερο λειτουργικός και προσαρμοσμένος στις σύγχρονες συνθήκες.

2. Ο δεύτερος αφορά στην ενημέρωση, υποβοήθηση και στήριξη των ΔΕΥΑ ώστε να βελτιώσουν την λειτουργία τους και κατά συνέπεια τις παρεχόμενες προς τους δημότες υπηρεσίες τους. Η ΕΔΕΥΑ:

- παρέχει στις ΔΕΥΑ τεχνική, διοικητική, νομική ενημέρωση και υποστήριξη,
- παρακολουθεί και ενημερώνει τις ΔΕΥΑ για τα ευρωπαϊκά προγράμματα στα οποία έχουν ενταχθεί έργα τους και διεκδικεί την ένταξη έργων των ΔΕΥΑ σε ευρωπαϊκά προγράμματα και συμμετέχει ως εταίρος σε ευρωπαϊκά προγράμματα και Πρωτοβουλίες (Sprint, Life, Equal, Leonardo da Vinci κ.α.),
- εκπονεί μελέτες, πραγματοποιεί επιμορφωτικά σεμινάρια, ημερίδες, συναντήσεις ανταλλαγής εμπειριών, οργανωμένες από έμπειρα στελέχη των ΔΕΥΑ,
- τέλος, συνεργάζεται τόσο με τα συναρμόδια για ζητήματα υδρευσης - αποχέτευσης Υπουργεία όσο και με συναρμόδιους φορείς (ΚΕΔΚΕ, ΕΕΤΑΑ, ΕΥΔΑΠ, ΕΥΑΘ).

Παρούσα κατάσταση και ελλείμματα σύμφωνα με 27η Τακτική Γενική Συνέλευση της Ε.Δ.Ε.Υ.Α. (Χαλκίδα,10/6/2016):

Η Γ.Σ. των μελών της Ένωσης Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης-Αποχέτευσης (Ε.Δ.Ε.Υ.Α) που πραγματοποιήθηκε στη Χαλκίδα στις 10 Ιουνίου 2016 θεωρεί πολύ σημαντική τη δρομολόγηση λύσεων στα επείγοντα προβλήματα των Δ.Ε.Υ.Α. τα οποία είναι:

- Οι σοβαρότατες ελλείψεις του αναγκαίου για την εύρυθμη λειτουργία τους επιστημονικού προσωπικού αορίστου χρόνου με επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής των πολιτών, τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον της χώρας μας.
- Η αποδυνάμωση του θεσμικού τους πλαισίου (ν. 1069/80) με μνημονιακές διατάξεις και η αναίρεση της ευελιξίας τους χάρη στην οποία κατασκεύασαν και λειτουργούν υποδομές ύδρευσης-αποχέτευσης εφάμιλλες με αυτές των υπόλοιπων χωρών της Ε.Ε.
- Η σύγχυση ως προς την νομική τους φύση με αποτέλεσμα άλλοτε να θεωρούνται επιχειρήσεις που ανήκουν στο δημόσιο τομέα και άλλοτε ιδιωτικές επιχειρήσεις. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι δαπάνες τους ελέγχονται από το Ελεγκτικό Συνέδριο, το προσωπικό τους προσλαμβάνεται μέσω ΑΣΕΠ, αλλά φορολογούνται ως ιδιωτικές επιχειρήσεις παρότι είναι δημοτικές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα.
- Το υψηλό ενεργειακό κόστος λόγω της τιμολόγησής από τη ΔΕΗ με τιμολόγιο γενικής χρήσης παρότι οι εγκαταστάσεις τους έχουν όλα τα χαρακτηριστικά βιομηχανικής εγκατάστασης.

Η Γ.Σ. της Ε.Δ.Ε.Υ.Α ζητά σήμερα από το Υπουργείο Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης:

- Να δοθεί άμεσα με νομοθετική ρύθμιση η δυνατότητα στις Δ.Ε.Υ.Α. να προσλάβουν το αναγκαίο για την λειτουργία τους μόνιμο επιστημονικό προσωπικό, επισημαίνοντας ότι οι προσλήψεις μόνιμου επιστημονικού προσωπικού στις Δ.Ε.Υ.Α. δεν έχουν δημοσιονομικό κόστος, αφού οι Δ.Ε.Υ.Α. λειτουργούν ανταποδοτικά κι έχουν ίδια έσοδα.

- Να βελτιωθεί το θεσμικό τους πλαίσιο με στόχο να αντιμετωπισθούν τα τρέχοντα προβλήματα και να βελτιωθεί και αναβαθμισθεί η λειτουργία και η απόδοσή τους. Στο νέο θεσμικό πλαίσιο να αποσαφηνίζεται η νομική φύση των Δ.Ε.Υ.Α. και να αναγνωρίζεται η Ε.Δ.Ε.Υ.Α. ως εκπρόσωπος των Δ.Ε.Υ.Α. και σύμβουλος της Πολιτείας σε ζητήματα ύδρευσης - αποχέτευσης.

- Να αναλάβει νομοθετική πρωτοβουλία ώστε να εκδοθεί Κοινή Υπουργική Απόφαση, με στόχο ο έλεγχος των Δ.Ε.Υ.Α. από το Ελεγκτικό Συνέδριο να γίνεται σύμφωνα με το λογιστικό που τίς διέπει.

Η Γ.Σ. της Ε.Δ.Ε.Υ.Α. θεωρεί εξόχως σημαντικό το να κατοχυρωθεί το νερό ως δημόσιο αγαθό, δεσμεύεται ότι θα καταβάλει κάθε δυνατή προσπάθεια για να προστατεύσει το δημόσιο χαρακτήρα του, και υπενθυμίζοντας την ευρωπαϊκή και παγκόσμια εμπειρία, τονίζει προς κάθε κατεύθυνση ότι μόνο η δημόσια/δημοτική διαχείρισή του νερού είναι βιώσιμη και αειφόρος.

2. 2° κεφάλαιο:

**Χρηματοοικονομική ανάλυση λογιστικών καταστάσεων με χρήση δεικτών.
Ανάλυση των χρηματοοικονομικών δεικτών, ερμηνεία:**

2.1.Γενικά:

Η χρηματοοικονομική ανάλυση είναι μεθοδολογία κατά την οποία συνοψίζεται μεγάλος αριθμός χρηματοοικονομικών δεδομένων, προκειμένου η πορεία κάποιας εταιρείας να αξιολογηθεί στο πέρασμα του χρόνου και να συγκριθεί με την αντίστοιχη πορεία άλλων επιχειρήσεων του κλάδου της. Η κύρια πηγή της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιούνται στη χρηματοοικονομική ανάλυση είναι οι λογιστικές καταστάσεις που δημοσιεύουν κάθε χρόνο οι επιχειρήσεις. Οι γνωστότερες από αυτές είναι ο Ισολογισμός και η Κατάσταση Αποτελεσμάτων χρήσεως. Από εκεί οι αναλυτές αντλούν πολλές πληροφορίες που τους βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων και τη λήψη αποφάσεων οικονομικού χαρακτήρα για το μέλλον μιας επιχείρησης.

Όμως οι ιδιαιτερότητες του κάθε κλάδου επιχειρήσεων και από οι επιδιώξεις εκείνου που πραγματοποιεί την ανάλυση, απαιτούν, εκτός από την εξέταση απλών δεδομένων, να συγκριθούν μεταξύ τους κάποια από τα δεδομένα αυτά για τη λήψη ακόμα πιο χρήσιμων πληροφοριών. Έτσι, οι αναλυτές χρησιμοποιούν τους χρηματοοικονομικούς δείκτες ή αριθμοδείκτες. Οι χρηματοοικονομικοί δείκτες ή αριθμοδείκτες (αγγλικά: financial ratios ή accounting ratios) αποτελούν ένα σχετικό μέγεθος δύο (ή περισσότερων) επιλεγμένων αριθμητικών τιμών που λαμβάνονται από τις οικονομικές καταστάσεις μιας επιχείρησης και εκφράζονται με απόλυτη τιμή ή με ποσοστό. Το πηλίκο αυτό δίνει μια πληροφορία πολύ διαφορετική από ότι έδιναν οι όροι του κλάσματος μεμονωμένα και διευκολύνει την επιχειρηματική δράση.

Η χρήση των δεικτών γίνεται συνήθως μέσα από "διαχρονικές" και "διαστρωματικές" συγκρίσεις. Στις διαχρονικές συγκρίσεις, ο αριθμοδείκτης ενός έτους συγκρίνεται με τον αντίστοιχο των προηγούμενων ετών και εξετάζεται η τάση, η διακύμανση του, ή ότι άλλο κριθεί σκόπιμο. Στις διαστρωματικές συγκρίσεις ο αριθμοδείκτης μιας επιχείρησης συγκρίνεται με τον αντίστοιχο μιας άλλης, πιθανόν ομοειδούς επιχείρησης, ή ακόμη και με το μέσο όρο ή τη διάμεσο του συγκεκριμένου δείκτη στον κλάδο.

Το βασικό πλεονέκτημα των δεικτών είναι ότι επιτρέπουν τις συγκρίσεις τιμών οι οποίες προέρχονται από τις λογιστικές καταστάσεις, ανεξάρτητα από το μέγεθος των υπό εξέταση επιχειρήσεων. Έτσι εκτιμάται ορθότερα η βιωσιμότητα μιας επιχείρησης ή η αποτελεσματικότητα ενός επενδυτικού σχεδίου.

Κατά τον υπολογισμό των δεικτών όμως, είναι δυνατό να προκύψουν ορισμένα προβλήματα που μπορεί να οδηγήσουν σε παραπλανητικές τιμές. Τέτοια προβλήματα συνήθως είναι:

- Η ύπαρξη αρνητικών παρανομαστών ή αριθμητών.
- Η ύπαρξη ακραίων τιμών, οφειλόμενων σε λανθασμένη καταχώρηση ή συγκυριακή επικράτηση ασυνήθιστων τιμών των αντίστοιχων παραμέτρων.
- Η χρησιμοποίηση, ως παρανομαστών, μεταβλητών με τιμές που τείνουν στο μηδέν.
- Λανθασμένες λογιστικές ταξινομήσεις.

Στις περιπτώσεις αυτές, το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με χρήση εναλλακτικών δεικτών με αντίστοιχη πληροφοριακή αξία αλλά με συσχέτιση παραμέτρων τέτοια ώστε να μην παρουσιάζει ανάλογα προβλήματα ή με απαλοιφή των ακραίων τιμών ή των δεικτών που παρουσιάζουν ακραίες τιμές.

Η αποτελεσματικότητα της ανάλυσης της οικονομικής κατάστασης μιας επιχείρησης με τη χρησιμοποίηση δεικτών βελτιώνεται όταν τηρούνται κάποιοι κανόνες. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι :

- Έλεγχος της αξιοπιστίας των δεδομένων τα οποία χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των δεικτών.

- Χρησιμοποίηση μέσων υπολοίπων αντί υπολοίπων τέλους περιόδου, διότι αυτά εκφράζουν πιο αποτελεσματικά τα μεγέθη που επικράτησαν κατά τη διάρκεια της

περιόδου και είναι απαλλαγμένα σε μεγάλο βαθμό από την επιρροή συγκυριακών παραγόντων.

- Εξέταση της διαχρονικής εξέλιξης των τιμών ενός δείκτη για καλύτερη εκτίμηση της συμβολής του δείκτη αυτού στην αποτελεσματικότητα της ανάλυσης.

- Σύγκριση των δεικτών της επιχείρησης με αντίστοιχους δείκτες των

ανταγωνιστών και γενικότερα του κλάδου ώστε να διευκολυνθεί ο εντοπισμός ενδείξεων για τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της.

Θα πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι υπάρχουν δείκτες που διαφοροποιούνται σαφώς από κλάδο σε κλάδο και άλλοι που δεν παρουσιάζουν ουσιαστικές διακλαδικές διαφορές.

2.2. Παρουσίαση Χρηματοοικονομικών Δεικτών:

Υπάρχουν πολλοί τυποποιημένοι δείκτες που χρησιμοποιούνται στην προσπάθεια αξιολόγησης της συνολικής οικονομική κατάσταση μιας εταιρείας ή άλλου οργανισμού. Στην πράξη όμως χρησιμοποιούνται γενικά μόνο μερικές δεκάδες από αυτούς. Ειδικότερα δε από τον αναλυτή κάθε εταιρείας, καλό είναι να χρησιμοποιούνται μόνο αυτοί οι οποίοι τον βοηθούν να επικεντρώνεται στα σημεία που τον ενδιαφέρουν για να αντλήσει το μέγιστο των πληροφοριών που χρειάζονται για την έρευνά του. Η χρησιμοποίηση ενός δείκτη τότε μόνο δικαιολογείται, όταν η συμβολή του στην ποιότητα της ανάλυσης είναι θετική. Αλλιώς αυξάνεται το κόστος και ο χρόνος της ανάλυσης, χωρίς ουσιαστικό όφελος. Οι χρηματοοικονομικοί δείκτες κατατάσσονται συνήθως σε επιμέρους κατηγορίες, με κριτήριο το είδος της βασικής πληροφόρησης που παρέχουν και τον τύπο της επιχειρηματικής αναλύσεως που επιδιώκεται. Έμεις θα ασχοληθούμε με τις πιο κάτω ομάδες:

2.2.Α. ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ:

Οι δείκτες αποδοτικότητας καταδεικνύουν το πόσο αποδοτική υπήρξε η εταιρεία, πόσο δυναμικά υπήρξαν τα κέρδη της και πόσο ικανή η διοίκησή της.

Στα πλαίσια της επιχείρησης, η αποδοτικότητα συνδέεται και με την αξιοποίηση του συνόλου των πόρων της. Επομένως, οι αντίστοιχοι δείκτες εκφράζουν το σύνθετο αποτέλεσμα της χρήσης των πόρων αυτών σε όλες τις λειτουργίες της και παρέχουν ενδείξεις για την αποτελεσματικότητα των αποφάσεων σχετικά με τους επιχειρησιακούς συνδυασμούς των μέσων και λειτουργιών της μονάδας. Παρακάτω διακρίνουμε τους πλέον σημαντικούς που παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Ι. Περιθώριο Κέρδους:

$$1. \text{ Μικτό Περιθώριο Κέρδους} = \frac{\text{Πωλήσεις} - \text{Κόστος Πωλήσεων}}{\text{Πωλήσεις (Κύκλος Εργασιών)}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Ο αριθμοδείκτης αυτός φανερώνει το μικτό κέρδος της επιχείρησης (πωλήσεις - κόστος πωλήσεων) για κάθε ένα ευρώ καθαρών πωλήσεων που πραγματοποιεί. Ο συγκεκριμένος δείκτης μας δίνει σημαντική πληροφορία για το αποτέλεσμα που έχει η πολιτική των τιμών που ακολουθεί μια εταιρεία και αντικατοπτρίζει πόσο εύκολα καλύπτονται τα λειτουργικά και άλλα έξοδά της. Μια επιχείρηση θεωρείται επιτυχημένη, όταν έχει μεγάλο ποσοστό μικτού κέρδους, που να της επιτρέπει να καλύπτει τα λειτουργικά και άλλα έξοδα της και συγχρόνως της αφήνει ικανοποιητικό καθαρό κέρδος σε σχέση με τις πωλήσεις και τα ίδια κεφάλαια που απασχολεί. Ένας υψηλός δείκτης δείχνει την ικανότητα της διοίκησης να επιτυγχάνει φθηνές αγορές και να πουλάει σε υψηλές τιμές, ενώ ένας χαμηλός δείκτης δείχνει το αντίθετο.

$$2. \text{ Καθαρό Περιθώριο Κέρδους} = \frac{\text{Καθαρά κέρδη μετά από φόρους}}{\text{Πωλήσεις}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Ο δείκτης αυτός φανερώνει το καθαρό κέρδος που μένει στην επιχείρηση για κάθε ευρώ πωλήσεων που πραγματοποιεί. Είναι δηλαδή το πραγματικό ποσοστό καθαρού κέρδους με το οποίο λειτουργεί η επιχείρηση. Από το συγκεκριμένο δείκτη κρίνεται πόσο αποδοτικές είναι οι λειτουργικές δραστηριότητες της κάθε επιχείρησης. Είναι θετικό για την επιχείρηση, ο δείκτης αυτός να είναι μεγάλος, ώστε να αποδεικνύει την καλή και συνετή διαχείριση και οργάνωση της επιχείρησης.

Η βασική διαφορά με τον δείκτη του μικτού περιθωρίου κέρδους, είναι ότι από τον αριθμητή του παρόντος δείκτη έχουν αφαιρεθεί τα γενικά, διοικητικά και χρηματοοικονομικά έξοδα, ενώ έχουν προστεθεί τα έκτακτα αποτελέσματα και τα άλλα έσοδα εκμεταλλεύσεως.

II. Απόδοση Επενδύσεων:

$$3. \text{ Χρηματοοικονομική Αποδοτικότητα} = \frac{\text{Καθαρά κέρδη μετά από φόρους}}{\text{Ιδια Κεφάλαια}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Ο δείκτης αυτός φανερώνει την έκταση στην οποία τα διοικητικά στελέχη μετατρέπουν την επένδυση των ιδιοκτητών σε περιουσιακά στοιχεία τα οποία αποφέρουν κέρδος. Υπολογίζει δηλαδή τα κέρδη που καρπώνονται οι ιδιοκτήτες της εταιρείας για κάθε ευρώ που αυτοί επενδύουν. Αν το αποτέλεσμα του δείκτη είναι χαμηλό, τότε μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι τα κεφάλαια που έχουν διατεθεί στην επιχείρηση, δεν αποδίδουν τα δέοντα και ότι υπάρχει κάποιο λειτουργικό ή άλλο πρόβλημα σε κάποιο τομέα της εταιρείας. Εν αντιθέσει, ένα υψηλό αποτέλεσμα δείχνει πιο σωστή και γόνιμη λειτουργία της εταιρείας, που μπορεί και επιστρέφει αντάλλαγμα στους κεφαλαιούχους της.

$$4. \text{ Βιομηχανική Αποδοτικότητα} = \frac{\text{Καθαρά κέρδη προ τόκων και φόρων}}{\text{Σύνολο Ενεργητικού}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Η σχέση των ετήσιων κερδών και των αναγκών για την επίτευξη των κερδών αυτών επενδύσεων, αποτελεί μια από τις θεμελιώδεις σχέσεις σε μια επιχείρηση. Ο δείκτης αυτός μετρά τα κέρδη μια επιχείρησης σε σχέση με την περιουσία της προ φόρων και πριν την ικανοποίηση αυτών που συνεισφέρουν στην περιουσία αυτή (πιστωτές / μέτοχοι). Η τιμή του δείκτη αντικατοπτρίζει το κατά πόσο βοηθούν τα συνολικά κεφάλαια της εταιρείας στην απόκτηση κερδών. Δηλαδή, πόσο κερδίζει η επιχείρηση για κάθε ευρώ του συνόλου του ενεργητικού της. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται όταν το σύνολο του ενεργητικού στην αρχή και στη λήξη της περιόδου έχει μεγάλη διαφορά. Τότε θα πρέπει να λαμβάνουμε το μέσο όρο σαν πιο αντιπροσωπευτική αξία.

III. Ανακύκλωση Κεφαλαίου:

$$5. \text{ Δείκτης Κυκλοφορίας Ενεργητικού} = \frac{\text{Πωλήσεις}}{\text{Σύνολο Ενεργητικού}}$$

(Εκφράζεται σε φορές)

Ο δείκτης αυτός συσχετίζει τις πωλήσεις με το σύνολο ενεργητικού, προσδιορίζοντας έτσι την αποτελεσματικότητα με την οποία χρησιμοποιεί η επιχείρηση τα περιουσιακά της στοιχεία για να επιτύχει τους στόχους των πωλήσεών της. Ένας υψηλός δείκτης εκμετάλλευσης ενεργητικού σημαίνει ότι η επιχείρηση χρησιμοποιεί εντατικά τα περιουσιακά της στοιχεία προκειμένου να πραγματοποιεί τις πωλήσεις της. Ένας χαμηλός δείκτης αποτελεί ένδειξη μη ωφέλιμης χρησιμοποίησης των περιουσιακών της στοιχείων. Αρνητικό βέβαια είναι για τη διοίκηση της επιχείρησης να υπάρχει υπερεπένδυση κεφαλαίων σε σχέση με το ύψος των πωλήσεων.

$$6. \text{ Δείκτης Κυκλοφορίας Ιδίων Κεφαλαίων} = \frac{\text{Πωλήσεις}}{\text{Ιδια Κεφάλαια}}$$

(Εκφράζεται σε φορές)

Δείχνει το βαθμό ανακύκλωσης των ιδίων κεφαλαίων της επιχείρησης με βάση τις πωλήσεις. Με άλλα λόγια, μετρά την αποτελεσματικότητα με την οποία τα κεφάλαια των φορέων της επιχείρησης απασχολούνται σε αυτήν. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης αυτός τόσο καλύτερη είναι η θέση της επιχείρησης, διότι κάνει μεγάλες πωλήσεις με μικρό ύψος ιδίων κεφαλαίων και ενδεχομένως να έχουμε αυξημένα κέρδη. Σε χαμηλή τιμή του δείκτη οι ζημιές θα είναι ανάλογα μεγαλύτερες λόγω των αυξημένων χρηματοοικονομικών εξόδων που δημιουργούν τα ξένα κεφάλαια.

$$7. \text{ Δείκτης Κυκλοφορίας Υποχρεώσεων} = \frac{\text{Πωλήσεις}}{\text{Υποχρεώσεις}}$$

(Εκφράζεται σε φορές)

2.2.B. ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ:

Χρησιμοποιούνται προκειμένου να μετρηθεί κατά πόσο γίνεται ικανοποιητική ή όχι χρησιμοποίηση των περιουσιακών στοιχείων μιας επιχείρησης.

$$8. \text{ Δείκτης Σημασίας Χρηματοοικονομικών Εξόδων} = \frac{\text{Χρηματοοικονομικά Έξοδα}}{\text{Πωλήσεις}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Ο δείκτης αυτός συσχετίζει τις χρηματοοικονομικές δαπάνες με τον κύκλο εργασιών της επιχείρησης και δείχνει το ποσοστό των πωλήσεων που αναλώθηκε για χρηματοοικονομικά έξοδα. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του αριθμοδείκτη τόσο μεγαλύτερο το ποσοστό των πωλήσεων που αναλώνεται στα χρηματοοικονομικά έξοδα και τόσο μικρότερα θα είναι τα κέρδη. Ειδικά στην περίπτωση που η τιμή του ξεπερνάει τη μονάδα, σημαίνει ότι ο κύκλος εργασιών, δεν είναι αρκετός για να καλύψει τις χρηματοοικονομικές δαπάνες, χωρίς να συμπεριλαμβάνουμε κανένα άλλο έξοδο.

$$9. \text{ Δείκτης Σημασίας Γενικών και Διοικητικών Εξόδων} = \frac{\text{Γενικά και Διοικητικά Έξοδα}}{\text{Πωλήσεις}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Ο δείκτης αυτός δείχνει τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στα λειτουργικά έξοδα της επιχείρησης και τον κύκλο εργασιών της. Αν ο δείκτης είναι μικρός αντικατοπτρίζει την ικανότητα της διοίκησης να κρατάει σε χαμηλά επίπεδα τα γενικά και διοικητικά έξοδα της επιχείρησης. Σε κάποιες περιπτώσεις, όταν κρίνεται αναγκαίο, ο δείκτης αυτός επιμερίζεται σε περισσότερους, που στον αριθμητή τους έχουν τα επιμέρους συστατικά του συνόλου των λειτουργικών και διοικητικών εξόδων, ενώ έχουν κοινό παρονομαστή τις πωλήσεις. Έτσι, είναι δυνατόν να αντιληφθούμε ποια ακριβώς σημεία είναι αυτά που χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής.

2.2.Γ. ΔΕΙΚΤΕΣ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ / ΡΕΥΣΤΟΤΗΤΑΣ:

Χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της βραχυχρόνιας οικονομικής θέσης μιας επιχείρησης και της ικανότητάς της να ανταποκριθεί στις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις της.

Η ρευστότητα συνδέεται άμεσα με την ευημερία μιας επιχείρησης, καθώς και με την αποδοτικότητά της. Εάν μακροχρόνια η επιχείρηση δεν πραγματοποιεί κέρδη, τότε είναι σίγουρο ότι δεν θα υπάρχει στη διάθεση της κανένας τρόπος άντλησης κεφαλαίων για να εξοφλεί τα χρέη της.

Για τους πιστωτές, η ρευστότητα είναι πολύ σημαντική, αφού η έλλειψη της μπορεί να σημαίνει καθυστέρηση στην είσπραξη των τόκων και του κεφαλαίου που τους οφείλονται ή ακόμα και τη μερική ή ολική απώλεια αυτών.

Η έλλειψη ρευστότητας μπορεί να σημαίνει ότι η επιχείρηση δεν είναι σε θέση να επωφεληθεί από τις ευνοϊκές εκπτώσεις που προσφέρονται από τους προμηθευτές, καθώς επίσης ότι δεν είναι ικανή να επωφεληθεί από τις ευνοϊκές επιχειρηματικές ευκαιρίες που της παρουσιάζονται. Στο στάδιο αυτό έλλειψη ρευστότητας συνεπάγεται έλλειψη ελευθερίας επιλογής, καθώς επίσης και περιορισμούς στην ελευθερία κινήσεων της διοίκησης της επιχείρησης.

Παρακάτω γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των δεικτών αυτής της κατηγορίας που χρησιμοποιήθηκαν εδώ:

10. Δείκτης Συνολικής Ικανότητας Δανεισμού =

$$\frac{\text{Βραχυχρόνιες} + \text{Μακροχρόνιες Υποχρεώσεις}}{\text{Σύνολο Ενεργητικού}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Ο δείκτης αυτός, ο οποίος αναφέρεται και σαν βαθμός δανειακής κάλυψης, δείχνει το ποσοστό επενδύσεων που χρηματοδοτήθηκαν με ξένα κεφάλαια. Παράλληλα μετράει το βαθμό ασφάλειας που παρέχεται στους πιστωτές της επιχείρησης σε ενεργητικά περιουσιακά στοιχεία. Τέλος, είναι δείκτης διάρθρωσης παθητικού καθώς δείχνει την αναλογία ξένων και ιδίων κεφαλαίων σαν ποσοστά πάνω στο σύνολο του παθητικού και ιδίων κεφαλαίων.

Όπως είναι φυσικό, οι πιστωτές της επιχείρησης επιθυμούν η επιχείρηση να έχει όσο το δυνατό μικρότερο δείκτη συνολικής ικανότητας δανεισμού, γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν είναι βεβαρημένη με δάνεια και άλλες υποχρεώσεις προς τρίτους, και άρα το ρίσκο που θα πάρουν για να τη χρηματοδοτούν θα είναι μικρό.

11. Δείκτης Μακροπρόθεσμης Ικανότητας Δανεισμού =

$$\frac{\text{Ιδια Κεφάλαια}}{\text{Ιδια Κεφάλαια} + \text{Μακροπρόθεσμες Υποχρεώσεις}}$$

(Εκφράζεται σε φορές)

12. Δείκτης Γενικής Ρευστότητας ή Κυκλοφοριακή Ρευστότητα =

$$\frac{\text{Κυκλοφορούν Ενεργητικό}}{\text{Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις}}$$

(Εκφράζεται σε φορές)

Ο αριθμοδείκτης αυτός είναι ίσως ο πιο διαδεδομένος δείκτης για την εκτίμηση της ρευστότητας της επιχείρησης. Μετράει το βαθμό στον οποίο τα κυκλοφοριακά περιουσιακά στοιχεία καλύπτουν τις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις.

Γενικά επικρατεί μια εκδοχή ότι όσο υψηλότερη η τιμή του δείκτη γενικής ρευστότητας, τόσο καλύτερα, αφού φανερώνει ότι η επιχείρηση μπορεί να αντεπεξέλθει με σχετική ευκολία στις βραχυχρόνιες υποχρεώσεις της. Από την άλλη όμως, δεν είναι πάντα σωστή η συσσώρευση μετρητών ή αποθεμάτων χωρίς κάποια λογική, αφού οι πόροι αυτοί θα μπορούσαν να είχαν χρησιμοποιηθεί αλλού και να απέφεραν περαιτέρω κέρδη στην επιχείρηση. Τιμή ίση με τη μονάδα σημαίνει ότι τα κυκλοφοριακά στοιχεία είναι ίσα με τις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις και αποτελεί ένδειξη μιας κατάστασης αδιαφορίας από άποψη ρευστότητας αφού τα κυκλοφοριακά περιουσιακά στοιχεία καλύπτουν ακριβώς τις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις. Τιμές μικρότερες από τη μονάδα σημαίνουν ότι τα κυκλοφοριακά περιουσιακά στοιχεία είναι μικρότερα από τις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις και αποτελούν ένδειξη της μη ύπαρξης ικανοποιητικής ρευστότητας από μέρους της επιχείρησης. Μια δημοφιλής εμπειρική προσέγγιση θεωρεί την αναλογία 2/1 ικανοποιητική για το δείκτη ρευστότητας. Όμως η προσέγγιση αυτή δεν θα πρέπει να υιοθετείται πάντα αφού ακόμα και ένας δείκτης με αναλογία αρκετά μεγαλύτερος από 2/1 δεν παρέχει από μόνος του εγγυήσεις για τη δυνατότητα ανταπόκρισης στις παρούσες υποχρεώσεις ή τη δυνατότητα μετατροπής κυκλοφοριακών στοιχείων σε μετρητά.

Όπως ισχύει για όλους τους αριθμοδείκτες έτσι και αυτός θα πρέπει να συγκρίνεται με το μέσο όρο του κλάδου και να παρατηρείται η πορεία του στη διάρκεια του χρόνου.

$$13. \text{ Δείκτης Άμεσης Ρευστότητας} = \frac{\text{Κυκλοφορούν Ενεργητικό} - \text{Αποθέματα}}{\text{Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις}}$$

(Εκφράζεται σε φορές)

Ο δείκτης αυτός προσπαθεί να περιορίσει μερικές από τις αδυναμίες του προηγούμενου δείκτη, αφού συμπεριλαμβάνει άμεσα ρευστοποιήσιμα κυκλοφοριακά στοιχεία, η αξία των οποίων είναι σχετικά βέβαιη. Με την αφαίρεση των αποθεμάτων, σε σχέση με τον προηγούμενο δείκτη, ο δείκτης αυτός φανερώνει τη δυνατότητα της επιχείρησης να αντεπεξέλθει στις βραχυχρόνιες υποχρεώσεις της εάν σταματήσει να πουλά τα προϊόντα της. Και για τον δείκτη αυτό υπάρχει ένας εμπειρικός κανόνας, ο οποίος προτείνει η αναλογία να είναι 1/1 και ότι τιμή του δείκτη αρκετά κάτω από 1 αποτελεί ανησυχητική ένδειξη. Όμως, και σε αυτή την περίπτωση πρέπει να αποφεύγεται η τυφλή εφαρμογή του κανόνα και να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες (ποιοτικά κριτήρια, μέσος όρος κλάδου, γενικότερο οικονομικό κλίμα κτλ).

14. Δείκτης Κάλυψης Αναγκών Σε Κεφάλαιο Κίνησης (Κ.Κ) Από Διαρκή Κεφάλαια =
Κεφάλαιο Κίνησης
Αν άγκες σε Κ.Κ.

(Εκφράζεται σε φορές)

Ο δείκτης αυτός συσχετίζει το Κεφάλαιο Κίνησης της επιχείρησης με τις ανάγκες της σε Κεφάλαιο Κίνησης. Εάν ο δείκτης αυτός είναι μεγαλύτερος από 1, φανερώνει ότι οι ανάγκες χρηματοδότησης του κύκλου εκμετάλλευσης καλύπτονται εξ' ολοκλήρου από Κ.Κ. Ουσιαστικά, αυτό το πηλίκο αντικατοπτρίζει την άνεση ή τη δυσκολία της επιχείρησης να αντεπεξέλθει στις ανάγκες που έχει για κεφάλαιο κίνησης. Φυσικά, είναι επιθυμητές μεγάλες τιμές για αυτόν τον αριθμοδείκτη. Όσο οι τιμές μειώνονται, φανερώνεται μια οικονομική αδυναμία της επιχείρησης, που θα χρειαστεί να χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο από τα διαρκή της κεφάλαια.

15. Δείκτης Κεφαλαίου Κίνησης =
$$\frac{\text{Διαρκή Κεφάλαια}}{\text{Καθαρό Πάγιο Ενεργητικό}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Ο δείκτης αυτός απεικονίζει το βαθμό χρηματοδότησης των ακινητοποιήσεων της οικονομικής μονάδας από τα διαρκή κεφάλαιά της. Ο τρόπος αυτός χρηματοδότησης είναι ασφαλής όταν ο δείκτης είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 100%. Όταν είναι μικρότερος του 100% ένα μέρος των ακινητοποιήσεων χρηματοδοτείται από βραχυπρόθεσμα κεφάλαια.

(Διαρκή κεφάλαια= Ίδια Κεφάλαια+Μακροπρόθεσμες Υποχρεώσεις)

Δ. ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΟΜΗΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΩΝ - ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ:

16.
$$\frac{\text{Πάγιο Ενεργητικό}}{\text{Σύνολο Ενεργητικού}}$$

(Εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό)

Στη συνέχεια παραθετω ένα παραδειγμα αριθμοδεικτων όπως υπολογιστηκαν από τον ισολογισμο της ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ ΤΟΥ 2013 όπως επισυναπτω παρακατω.

1 Δείκτης γενικής ρευστότητας: σύνολο κυκλοφορούντος ενεργητικού / σύνολο βραχυπρόθεσμων υποχρεώσεων

$$9.433.136,12 / 1.417.112,14 = 66,56 \text{ φορές}$$

Ο αριθμοδείκτης αυτός δείχνει το μέτρο ρευστότητας μιας επιχείρησης και το περιθώριο ασφαλείας, ώστε αυτή να είναι σε θέση να ανταποκριθεί στην πληρωμή των καθημερινών απαιτητών υποχρεώσεων. Όσο πιο προβλέψιμες είναι οι εισροές χρημάτων μιας επιχείρησης τόσο είναι γενικότερα αποδεκτός ένας πιο χαμηλός δείκτης, αν και αυτό είναι συνάρτηση κυρίως του κλάδου στον οποίο ανήκει η επιχείρηση.

2 Δείκτης ταχύτητας κυκλοφορίας ενεργητικού: κύκλος εργασιών / γενικό σύνολο ενεργητικού

$$6.196.609,83 / 68.881.024 = 0,0899 \text{ φορές}$$

Ο εν λόγω αριθμοδείκτης παρέχει ενδείξεις για το πόσο η επιχείρηση

χρησιμοποιεί εντατικά τα περιουσιακά της στοιχεία προκειμένου να πραγματοποιεί τις πωλήσεις της. Από αυτό φαίνεται αν υπάρχει υπερεπένδυση κεφαλαίων στην επιχείρηση σε σχέση με το ύψος των πωλήσεών της. Βέβαια, τα στοιχεία αυτού του δείκτη επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη μέθοδο των αποσβέσεων που ακολουθεί η διοίκηση της εταιρείας, δηλαδή από το αν ακολουθείται πολιτική αυξανόμενης ή σταθερής απόσβεσης. Γενικότερα, όσο υψηλότερος είναι ο δείκτης αυτός τόσο πιο αποτελεσματικά έχουν χρησιμοποιηθεί τα περιουσιακά της στοιχεία. Επίσης, είναι χρήσιμο να γίνεται σύγκριση αυτού του δείκτη με τις ισορροπίες του κλάδου.

3 Δείκτης ταχύτητας κυκλοφορίας αποθεμάτων: κόστος πωλήσεων / αποθέματα

$$6.500.325,45 / 90.523,31 = 71,80/8 = 8,97 \text{ ημέρες}$$

Ο αριθμοδείκτης αυτός επιτρέπει να δούμε πόσες φορές ανανεώθηκαν τα αποθέματα της επιχείρησης σε σχέση με τις πωλήσεις της μέσα στη χρήση. Χρησιμοποιείται δηλαδή για να διαπιστωθεί η ταχύτητα με την οποία τα αποθέματα διατέθηκαν και αντικαταστάθηκαν κατά τη διάρκεια της χρήσης. Αν διαιρέσουμε το 365 (συνολικές ημέρες του έτους) με τον αριθμό αυτόν διαπιστώνουμε τον αριθμό των ημερών που παρέμειναν τα αποθέματα στην επιχείρηση ώσπου να πωληθούν.

4 Δείκτης ταχύτητας είσπραξης απαιτήσεων: κύκλος εργασιών / απαιτήσεις

$$6.196.609,83 / 4.484.858 = 1,38 \text{ ημέρες}$$

Ο συγκεκριμένος δείκτης καταδεικνύει αν οι απαιτήσεις μιας επιχείρησης είναι πολύ μεγάλες σε σύγκριση με τις πωλήσεις της. Ανάλογος με την ταχύτητα είσπραξης των απαιτήσεων είναι ο χρόνος δέσμευσης των απαιτήσεων. Μεγάλη ταχύτητα στην είσπραξη των απαιτήσεων σημαίνει μικρότερη πιθανότητα ζημιών από επισφαλείς πελάτες. Η παρακολούθηση της τάσης είναι διαχρονικά χρήσιμη για την αξιολόγηση της ποιότητας και της ρευστότητας των απαιτήσεων.

5 Δείκτης κάλυψης τόκων: κέρδη προ τόκων και φόρων / σύνολο χρεωστικών τόκων

$$1.286.086,65 / 252.366 = 5.096 \text{ φορές}$$

Ο αριθμοδείκτης αυτός φανερώνει τη σχέση μεταξύ των καθαρών κερδών μιας επιχείρησης και των τόκων με τους οποίους αυτή επιβαρύνεται μέσα στη χρήση για τα ξένα κεφάλαια. Αποτελεί δηλαδή ένα μέτρο της δανειακής κατάστασής της

σε σχέση με τη δυναμικότητά της να επιτυγχάνει κέρδη, καθώς εμφανίζει την ικανότητά της να εξοφλεί τους τόκους των ξένων κεφαλαίων από τα κέρδη της.

6 Δείκτης οικονομικής μοχλεύσεως: γενικό σύνολο ενεργητικού / σύνολο ιδίων κεφαλαίων

$$68.881.024 / 61.372.776,64 = 1,12 \text{ φορές}$$

Με τον εν λόγω δείκτη παρατηρούμε την επίδραση που ασκεί η χρησιμοποίηση των δανειακών κεφαλαίων στην αποδοτικότητα των ιδίων κεφαλαίων της εταιρείας. Ανάλογα με το επίπεδο του δείκτη μεγαλύτερος, ίσος ή μικρότερος της μονάδας η επίδραση από τη χρήση ξένων κεφαλαίων στα κέρδη της επιχείρησης είναι αντίστοιχα θετική και επωφελής, μηδενική ή αρνητική.

7 Δείκτης αποδοτικότητας ιδίων κεφαλαίων: καθαρά κέρδη χρήσης / σύνολο ιδίων κεφαλαίων

$$1.492.625,71 / 61.372.776,64 = 24.3 \%$$

Ο αριθμοδείκτης αυτός απεικονίζει την κερδοφόρα δυναμικότητα μιας επιχείρησης και παρέχει ένδειξη του κατά πόσο επιτεύχθηκε ο στόχος πραγματοποίησης ενός ικανοποιητικού αποτελέσματος από τη χρήση των κεφαλαίων του μετόχου. Με άλλα λόγια, μετρά την αποτελεσματικότητα με την οποία τα κεφάλαια των φορέων της επιχείρησης απασχολούνται σε αυτήν. Αποτελεί τον βασικό δείκτη τον οποίο η διοίκηση μιας εταιρείας σε περίπτωση θετικού αποτελέσματος τείνει να προβάλλει με τον πιο επιφανή τρόπο στον ετήσιο απολογισμό χρήσης.

8 Δείκτης αποδοτικότητας ενεργητικού: καθαρά κέρδη χρήσης / σύνολο ενεργητικού X 100

$$1.492.625,71 / 68.881.024 = 2,16 \%$$

Ο συγκεκριμένος αριθμοδείκτης μετράει την απόδοση των συνολικών περιουσιακών στοιχείων μιας επιχείρησης και επιτρέπει την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας της. Ο δείκτης φανερώνει την ικανότητά της να μπορεί να επιζήσει οικονομικά και να προσελκύσει κεφάλαια που προσφέρονται για επένδυση, «ανταμείβοντάς» τα ανάλογα.

9 Δείκτης μεικτού κέρδους: μεικτά κέρδη εκμετάλλευσης / κύκλος εργασιών

$$-303.715,62 / 6.196.609,83 = 49 \%$$

Ο αριθμοδείκτης αυτός, γνωστός και ως μεικτό περιθώριο κέρδους, είναι πολύ σημαντικός διότι παρέχει ένα μέτρο αξιολόγησης της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων. Δείχνει δηλαδή τη λειτουργική αποτελεσματικότητα μιας επιχείρησης και την πολιτική τιμών αυτής. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμοδείκτης μεικτού κέρδους τόσο καλύτερη από απόψεως κερδών είναι η θέση της επιχείρησης διότι μπορεί να αντιμετωπίσει, χωρίς δυσκολία, μια ενδεχόμενη αύξηση του κόστους των πωλούμενων προϊόντων της. Ένας υψηλός δείκτης μεικτού κέρδους δείχνει την ικανότητα της διοίκησης μιας επιχείρησης να επιτυγχάνει φθηνές αγορές και να πωλεί σε υψηλές τιμές.

10 Δείκτης καθαρού κέρδους: καθαρά κέρδη χρήσης / κύκλος εργασιών

$$1.492.625,71 / 6.196.609,83 = 24 \%$$

Ο αριθμοδείκτης αυτός, γνωστός και ως καθαρό περιθώριο κέρδους, προσδιορίζει το κέρδος από τις λειτουργικές δραστηριότητες, δηλαδή το ποσοστό κέρδους που μένει στην επιχείρηση μετά την αφαίρεση από τις καθαρές πωλήσεις του κόστους πωληθέντων και των λοιπών εξόδων. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμοδείκτης τόσο πιο επικερδής είναι η επιχείρηση.

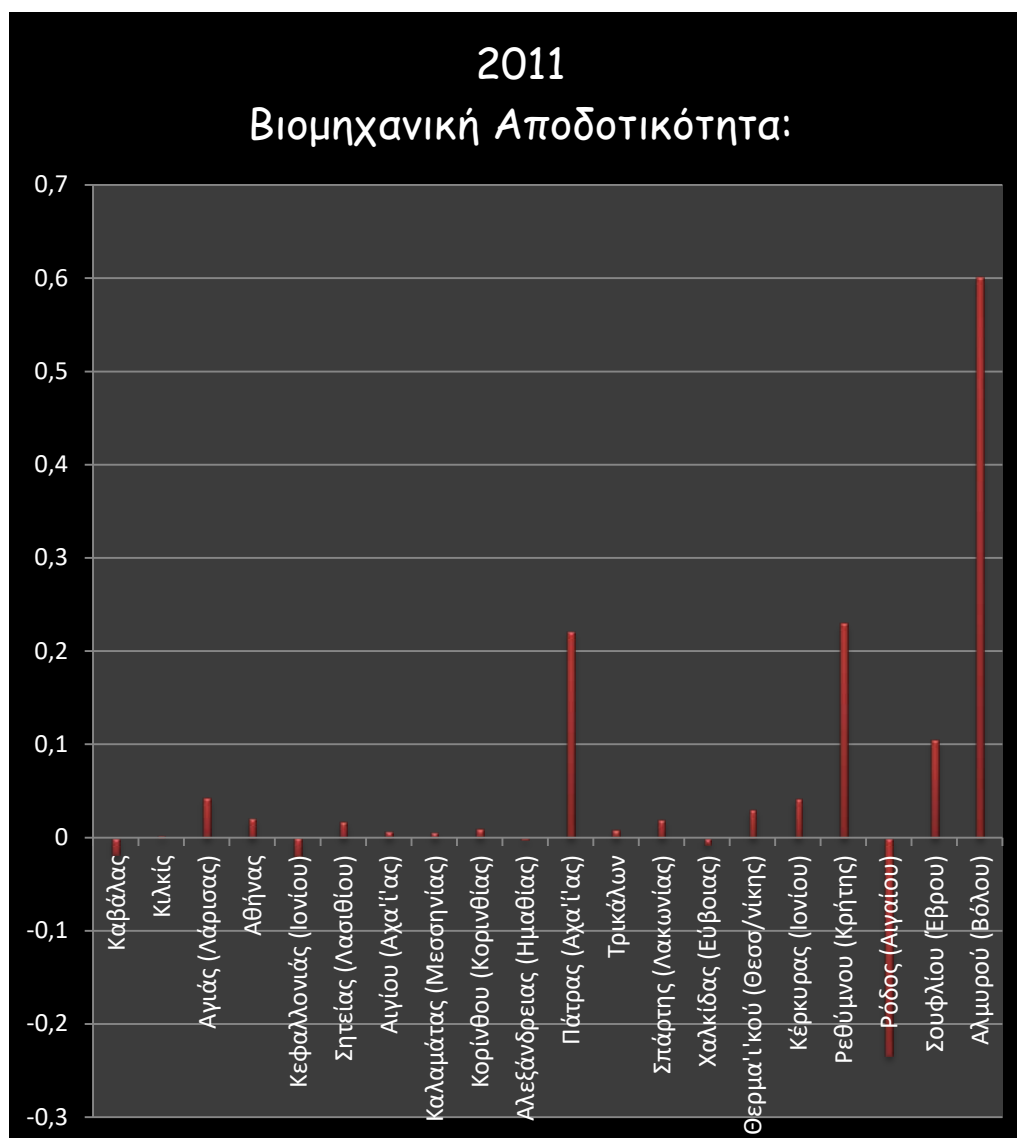
3. Κεφάλαιο 3°:

Παρουσίαση δείγματος, ΔΕΥΑ, έτη. Παρουσίαση δεικτών με νούμερα, ανάλυση ανα έτος και σχεδιαγράμματα.

Η παρουσίαση δεικτών με νούμερα δείγματος ΔΕΥΑ για τα έτη 2011-2012-2013-2014 και η ανάλυση ανα έτος βρίσκεται στο έγγραφο του excel με τίτλο: "ΔΕΥΑ ανά έτος".

Τα διαγράμματα ανά έτος για τους δείκτες: **4.**(Βιομηχανικής Αποδοτικότητας), **7.**(Κυκλοφορίας Υποχρεώσεων), **9.**(Σημασίας Γεν. Και Διοικ. Εξόδων), **12.**(Κυκλοφοριακής Ρευστότητας) και **13.**(Άμεσης Ρευστότητας) βρίσκονται παρακάτω και ενδεικτικά, σε κάποια από αυτά υπάρχουν και σχόλια:

3.1.2011:

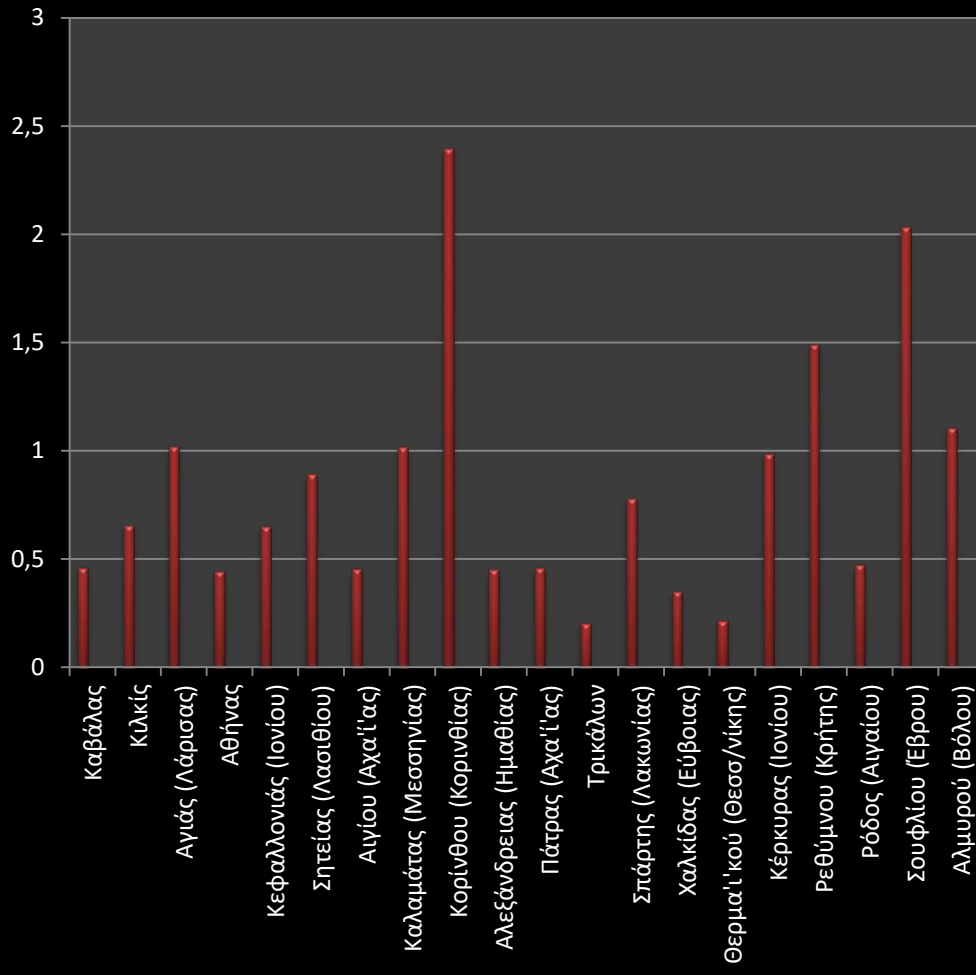


Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε να προηγείται η ΔΕΥΑ Αλμυρού, με τιμή στο δείκτη βιομηχανικής αποδοτικότητας 0,601 και ακολουθούν με τη σειρά που αναφέρονται:

το Ρέθυμνο με 0,23, η Πάτρα με 0,221, το Σουφλί με 0,105, η Αγιά με 0,042, η Κέρκυρα με 0,041, ο Θερμαϊκός με 0,03, η Αθήνα με 0,021, η Σπάρτη με 0,019, η Σητεία με 0,017, η Κόρινθος με 0,009, τα Τρίκαλα με 0,008, το Αίγιο με 0,007, η Καλαμάτα με 0,006, το Κιλκίς με 0,002, η Αλεξάνδρεια με -0,002, η Χαλκίδα με -0,007, η Καβάλα με -0,018, η Κεφαλλονιά με -0,02 και τέλος η Ρόδος με -0,234.

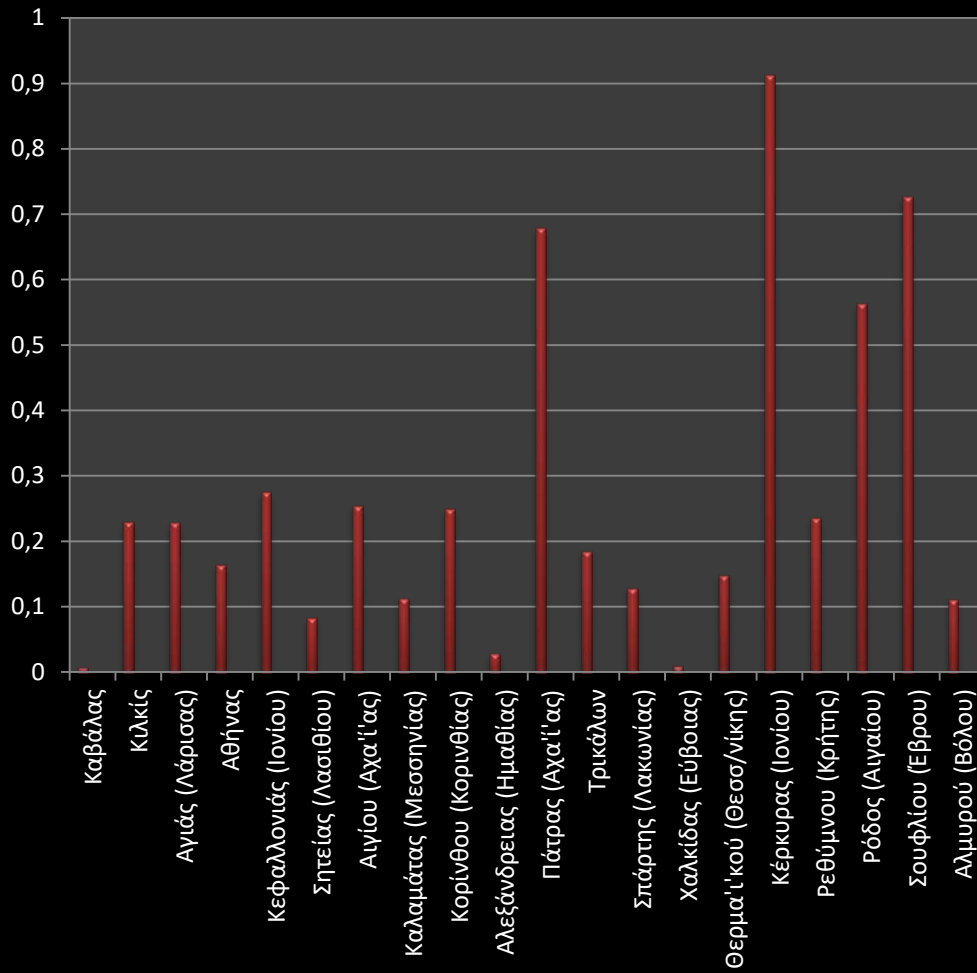
2011

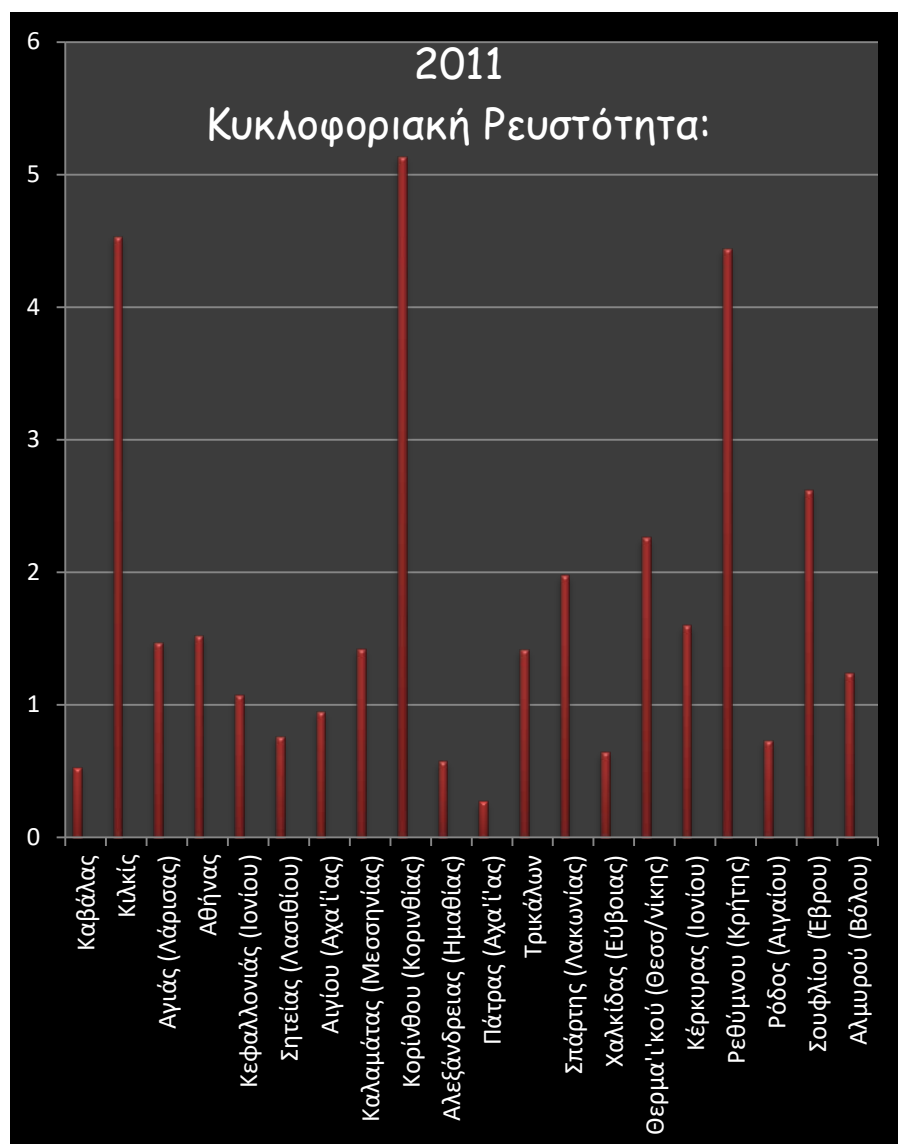
Δείκτης Κυκλοφορίας Υποχρεώσεων:



2011

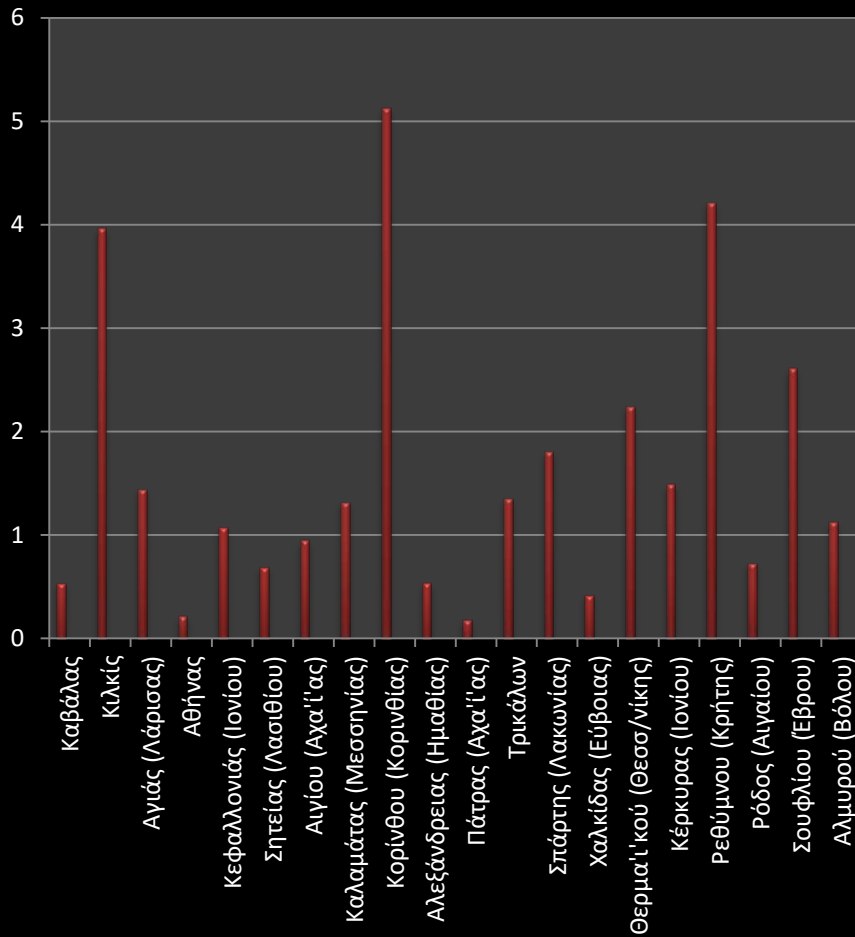
Δείκτης Σημασίας Γεν. και Διοικ. Εξόδων



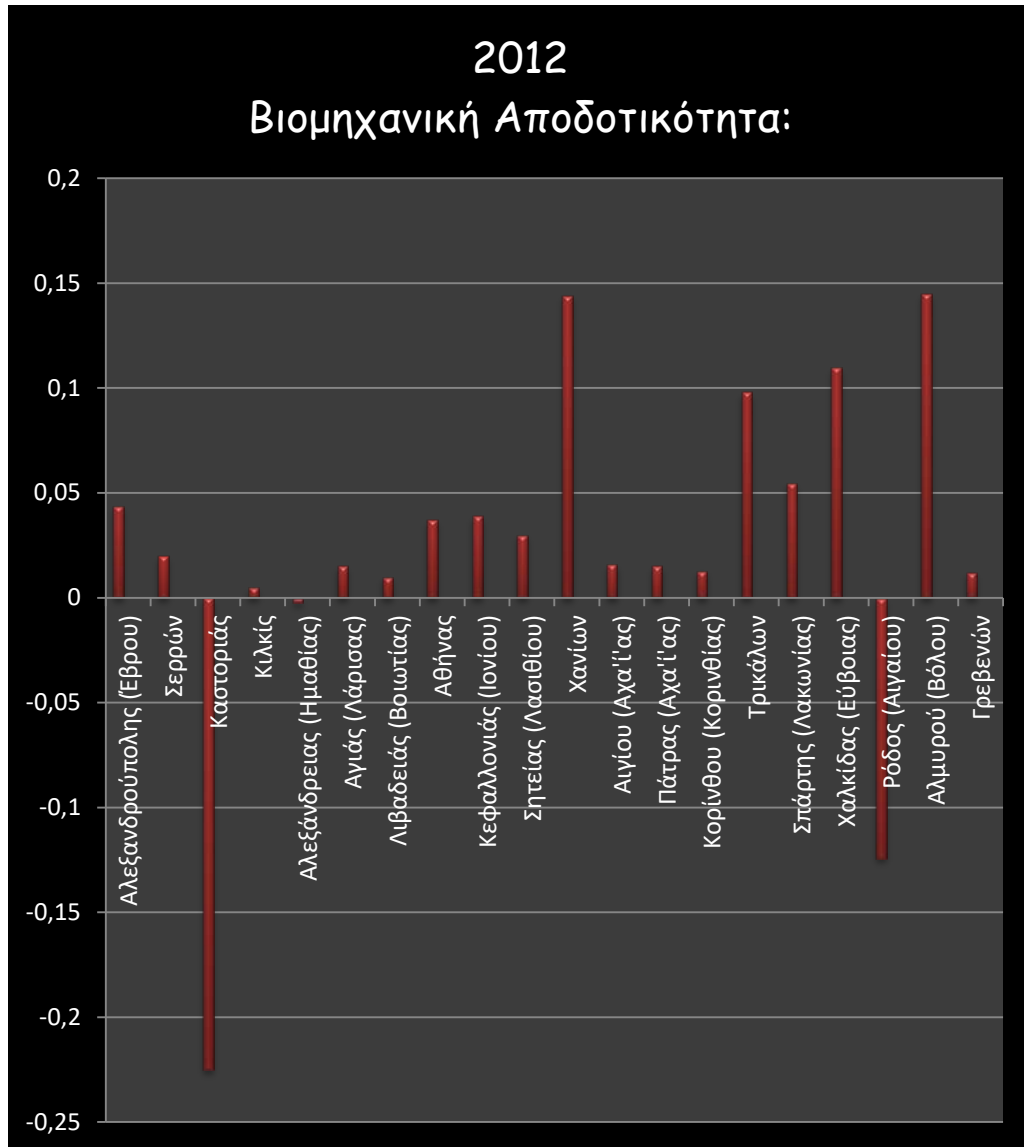


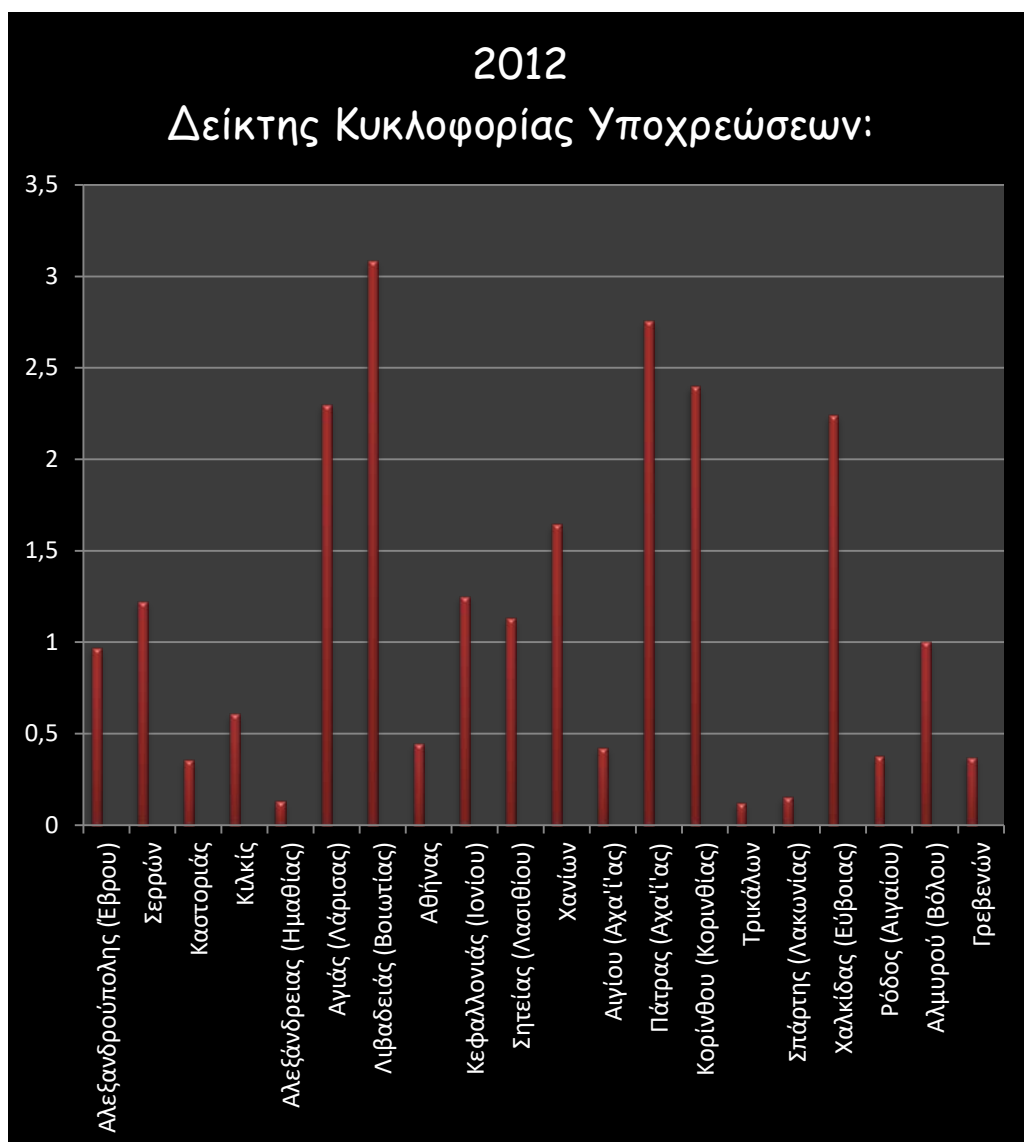
2011

Δείκτης Άμεσης Ρευστότητας:



3.2. 2012:

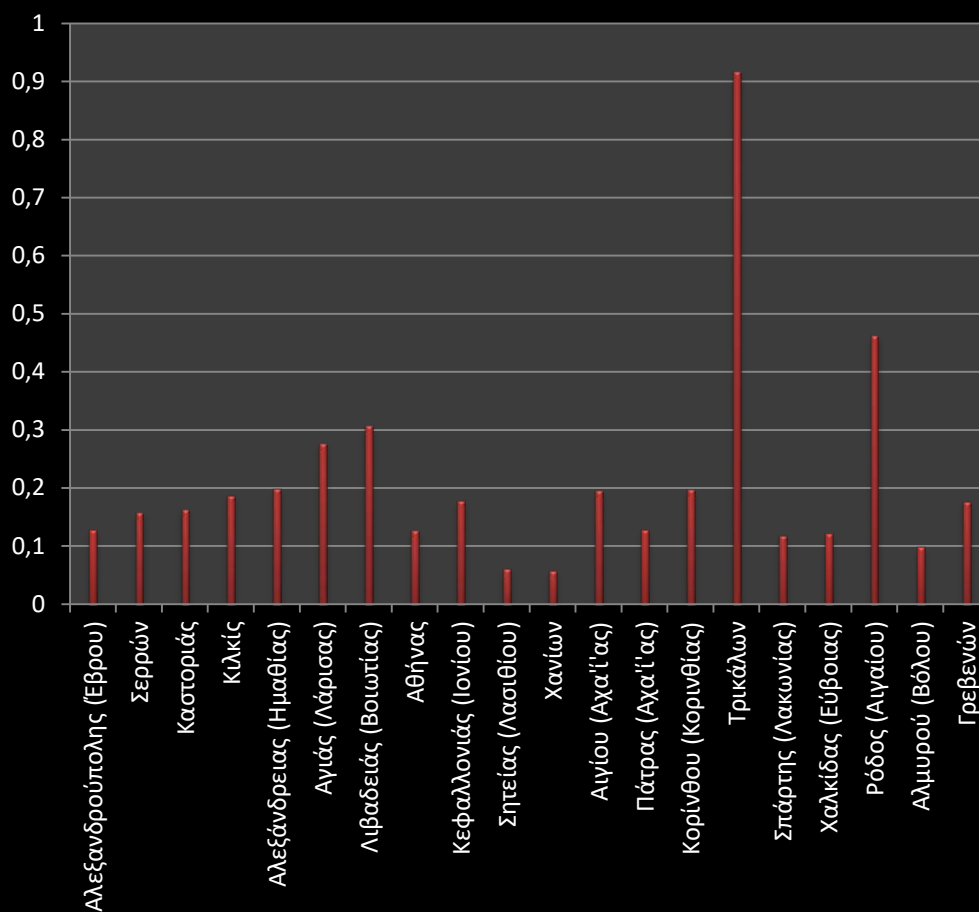




Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε να προηγείται η ΔΕΥΑ Λιβαδειάς, με Δείκτη Κυκλοφορίας Υποχρεώσεων 3,087 και ακολουθούν με τη σειρά που αναφέρονται:

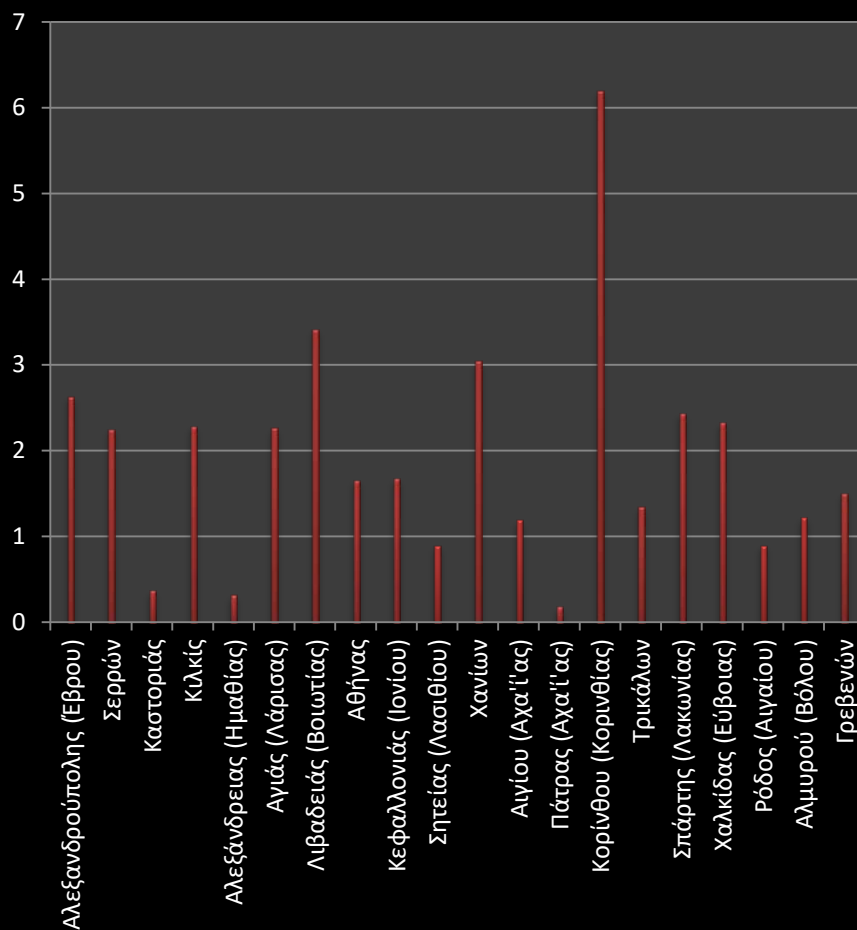
η Πάτρα με 2,76, η Κόρινθος με 2,4, η Αγιά με 2,303, η Χαλκίδα με 2,244, τα Χανιά με 1,644, η Κεφαλλονιά με 1,254, οι Σέρρες με 1,225, η Σητεία με 1,132, ο Αλμυρός με 1,009, η Αλεξανδρούπολη με 0,97, το Κιλκίς με 0,611, η Αθήνα με 0,449, το Αίγιο με 0,424, η Ρόδος με 0,377, τα Γρεβενά με 0,373, η Καστοριά με 0,356, η Σπάρτη με 0,152, η Αλεξάνδρεια με 0,132 και τέλος τα Τρίκαλα με 0,123.

2012
Δείκτης Σημασίας Γεν. και Διοικ.
Εξόδων:



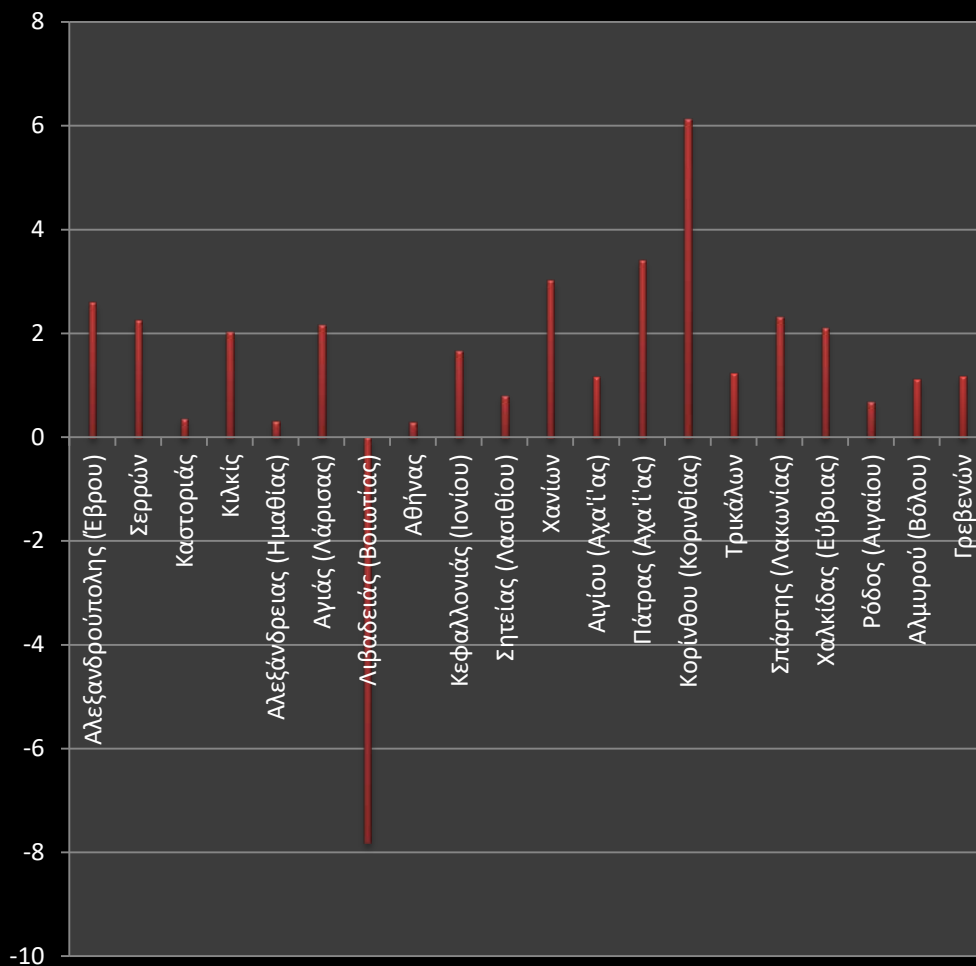
2012

Κυκλοφοριακή Ρευστότητα:

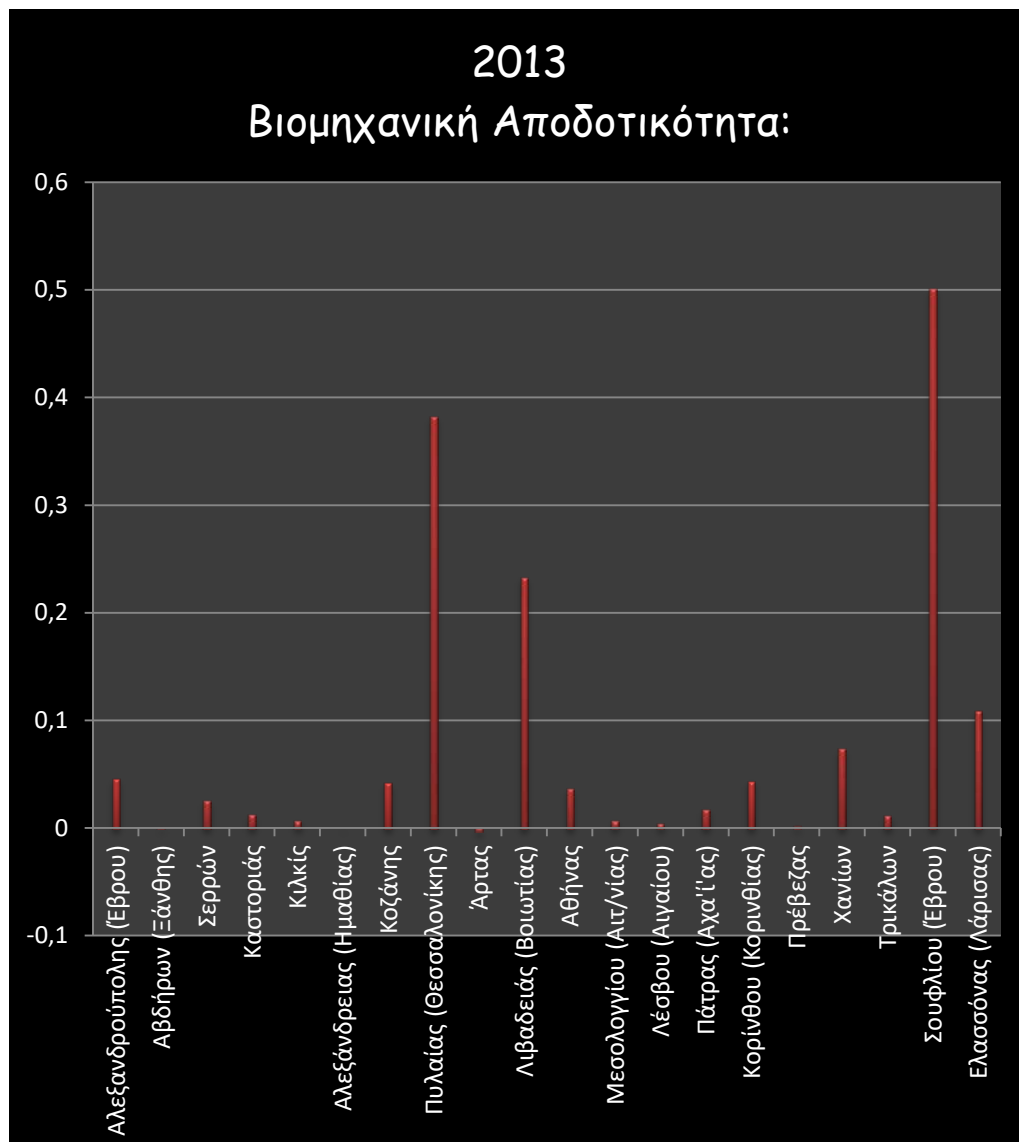


2012

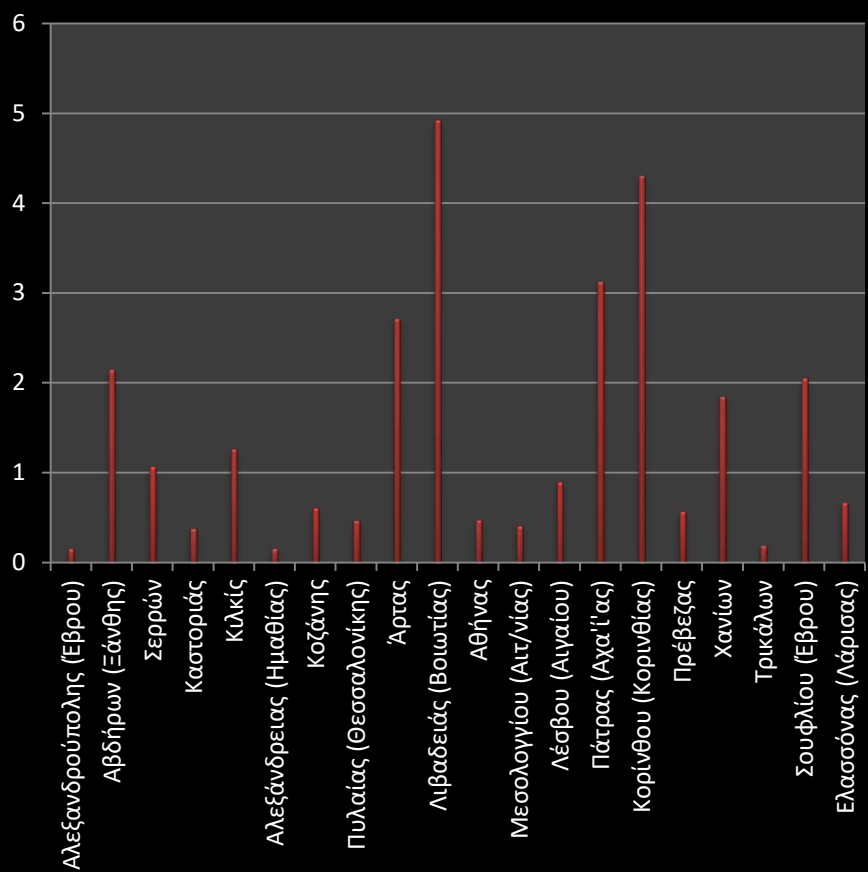
Δείκτης Αμεσης Ρευστότητας:

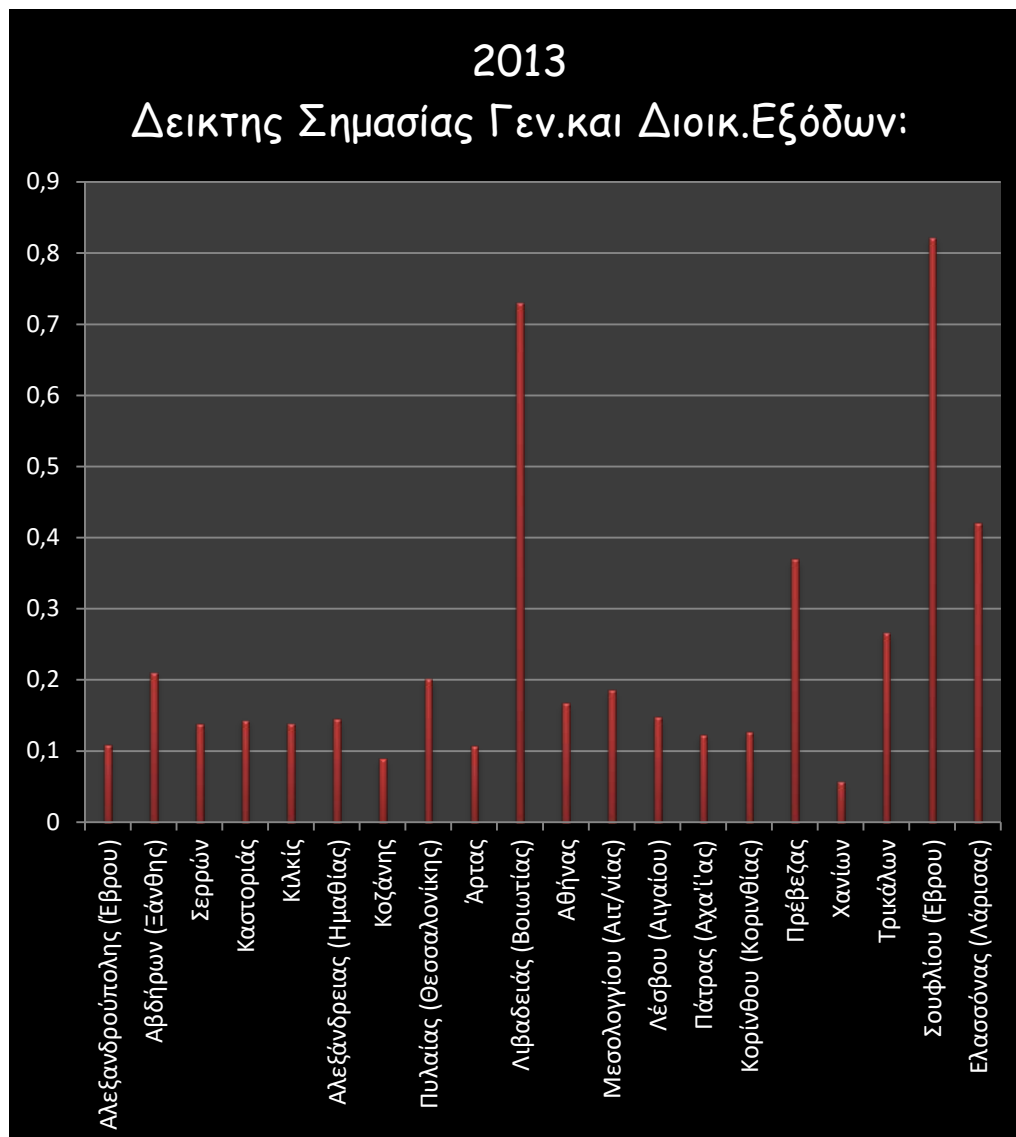


3.3. 2013:



2013
Δείκτης Κυκλοφορίας
Υποχρεώσεων:



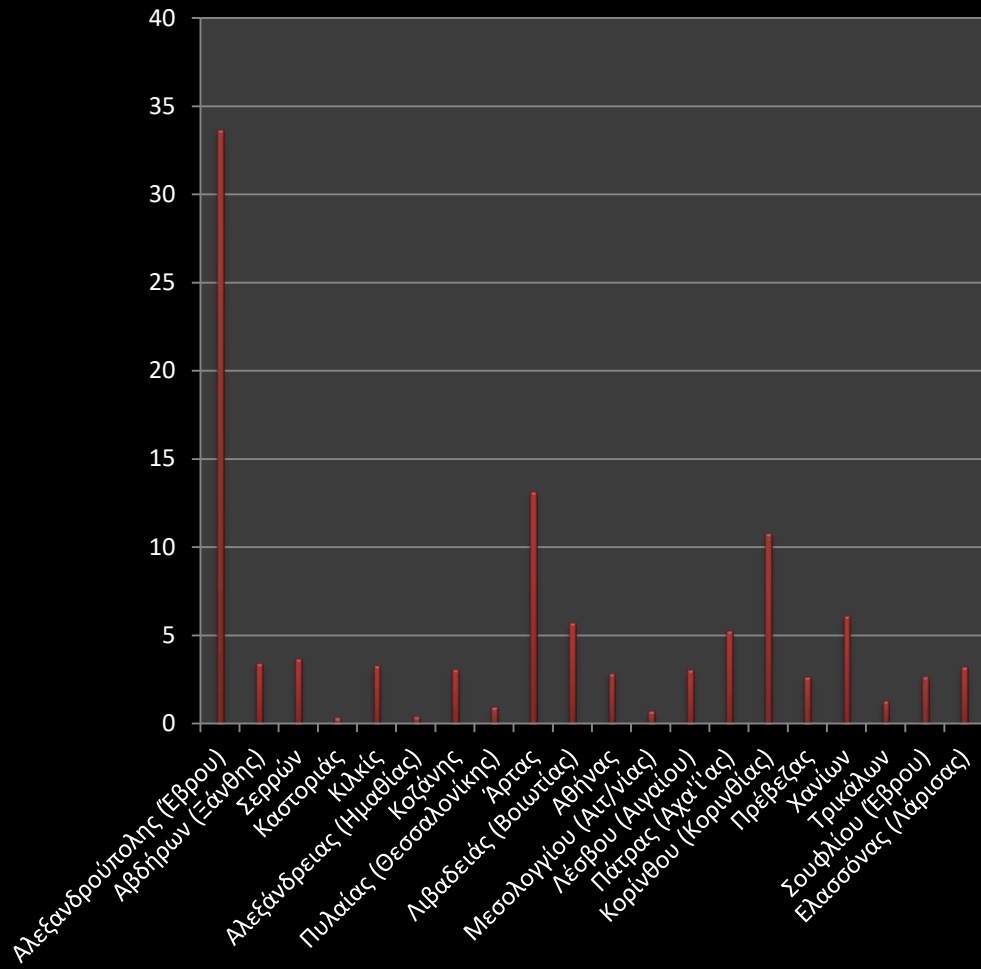


Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε να προηγείται η ΔΕΥΑ Σουφλίου, με Δείκτη Σημασίας Γενικών και Διοικητικών Εξόδων 0,823 και ακολουθούν με τη σειρά που αναφέρονται:

η Λιβαδειά με 0,731, η Ελασσόνα με 0,421, η Πρέβεζα με 0,37, τα Τρίκαλα με 0,267, τα Άρδουρα με 0,211, η Πυλαία με 0,202, το Μεσσολόγγι με 0,185, η Αθήνα με 0,167, η Λέσβος με 0,147, η Αλεξάνδρεια με 0,145, η Καστοριά με 0,144, το Κίλκις με 0,139, οι Σέρρες με 0,138, η Κόρινθος με 0,127, η Πάτρα με 0,122, η Αλεξανδρούπολη με 0,109, η Άρτα με 0,107, η Κοζάνη με 0,09 και τέλος τα Χανιά με 0,058.

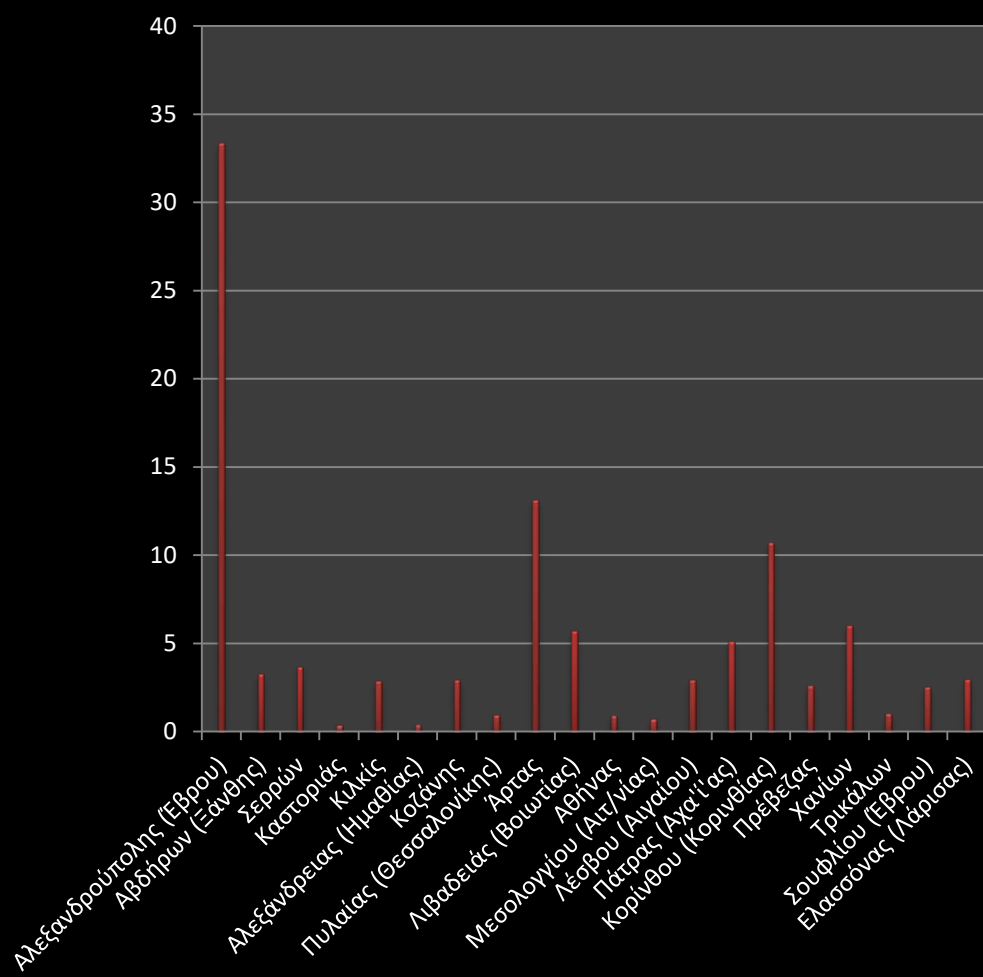
2013

Κυκλοφοριακή Ρευστότητα:

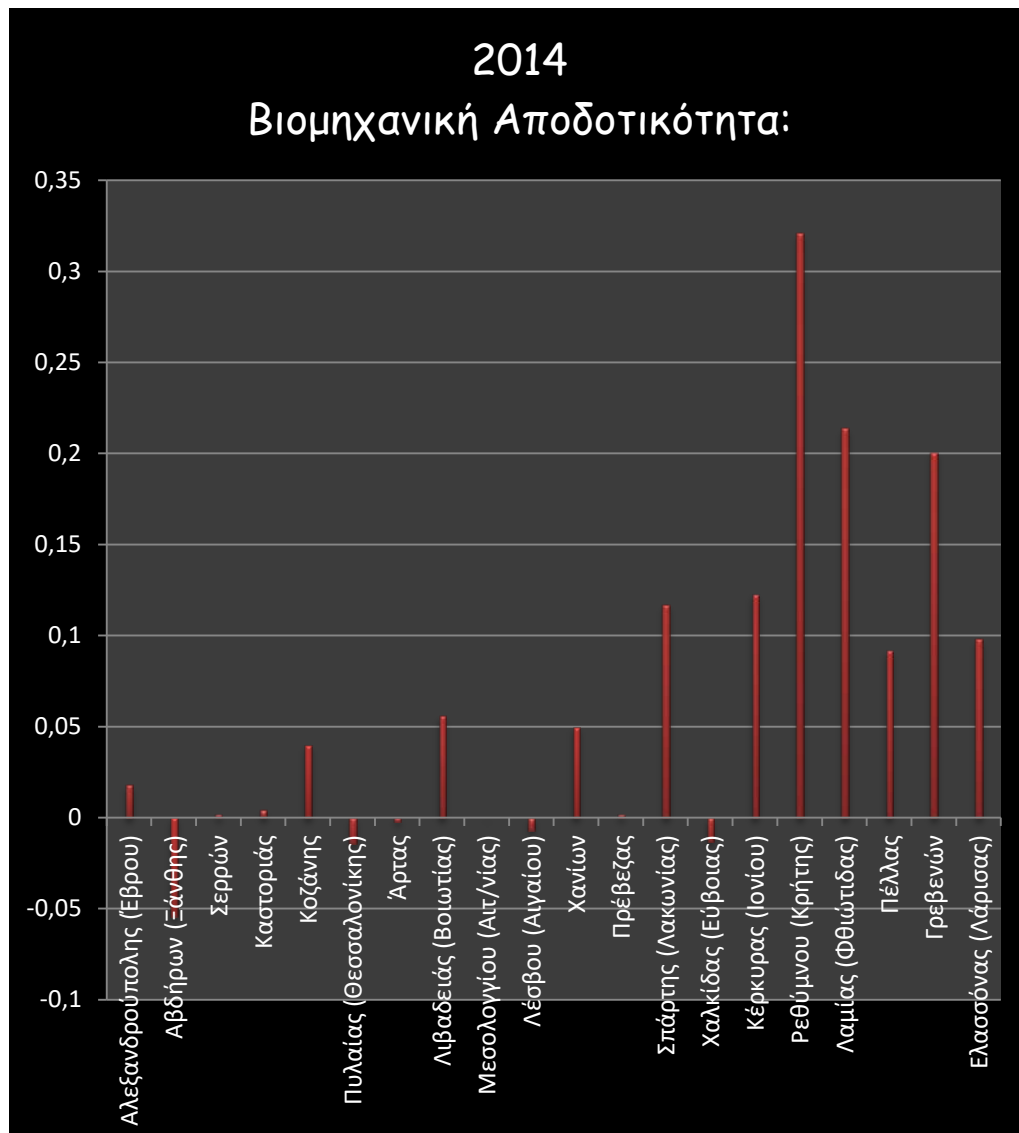


2013

Δείκτης Αμεσης Ρευστότητας:

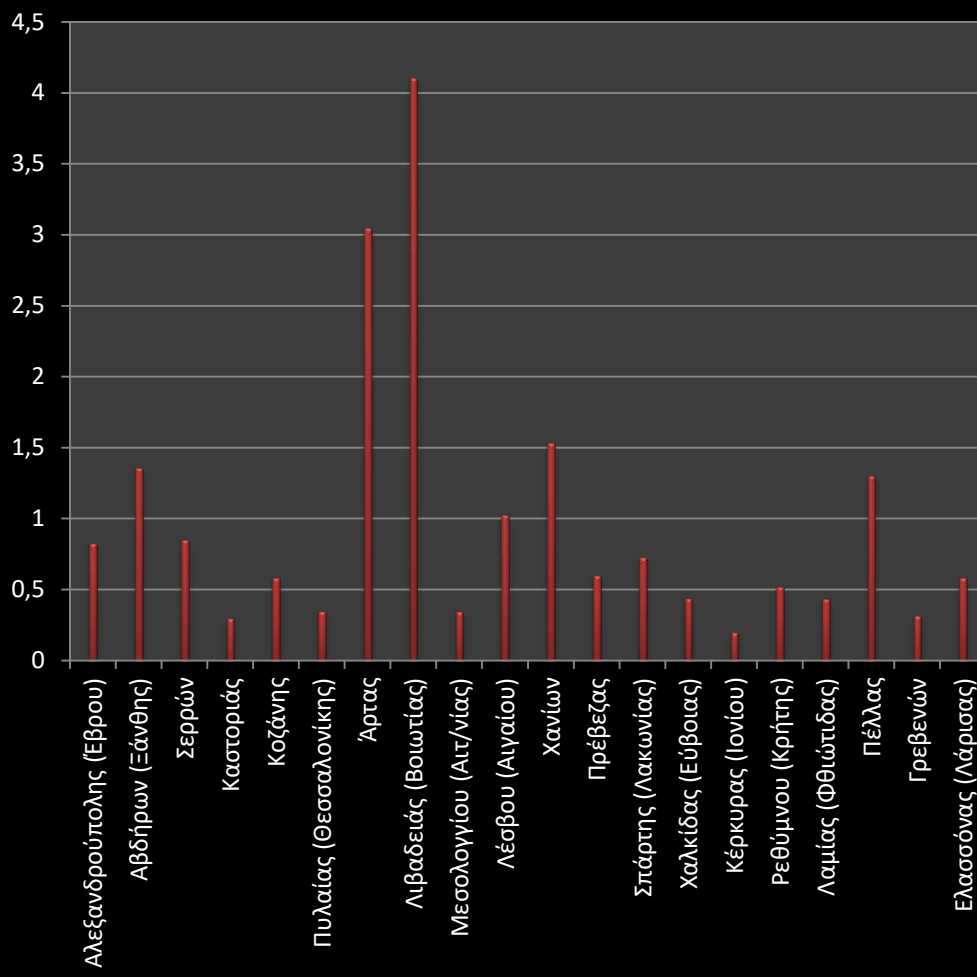


3.4. 2014:

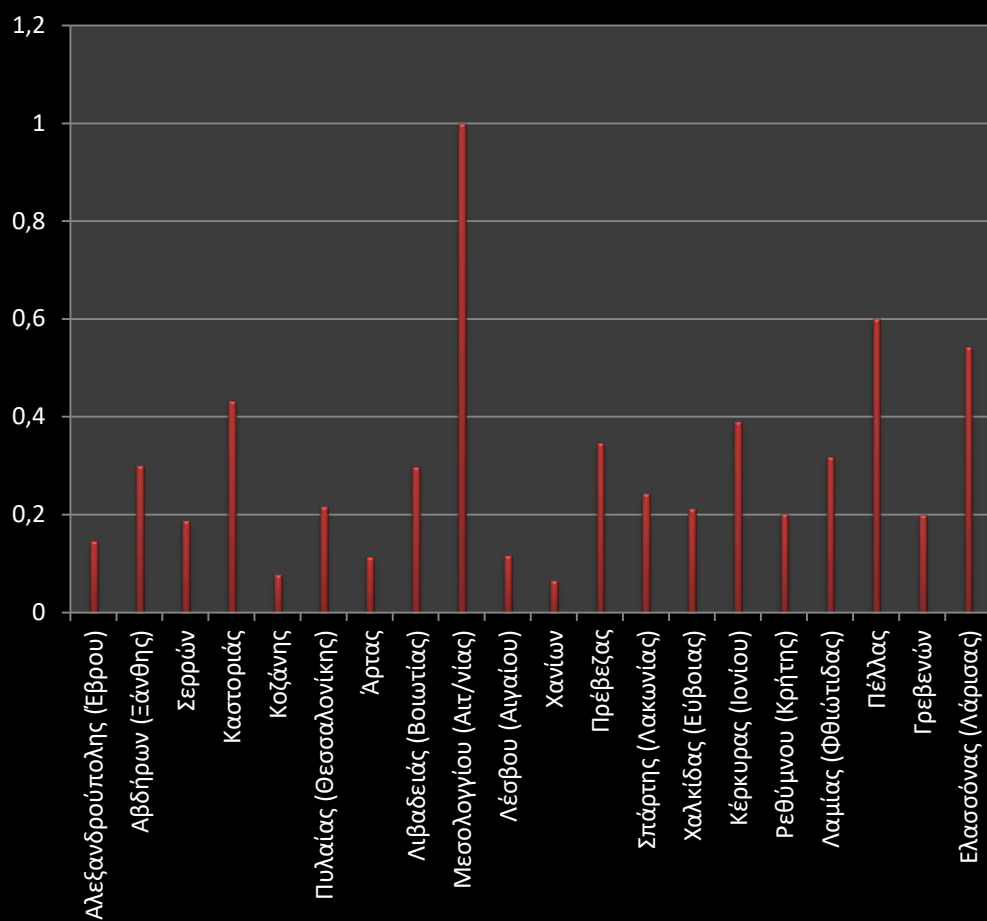


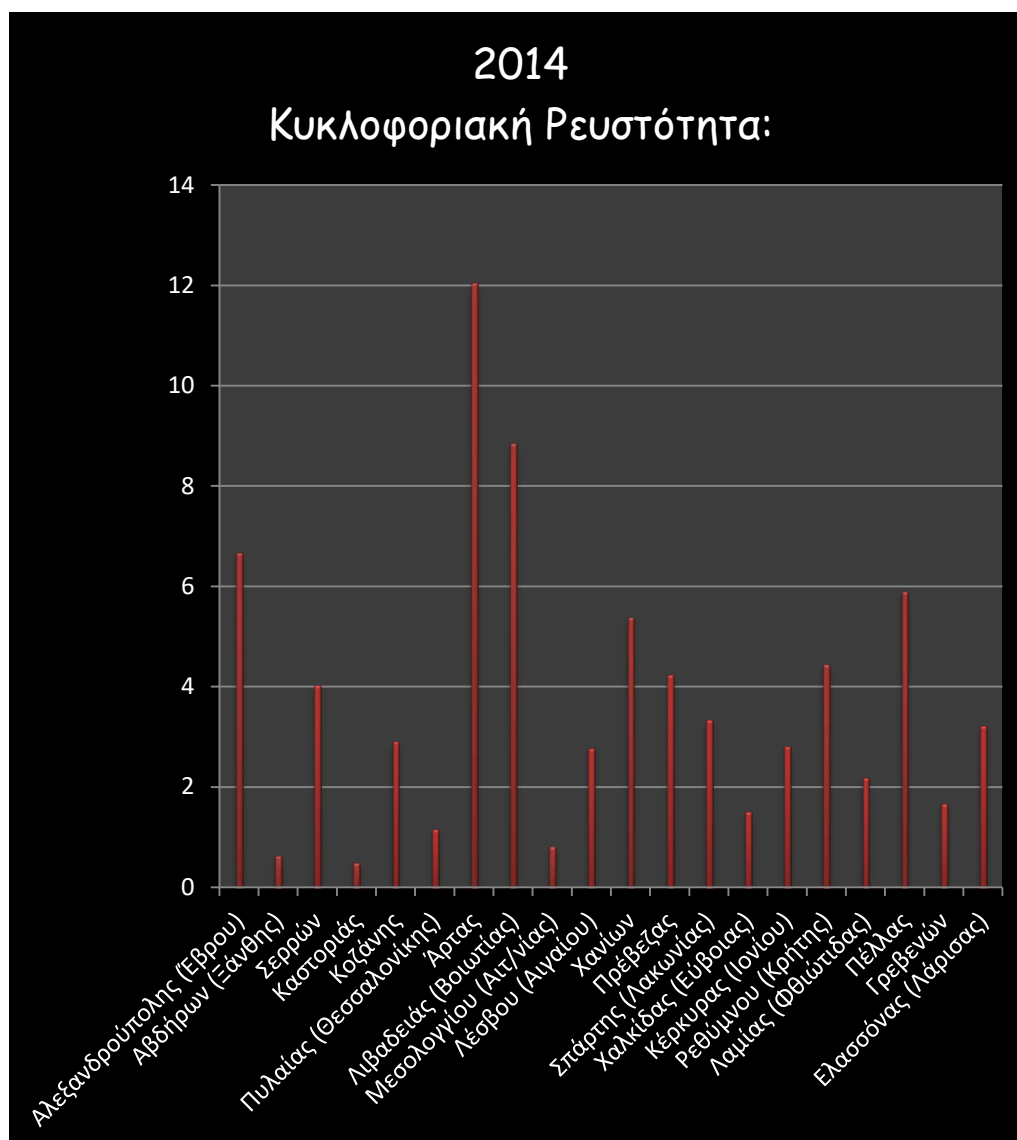
2014

Δείκτης Κυκλοφορίας Υποχρεώσεων:



2014
Δείκτης Σημασίας Γεν. και Διοικ.
Εξόδων:



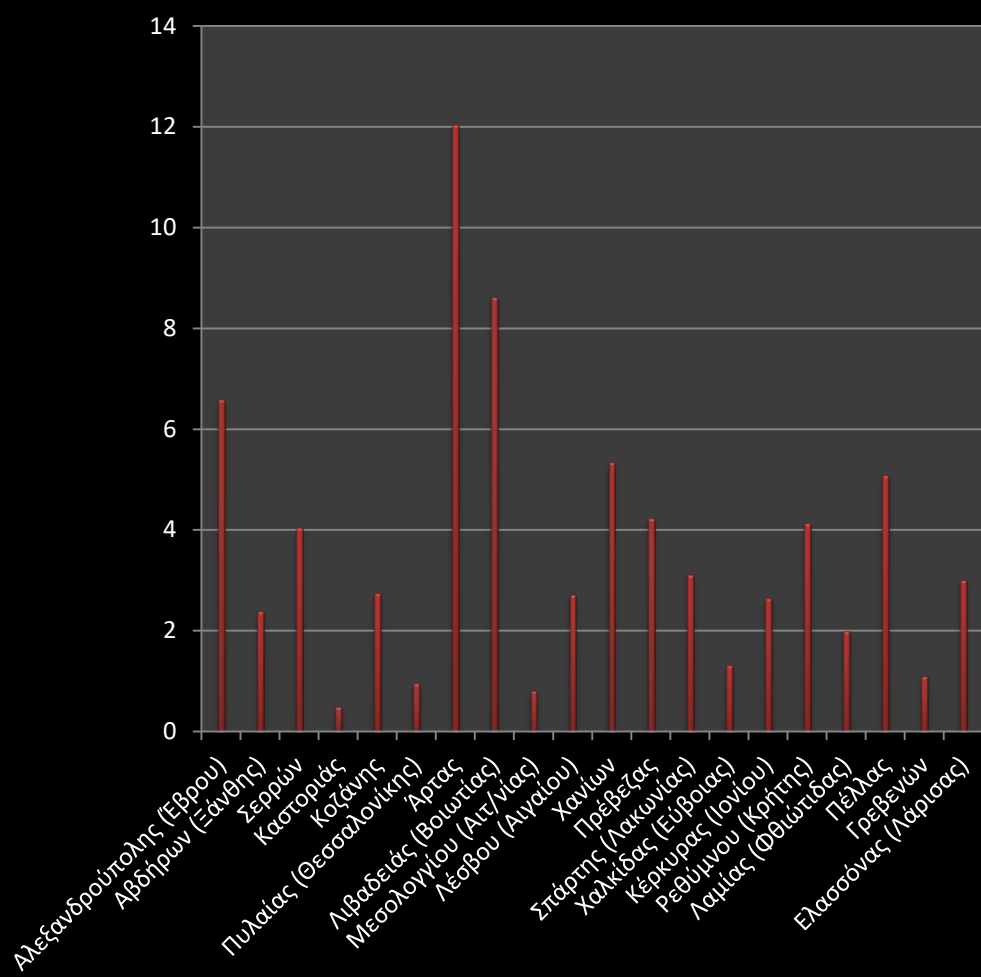


Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε να προηγείται η ΔΕΥΑ Άρτας με Κυκλοφοριακή Ρευστότητα 12,044 και ακολουθούν με τη σειρά που αναφέρονται:

η Λιβαδειά με 8,857, η Αλεξανδρούπολη με 6,656, η Πέλλα με 5,901, τα Χανιά με 5,392, το Ρέθυμνο με 4,453, η Πρέβεζα με 4,224, οι Σέρρες με 4,035, η Σπάρτη με 3,333, η Ελασσόνα με 3,209, η Κοζάνη με 2,917, η Κέρκυρα με 2,81, η Λέσβος με 2,784, η Λαμία με 2,187, τα Γρεβενά με 1,654, η Χαλκίδα με 1,498, η Πυλαία με 1,158, το Μεσσολόγγι με 0,818, τα Άβδηρα με 0,626 και τέλος η Καστοριά με 0,477.

2014

Δείκτης Αμεσης Ρευστότητας:



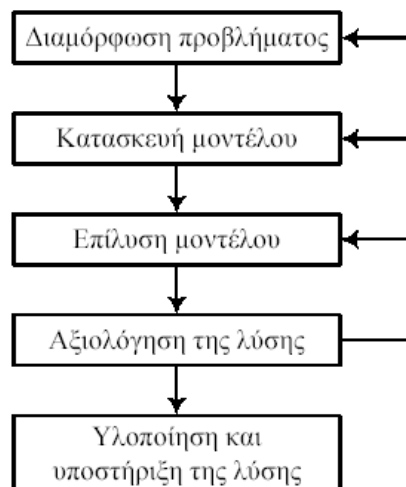
Κεφάλαιο 4°:

Πολυκριτήρια ανάλυση και μεθοδολογία PROMETHEE. Θεωρία & εφαρμογή μεθοδολογίας. Εκτίμηση αποτελεσμάτων και συμπεράσματα:

4.1. Πολυκριτήρια Ανάλυση:

Στις μέρες μας, η λήψη αποφάσεων για την επίλυση επιχειρηματικών προβλημάτων έχει γίνει μια από τις πιο σημαντικές, δύσκολες και πολύπλοκες διαδικασίες τις οποίες καλούνται να πραγματοποιήσουν διάφορες επιχειρήσεις για την συνεχή βελτίωση των υπηρεσιών και αύξηση των κερδών τους, βάσει προσαρμογών των υπάρχοντων πόρων τους ή κάποιων επενδύσεων τους. Οι λήπτες αποφάσεων δυσκολεύονται πλέον να χειριστούν με συνέπεια και λογική τις πιθανές πληροφορίες που διαθέτουν λόγω του μεγάλου όγκου τους, καθώς και της συχνής πολυπλοκότητάς τους.

Η παλιότερη βασική μεθοδολογία για την επίλυση ενός επιχειρηματικού προβλήματος φαίνεται από το παρακάτω σχήμα.



Στην αρχή ξεκινάει με την διατύπωση και διαμόρφωση του προβλήματος ώστε να μπορέσουμε να καθορίσουμε τις μεταβλητές απόφασης (decision variables), βάσει των οποίων θα παρθεί κάποια πιθανή απόφαση, τον στόχο (objective) που θέλουμε να πετύχουμε και τις εφικτές λύσεις (feasible solutions) ανάμεσα στις οποίες θα πρέπει να διαλέξουμε.

Η δεύτερη φάση της διαδικασίας αυτής περιλαμβάνει την κατασκευή ενός κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου, το οποίο πρέπει να ενσωματώνει όσο το δυνατόν περισσότερες από τις μεταβλητές απόφασης, τους στόχους καθώς και τους

περιορισμούς μας. Το ζητούμενο είναι να προσεγγίζει την πραγματικότητα ώστε να μπορέσει να μας δώσει λύσεις στο πρόβλημα το οποίο ερευνούμε.

Στο τρίτο στάδιο, χρησιμοποιείται η κατάλληλη μαθηματική μέθοδος για τον προσδιορισμό των τιμών των μεταβλητών απόφασης. Οι τιμές αυτές πρέπει να ανήκουν στο σύνολο των εφικτών λύσεων και στόχος μας είναι να βελτιστοποιούν το στόχο του προβλήματός μας. Πριν ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή μελετάται η ποιότητα της απόφασης σε συνάρτηση με τις παραμέτρους του μοντέλου, τις υποθέσεις και των δεδομένων του προβλήματος. Οι παραπάνω φάσεις και στάδια μπορεί να επαναληφθούν αρκετές φορές μέχρι να καταλήξουμε να περάσουμε στο τελευταίο στάδιο, το οποίο περιλαμβάνει την υλοποίηση πλέον της λύσης καθώς και την υποστήριξή της.

Τα κύρια προβλήματα που έχουν πλέον προκύψει στην παραπάνω διαδικασία αφορούν κυρίως :

1. την ύπαρξη πολλαπλών κριτηρίων που μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα για κάθε κριτήριο να έχουμε και άλλη βέλτιστη λύση,
2. τα αντικρουόμενα κριτήρια που καθιστούν αδύνατη την εύρεση της καλύτερης λύσης και
3. την υποκειμενικότητα όσον αφορά τι είναι καλύτερο και ποια πρέπει να είναι η σωστή πολιτική που πρέπει να ακολουθήσει το άτομο που καλείται να πάρει την τελική απόφαση.

Για αυτούς τους λόγους, οι παλιές μέθοδοι της μονόπλευρης και μονοδιάστατης ανάλυσης αποδείχτηκαν με τον καιρό ανεπαρκείς στο να καλύψουν αυτές τις ανάγκες και οδήγησαν στην ανάπτυξη ενός νέου εργαλείου λήψης αποφάσεων, την πολυκριτήρια ανάλυση (multicriteria decision aid, MCDA, ή multicriteria decision making, MCDM).

Η πολυκριτήρια κριτηριακή ανάλυση κατάφερε εν μέρει να διαχειριστεί προβλήματα που αφορούν επιλογές που πρέπει να ληφθούν και βασίζονται σε πολλές παραμέτρους και σε πολλά και διαφορετικής φύσεως κριτήρια. Για να επιτευχθεί όλο αυτό, η πολυκριτήρια ανάλυση απαιτεί την συγκέντρωση πολλών πληροφοριών καθώς και τον ορισμό στόχων από τη μεριά αυτού ή αυτών που καλούνται να πάρουν τις αποφάσεις. Μετά την ολοκλήρωση αυτών των δύο βασικών βημάτων και με την χρήση των κατάλληλων κάθε φορά πολυκριτηριακών μεθόδων λήψης αποφάσεων μπορεί να επιτευχθεί, όχι η εύρεση της καλύτερης απόφασης, αλλά ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να συμβιβαστούν καλύτερα οι εμπλεκόμενοι στην τελική απόφαση φορείς, ρυθμίζοντας έτσι και το βάρος που φέρει ο καθένας στην τελική και πιο ορθολογική λήψη της απόφασης.

Βασική στην πολυκριτήρια ανάλυση είναι η χρήση του συστήματος της σχετικής βαρύτητας για τα διαφορετικά κριτήρια. Με αυτό το σύστημα ρυθμίζεται το σχετικό βάρος του κάθε κριτηρίου βάσει της κρίσεως, συνειδητά ή ασυνείδητα, των ατόμων που καλούνται να πάρουν την τελική απόφαση. Με αυτόν τον τρόπο, οι άνθρωποι που βαθμολογούν τα κριτήρια, αποτελούν μέρος της λήψης αποφάσεων και όχι απλοί παθητικοί παρατηρητές μιας μαθηματικής μεθόδου την οποία η ίδιοι δεν θα μπορούν να επηρεάσουν. Ο τρόπος, παρόλα αυτά, με τον οποίο θα συνδυαστούν τα στοιχεία εξαρτάται κυρίως από τη μέθοδο πολυκριτήριας ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθεί.

Όπως φαίνεται, λοιπόν, οι χρήστες της πολυκριτήριας ανάλυσης ενδιαφέρονται κυρίως για την ανάλυση, μαθηματική μοντελοποίηση και αναπαράσταση των προτιμήσεων που διέπουν την πολιτική λήψης αποφάσεων ώστε παρέχοντας τις κατάλληλες πληροφορίες να βρίσκουν βασικά χαρακτηριστικά σε βασικά τους προβλήματα, καθώς και διάφορες εναλλακτικές λύσεις.

Οι τεχνικές πολυκριτήριας ανάλυσης εφαρμόζονται για διάφορους σκοπούς. Κάποιοι από αυτούς είναι :

- Ο προσδιορισμός της προτιμότερης επιλογής
- Η κατάταξη διαφόρων επιλογών
- Η απαρίθμηση ενός περιορισμένου αριθμού επιλογών
- Η επακόλουθη λεπτομερή αξιολόγηση
- Ο διαχωρισμός αποδεκτών και μη αποδεκτών δυνατοτήτων

Επίσης ο αριθμός των τεχνικών πολυκριτήριας ανάλυσης συνεχώς αυξάνεται, πράγμα το ποίο οφείλεται σε πολλούς λόγους. Κάποιοι από αυτούς είναι :

- Η ύπαρξη πολλών τύπων αποφάσεων
- Οι διαφορές στον διαθέσιμο χρόνο για την ανάλυση και τη λήψη απόφασης
- Η μεγάλη ποικιλία στον όγκο και το είδος των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση
- Η μεγάλη ποικιλία στη ικανότητα αυτών που υποστηρίζουν την λήψη της απόφασης
- Οι διαφορές στην διοίκηση και στις απαιτήσεις των οργανισμών που πραγματοποιούν τη λήψη της απόφασης.

Ουσιαστικά λοιπόν, ακόμα και η λήψη απόφασης για το ποια είναι η κατάλληλη μέθοδος και τεχνική που πρέπει κάποιος να διαλέξει για να χρησιμοποιήσει, αποτελεί

ένα πρόβλημα το οποίο απαιτεί τη χρήση της πολυκριτήριας ανάλυσης. Θα πρέπει λοιπόν να οριστούν τα διάφορα κριτήρια βάσει των οποίων θα αξιολογηθούν οι πιθανές προς χρησιμοποίηση τεχνικές, καθώς και το σχετικό βάρος του κάθε κριτηρίου, το οποίο είναι καθαρά θέμα που βασίζεται σε αυτούς που καλούνται να πάρουν την απόφαση. Μερικά από τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την επιλογή της κατάλληλης τεχνικής είναι:

- Εσωτερική συνέπεια και λογική ορθότητα
- Διαφάνεια
- Ευκολία χρήσης
- Απαιτήσεις στοιχείων που δεν είναι ασυνεπή με τη σημασία του θέματος που εξετάζεται
- Ρεαλιστικές απαιτήσεις χρόνου και εργατικής δύναμης για τη διαδικασία ανάλυσης
- Διαθεσιμότητα software

Η επιλογή και η κατάταξη των εναλλακτικών που δίνει σαν αποτέλεσμα μια πολυκριτήρια ανάλυση δεν είναι απλό ζήτημα. Συνήθως η καλύτερη απόφαση δεν υπάρχει, όπως επίσης είναι συχνό το φαινόμενο να μην είναι απολύτως εμφανές ποια ή ποιες εναλλακτικές θα μπορούσαν να υπερέχουν. Αιτία για αυτό είναι η συχνή σύγκρουση κριτηρίων. Καταλήγουν λοιπόν σε αρκετές περιπτώσεις να χρησιμοποιούνται συμβιβαστικές λύσεις οι οποίες αποφέρουν και τις λιγότερες ζημιογόνες καταστάσεις.

Η πολυκριτήρια ανάλυση παρέχει στους λήπτες αποφάσεων την δυνατότητα να ορίζουν ένα μεγάλο πλήθος στόχων καθώς και μετρήσιμων κριτηρίων βάσει των οποίων γίνεται η αξιολόγηση για την επίτευξη ή μη των στόχων. Αφού λοιπόν οριστούν τα παραπάνω, η πολυκριτήρια ανάλυση λαμβάνει τις προς εξέταση επιλογές των χρηστών και δημιουργεί σχέσεις προτίμησης ανάμεσα τους. Αν και σε απλές περιπτώσεις κάτι τέτοιο μπορεί να γίνεται εύκολα χωρίς τη χρήση της πολυκριτήριας ανάλυσης, υπάρχουν φορές που είναι απαραίτητη η χρήση της ώστε να μπορέσουν οι λήπτες αποφάσεων να συγκεντρώσουν στοιχεία για κάθε ένα κριτήριο ξεχωριστά και έτσι να διαμορφώσουν μια πλήρη εικόνα για τη συνολική απόδοση των επιλογών τους.

Κάθε αναλυτική διαδικασία, έτσι και η πολυκριτήρια ανάλυση, έχει αδύναμα σημεία καθώς και πλεονεκτήματα. Κάτι το οποίο αρκετοί θεωρούν ως αδύναμο σημείο της είναι, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, ότι βασικό στοιχείο της είναι η κρίση των ληπτών απόφασης. Οι λήπτες αποφάσεων είναι εκείνοι που θα αποφασίσουν και για τους στόχους αλλά και για τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν. Κυριότερο όμως

όλων, είναι το γεγονός ότι είναι αυτοί που θα καθορίσουν τα σχετικά βάρη του κάθε κριτηρίου καθώς και το πόσο θα συμμετέχει κάθε επιλογή σε κάθε κριτήριο απόδοσης. Η υποκειμενικότητα των ληπτών απόφασης είναι σημαντικός λόγος ανησυχίας, καθώς ένα βασικό μέρος της διαδικασίας βασίζεται σε προσωπικές επιλογές στόχων, κριτηρίων, βαρών και αξιολογήσεων εκπλήρωσης των ληπτών αποφάσεων. «Αντικειμενικά» στοιχεία, όπως οι καταγεγραμμένες τιμές, είναι επίσης δυνατόν να συμπεριληφθούν.

Ένα άλλο βασικό μειονέκτημα της πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι η αδυναμία της να αποδείξει ότι μία ενέργεια βοηθάει περισσότερο από ότι ζημιώνει μια επιχείρηση.

Παρόλα αυτά, έχει και πολλά πλεονεκτήματα . Κάποια από αυτά είναι τα παρακάτω.

- Είναι ανοιχτή και εκτεταμένη
- Οι στόχοι και τα κριτήρια που κάποιοι λήπτες αποφάσεων θα θέσουν μπορούν ανά πάσα στιγμή να αναλυθούν και να αλλάξουν αν αυτό χρειαστεί.
- Τα σχετικά βάρη και τα σκορ που χρησιμοποιούνται είναι αναλυτικά και προκύπτουν μετά από ειδική διαμόρφωση κάποιων καθορισμένων τεχνικών. Και τα δύο μπορούν επίσης να αλλαχθούν αν κριθεί σκόπιμο ώστε να χρησιμοποιηθούν άλλα, τα οποία μπορεί να προέρχονται από άλλες τεχνικές ή πηγές πληροφοριών.
- Η αποδοτικότητα συνηθίζεται να μετράται από ειδικούς αναλυτές ώστε το βάρος της μέτρησης να μην επιβαρύνει τους λήπτες αποφάσεων.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως δίαυλος επικοινωνίας μεταξύ διαφόρων ληπτών αποφάσεων αλλά και μεταξύ των ληπτών και των υπολοίπων ατόμων μιας επιχείρησης.
- Διευκολύνει την αναπαράσταση πολυδιάστατων προβλημάτων.
- Είναι ιδιαίτερα ευέλικτη και επιτρέπει τη διαφορετική επίδραση των παραγόντων στο τελικό αποτέλεσμα.

4.1.α.Ο Πίνακας Αποδοτικότητας:

Η πολυκριτήρια ανάλυση μπορούμε να πούμε ότι συχνά περιορίζεται στην δημιουργία και ανάλυση του σημαντικότερου εργαλείου της που είναι ο πίνακας αποδοτικότητας, ή αλλιώς πίνακας συνέπειας. Στον πίνακα αυτό, κάθε γραμμή αντιστοιχεί και σε μία επιλογή που έχει θέσει ο λήπτης αποφάσεων και κάθε στήλη σε κάποιο κριτήριο. Η αποδοτικότητα κάθε επιλογής ως προς κάποιο κριτήριο μπορεί να

είναι είτε αριθμητική (που είναι και η πιο συνηθισμένη περίπτωση) είτε να έχει εκφράζεται ως «σημειακό» σκορ (π.χ. Α,Β,Γ,...) ή ως χρωματική κωδικοποίηση.

Σε ένα πρώτο επίπεδο λοιπόν, η ανάλυση των στοιχείων αυτού του πίνακα μπορεί να είναι και το τελικό βήμα που οι λήπτες αποφάσεων θα πρέπει να εκτελέσουν προτού πάρουν την τελική τους απόφαση. Το μόνο που θα έχουν να κάνουν λοιπόν είναι να δουν βάση των στοιχείων του πίνακα κατά πόσο οι στόχοι τους εκπληρώνονται, σε ποιο βαθμό και με τη χρήση ποιας επιλογής γίνεται αυτό. Αυτό μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να είναι μια διαδικασία γρήγορη, εύκολη και αποτελεσματική, μπορεί όμως και να τους οδηγήσει σε λανθασμένες επιλογές ή κατατάξεις λόγω αδικαιολόγητων υποθέσεων.

4.1.β.Σκορ Και Βάρη:

Στις περιπτώσεις που η αποδοτικότητα μετριέται με αριθμούς η πολυκριτήρια ανάλυση χρησιμοποιεί τα παρακάτω δυο βήματα:

1. **Σκορ:** αρχικός σκοπός είναι να ορισθεί ένα σκορ για κάθε μια από τις επιλογές που έχει ορίσει ο λήπτης αποφάσεων. Οι επιλογές που προτιμάει ο λήπτης θα έχουν μεγαλύτερο σκορ από εκείνες που είναι λιγότερο προτιμητέες. Ουσιαστικά, ορίζεται μια κλίμακα από το 0 έως το 100, με το 0 να συμβολίζει το σκορ μιας μη προτιμητέας επιλογής και το 100 την περισσότερη προτιμητέα επιλογή. Έτσι λοιπόν, όλες μας οι επιλογές πρέπει να έχουν κάποιο σκορ μεταξύ του 0 και του 100.
2. **Βάρη:** τα σχετικά βάρη είναι πάλι αριθμητικά και προσδιορίζουν για κάθε κριτήριο το πόσο κάποιες πιθανές αλλαγές του θα επηρεάσουν την κορυφή και τη βάση της επιλεγμένης κλίμακας.

Μετά τα δυο αυτά βασικά βήματα και τον προσδιορισμό των τιμών που προαναφέρθηκαν, γίνεται ο συνδυασμός των στοιχείων βάσει κάποιων μαθηματικών τύπων ώστε να αναλυθεί και αξιολογηθεί κάθε κριτήριο ξεχωριστά. Γι' αυτό το λόγο λοιπόν ο καθένας που ασχολείται με το να δώσει τιμές στα παραπάνω στοιχεία πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αντικειμενικός ώστε και οι εκτιμήσεις που θα προκύψουν να είναι πιο συνεπείς με την πραγματικότητα.

Αυτού του είδους οι προσεγγίσεις ονομάζονται *αντισταθμιστικές τεχνικές*, επειδή το ότι κάποιος ορίζει χαμηλά σκορ σε ένα κριτήριο μπορεί να ισοζυγιστεί ορίζοντας

υψηλά σκορ σε ένα άλλο κριτήριο. Βάσει αυτού λοιπόν, συνηθίζεται να διατηρείται ένας απλός σταθμισμένος μέσος όρος των σκορ συνδυάζοντας τα σκορ κάθε κριτηρίου και τα σχετικά βάρη μεταξύ των κριτηρίων. Για να γίνει όμως αυτό, απαιτείται ταυτόχρονα και η αμοιβαία ανεξαρτησία των προτιμήσεων. Πράγμα το οποίο σημαίνει ότι κάθε επιλογή για κάθε κριτήριο έχει ισχύ προτίμησης ανεξάρτητη από την ισχύ της προτίμησης για ένα άλλο κριτήριο. Σε περιπτώσεις που αυτό δεν ισχύει, η πολυκριτήρια ανάλυση δεν μπορεί να λειτουργήσει και γι αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται άλλες, περισσότερο πολύπλοκες στην εφαρμογή, μέθοδοι.

4.1.γ. Μεθοδολογία της Πολυκριτήριας Ανάλυσης:

Μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές πολυκριτήριας ανάλυσης για την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων και αν και η ταξινόμηση δεν είναι αυστηρή μπορούν να χωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες μεθόδων.

- Πολυκριτηριακή ιεράρχηση επιλογών
- Πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός
- Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας

Οι πρώτες δυο κατηγορίες διαφέρουν ως προς τον πλήθος και το είδος των επιλογών που επιτρέπουν, αφού η πρώτη εφαρμόζεται σε προβλήματα που έχουν ένα πεπερασμένο σύνολο επιλογών, οι οποίες παίρνουν διακριτές τιμές, ενώ η δεύτερη σε προβλήματα που έχουν άπειρες επιλογές, οι οποίες χρησιμοποιούν μεταβλητές απόφασης που πάρουν οποιαδήποτε τιμή μέσα από ένα περιορισμένο πεδίο τιμών. Η τρίτη και τελευταία κατηγορία μεθόδων χρησιμοποιείται και για συνεχές και για διακριτό σύνολο επιλογών και βασίζεται στην αναγωγή του πολυκριτηριακού προβλήματος σε μονοκριτηριακό μέσω μιας συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία συνθέτοντας τις διάφορες προτιμήσεις και τα διάφορα κριτήρια του λήπτη αποφάσεων προχωράει στη λήψη της απόφασης.

Για να επιλεγεί όμως η σωστή μέθοδος πολυκριτήριας ανάλυσης πρέπει πρώτα να αναλυθεί σωστά το πρόβλημα που καλείται ο λήπτης αποφάσεων να λύσει ως προς τα δομικά του χαρακτηριστικά, τα οποία μπορεί να αφορούν είτε τον τύπο του προβλήματος, είτε τη γνώμη και τις προτιμήσεις του λήπτη. Όταν ολοκληρωθεί αυτό το πρώτο στάδιο της πολυκριτήριας ανάλυσης και γίνει σαφές το αντικείμενο του προβλήματος, είναι πια εύκολο να επιλεγεί και ποια από τις τρεις προηγούμενες μεθόδους θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί για τη συνέχεια. Ανάλογα το στάδιο της ανάλυσης στο οποίο βρισκόμαστε διαφέρουν και τα σημεία στα οποία πρέπει να επικεντρώσουμε την προσοχή μας. Κατά τη δόμηση του προβλήματος πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση κυρίως στα εξής:

- στον προσδιορισμό του προβλήματος
- στην επιλογή πιθανών εναλλακτικών σεναρίων
- στην επιλογή των κριτηρίων
- στη ταξινόμηση των κριτηρίων
- στη μέτρηση των επιδόσεων
- στην μέτρηση των σχετικών βαρών του κάθε κριτηρίου
- στην δημιουργία του μοντέλου αξιολόγησης
- στον εντοπισμό και στη αξιολόγηση πιθανών περιοριστικών παραμέτρων
- στην τελική ταξινόμηση των εξεταζόμενων σεναρίων κατά σειρά βαθμολογίας βάσει του μοντέλου που δημιουργήθηκε στο προηγούμενο βήμα, με το καλύτερο σενάριο να λαμβάνει την υψηλότερη βαθμολογία

Αργότερα στο στάδιο ανάλυσης των αποτελεσμάτων έμφαση δίνεται κυρίως στα εξής :

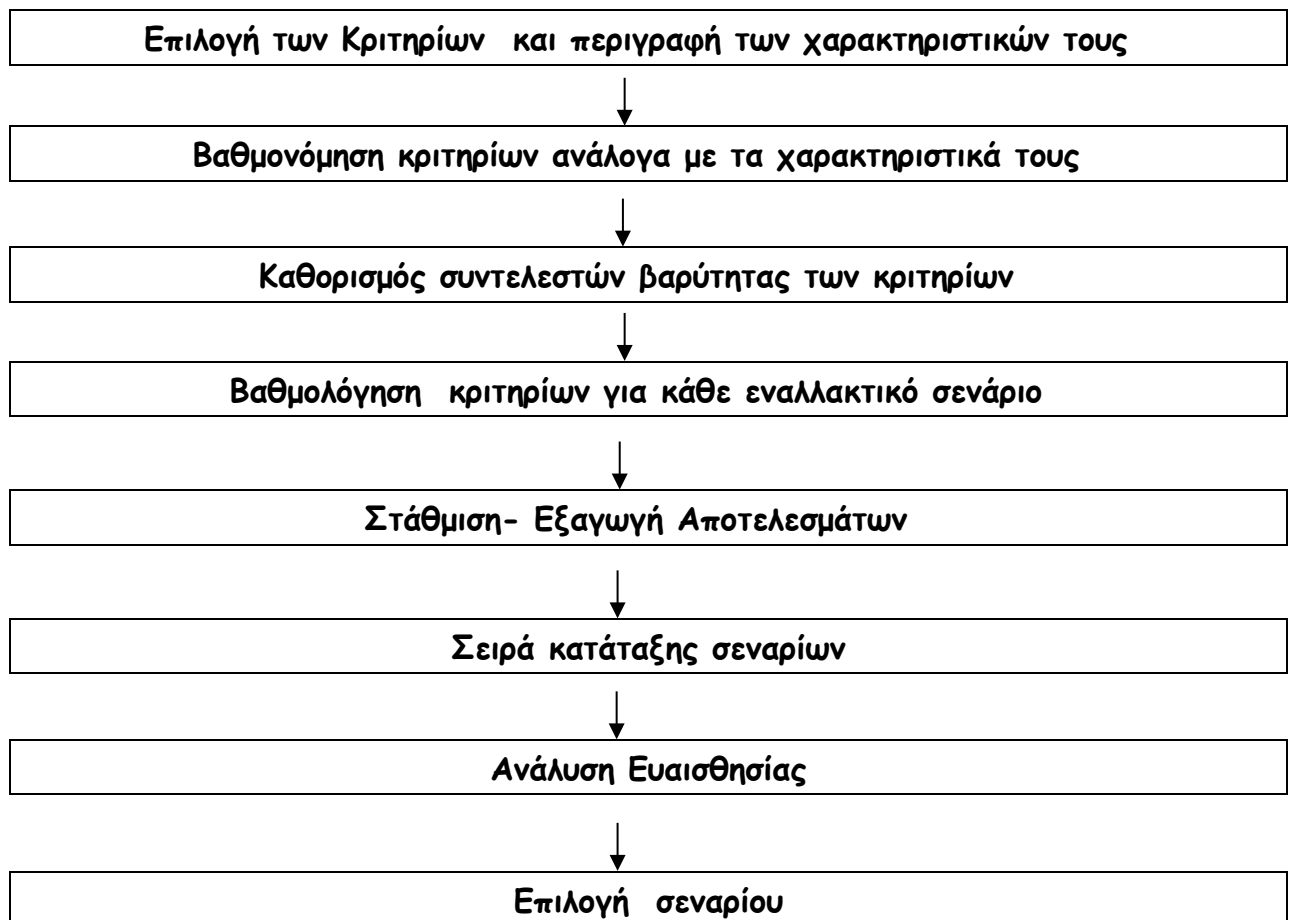
- στην ευαισθησία της λύσης
- στην πιθανή σύγκρουση των κριτηρίων
- στο κατά πόσο η ακολουθηθείσα διαδικασία βοήθησε τον λήπτη αποφάσεων να βρει την βέλτιστη λύση και να κατανοήσει τις συνέπειες της απόφασής του.

Για να κατανοήσουμε λοιπόν καλύτερα την μεθοδολογία της πολυκριτήριας ανάλυσης, πρέπει να αντιληφθούμε ότι αυτά που θα συμβούν είναι τα εξής.

- Αρχικά θα προσδιοριστούν τα βασικά στοιχεία του προβλήματος που είναι:
 - ένα σύνολο διακριτών επιλογών
 - ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης
 - η επίδοση της κάθε επιλογής στο αντίστοιχο κριτήριο
 - η σχετική βαρύτητα των κριτηρίων
 - η κατεύθυνση προτίμησης των επιδόσεων (ελάχιστο ή μέγιστο)
 - τα όρια ανοχής
- Θα οριστούν τα ζητούμενα από την επίλυση του προβλήματος που είναι:
 - ο προσδιορισμός της σχετικά βέλτιστης λύσης

- η ιεράρχηση του συνόλου των λύσεων
- η ταξινόμηση των λύσεων σε ομάδες
- Θα επιλεγεί η κατάλληλη μέθοδος για την επίλυση του προβλήματος. Οι δύο κύριες επιλογές όσον αφορά την μέθοδο επίλυσης είναι οι εξής:
 - Η μέθοδος σύνθεσης των επιδόσεων κατά την οποία γίνεται μετατροπή του προβλήματος από πολυκριτηριακό σε μονοκριτηριακό. Έτσι ένα μόνο κριτήριο εκφράζει όλη την χρησιμότητα της επιλογής.
 - Η μέθοδος ιεράρχησης των επιλογών κατά την οποία όλες οι επιλογές συγκρίνονται σε ζεύγη για όλα τα κριτήρια και βάσει των αποτελεσμάτων προκύπτουν σχέσεις επικράτησης κάποιων επιλογών.

Συνοπτικά λοιπόν μπορούμε να δούμε την συνολική διαδικασία της πολυκριτήριας ανάλυσης στο παρακάτω διάγραμμα.



4.1.δ.Καθορισμός Συντελεστών Βαρύτητας:

Ο συντελεστής βαρύτητας είναι το νούμερο αυτό που καθορίζει το πόσο σημαντικό είναι ένα κριτήριο και επίσης αξιολογεί κάθε εναλλακτικό σενάριο. Οι συντελεστές βαρύτητας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τους άμεσους και τους έμμεσους συντελεστές. Οι άμεσοι συντελεστές βαρύτητας χρησιμοποιούνται όταν έχουμε λίγα κριτήρια και γι' αυτό είναι δυνατή και η επιλογή των συντελεστών βαρύτητας. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται οι έμμεσοι συντελεστές βαρύτητας, οι οποίοι για να υπολογιστούν πρέπει πρώτα να ταξινομηθούν τα κριτήρια βάσει σπουδαιότητας, να δοθεί στο κάθε ένα και ένα συντελεστής βαρύτητας και στο τέλος να υπολογιστεί ένας τελικός συντελεστής οποίος θα προκύψει με τη σχέση με το άθροισμα όλων των συντελεστών βαρύτητας ή σε σχέση με το μεγαλύτερο συντελεστή. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να γίνει ακόμα και χρήση κριτηρίων, τα οποία δεν έχουν κάποιο συντελεστή βαρύτητας.

Λόγω του ότι η αρχική ιεράρχηση των κριτηρίων γίνεται από τους λήπτες απόφασης, είναι εύκολα αντιληπτό ότι ο συντελεστής βαρύτητας κάθε κριτηρίου ουσιαστικά βασίζεται στο αξιακό σύστημα των ληπτών και στο είδος του προβλήματος που αυτοί καλούνται να λύσουν. Ανάλογα λοιπόν με το πρόβλημα οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων μπορεί και να αλλάζουν τιμές λόγω διαφορετικής σημασίας που έχουν αυτά τα κριτήρια για την λύση του προβλήματος.

b).

Οι έξι τύποι λειτουργιών προτίμησης και η μερική ή πλήρης οργάνωση στη PROMETHEE παρέχουν στον DM ακριβέστερες ιδέες στην επίλυση του δεδομένου προβλήματος. Εντούτοις, προκειμένου να καθοριστεί η λειτουργία προτίμησης, απαιτούνται πάρα πολλές παράμετροι για τα συμπεράσματα μας.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η εξής μέθοδος :

ELECTRE μέθοδος

Οι ELECTRE (Elimination and Choice Translation Reality) μέθοδοι χρησιμοποιούν την έννοια της outranking σχέσης, που εισάγεται από τους Benayoun, R., Roy, B. και Sussman, N., (1973).

Για παράδειγμα, υποθέτουμε ότι υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις m βασισμένες στα κριτήρια αξιολόγησης n , με τους παράγοντες στάθμισης $[w_1, w_2, \dots, w_n]$, όπου x_{ij} η αξία του κριτηρίου x_j όσον αφορά το εναλλακτικό A_i .

Μια outranking σχέση μεταξύ της εναλλακτικής A_k και της εναλλακτικής A_l ($k, l = 1, 2, \dots, m$, $k \neq l$) ορίζεται ως εξής: Το A_k προτιμάται από το A_l όταν A_k είναι τουλάχιστον τόσο καλό όσο το A_l όσον αφορά μια πλειοψηφία των κριτηρίων και όταν A_k δεν είναι μειονεκτικό σχετικά με οποιαδήποτε άλλα κριτήρια. Μετά από την αξιολόγηση των outranking σχέσεων για κάθε ζευγάρι των εναλλακτικών λύσεων, οι κυρίαρχες εναλλακτικές λύσεις μπορούν να αποβληθούν και οι μη-κυρίαρχες εναλλακτικές λύσεις μπορούν να ληφθούν για περαιτέρω εκτίμηση.

Όπως αναφέρουν οι Roy, B., 1991, Collette, Y. και Siarry, P., (2003), υπάρχουν διάφορες εκδόσεις των μεθόδων ELECTRE, συμπεριλαμβανομένου των ELECTRE I, IS, II, III, IV και TRI. Η ELECTRE I είναι η πρώτη μέθοδος ανάλυσης απόφασης που χρησιμοποιεί την έννοια της outranking σχέσης, οι άλλες εκδόσεις των μεθόδων ELECTRE είναι επεκτάσεις της ELECTRE I.

Σε αυτήν την υποενότητα, οι σταδιακοί υπολογισμοί της ELECTRE I περιγράφονται λεπτομερώς και οι άλλες μέθοδοι ELECTRE αναφέρονται εν συντομία.

Όπως αναφέρουν οι (Hwang, C.L. και Yoon, K., (1981), η ELECTRE I αποτελείται από τα ακόλουθα εννέα βήματα.

1. Ομαλοποίηση της μήτρας αποφάσεων.

$$R = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{vmatrix} \quad r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, i = 1, 2 \dots m, j = 1, 2, \dots n \quad (2.1)$$

2. Υπολογισμός της βεβαρημένης μήτρας αποφάσεων.

$$V = RW = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} w_1 & & & \\ & w_2 & & \\ & & w_3 & \\ & & & w_4 \end{vmatrix} \quad (2.2)$$

3. Καθορισμός συνόλων συμφωνίας και ασυμφωνίας.

Για κάθε ζευγάρι εναλλακτικών λύσεων A_k και A_l , το σύνολο κριτηρίων απόφασης $J = \{j \mid j = 1, 2, \dots, n\}$ διαιρείται σε δύο ξεχωριστά υποσύνολα. Το σύμφωνο C_{kl} του A_k και A_l αποτελείται από όλα τα κριτήρια που υποστηρίζουν ότι το A_k προτιμάται από το A_l . Το ασύμφωνο D_{kl} είναι το συμπληρωματικό υποσύνολο του σύμφωνου C_{kl} .

$$C_{kl} = \{j \mid x_{kj} \geq x_{lj}\}, (k, l = 1, 2, \dots, m, \text{ and } k \neq l) \quad D_{kl} = \{j \mid x_{kj} < x_{lj}\} = J - C_{kl} \quad (2.3)$$

4. Υπολογισμός της μήτρας συμφωνίας C.

Κάθε στοιχείο της μήτρας συμφωνίας C υπολογίζεται από το ποσό των βαρών κριτηρίων που περιλαμβάνονται στο σύνολο συμφωνίας. Παραδείγματος χάριν, το στοιχείο c_{kl} μεταξύ A_k και A_l υπολογίζεται από την εξίσωση 2.4.

$$C = \begin{vmatrix} \dots & c_{12} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & \dots \end{vmatrix} \quad c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \quad (2.4)$$

5. Υπολογισμός της μήτρας ασυμφωνίας D.

Κάθε στοιχείο της μήτρας ασυμφωνίας D υπολογίζεται από το ποσό των βαρών κριτηρίων που περιλαμβάνονται στο σύνολο ασυμφωνίας. Παραδείγματος χάριν, το στοιχείο d_{kl} μεταξύ A_k και A_l υπολογίζεται από την εξίσωση 2.5.

$$D = \begin{vmatrix} \dots & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & \dots \end{vmatrix}$$

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |u_{kj} - u_{lj}|}{\max_{j \in J} |u_{kj} - u_{lj}|} \quad (2.5)$$

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι οι διαφορές μεταξύ των παραγόντων στάθμισης περιλαμβάνονται στη μήτρα συμφωνίας C , ενώ οι διαφορές μεταξύ των τιμών κριτηρίων απεικονίζονται στη μήτρα ασυμφωνίας D .

6. Καθορισμός κυρίαρχης μήτρας συμφωνίας.

Ένα κατώτατο όριο συμφωνίας c πρέπει να επιλεγεί για να εκτελέσει τη δοκιμή συμφωνίας. Η εναλλακτική A_k πιθανόν να κυριαρχεί της εναλλακτικής A_l , εάν το στοιχείο c_{kl} υπερβαίνει τουλάχιστον ένα ορισμένο κατώτατο όριο c , δηλαδή $c_{kl} \geq c$.

Στην ELECTRE I, μια Boolean μήτρα χρησιμοποιείται για να μετατρέψει τη δοκιμή συμφωνίας σε αριθμητικές τιμές (0 ή 1). Εάν η δοκιμή συμφωνίας ($c_{kl} \geq c$) είναι αληθής, τότε το στοιχείο είναι 1. Αλλιώς είναι 0.

7. Καθορισμός κυρίαρχης μήτρας ασυμφωνίας.

Ένα κατώτατο όριο ασυμφωνίας d πρέπει να επιλεχτεί για να εκτελέσει τη δοκιμή ασυμφωνίας. Η εναλλακτική A_k πιθανόν να κυριαρχεί της εναλλακτικής A_l , εάν το στοιχείο dkl είναι τουλάχιστον μικρότερο από ένα ορισμένο κατώτατο όριο d , δηλαδή $dkl \leq d$.

Όπως προηγουμένως, μια Boolean μήτρα χρησιμοποιείται για να μετατρέψει τη δοκιμή ασυμφωνίας σε αριθμητικές τιμές (0 ή 1). Εάν τη δοκιμή ασυμφωνίας περαστεί ($dkl \geq d$), τότε το στοιχείο είναι 1. Αλλιώς είναι 0.

8. Άθροισμα της μήτρας κυριαρχίας.

Μια σχέση υπεροχής μπορεί να δικαιολογηθεί μόνο εάν και η δοκιμή συμφωνίας και η δοκιμή ασυμφωνίας είναι επιτυχείς. Δηλαδή $ckl \geq c$ και $dkl \leq d$. Η αθροισμένη μήτρα κυριαρχίας υπολογίζεται από ένα στοιχείο-προς-στοιχείο προϊόν της μήτρας κυριαρχίας συμφωνίας και της μήτρας κυριαρχίας ασυμφωνίας.

9. Αποβολή των μη κυρίαρχων εναλλακτικών λύσεων.

Η αθροισμένη μήτρα κυριαρχίας δίνει την μερική προτεραιότητα των εναλλακτικών λύσεων. Στην αθροισμένη μήτρα κυριαρχίας, το στοιχείο 1 στη στήλη δείχνει ότι αυτή η εναλλακτική λύση κυριαρχείται από άλλες εναλλακτικές λύσεις. Κατά συνέπεια, οποιαδήποτε εναλλακτική λύση που έχει τουλάχιστον ένα στοιχείο 1 στη στήλη μπορεί να αποβληθεί.

Η ELECTRE I χρησιμοποιείται ευρέως λόγω της απλής λογικής και των καθαρισμένων υπολογιστικών διαδικασιών της. Εντούτοις, οι δύο τιμές κατώτατων ορίων συμφωνίας και ασυμφωνίας ασκούν σημαντική επίδραση στα τελικά αποτελέσματα. Επιπλέον, οι διαδικασίες υπολογισμού γίνονται πιο σύνθετες καθώς το μέγεθος της μήτρας απόφασης αυξάνεται.

ELECTRE IS μέθοδος

Όπως αναφέρουν οι Roy, B., 1991, Collette, Y. και Siarry, P., (2003), η ELECTRE IS είναι παρόμοια με την ELECTRE I, εκτός από το βήμα 6 (καθορισμός μήτρας κυριαρχίας συμφωνίας), όπου αντί των Boolean αριθμών (0 ή 1), χρησιμοποιούνται τιμές διαστήματος μεταξύ 0 και 1. Προκειμένου να διακριθούν οι εναλλακτικές λύσεις, δύο κατώτατα όρια πρέπει να καθοριστούν για κάθε κριτήριο: κατώτατο όριο αδιαφορίας και ακριβές κατώτατο όριο προτίμησης.

ELECTRE II μέθοδος

Όπως αναφέρει ο Roy, B., (1991), η ELECTRE II είναι επίσης παρόμοια με την ELECTRE I. Η κύρια διαφορά είναι ο καθορισμός δύο σχέσεων προτεραιότητας: ισχυρή προτεραιότητα και αδύναμη προτεραιότητα. Για κάθε κριτήριο, πρέπει να καθοριστούν δύο ισχυρές προτεραιότητας κατώτατα όρια και ένα αδύναμης προτεραιότητας κατώτατο όριο.

ELECTRE III μέθοδος

Η ELECTRE III χρησιμοποιεί την ίδια αρχή με την ELECTRE II. Για κάθε κριτήριο, ένα κατώτατο όριο αδιαφορίας, ένα κατώτατο όριο προτίμησης, και ένα κατώτατο όριο βέτο πρέπει να καθοριστούν προκειμένου να συγκριθούν οι εναλλακτικές λύσεις. Οι μήτρες κυριαρχίας συμφωνίας και κυριαρχίας ασυμφωνίας κατασκευάζονται από τιμές του διαστήματος μεταξύ 0 και 1. Η συνάθροιση της μήτρας κυριαρχίας συμφωνίας και της μήτρας κυριαρχίας

ασυμφωνίας λαμβάνεται από μια μήτρα αξιοπιστίας. Όπως αναφέρουν οι Roy, B. (1991) και Collette, Y., Siarry, P. (2003), η τελική ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων είναι βασισμένη στα ανερχόμενα και κατερχόμενα αποτελέσματα.

ELECTRE IV μέθοδος

Όπως αναφέρουν οι Roy, B., (1991), Collette, Y. και Siarry, P., (2003), αντίθετα από τις προηγούμενες μεθόδους ELECTRE, η ELECTRE IV δεν απαιτεί τα βάρη κριτηρίων στις διαδικασίες υπολογισμού. Αντ' αυτού, χρησιμοποιεί τον αριθμό κριτηρίων στις διαφορετικές περιοχές προτίμησης. Για κάθε κριτήριο, απαιτούνται ένα κατώτατο όριο αδιαφορίας, ένα κατώτατο όριο προτίμησης, και ένα κατώτατο όριο βέτο προκειμένου να συγκριθούν οι εναλλακτικές λύσεις. Παρομοίως με την ELECTRE III, υπολογίζεται μια μήτρα αξιοπιστίας, και η ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων είναι βασισμένη στα ανερχόμενα και κατερχόμενα αποτελέσματα.

ELECTRE TRI μέθοδος

Στην ELECTRE TRI, εισάγονται μερικές εναλλακτικές λύσεις αναφοράς. Όλες οι εναλλακτικές λύσεις συγκρίνονται με αυτές τις εναλλακτικές λύσεις αναφοράς, όπως αναφέρει ο Roy, B., (1991). Παρομοίως με την ELECTRE III, υπολογίζεται μια μήτρα αξιοπιστίας όσον αφορά τις εναλλακτικές λύσεις αναφοράς. Οι σχέσεις προτεραιότητας μεταξύ των υποψηφίων εναλλακτικών λύσεων και των εναλλακτικών λύσεων αναφοράς καθιερώνονται χρησιμοποιώντας τη μήτρα αξιοπιστίας και ένα κατώτατο όριο βέτο. Η ELECTRE TRI μπορεί να μειώσει το υπολογιστικό κόστος των εναλλακτικών συγκρίσεων όταν ο αριθμός εναλλακτικών λύσεων είναι μεγάλος.

Σύνοψη των ELECTRE μεθόδων

Τα κύρια χαρακτηριστικά όλων των εκδόσεων των μεθόδων ELECTRE συνοψίστηκαν από το Roy, B., (1991), όπως φαίνεται στον πίνακα 5. Εξετάζοντας τους διαφορετικούς τύπους προβλημάτων, προτάθηκαν μερικές οδηγίες για το πώς να επιλεγεί μία από τις μεθόδους ELECTRE. Για παράδειγμα, εάν χρειάζεται να εργαστούμε με μια πολύ απλή μέθοδο και δεν είναι ρεαλιστικό να υπάρξει καμία πληροφορία για το κατώτατο όριο αδιαφορίας και το κατώτατο όριο προτίμησης, πρέπει να επιλεγεί η ELECTRE προκειμένου να αποβληθούν οι μη κυρίαρχες εναλλακτικές λύσεις, ενώ πρέπει να χρησιμοποιηθεί η ELECTRE II προκειμένου να χτιστεί ένα μερικό preorder των εναλλακτικών λύσεων. Η ELECTRE IV θα ήταν κατάλληλη μόνο εάν υπάρχει ένας καλός λόγος να απορριφτεί η εισαγωγή των συντελεστών σημασίας. Γενικά, οι ELECTRE I, II, III, IV, και TRI παρέχουν ισχυρή υποστήριξη για την ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων. Εντούτοις, απαιτούν πάρα πολλούς ορισμούς κατώτατων ορίων από DM, που τις καθιστά περίπλοκες για να εφαρμοστούν σε πραγματικά παγκόσμια προβλήματα.

Παραπομπή: (Milani, A.S., Shanian, A., Lahham, C., 2006).

ELECTRE μέθοδος	I	IS	II	III	IV	TRI
Απαιτεί όρια αδιαφορίας και προτίμησης	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
Απαιτεί βάρη κριτηρίων	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι

Outranking σχέσεις	ΔιαδικέςΔιαδικέςΙσχυρές και ασθενής	ΔιαβαθμιΑυστηρώς, μερικώς, σμένες ασθενώς τιμές προτιμώμενες, η αδιάφορες	Διαβαθμισμέν ες τιμές
--------------------	---	--	--------------------------

Πίνακας 5: Βασικά χαρακτηριστικά των ELECTRE Methods. Παραπομπή: (Roy, B., 1991)

Elimination by Aspects μέθοδος

Σε αυτήν την μέθοδο, ο DM υποτίθεται ότι εισάγει το ελάχιστο όριο αποκοπής για κάθε κριτήριο. Επιλέγεται ένα κριτήριο, και όλες οι εναλλακτικές λύσεις που δεν περνούν το όριο αποκοπής σε σύγκριση με εκείνο το κριτήριο αποβάλλονται. Κατόπιν ένα άλλο κριτήριο επιλέγεται, και ούτω καθεξής. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι όλες, πλην μίας, οι εναλλακτικές λύσεις να έχουν αποβληθεί.

Παραπομπή (Hwang, C.L., Yoon, K., 1981).

Η elimination by aspects μέθοδος αποβάλλει τις εναλλακτικές λύσεις που δεν ικανοποιούν κάποιο τυποποιημένο επίπεδο, και συνεχίζεται έως ότου έχουν αποβληθεί όλες οι εναλλακτικές λύσεις εκτός από μια. Εντούτοις, μόνο μικρό μέρος των πληροφοριών χρησιμοποιείται κατά τη σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων.

Lexicographic μέθοδος

Στη λεξικογραφική μέθοδο, ο DM συγκρίνει τις εναλλακτικές λύσεις στο σημαντικότερο κριτήριο. Εάν μια εναλλακτική λύση έχει μια καλύτερη αξία κριτηρίου από όλες τις άλλες εναλλακτικές λύσεις, η εναλλακτική λύση επιλέγεται και η διαδικασία απόφασης τελειώνει. Εντούτοις, εάν μερικές εναλλακτικές λύσεις είναι συνδεδεμένες στο σημαντικότερο κριτήριο, το υποσύνολο των συνδεδεμένων εναλλακτικών λύσεων έπειτα συγκρίνεται με το δεύτερο πλέον σημαντικό κριτήριο. Η διαδικασία συνεχίζεται διαδοχικά έως ότου να επιλέγει μια ενιαία εναλλακτική λύση ή έως ότου όλα τα κριτήρια να έχουν εξεταστεί.

Η λεξικογραφική μέθοδος δεν απαιτεί τη συγκρισιμότητα στα κριτήρια, και οι πληροφορίες προτίμησης για τα κριτήρια δεν είναι απαραίτητως αριθμητικές τιμές. Εντούτοις, χρησιμοποιεί μόνο ένα μικρό μέρος των διαθέσιμων πληροφοριών στη λήψη μιας τελικής απόφασης.

Maximin μέθοδος

Στη μέθοδο Maximin, η γενική απόδοση μιας εναλλακτικής λύσης καθορίζεται από το πιο αδύναμο κριτήριο. Ο DM εξετάζει τις τιμές κριτηρίων για κάθε εναλλακτική λύση, σημειώνει τη χειρότερη αξία για κάθε εναλλακτική λύση, και επιλέγει έπειτα την εναλλακτική λύση με την πιο αποδεκτή αξία στο χειρότερο κριτήριό του. Είναι η επιλογή του μεγίστου (στις εναλλακτικές λύσεις) και της ελάχιστης (στα κριτήρια) τιμής.

Παραπομπή: (Hwang, C.L., Yoon, K., 1981, Xiaoqian Sun, 2012)

Maximax μέθοδος

Σε αντίθεση με τη μέθοδο Maximin, η μέθοδος Maximax επιλέγει μια εναλλακτική λύση από το κριτήριο με την καλύτερη αξία. Σε αυτήν την μέθοδο, προσδιορίζεται η καλύτερη αξία κριτηρίου για κάθε εναλλακτική λύση, και μετά συγκρίνονται οι μέγιστες τιμές προκειμένου να επιλεχτεί η εναλλακτική λύση με την καλύτερη αξία.

Παραπομπή: (Hwang, C.L., Yoon, K., 1981, Xiaoqian Sun, 2012).

Η μέθοδος Maximin και η μέθοδος Maximax χρησιμοποιούν μόνο ένα κριτήριο ανά εναλλακτική λύση στην παραγωγή μιας τελικής επιλογής. Οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρέως στη θεωρία παιγνίων, εντούτοις, η δυνατότητα εφαρμογής τους σε άλλους τομείς είναι σχετικά περιορισμένη.

Τυπικές Compensatory Decision Analysis μέθοδοι

Οι Compensatory decision analysis μέθοδοι επιτρέπουν ανταλλαγές μεταξύ κριτηρίων, δηλαδή μικρές αλλαγές σε ένα κριτήριο μπορούν να αντισταθμιστούν με κατάλληλες αλλαγές σε άλλα κριτήρια. Συνοψίζονται στον πίνακα 4 και εξηγούνται λεπτομερώς στις παρακάτω υπό-ενότητες.

Analytic Hierarchy Process μέθοδος

Η Analytic Hierarchy Process (AHP) προτάθηκε για να εξετάσει DM προβλήματα που έχουν ιεραρχικές δομές ιδιοτήτων, όπως αναφέρει ο Saaty, T.L., (1988). Η AHP είναι βασισμένη στην ιδέα της μετάφρασης ενός ιεραρχικού DM προβλήματος σε μια σειρά pairwise μητρών σύγκρισης και της λήψης της πληροφορίας προτίμησης από τις ιδιότητες που χρησιμοποιούν τη μέθοδο eigenvector, όπου εξηγείται στην υποενότητα 2.3.3.

Υποθέτουμε ότι υπάρχουν m εναλλακτικές λύσεις και n κριτήρια σε ένα δεδομένο πρόβλημα. Μια pairwise μήτρα σύγκρισης είναι μια m επί m μήτρα, της οποίας το στοιχείο y_{ij} δείχνει τις πληροφορίες προτίμησης του DM της εναλλακτικής λύσης i από του εναλλακτικού j για ένα δεδομένο κριτήριο. Στο σύνολο, υπάρχουν μήτρες σύγκρισης n επί m , όπως φαίνεται στη μήτρα M .

$$M = \begin{bmatrix} 1 & y_{12} & \dots & y_{1m} \\ y_{21} & 1 & \dots & y_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Υπολογιστικά βήματα της AHP

1. Καθιέρωση του decision making προβλήματος σε μια δομημένη ιεράρχηση.
2. Διατύπωση της pairwise μήτρας σύγκρισης για στοιχεία σε ενιαίο επίπεδο ιεράρχησης, όσον αφορά κάθε ένα από τα στοιχεία στο αμέσως ανώτερο επίπεδο.
3. Παραγωγή βαρών των στοιχείων χρησιμοποιώντας τη eigenvector μέθοδο.
4. Η εναλλακτική λύση με μεγαλύτερη σχετική αξία είναι η ευνοϊκότερη.

Η AHP παρέχει έναν απλό τρόπο να διατυπωθεί ένα DM πρόβλημα και να αποσπαστούν οι πληροφορίες προτίμησης, δεδομένου ότι απαιτούν μόνο τις pairwise συγκρίσεις μεταξύ των κριτηρίων ή των εναλλακτικών λύσεων. Εντούτοις, έχει μερικούς περιορισμούς. Υποθέτουμε ότι υπάρχει ανεξαρτησία προτίμησης μεταξύ όλων των στοιχείων σε οποιοδήποτε επίπεδο εκτός από το κατώτατο. Θα ήταν προβληματικό να χρησιμοποιηθεί AHP εάν τα κριτήρια στο ίδιο επίπεδο έχουν συσχετισμένη εξάρτηση. Ένας άλλος

περιορισμός είναι ότι η pairwise μήτρα σύγκρισης απαιτείται με κάθε στοιχείο περιγράφοντας την ανάλογη σημασία ενός κριτηρίου σε όλα τα άλλα κριτήρια, ή τη σχετική προτίμηση μιας εναλλακτικής λύσης σε όλες τις άλλες εναλλακτικές λύσεις. Η πλήρης pairwise σύγκριση δεν είναι ένας τετριμμένος στόχος για τον DM και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ασυνέπειας. Αυτά τα προβλήματα θα γίνουν χειρότερα με το αυξανόμενο μέγεθος pairwise της μήτρας σύγκρισης.

1.5.2. Expected Utility Theory

Η Expected Utility Theory μπορεί να χρονολογηθεί από τη λύση του Daniel Bernoulli στο Παράδοξο της Πετρούπολης το 1738.

Παραπομπή: (Davis, J., Hands, W., Maki, U., 1997, Dehling, H., 1997, Xiaoqian Sun, 2012)

Η Expected Utility Theory είναι κατάλληλη για DM προβλήματα που συμπεριλαμβάνουν κίνδυνο και αβεβαιότητα. Εντούτοις, είναι δύσκολο να ληφθεί μια ακριβής συνάρτηση χρησιμότητας για κάθε κριτήριο, και η συνέπεια των συναρτήσεων χρησιμότητας μεταξύ των διαφορετικών κριτηρίων είναι δύσκολο να διατηρηθεί.

1.5.3. Multi-Attribute Utility Theory

Αυτή η μέθοδος είναι βασισμένη στην έννοια της συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία αντιπροσωπεύει μια χαρτογράφηση από την προτίμηση του DM σε μια μαθηματική λειτουργία. Η ευρύτατα χρησιμοποιημένη μορφή της είναι η πρόσθετη multi-attribute συνάρτηση χρησιμότητας.

Παραπομπή: (Xiaoqian Sun, (2012, Keeney, R.L., Raia, H., 1993).

Η additive multi-attribute utility theory παρέχει συναρτήσεις χρησιμότητας για να αντιπροσωπεύσει τις πληροφορίες προτίμησης του DM. Εντούτοις, τόσο οι δύο υποθέσεις ότι οι συναρτήσεις χρησιμότητας όλων των ιδιοτήτων είναι ανεξάρτητες και ότι το βάρος μίας ιδιότητας μπορεί να υπολογιστεί ανεξαρτήτως των άλλων βαρών, όσο και η ανεξαρτησία των παραγόντων λειτουργίας και στάθμισης χρησιμότητας δεν ισχύουν για πολλά πρακτικά DM προβλήματα, περιορίζουν τη χρήση αυτής της μεθόδου.

1.5.4. Multiplicative Weighting μέθοδος

Σε αυτήν την μέθοδο, οι παράγοντες στάθμισης $[w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ ορίζονται στα κριτήρια από τον DM και κατόπιν οι τιμές κριτηρίων για κάθε εναλλακτική λύση πολλαπλασιάζονται με τους παράγοντες στάθμισης ως εκθέτες. Αυτή η μέθοδος επιλέγει την προτιμημένη εναλλακτική λύση που έχει τη μεγαλύτερη αξία.

Εξετάζοντας τη εκθετική ιδιότητα, όλες οι τιμές κριτηρίων πρέπει να είναι μεγαλύτερες από το ένα προκειμένου να βεβαιωθεί τη μονοτονία της.

Παραπομπή: (Xiaoqian Sun, (2012)

4.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΒΑΡΩΝ

Προσδιορίζοντας τα βάρη των κριτηρίων με βάση πολλαπλές μορφές προτιμήσεων

Σύμφωνα με τους Zhang και Ma, στις πολυκριτηριακές μεθόδους λήψης αποφάσεων, οι λήπτες αποφάσεων πάντα δίνουν πληροφορίες προτίμησης εναλλακτικών, κριτηρίων ή πινάκων αποφάσεων. Καθώς οι διάφοροι λήπτες αποφάσεων μπορεί να έχουν άλλη κουλούρα, άλλη εκπαίδευση ή ένα διαφορετικό σύστημα αξιών, μπορεί να εκφράζουν τις προτιμήσεις τους με διαφορετικές μορφές. Για να υπάρχει περισσότερη ελαστικότητα στο σύστημα, διάφορες μορφές προτιμήσεων έχουν ληφθεί υπόψη από τους Zhang και Ma στην προσπάθειά τους να αναπτύξουν μία νέα προσέγγιση προσδιορισμού των βαρών των κριτηρίων: τάξεις προτίμησης, τιμές χρησιμότητας και πολλαπλή σχέση προτίμησης, επιλεγμένα υποσύνολα, κανονική σχέση προτίμησης ασαφώς επιλεγμένου υποσυνόλου, σχέση ασαφούς προτίμησης, όροι γλωσσολογίας και σύγκριση ανά ζεύγη. Οι διάφορες μορφές προτίμησης ενοποιούνται σε μία πολλαπλή σχέση προτίμησης. Στη συνέχεια, γίνεται συγκέντρωση των προτιμήσεων και ακολουθεί διαδικασία εκμετάλλευσης των πληροφοριών αυτών ώστε να προσδιοριστούν τα βάρη των κριτηρίων.

Προκειμένου να διευκολυνθεί η περιγραφή της προτεινόμενης μεθόδου από τους Zhang και Ma οι ακόλουθες υποθέσεις και μετασχηματισμοί έχουν γίνει:

- Οι εναλλακτικές θεωρείται ότι είναι γνωστές: έστω $S=\{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ με $m \geq 2$ δηλώνει το σύνολο των πιθανών εναλλακτικών.
- Τα κριτήρια θεωρούνται ότι είναι γνωστά: έστω $C=\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ με $n \geq 2$ δηλώνει το σύνολο των κριτηρίων, τα οποία θεωρούνται ότι είναι προσθετικά ανεξάρτητα.
- Ο συντελεστής βαρύτητας των κριτηρίων είναι άγνωστος: έστω $w=(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ είναι ο συντελεστής βαρύτητας των κριτηρίων, όπου
$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$
, $w_j \geq 0$, $j=1, \dots, n$ και w_j δηλώνει το βάρος του κριτηρίου C_j .
- Οι λήπτες αποφάσεων είναι γνωστοί: έστω $E=\{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ δηλώνει το σύνολο των K ($K \geq 2$) ληπτών αποφάσεων.

Ενοποίηση των μορφών προτίμησης σε μία σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης

Οι Zhang και Ma θεωρούν την ενιαία μορφή προτίμησης ως μία σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης (Herrera et al., 2001):

Σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης : Οι προτιμήσεις των ληπτών αποφάσεων για τα κριτήρια μπορούν να περιγραφούν από μία θετική σχέση προτίμησης. Η ένταση της προτίμησης μετράται από μία κλίμακα, όπως αυτή του Saaty (1980), ο οποίος χρησιμοποιεί μία κλίμακα από το 1 έως το 9. Με το «1» δηλώνει ότι ο λήπτης αποφάσεων είναι αδιάφορος μεταξύ δύο κριτηρίων ενώ με το «9» δηλώνει την ισχυρή προτίμηση του λήπτη για ένα κριτήριο. Οι ενδιάμεσες προτιμήσεις δηλώνονται με το «2», «3», «4», ..., «8». Ο πίνακας της σχέσης προτίμησης θεωρείται ότι είναι αντίστροφος πολλαπλασιαστικός (Saaty, 1980).

Άλλες μορφές προτίμησης:

- 1) **Τάξεις προτίμησης** ή διαταγμένος συντελεστής. Οι Zhang και Ma θεωρούν ότι $O^k = \{o^k(1), \dots, o^k(n)\}$ δηλώνει το συντελεστή που χρησιμοποιείται από έναν λήπτη αποφάσεων για να εκφράσει την προτίμησή του στα κριτήρια (Chiclana et al., 1998, Herrera et al., 2001). Το $o^k(.)$ είναι μία συνδυαστική συνάρτηση πάνω στο σύνολο $\{1, \dots, n\}$ και $o^k(i)$ αναπαριστά τη θέση κατάταξης του κριτηρίου C_i , $i=1, 2, \dots, n$. Τα κριτήρια κατατάσσονται από το καλύτερο στο χειρότερο.

Οι Herrera et al., (2001) μελέτησαν τις μεθόδους μετασχηματισμού ενός διαταγμένου συντελεστή σε μία σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης. Κοινώς, οι τάξεις προτίμησης O^k μπορούν να μετασχηματιστούν σε σχέσεις πολλαπλασιαστικής προτίμησης στα κριτήρια C_i και C_j ως εξής (Herrera et al., 2001):

$$p_{ij}^k = 9^{\frac{u_i^k - u_j^k}{9}}, \text{ με } i, j = 1, \dots, n \dots \dots \dots (1)$$

Όπου $u_i^k = v(n - o^{k(i)})$ και $u_j^k = v(n - o^{k(j)})$ είναι τιμές χρησιμότητας συσχετιζόμενες με τα κριτήρια C_i και C_j αντίστοιχα, με μία αύξουσα συνάρτηση όπως η $u_i^k = (n - o^{k(i)}) / (n - 1)$.

- 2) **Τμή χρησιμότητας** ή ένας συντελεστής χρησιμότητας. Έστω $U^k = (u_1^k, u_2^k, \dots, u_n^k)$ είναι ένας συντελεστής χρησιμότητας που παρέχεται από τον λήπτη αποφάσεων e_k , $e_k \in E$. Όπου $u_i^k \in [0, 1]$, $i = 1, \dots, n$ και u_i^k αναπαριστά την τιμή χρησιμότητας που δίνεται από τον λήπτη e_k στο κριτήριο C_i .

Επίσης, οι Herrera et al., (2001) ανέλυσαν τις μεθόδους μετασχηματισμού ενός συντελεστή χρησιμότητας σε μία σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης. Ο συντελεστής χρησιμότητας $U^k = (u_1^k, u_2^k, \dots, u_n^k)$ μπορεί να μετασχηματιστεί σε σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης για τα κριτήρια C_i και C_j ως εξής (Herrera et al., 2001):

$$p_{ij}^k = \frac{u_i^k}{u_j^k}, \text{ με } i, j = 1, \dots, n \dots \dots \dots (2)$$

- 3) **Ένας συντελεστής γλωσσολογικών όρων στο κριτήριο C** . Έστω $L^k = (l_1^k, l_2^k, \dots, l_n^k)$ είναι ένας συντελεστής γλωσσολογικών όρων που δίνεται από τον λήπτη αποφάσεων e_k , ως γλωσσολογική εκτίμηση του κριτηρίου C_i , $i = 1, \dots, n$, $e_k \in E$.

Οι Zhang και Ma () υποθέτουν ότι σε δύο κριτήρια C_i και C_j αποδίδονται οι γλωσσολογικοί όροι $l_i^k = (u_i, a_i, \beta_i)$ και $l_j^k = (u_j, a_j, \beta_j)$ αντίστοιχα. Για χάριν ευκολίας, χρησιμοποιούν την ακόλουθη συνάρτηση για το μετασχηματισμό των όρων $l_i^k = (u_i, a_i, \beta_i)$ και $l_j^k = (u_j, a_j, \beta_j)$ σε σχέσεις πολλαπλασιαστικής προτίμησης στα κριτήρια C_i και C_j :

$$p_{ij}^k = 9^{u_i - u_j}, \text{ με } i, j = 1, \dots, n \dots \dots \dots (3)$$

4) Ένα υποσύνολο κριτηρίων C . Έστω $\bar{C} = \{C_{i_1}, C_{i_2}, \dots, C_{i_t}\}$ είναι ένα επιλεγμένο υποσύνολο των κριτηρίων C που χρησιμοποιείται από ένα λήπτη αποφάσεων $e_k, e_k \in E$ για να εκφράσει την προτίμησή του σε ένα μέρος των κριτηρίων. $\bar{C} \subset C, i_t < n$. Τα κριτήρια στο \bar{C} είναι ισοδύναμα και κυριαρχούν αυτών στα αριστερά του C . Τα κριτήρια στο C/\bar{C} είναι επίσης ισοδύναμα μεταξύ τους.

Δεδομένου του επιλεγμένου υποσυνόλου των κριτηρίων $C, \bar{C} = \{C_{i_1}, C_{i_2}, \dots, C_{i_t}\}$, η σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης σε οποιαδήποτε δύο κριτήρια C_i και C_j στο C μπορεί να οριστεί ως εξής:

$$p_{ij}^k = 9 \quad \text{και} \quad p_{ji}^k = 1/9, \quad i, j = 1, \dots, n; i \neq j, \quad \text{if} \quad C_i \in \bar{C}, \quad C_j \in C/\bar{C} \dots \dots \dots (4)$$

$$p_{ij}^k = p_{ji}^k = 1, \quad i, j = 1, \dots, n, \text{ σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση} \dots \dots \dots (5)$$

5) Ένα ασαφώς επιλεγμένο υποσύνολο των κριτηρίων C . Έστω $\tilde{C} = \{C_{i_1}, I_{i_1}^k, (C_{i_2}, I_{i_2}^k), \dots, (C_{i_q}, I_{i_q}^k)\}, i_q < n$, είναι ένα ασαφώς επιλεγμένο υποσύνολο του C που χρησιμοποιείται από έναν λήπτη αποφάσεων $e_k, e_k \in E$ για να εκφράσει την προτίμησή του σε ένα υποσύνολο κριτηρίων χρησιμοποιώντας γλωσσολογικούς όρους. Σύμφωνα με τους Zhang και Ma () το $I_{i_r}^k$ είναι γλωσσολογικός όρος όπου $i_r = 1, \dots, i_q$.

Για παράδειγμα, ένας λήπτης αποφάσεων θεωρεί ότι το κριτήριο C_i είναι «καλό», το C_j είναι «πολύ καλό» και τα κριτήρια C_h και C_l είναι και τα δύο «μέτρια». Για οποιαδήποτε δύο κριτήρια C_i και C_j στο C , εάν και τα δύο ανήκουν στο \tilde{C} , όπου $I_i^k=(u_i,a_i,\beta_i)$ και $I_j^k=(u_j,a_j,\beta_j)$, η σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης πάνω σε αυτά μπορεί να οριστεί ως εξής:

$$p_{ij}^k=9^{u_i-u_j}, \text{ με } i,j=1,\dots,n; i\neq j \dots\dots\dots(6)$$

Εάν κανένα από τα δύο κριτήρια C_i και C_j δεν ανήκουν στο \tilde{C} , τότε

$$p_{ij}^k=1, \text{ με } i,j=1,\dots,n; i\neq j \dots\dots\dots(7)$$

Εάν το κριτήριο C_i ανήκει στο \tilde{C} και το C_j δεν ανήκει στο \tilde{C} , τότε

$$p_{ij}^k=9^{u_i-0,5}, \text{ με } i,j=1,\dots,n; i\neq j \dots\dots\dots(8)$$

6) **Σχέση κανονικής προτίμησης.** Η σχέση κανονικής προτίμησης στα κριτήρια μπορεί να δοθεί από έναν λήπτη αποφάσεων για να εκφράσει τις αυστηρές προτιμήσεις του ανάμεσα στα κριτήρια. Για παράδειγμα, ο λήπτης αποφάσεων e_k , προτιμάει το κριτήριο C_i από το κριτήριο C_j και προτιμάει το κριτήριο C_c από τα κριτήρια C_t και C_h . Σε αυτή την περίπτωση, για τα κριτήρια με αυστηρές σχέσεις προτίμησης, οι σχέσεις πολλαπλασιαστικής προτίμησης είναι 9 έναντι 1/9. Επομένως,

$$p_{ij}^k=9 \text{ και } p_{ji}^k=1/9; p_{cl}^k=9 \text{ και } p_{lc}^k=1/9; p_{ic}^k=1 \text{ και } p_{lh}^k=1.$$

7) **Σχέση ασαφούς προτίμησης.** Η σχέση προτίμησης του λήπτη αποφάσεων περιγράφεται από μία διμερή ασαφή σχέση F στο C , όπου η F είναι μία χαρτογράφηση $C \times C \rightarrow [0,1]$ και το f_{ij} δηλώνει το βαθμό προτίμησης του κριτηρίου C_i στο κριτήριο C_j . Η F θεωρείται ότι είναι συνδυαστική εξ ορισμού (Chiclana et al., 1998; Kacprzyk, 1992), (i) $f_{ij} + f_{ji} = 1$, $i, j = 1, \dots, n; i \neq j$ και (ii) $f_{ii} = -$ (το '-' χρησιμοποιείται για να δείξει ότι ο λήπτης αποφάσεων δε χρειάζεται να δώσει καμία πληροφορία προτίμησης για το κριτήριο C_i), $\forall i$.

Οι σχέσεις ασαφούς προτίμησης μπορούν να μετασχηματιστούν σε σχέσεις πολλαπλασιαστικής προτίμησης ως εξής:

$$p_{ij}^k = \frac{f_{ij}^k}{f_{ji}^k}, \quad i, j = 1, \dots, n \dots \dots \dots (9)$$

3.5.2 Συγκέντρωση των σχέσεων πολλαπλασιαστικής προτίμησης από πολλαπλούς λήπτες αποφάσεων

Η μέθοδος της ασαφούς πλειοψηφίας (Herrera et al., 2001)

Έστω $p^l = (p_{ij}^l)_{n \times n}$ μία ανεξάρτητη σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης στα κριτήρια ορισμένη από τον λήπτη αποφάσεων e_l , $l = 1, \dots, K$. Μία συγκεντρωτική θεωρία πολλαπλασιαστικής προτίμησης $p^c = (p_{ij}^c)_{n \times n}$ μπορεί να προκύψει από τις απόψεις της πλειοψηφίας των ληπτών αποφάσεων. Η ασαφής πλειοψηφία είναι μία λεπτή έννοια εκφρασμένη από έναν ασαφή γλωσσολογικό ποσοτικό συντελεστή (Zadeh, 1975, 1983).

Ο p_{ij}^c μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τον συγκεντρωτικό διαταγμένο σταθμισμένο γεωμετρικό τελεστή, (OWG) ορισμένο ως εξής:

Έστω $p_{ij}^1, p_{ij}^2, \dots, p_{ij}^K$ είναι μία λίστα τιμών προς συγκέντρωση, ο τελεστής OWG διάστασης K είναι μία συνάρτηση φ^G ,

$$\varphi^G: \mathbb{R}^K \rightarrow \mathbb{R}$$

όπου $\lambda = [\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K]$ είναι ένας εξωτερικά δοσμένος συντελεστής βαρύτητας έτσι ώστε

$$\lambda_l \in [0, 1], \quad l=1, \dots, K \text{ και } \sum_{l=1}^K \lambda_l = 1.$$

Το Z είναι ο συντελεστής διαταγμένης τιμής. Κάθε στοιχείο $z_l \in Z$ είναι η τιμή l -στής τάξης στη συγκέντρωση $\{p_{ij}^1, p_{ij}^2, \dots, p_{ij}^K\}$. Η έννοια της ασαφούς πλειοψηφίας χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του συντελεστή βαρύτητας λ με έναν ασαφή γλωσσολογικό ποσοτικό συντελεστή (Yager, 1993, 1996). Στην περίπτωση ενός μη-φθίνοντα επιμεριστικού ποσοτικού συντελεστή Q , ο συντελεστής βαρύτητας λ υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη έκφραση:

$$\lambda_l = Q(l/K) - Q((l-1)/K), \quad l=1, \dots, K \dots \dots \dots (11)$$

Όταν ένας ασαφής γλωσσολογικός ποσοτικός συντελεστής Q χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί ο συντελεστής βαρύτητας λ στον τελεστή OWG, η φ^G δίνεται από τη φ_Q^G . Επομένως, η συγκεντρωτική σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης προκύπτει ως εξής:

$$p^c_{ij} = \varphi^G_Q(p^1_{ij}, p^2_{ij}, \dots, p^K_{ij}), i, j = 1, \dots, n; i \neq j \dots \dots \dots (12)$$

Η μέθοδος του γεωμετρικού μέσου για τη συγκέντρωση μεταξύ πολλαπλών ληπτών αποφάσεων

Οι Zhang και Ma παίρνουν ως $p^l = (p^l_{ij})_{n \times n}$ την ανεξάρτητη σχέση πολλαπλασιαστικής προτίμησης στα κριτήρια όπως ορίζεται από το λήπτη αποφάσεων e_l , $l = 1, \dots, K$. Μία συγκεντρωτική σχέση προτίμησης $P^C = (p^c_{ij})_{n \times n}$ μπορεί να προκύψει χρησιμοποιώντας τη μέθοδο συγκέντρωσης του γεωμετρικού μέσου (Barzilai και Lootsma, 1997):

$$p^c_{ij} = \prod_{l=1}^K (p^l_{ij})^{T_l}, i, j = 1, \dots, n; i \neq j \dots \dots \dots (13)$$

όπου T_l είναι ο συντελεστής δύναμης του λήπτη αποφάσεων e_l , $l = 1, \dots, K$. Οι Zhang και Ma αντιμετωπίζουν τους λήπτες αποφάσεων ως ίσους.

Η μέθοδος του γεωμετρικού μέσου για την εκμετάλλευση των πληροφοριών

Δεδομένης της συγκεντρωτικής σχέσης προτίμησης $P^C = (p^c_{ij})_{n \times n}$, προκειμένου να ληφθούν οι ολικές τιμές των κριτηρίων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος συγκέντρωσης του γεωμετρικού μέσου,

$$d_i = \left[\prod_{j=1}^n \prod_{l=1}^K (p_{ij}^l)^{1/K} \right]^{1/n}, \quad i=1, \dots, n \dots \dots \dots (14)$$

Στη συνέχεια, σύμφωνα με τους Zhang και Ma , με την κανονικοποίηση του d_i , $i=1, \dots, n$, προκύπτει ο συντελεστής βαρύτητας, w , των κριτηρίων.

3.5.3 Καθορίζοντας τα βάρη των κριτηρίων-Η μέθοδος του Simos (1990)

Στα πλαίσια των μεθόδων λήψης αποφάσεων ο καθορισμός των βαρών των διαφόρων κριτηρίων είναι δύσκολη υπόθεση. Διάφορες μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό, όπως αναφέρουν οι Figueira και Roy (2002). Ο J.Simos πρότεινε μια πολύ απλή διαδικασία ώστε ο λήπτης αποφάσεων να ορίσει κατάλληλες αριθμητικές τιμές για τα βάρη, χρησιμοποιώντας κάρτες.

Σύμφωνα με τον Simos (1990), η τεχνική αυτή επιτρέπει στον λήπτη αποφάσεων (ακόμη κι όταν δεν έχει εμπειρία στη λήψη αποφάσεων) να αναλογιστεί τον τρόπο με τον οποίο θα εκφράσει την ιεράρχηση των διαφόρων κριτηρίων ενός συνόλου F στα πλαίσια ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Η μέθοδος αυτή στοχεύει επίσης να μεταδώσει στον αναλυτή όλες τις πληροφορίες που χρειάζεται ώστε να οριστούν αριθμητικές τιμές στα βάρη κάθε κριτηρίου του συνόλου F . Η διαδικασία αυτή έχει εφαρμοστεί σε διάφορα πραγματικά προβλήματα και έχει γίνει αποδεκτή από πολλούς λήπτες αποφάσεων, γεγονός το οποίο δείχνει ότι οι πληροφορίες που γίνονται διαθέσιμες μέσω αυτής της διαδικασίας είναι ιδιαίτερα σημαντικές όσον αφορά τις προτιμήσεις του λήπτη αποφάσεων. Ωστόσο, η μέθοδος του Simos έχει ορισμένα μειονεκτήματα: 1) βασίζεται σε μία μη-πραγματική υπόθεση. Αυτό προκύπτει από την έλλειψη ουσιαστικών πληροφοριών , όπως τονίζεται από τον Scharlig (1996), 2) οδηγεί στην ελλιπή επεξεργασία στοιχείων της ίδιας σημαντικότητας (δηλαδή του ίδιου βάρους).

Η κύρια καινοτομία της μεθόδου αυτής του Simos (1990) έγκειται στη συσχέτιση μίας «κάρτας» με κάθε ένα κριτήριο. Το γεγονός ότι το άτομο που εξετάζεται πρέπει να χειριστεί τις κάρτες ώστε να τις κατατάξει εισάγοντας ορισμένες άσπρες κάρτες, επιτρέπει τη βαθύτερη κατανόηση του σκοπού της διαδικασίας αυτής.

Η συγκέντρωση των απαραίτητων πληροφοριών γίνεται σε τρία στάδια, 'όπως αναφέρουν οι Figueira και Roy (2002):

1) Ένα πακέτο με n κάρτες δίνεται στο άτομο υπό εξέταση (τον χρήστη). Πάνω σε κάθε κάρτα γράφεται το όνομα κάθε κριτηρίου που ανήκει στο σύνολο κριτηρίων F μαζί με οποιαδήποτε συμπληρωματική πληροφορία που κρίνεται απαραίτητη. Επομένως, τα κριτήρια είναι επίσης n . Μαζί με τις κάρτες αυτές παρέχεται και ένα πακέτο με άσπρες κάρτες, ο αριθμός των οποίων εξαρτάται από τις ανάγκες του χρήστη.

2) Ο χρήστης, όπως εξηγούν οι Figueira και Roy (2002), ζητείται να κατατάξει τις κάρτες αυτές (δηλαδή τα κριτήρια) με αύξουσα σειρά από τη λιγότερο σημαντική στην πιο σημαντική, ανάλογα δηλαδή με τη σημαντικότητα που θέλει να αποδώσει σε κάθε κριτήριο. Το πρώτο κριτήριο στην κατάταξη είναι το λιγότερο σημαντικό και το τελευταίο είναι το πιο σημαντικό. Εάν κάποια κριτήρια είναι εξίσου σημαντικά για τον χρήστη, θα πρέπει να οριστεί ένα υποσύνολο καρτών.

3) Ο χρήστης ζητείται να αναλογιστεί το γεγονός ότι η σημαντικότητα δύο διαδοχικών κριτηρίων μπορεί να είναι σχεδόν ίδια. Στον καθορισμό των βαρών πρέπει να ληφθεί υπόψη αυτή η ελάχιστη διαφορά, για το λόγο αυτό ο χρήστης ζητείται να εισάγει τόσες περισσότερες άσπρες κάρτες μεταξύ δύο διαδοχικών καρτών όσο μεγαλύτερη είναι και η διαφορά της σημαντικότητας μεταξύ των κριτηρίων. Καμία άσπρη κάρτα σημαίνει ότι τα δύο κριτήρια δεν έχουν τα ίδια βάρη και ότι η διαφορά μεταξύ των βαρών μπορεί να οριστεί ως η μονάδα μέτρησης u μεταξύ των τάξεων. Μία κάρτα σημαίνει διαφορά $2u$, δύο κάρτες σημαίνει διαφορά $3u$ κ.ο.κ.

Ο προσδιορισμός των βαρών των κριτηρίων σύμφωνα με τον Simos

Τη συγκέντρωση των πληροφοριών ακολουθεί ο καθορισμός των βαρών των κριτηρίων. Ο τρόπος που προτείνει ο Simos για την επεξεργασία των συγκεντρωμένων πληροφοριών αναλύεται από τους Maestre et al. (1994) με τη χρήση ενός παραδείγματος.

Ας θεωρήσουμε ένα σύνολο κριτηρίων F με 12 κριτήρια:

$$F=\{a,b,c,d,e,f,g,h,i,k,l\}$$

Ας υποθέσουμε ότι ο χρήστης ομαδοποιεί τις κάρτες που συσχετίζονται με τα κριτήρια της ίδιας σημαντικότητας (ίδιο βάρος) σε 6 διαφορετικά υποσύνολα. Προκειμένου ο Simos (1990) να μετατρέψει τις τάξεις σε βάρη, προτείνει τον ακόλουθο αλγόριθμο:

- 1) Κατάταξη των υποσυνόλων από το λιγότερο καλό στο πιο καλό με τη χρήση των άσπρων καρτών.
- 2) Απόδοση μίας θέσης (βάρους κατά τον Simos) σε κάθε κριτήριο και σε κάθε άσπρη κάρτα: η κάρτα με τη μικρότερη κατάταξη παίρνει τη θέση 1, η επόμενη τη θέση 2 κ.ο.κ.
- 3) Προσδιορισμός του μη-κανονικοποιημένου βάρους (μέσο βάρος κατά τον Simos) κάθε τάξης διαιρώντας το άθροισμα των θέσεων της τάξης αυτής με το συνολικό αριθμό των κριτηρίων που ανήκουν στην τάξη αυτή.
- 4) Προσδιορισμός του κανονικού βάρους (σχετικό βάρος κατά τον Simos) κάθε κριτηρίου διαιρώντας το μη κανονικοποιημένο βάρος της τάξης με το συνολικό άθροισμα των θέσεων των κριτηρίων (χωρίς να ληφθούν υπόψη οι άσπρες κάρτες).

ΚΑΤΩΦΛΙΑ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ, ΑΔΙΑΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ «VETO»

Υπάρχοντα κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης στα πλαίσια λήψης αποφάσεων

Το ψευδοκριτήριο που χρησιμοποιείται στην ELECTRE III απαιτεί συγκεκριμένα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και «νετο». Διαφέρει σημαντικά από το αληθινό «κριτήριο» που χρησιμοποιείται στην παραδοσιακή κατάταξη προτιμήσεων, όπου κανένα κατώφλι δεν ισχύει και ο λήπτης αποφάσεων υποθέτει αυστηρή προτίμηση της μίας επιλογής έναντι της άλλης. Παράλληλα και οι μέθοδοι PROMETHEE (I και II) χρησιμοποιούν τα ίδια κατώφλια.

Οι Roy et al. (1986) πιστεύουν ότι ο καθορισμός των κατωφλίων δεν αφορά μόνο την εκτίμηση του λάθους αλλά και μία σημαντική υποκειμενική εισαγωγή πληροφοριών από τον λήπτη αποφάσεων. Υποθέτοντας ότι τα κατώφλια προτίμησης και αδιαφορίας μπορούν να πάρουν σταθερές τιμές ή τη μορφή γραμμικής συνάρτησης $a + \beta x_k$, όπου το x_k είναι το κριτήριο αξιολόγησης και a και β είναι οι σταθερές, δηλώνουν ότι η «κοινή λογική» είναι ο πρωταρχικός παράγοντας στην επιλογή των κατωφλίων προτίμησης και αδιαφορίας, με το πρώτο να παίρνει μεγαλύτερη τιμή από το δεύτερο. Τόσο η επιλογή της μορφής με την οποία εκφράζονται τα κατώφλια όσο και οι αριθμητικές τιμές που τα χαρακτηρίζουν, οδηγούν σε τελικές τιμές για τα κατώφλια, οι οποίες είναι σημαντικά υποκειμενικές. Οι Roy et al. (1986) συμπεραίνουν ότι προκειμένου να βεβαιώσουν ότι αυτή η υποκειμενικότητα δεν επηρεάζει σημαντικά την τελική κατάταξη των εναλλακτικών υπό θεώρηση, απαιτείται η ανάλυση ευαισθησίας των ακραίων τιμών των κατωφλίων προτίμησης και αδιαφορίας.

Ο Bouyssou (1990) όρισε μαθηματικές εξισώσεις για τον προσδιορισμό του p και q . Υποθέτοντας ότι οι εναλλακτικές x_i και x_j αξιολογούνται βάσει ενός δοσμένου κριτηρίου, ενώ τα $c(x_i)$ και $c(x_j)$ δηλώνουν τις καλύτερες υποθετικές εκτιμήσεις και των δύο επιλογών, τα $c + x_i$ και $c + x_j$ δηλώνουν τις αισιόδοξες εκτιμήσεις και τα $c - x_i$ και $c - x_j$ δηλώνουν τις απαισιόδοξες εκτιμήσεις, εξέφρασε τα $c + x_i$ και $c - x_j$ ως εξής:

$$c + x_i = c(x_i) + n^+(x_i)$$

$$c - x_i = c(x_i) + n^-(x_i)$$

όπου $n^+(x_i)$ και $n^-(x_i)$ είναι οι θετικές και οι αρνητικές τιμές διασποράς των κατωφλίων, οι οποίες όταν συνδυαστούν αποτελούν το διάστημα ασάφειας για το δοσμένο κριτήριο. Οι Roy et al. (1986) υπέθεσαν ότι τα κατώφλια είναι συμμετρικά και

τα δηλώνουν ως 'ε'. Επομένως, εάν το N ορίζεται ως η καλύτερη εκτίμηση για το κριτήριο, υπέθεσαν ότι η τιμή μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ του διαστήματος $N+e$ και $N-e$, όπου το e είναι της μορφής $\alpha+\beta N$. Υποθέτοντας ότι $g(x_{ik})$ είναι η αξιολόγηση της εναλλακτικής x_{ik} με το κριτήριο x_k και ότι τα α και β είναι σταθερές, κατέληξαν στις ακόλουθες εξισώσεις για τα κατώφλια προτίμησης και αδιαφορίας:

$$q[g(x_{ik})]=\alpha+\beta g(x_{ik})\dots(3)$$

όπου $\beta \in [-1,1]$, $\alpha \in \mathbb{R}$, $\alpha+\beta g(x_{ik}) > 0$

$$p[g(x_{ik})]=2(\alpha+\beta g(x_{ik}))/(1-\beta)\dots(4)$$

Αντικαθιστώντας την εξίσωση (3) στην εξίσωση (4), προκύπτει η ακόλουθη σχέση:

$$p[g(x_{ik})]=2 q[g(x_{ik})]/(1-\beta)\dots(5)$$

Σύμφωνα με τους Roy et al. (1986), η μέθοδος αυτή με την οποία το κατώφλι προτίμησης και αδιαφορίας εκφράζεται με τη μορφή γραμμικής εξίσωσης, έχει χρησιμοποιηθεί από τους Hokkanen και Salminen (1994) στην εφαρμογή της ELECTRE III στην επιλογή ενός συστήματος διαχείρισης αποβλήτων στη Φινλανδία.

Οι Maystre et al. (1994) εξέφρασαν τα p και q ελάχιστα διαφορετικά. Όρισαν το κατώφλι αδιαφορίας ως το ελάχιστο περιθώριο αβεβαιότητας συσχετιζόμενο με ένα δεδομένο κριτήριο και το κατώφλι προτίμησης ως το μέγιστο περιθώριο λάθους συσχετιζόμενο με το κριτήριο υπό εξέταση.

Σε κάθε περίπτωση, τα κατώφλια συνδέονται άμεσα με έναν παράγοντα, όπως είναι η ασάφεια, το λάθος ή η αβεβαιότητα, ο οποίος έχει την αντίθετη επίδραση στην ακρίβεια των κριτηρίων αξιολόγησης.

Το κατώφλι «veto» στη διαδικασία λήψης αποφάσεων

Το κατώφλι veto χαρακτηρίζει με έναν απλό τρόπο τις συνθήκες κάτω από τις οποίες ένα κριτήριο ασυμφωνίας ασκεί ένα βέτο σε μια σχέση υπεροχής (χωρίς να λαμβάνει υπόψη άλλα κριτήρια ασυμφωνίας). Η εισαγωγή αυτού του κατωφλίου είναι σύμφωνη με την έννοια της ασυμφωνίας. Εμπεριέχει την ιδέα ότι οποιαδήποτε υπεροχή της x_j από τη x_i μπορεί να απορριφθεί εάν η x_i αποδώσει πολύ χειρότερα από τη x_j με οποιοδήποτε κριτήριο. Εάν η διαφορά στην τιμή μεταξύ της x_i και της x_j για όλα τα κριτήρια είναι μικρότερη από το p τότε η ασυμφωνία είναι 0. Υπερβαίνει το 0 καθώς η διαφορά των κριτηρίων αξιολόγησης υπερβαίνει το p . Όταν η διαφορά των τιμών των κριτηρίων γίνεται μεγάλη, μπορεί να απορριφθεί οποιαδήποτε υπεροχή της x_j έναντι της x_i . Το κατώφλι «veto» δίνει το μέγεθος της διαφοράς του κριτηρίου στο οποίο ασκείται veto στην υπεροχή.

Η τιμή του v ορίζεται τουλάχιστον ίση με την τιμή p , στην περίπτωση που το σημείο όπου η διαφορά των κριτηρίων γίνεται ορατή συμπίπτει με το σημείο όπου η διαφορά των κριτηρίων γίνεται ακραία. Σε κάθε περίπτωση η τιμή του v είναι αισθητά μεγαλύτερη από το p , για παράδειγμα, για ένα δεδομένο κριτήριο x_k , οι συνηθισμένες σχετικές τιμές των κατωφλιών είναι $q < p < v$.

Επειδή για ένα δεδομένο κριτήριο ο δείκτης ασυμφωνίας στο κατώφλι προτίμησης καταγράφεται άνω του μηδενός και αγγίζει το ανώτατό του στο κατώφλι "veto", ορισμένες φορές εκφράζεται σε όρους του χαμηλότερου p . Για παράδειγμα, η τιμή του v συχνά εκτιμάται σε 3, 5 ή 10 φορές της τιμής του p .

Αυτό τονίζεται και από τους Roy et al. (1986), οι οποίοι περιγράφοντας το κατώφλι «veto» ως στοιχείο του οποίου η τιμή μπορεί να επιλεγεί ελεύθερα από τον λήπτη αποφάσεων, πιστοποιούν ωστόσο ότι είναι φυσικό να ορίζεται η τιμή του σε σχέση με το κατώφλι προτίμησης. Επιπλέον, δηλώνουν ότι εκτός και εάν οι συνθήκες ορίζουν διαφορετικά, ο δείκτης θα έπρεπε να διατηρείται σταθερός για κάθε κριτήριο x_k με το

λόγο v/p να είναι τόσο μεγαλύτερος όσο μικρότερο γίνεται το βάρος w του κριτηρίου x_k . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ουδετεροποίηση του μηχανισμού για τα κριτήρια που είναι μικρότερης σημασίας ενώ κάνει το κατώφλι ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα στη λήψη αποφάσεων στην περίπτωση των σημαντικών κριτηρίων. Όσο πιο πολύ πλησιάζει η τιμή του v στο p τόσο μικρότερη είναι η διαφορά των κριτηρίων στην οποία ασκείται το $veto$. Όσο πιο πολύ υπερβαίνει το v το p τόσο το λιγότερο θα επηρεάσει το κατώφλι « $veto$ » την υπεροχή της μιας επιλογής έναντι της άλλης. Επομένως, το v ορίζεται σε υψηλό επίπεδο σχετικά με το p για τα λιγότερο σημαντικά κριτήρια και σχετικά κοντά στο p για τα περισσότερα σημαντικά. Με αυτόν τον τρόπο μετατρέπει το κατώφλι « $veto$ » σε σημαντικό παράγοντα μόνο για τα σημαντικά κριτήρια στην ανάλυση, καθώς η εισαγωγή του κατωφλιού αυξάνει την ευαισθησία του βαθμού υπεροχής.

Οι Roy και Bouyssou (1993) πιστεύουν ότι το κατώφλι « $veto$ » δεν είναι εξίσου σημαντικό με τα βάρη. Ωστόσο, υπάρχει μία αντιληπτή σχέση μεταξύ του κατωφλιού « $veto$ » ενός κριτηρίου καθώς και του βάρους σημαντικότητάς του w . Στα πλαίσια του συστήματος ELECTRE III, για παράδειγμα, το κατώφλι « $veto$ » v , μαζί με το συντελεστή σημαντικότητας w είναι, σύμφωνα με τους Roy και Bouyssou, ενδείξεις της συνολικής σημαντικότητας του κριτηρίου x_k . Πιστεύουν ότι το v πλησιάζει το p καθώς η σημαντικότητά του στο γενικό πλαίσιο αυξάνεται, δηλαδή, το πόσο το ένα πλησιάζει το άλλο σχετίζεται με τη σημαντικότητα αυτού του κριτηρίου. Οι Roy και Bouyssou ισχυρίζονται, ωστόσο, ότι αυτή η προσέγγιση για την παρουσίαση της σημαντικότητας ενός κριτηρίου μέσω της εκτίμησης του κατωφλιού « $veto$ » και η συνεπαγόμενη επίδρασή της στο δείκτη ασυμφωνίας, διαφέρει σημαντικά από αυτή που επικρατεί όταν η εκτίμηση της υπεροχής βασίζεται αποκλειστικά στο δείκτη συμφωνίας, του οποίου η τιμή εξαρτάται από τους συντελεστές σημαντικότητας w . Πιστεύουν ότι επιτρέπει την διαφοροποίηση του ρόλου κάθε κριτηρίου σύμφωνα με την κατάταξη σημαντικότητας, ορίζοντας με ακριβή τρόπο τις συνθήκες που δίνουν στο κριτήριο x_k τη δύναμη να ασκήσει « $veto$ » στην υπεροχή μιας εναλλακτικής έναντι μιας άλλης. Πιστεύουν επίσης ότι αυτό το χαρακτηριστικό ενός κριτηρίου επηρεάζει ως ένα βαθμό τη σημαντικότητα που του αποδίδεται από το λήπτη αποφάσεων.

4.1.ε.Επιλογή Βέλτιστης Απόφασης:

Στις μέρες υπάρχει πλέον ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων και υπολογιστικών προγραμμάτων που χρησιμεύουν στην εύρεση της βέλτιστης απόφασης για διάφορα διαχειριστικά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν σε μία επιχείρηση. Εν συντομία, αυτό που κάνουν οι μέθοδοι αυτές είναι να υπολογίζουν την συνολική εκτιμώμενη απόδοση του κάθε σεναρίου κάνοντας χρήση όλων των επιμέρους παραμέτρων του σεναρίου. Στο τέλος, ταξινομούν τα σενάρια και επιλέγουν αυτό που θεωρείται ότι έχει την μεγαλύτερη συνολικά απόδοση. Ανάλογα με το πώς ακριβώς λειτουργούν αυτές οι μέθοδοι μπορεί να συναντήσουμε τις παρακάτω τρεις μεθοδολογίες:

1. Συνολική απόδοση κάθε σεναρίου. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπολογίζεται η συνολική απόδοση κάθε σεναρίου και επιλέγεται αυτή με την καλύτερη απόδοση ανεξαρτήτου κριτηρίων.
2. Σύγκριση μεταξύ δύο σεναρίων. Στις περιπτώσεις αυτές συγκρίνονται δυο σενάρια - αποφάσεις ώστε να προκύψει ποια είναι προτιμότερη βάσει ενός μόνο κριτηρίου. Γι' αυτό το λόγο στην αρχή είναι απαραίτητη η ταξινόμηση των κριτηρίων ανάλογα με την σπουδαιότητα τους. Η εύρεση λοιπόν της βέλτιστης λύσης σε αυτές τις μεθόδους είναι λιγότερο μια διαδικασία μέτρησης της απόδοσης κάθε απόφασης και περισσότερο μια διαδικασία σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων σεναρίων.
3. Διαδραστική προσέγγιση. Εδώ οι μέθοδοι χρησιμοποιούν μοντέλα που κάνουν μια εκτίμηση για το βέλτιστο σενάριο και βασίζονται κυρίως σε επαναληπτικές μεθόδους.

Παρακάτω αναλύονται οι δυο πρώτες μέθοδοι.

4.1.στ.Σύστημα λήψης αποφάσεων με χρήση αθροιστικής συνάρτησης ομάδων κριτηρίων (Πολυκριτηριακή θεωρία αξίας ή χρησιμότητας - Multi - Attribute Value or Utility Theory):

Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα στάδια που χρειάζεται ένα σύστημα πολυκριτήριας ανάλυσης για να συγκρίνει και να αξιολογήσει τις διάφορες εναλλακτικές αποφάσεις - σενάρια .

- **1ο Στάδιο:** Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, στην αρχή της πολυκριτηριακής ανάλυσης επιλέγονται από τους λήπτες αποφάσεων τα κριτήρια βάσει των οποίων θα εξετάσουμε τις πιθανές μας λύσεις στο επιχειρηματικό μας πρόβλημα. Τα κριτήρια βαθμολογούνται ανάλογα με την σπουδαιότητα τους, χωρίζονται και ταξινομούνται σε ομάδες. Οι εμπλεκόμενοι φορείς της απόφασης καλούνται μετά να αξιολογήσουν την κάθε ομάδα και να της αποδώσουν ένα συντελεστή βαρύτητας κρίνοντας από προηγούμενες παρόμοιες καταστάσεις. Το ζητούμενο είναι στο τέλος το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας

όλων των ομάδων να ισούται με 100%. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει η παρακάτω αθροιστική συνάρτηση:

$$F(O) = \sum A_i * O_i$$

όπου:

O_i είναι οι επιμέρους ομάδες κριτηρίων

A_i είναι ο συντελεστής βαρύτητας κάθε μίας από τις ομάδες κριτηρίων O_i και το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας πρέπει να ισούται με 1 (100%), $\sum A_i = 1$

- **2ο Στάδιο:** Η ίδια διαδικασία θα ακολουθήσει αλλά αυτή τη φορά σε επίπεδο ομάδας κριτηρίων. Δηλαδή, κάθε ομάδα αναλύεται αρχικά στα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης, και μετά κάθε ένα κριτήριο αποκτά ένα συντελεστή βαρύτητας βάσει της σχετικής σπουδαιότητάς του μέσα στην ομάδα. Και εδώ, στο τέλος, το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας των επιμέρους κριτηρίων πρέπει να είναι 100%.
- **3ο Στάδιο:** Σε αυτό το στάδιο μελετώνται τα χαρακτηριστικά του κάθε κριτηρίου και αναλύονται ώστε να ποσοτικοποιηθούν σε μία κλίμακα 1-10. Τις μικρότερες τιμές θα λάβουν οι δυσμενέστερες αποδόσεις των χαρακτηριστικών του κριτηρίου ενώ τις μεγαλύτερες τιμές οι ευνοϊκότερες. Με αυτόν τον τρόπο καταφέρνουν οι λήπτες αποφάσεων να καλύψουν όλες τις πιθανές περιπτώσεις όλων των κριτηρίων.
- **4ο Στάδιο:** Εδώ κινούμενοι ανάποδα, αρχικά συγκρίνουμε τα χαρακτηριστικά κάθε κριτηρίου με τον τρόπο που αναφέραμε στο προηγούμενο στάδιο και έτσι τα βαθμολογούμε με την κλίμακα 1 - 10. Μετά τα νούμερα αυτά πολλαπλασιάζονται με τον συντελεστή βαρύτητας του κάθε χαρακτηριστικού και προκύπτει η συνολική απόδοση του κάθε κριτηρίου μέσα σε κάθε ομάδα. Το άθροισμα των αποδόσεων όλων των κριτηρίων μας δίνει στη συνέχεια την απόδοση όλης της ομάδας κριτηρίων. Μετά οι αποδόσεις των ομάδων πολλαπλασιάζονται με τους συντελεστές βαρύτητας των ομάδων ώστε στο τέλος από το άθροισμα αυτών των γινόμενων να προκύψει η τελική συνολική αποτελεσματικότητα της επιλογής που μελετάμε. Αφού, τέλος, μελετηθούν όλες οι επιλογές και υπολογιστεί για κάθε μία από αυτές η αποτελεσματικότητά της, επιλέγεται ως βέλτιστη αυτή που έχει την καλύτερη επίδοση.

4.1.ζ. Σύστημα λήψης αποφάσεων με καθορισμό μεμονωμένων κριτηρίων και σύγκριση σεναρίων ανά ζεύγη σε κάθε κριτήριο (Προσέγγιση σχέσεων υπεροχής - Outranking approaches):

Στις περιπτώσεις που γίνεται χρήση των σχέσεων υπεροχής η διαδικασία βασίζεται κυρίως στα αποτελέσματα που προκύπτουν από συγκρίσεις που γίνονται ανάμεσα σε ζεύγη επιλογών βάσει ενός μεμονωμένου κριτηρίου. Αρχικά οι επιλογές συγκρίνονται μεταξύ τους στην αρχική κλίμακα που οι λήπτες έχουν αποφασίσει, είτε ποσοτική είτε ποιοτική, και στη συνέχεια ο δείκτης που προκύπτει μετατρέπεται σε δυαδικό με τη βοήθεια των συντελεστών βαρύτητας του κάθε κριτηρίου.

Οι δυαδικοί δείκτες χρησιμοποιούνται για να συγκρίνουν δύο επιλογές α και β και ανήκουν στο διάστημα $[0,1]$. Το ερώτημα στο οποίο καλούνται να απαντήσουν είναι κατά πόσο ισχύει η υπόθεση ότι «η λύση α είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο και η λύση β ». Οι δυαδικοί αυτοί δείκτες συχνά ονομάζονται δείκτες προτίμησης, αφού παρουσιάζουν ποια επιλογή είναι προτιμότερη, ή συμφωνίας, αφού παρουσιάζουν το κατά πόσο συμφωνούμε ή όχι με την υπόθεση που αρχικά κάναμε για τις δύο επιλογές. Όταν μια επιλογή φαίνεται να έχει υψηλές τιμές δεικτών προτίμησης σε σχέση με τις άλλες, λέμε ότι έχει μία σχετική υπεροχή, ενώ αντίθετα οι άλλες επιλογές θεωρούνται υποδεέστερες. Εν τέλει λοιπόν, η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται με την επεξεργασία των δυαδικών δεικτών, τη δημιουργία των σχέσεων υπεροχής και η τελική κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών.

Το στοιχείο που αλλάζει σε σχέση με την προηγούμενη μέθοδο της πολυκριτήριας ανάλυσης αθροιστικής συνάρτησης είναι η χρήση του δείκτη σύνθεσης των προτιμήσεων του αποφασίζοντα, πράγμα που σημαίνει πως εδώ οι συντελεστές βαρύτητας έχουν διαφορετική χρήση. Συγκεκριμένα δεν λειτουργούν ως συντελεστές αντιστάθμισης μεταξύ των επιδόσεων διαφόρων κριτηρίων αλλά δείχνουν το βαθμό συμμετοχής κάθε κριτηρίου στον υπολογισμό ενός συνολικού δυαδικού δείκτη προτίμησης.

Σημαντικό είναι τέλος να αναφέρουμε ότι στη μέθοδο αυτή παύει να ισχύει η μεταβατικότητα μεταξύ των σχέσεων υπεροχής. Δηλαδή, αν κάποιος λήπτης αποφάσεων θεωρεί ότι η επιλογή α είναι καλύτερη από την β , και επίσης ότι η β είναι καλύτερη από την γ , τότε αυτό δεν σημαίνει αυτομάτως ότι και η α είναι καλύτερη από τη γ . Επομένως, για να γίνει η τελική κατάταξη των επιλογών πρέπει πρώτα να συγκριθούν όλες οι επιλογές μεταξύ τους. Παρόλο που αυτό μοιάζει να είναι αρκετά χρονοβόρο και δύσκολο, στην πράξη φαίνεται πως βοηθά τους λήπτες αποφάσεων να αποκτήσουν χρήσιμες πληροφορίες δίνοντας την απαραίτητη προσοχή ακόμα και σε συγκρίσεις μεταξύ δυνατών και αδύναμων επιλογών.

Μια από τις πιο γνωστές μέθοδοι υπεροχής είναι η μέθοδος PROMETHEE.

4.2. Μέθοδοι PROMETHEE:

Οι μέθοδοι Promethee I και Promethee II, που χρησιμοποιούνται για την μερική κατάταξη και την πλήρη κατάταξη αντίστοιχα, αναπτύχθηκαν από τον J.P. Brans. Πρώτη φορά παρουσιάστηκαν το 1982 σε συνέδριο που διοργανώθηκε στο Πανεπιστήμιο Laval στο Québec του Καναδά.

Το ίδιο έτος επίσης, πολλές εφαρμογές του τομέα της φροντίδας της Υγείας που έκαναν χρήση αυτής της μεθοδολογίας επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν από τον G. Davignon. Οι J.P. Brans και B. Mareschal εξέλιξαν τις παραπάνω μεθόδους δημιουργώντας λίγα χρόνια αργότερα την Promethee III, που χρησιμοποιείται για κατάταξη με βάση τα χρονικά διαστήματα, και μετά την Promethee IV, που χρησιμοποιείται για συνεχή διαστήματα. Το 1988, οι ίδιοι πρότειναν το οπτικό διαδραστικό μοντέλο GAIA, διότι θεώρησαν ότι διαθέτει πολύ καλές φραγικές αναπαραστάσεις και μπορούσε επίσης να υποστηρίξει και την μέθοδο Promethee. Τέλος, τα έτη 1992 και 1994, οι J.P. Brans και B. Mareschal δημιουργούν τις δύο τελευταίες επεκτάσεις: την Promethee V (MCDA συμπεριλαμβανομένων των περιορισμών κατάτμησης) και την Promethee VI (αναπαράσταση του ανθρώπινου εγκεφάλου).

Μέχρι σήμερα η μέθοδος Promethee έχει χρησιμοποιηθεί από εφαρμογές διαφόρων τομέων, όπως τράπεζες, βιομηχανίες, υπηρεσίες ανθρώπινου δυναμικού, υδάτινους πόρους, επενδύσεις, ιατρική, χημεία, υγειονομική περίθαλψη, τουρισμό, δυναμικό προγραμματισμό, κ.α. Ο Λόγος που αυτή η μέθοδος έχει τέτοια επιτυχία είναι οι μαθηματικές ιδιότητές της και κυρίως η ευκολία της χρήσης της.

Όλες οι μέθοδοι PROMETHEE έχουν σαν κοινό χαρακτηριστικό το στάδιο ανάπτυξης της σχέσης υπεροχής ανάμεσα στις επιλογές και οι διαφορές τους είναι κυρίως στο πως εκμεταλλεύονται τις σχέσεις που προκύπτουν. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως στην γενική μεθοδολογία της πολυκριτηριακής ανάλυσης, οι μέθοδοι PROMETHEE δημιουργούν συναρτήσεις προτίμησης για κάθε κριτήριο που ο λήπτης έχει αποφασίζει ότι χρειάζεται. Σύμφωνα με αυτές τις συναρτήσεις κάθε επιλογή συγκρίνεται σε ζεύγη με τις υπόλοιπες επιλογές και λαμβάνει και ένα βαθμό προτίμησης, ο οποίος μπορεί να είναι θετικός (θετική ροή) αν η επιλογή που εξετάζεται είναι η κυρίαρχη ανάμεσα στις δύο ή αρνητικός (αρνητική ροή) αν κυριαρχείται από τις άλλες επιλογές. Η PROMETHEE I βασιζόμενη σε αυτές τις ροές

μας οδηγεί σε μία μερική κατάταξη, ενώ η PROMETHEE II μας δίνει μία πλήρη κατάταξη.

Αρχικά, στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης της σχέσης υπεροχής, προσδιορίζεται ο δείκτης προτίμησης (preference index) $\pi(x_i, x_j)$ για κάθε ζεύγος εναλλακτικών επιλογών x_i και x_j , που ορίζεται ως:

$$\pi(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n w_k p_k(x_i, x_j)$$

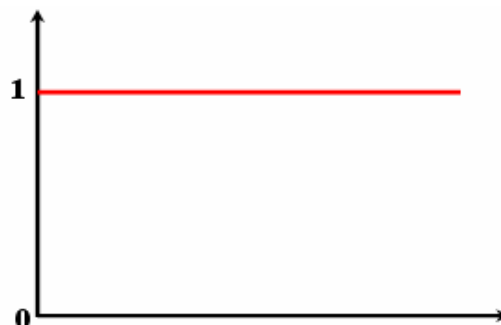
Ο μερικός δείκτης προτίμησης $p_k(x_i, x_j)$ για το κριτήριο x_k ορίζεται σε συνάρτηση της διαφοράς $x_{ik} - x_{jk}$ μεταξύ των επιδόσεων των δύο εναλλακτικών στο κριτήριο x_k . Ειδικότερα:

$$p_k(x_i, x_j) = \begin{cases} 0 & x_{ik} < x_{jk} \\ h_k(x_{ik} - x_{jk}) & x_{ik} \geq x_{jk} \end{cases}$$

Τα έξη γενικευμένα κριτήρια για τη μορφή της συνάρτησης h_k (generalised criteria) είναι τα εξής:

1. **Το σύνηθες κριτήριο (usual criterion):** ο λήπτης αποφάσεων είναι αδιάφορος μεταξύ δύο επιλογών x_i και x_j στο κριτήριο x_k αν και μόνο αν $x_{ik} = x_{jk}$. Σε άλλη περίπτωση, αν $x_{ik} > x_{jk}$, ο αποφασίζων θεωρεί ότι υπάρχει σαφής προτίμηση της x_i έναντι της x_j . Οπότε η συνάρτηση h_k ορίζεται ως:

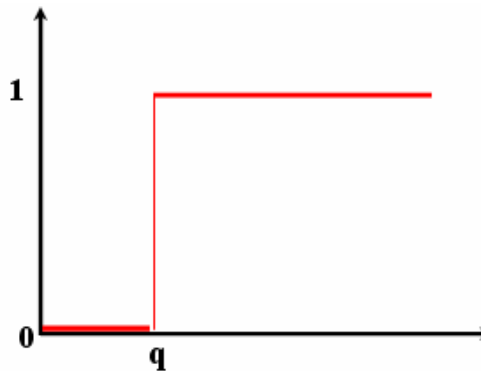
$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} = x_{jk} \\ 1, & x_{ik} > x_{jk} \end{cases}$$



2. **Το σχεδόν κριτήριο (quasi criterion):** ο λήπτης αποφάσεων αδιαφορεί για τις δύο επιλογές x_i και x_j στο κριτήριο x_k , όταν η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ δεν υπερβαίνει ένα κατώφλι αδιαφορίας q_k . Αν δεν

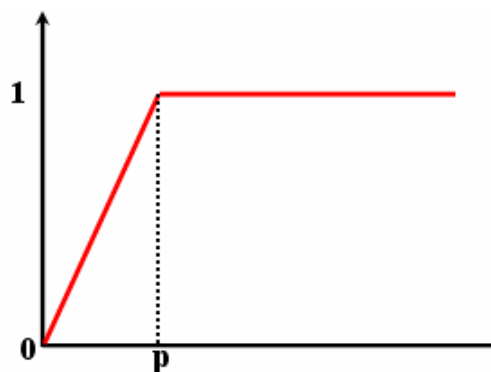
ισχύει αυτό τότε είναι σαφές πιο πρέπει να επιλεγεί. Στην περίπτωση αυτού του κριτηρίου θα πρέπει να οριστεί το κατώφλι αδιαφορίας. Τότε, η h_k συνάρτηση ορίζεται ως:

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0, & x_{ik} - x_{jk} < q_k \\ 1, & x_{ik} - x_{jk} \geq q_k \end{cases}$$



3. Το γραμμικής προτίμησης κριτήριο (criterion with linear preference) : ο λήπτης αποφάσεων ορίζει ένα κατώφλι προτίμησης p_k και θεωρεί ότι εφόσον η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ είναι μικρότερη από το κατώφλι αυτό, τότε η προτίμηση του για την x_i αυξάνει γραμμικά σε συνάρτηση με τη διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$. Στην περίπτωση όμως που η διαφορά ξεπεράσει το κατώφλι αυτό, τότε θα έχουμε σαφή προτίμηση. Η συνάρτηση h_k ορίζεται ως:

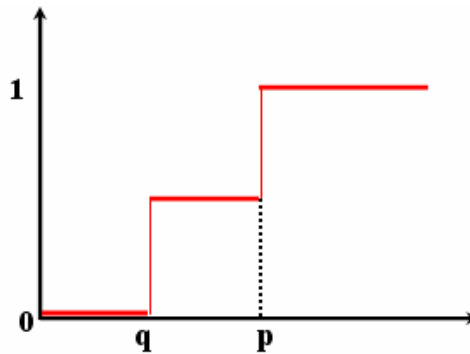
$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 1, & x_{ik} - x_{jk} \geq p_k \\ \frac{x_{ik} - x_{jk}}{p_k}, & x_{ik} - x_{jk} < p_k \end{cases}$$



4. Το κριτήριο επιπέδου (level criterion) : ο λήπτης αποφάσεων πρέπει να ορίσει και κατώφλι αδιαφορίας q_k και κατώφλι προτίμησης p_k . Όσο η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ ανήκει στο διάστημα $[q_k, p_k]$, τότε προτιμάται η

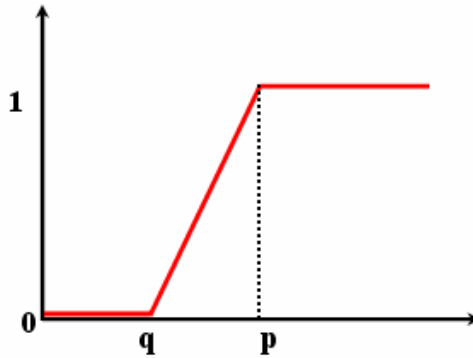
εναλλακτική x_i . Διαφορετικά αν η διαφορά $x_{ik}-x_{jk}$ είναι μικρότερη από το κατώφλι αδιαφορίας q_k , τότε υπάρχει αδιαφορία ανάμεσα στις δύο εναλλακτικές και αν η διαφορά $x_{ik}-x_{jk}$ είναι μεγαλύτερη από το κατώφλι προτίμησης p_k , τότε η προτίμηση είναι σαφώς για το x_i . Η συνάρτηση h_k ορίζεται ως:

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0 & x_{ik} - x_{jk} < q_k \\ 0,5 & x_{ik} - x_{jk} \in [q_k, p_k] \\ 1 & x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$



5. **Το γραμμικής προτίμησης και περιοχής αδιαφορίας (criterion with linear preference and indifference area)** : και σε αυτό το κριτήριο είναι αναγκαία η χρήση του κατωφλίου αδιαφορίας q_k και του κατωφλίου προτίμησης p_k . Συγκεκριμένα ο λήπτης αποφάσεων θεωρεί ότι η προτίμηση του αυξάνεται γραμμικά από την αδιαφορία στη σαφή προτίμηση, όταν η διαφορά $x_{ik}-x_{jk}$ βρίσκεται στο διάστημα $[q_k, p_k]$. Η συνάρτηση h_k ορίζεται ως:

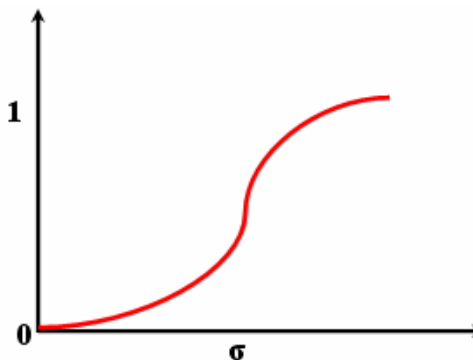
$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0 & x_{ik} - x_{jk} < q_k \\ \frac{x_{ik} - x_{jk} - q_k}{p_k - q_k} & x_{ik} - x_{jk} \in [q_k, p_k] \\ 1 & x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$



6. Το κριτήριο του Gauss (Gaussian criterion): οι προτιμήσεις σε αυτήν την περίπτωση περιγράφονται από μία συνεχή συνάρτηση με τη μορφή :

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = 1 - \exp\left[-\frac{(x_{ik} - x_{jk})^2}{2\sigma^2}\right]$$

όπου σ είναι η παράμετρος που καθορίζει το σημείο αλλαγής στην καμπή της συνάρτησης.



Ο υπολογισμός της συνάρτησης h_k χρησιμεύει για τον υπολογισμό του δείκτη προτίμησης $\pi(x_i, x_j)$ για κάθε ζεύγος επιλογών. Ο δείκτης προτίμησης μπορεί να παίρνει τιμές από το διάστημα $[0,1]$ έτσι ώστε:

Αν $\pi(x_i, x_j) \approx 0 \Rightarrow$ οριακή υπεροχή της x_i έναντι της x_j

Αν $\pi(x_i, x_j) \approx 1 \Rightarrow$ ισχυρή υπεροχή της x_i έναντι της x_j .

Βάσει της σχέσης υπεροχής, υπολογίζονται ακολούθως και τα παρακάτω μεγέθη:

1. Ροή εισόδου (entering flow): $\varphi^-(x_i) = \sum_{\forall x_j \in A} \pi(x_j, x_i)$
2. Ροή εξόδου (leaving flow): $\varphi^+(x_i) = \sum_{\forall x_j \in A} \pi(x_i, x_j)$
3. Καθαρή ροή (net flow): $\varphi(x_i) = \varphi^+(x_i) - \varphi^-(x_i)$

Η ροή εξόδου $\varphi^+(x_i)$ μας δείχνει το κατά πόσο υπερέχει η εναλλακτική x_i ως προς τις υπόλοιπες επιλογές, ενώ η ροή εισόδου $\varphi^-(x_i)$ το ακριβώς αντίθετο, δηλαδή το κατά πόσο οι άλλες εναλλακτικές υπερέχουν έναντι της επιλογής x_i . Τέλος, η καθαρή ροή είναι ένα συνολικό μέγεθος αξιολόγησης της επιλογής x_i έναντι όλων των υπόλοιπων.

Στην PROMETHEE I οι παραπάνω ροές χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη δύο κατατάξεων. Η πρώτη κατάταξη Z_1 αναπτύσσεται βάσει των ροών εξόδου έτσι ώστε:

$$x_i P_1 x_j \Leftrightarrow \varphi^-(x_i) < \varphi^-(x_j)$$

$$x_i I_1 x_j \Leftrightarrow \varphi^-(x_i) = \varphi^-(x_j)$$

Η δεύτερη κατάταξη Z_2 αναπτύσσεται βάσει των ροών εξόδου έτσι ώστε:

$$x_i P_2 x_j \Leftrightarrow \varphi^+(x_i) < \varphi^+(x_j)$$

$$x_i I_2 x_j \Leftrightarrow \varphi^+(x_i) = \varphi^+(x_j)$$

Η τελική κατάταξη προκύπτει ως η τομή των δύο κατατάξεων ως εξής:

$$\begin{aligned} & (x_i P_1 x_i) \wedge (x_i P_2 x_i) \\ x_i P x_j & \Leftrightarrow (x_i P_1 x_i) \wedge (x_i I_2 x_i) \\ & (x_i I_1 x_i) \wedge (x_i P_2 x_i) \end{aligned}$$

$$x_i I x_j \Leftrightarrow (x_i I_1 x_i) \wedge (x_i I_2 x_i)$$

$$x_i R x_j \Leftrightarrow \text{σε διαφορετική περίπτωση}$$

Στην PROMETHEE II, αντίθετα, υπάρχει μόνο μία κατάταξη για τις εναλλακτικές, η οποία γίνεται βάση τις συνολικές τους ροές και η οποία είναι πλήρης (δηλαδή δεν λαμβάνουμε υπόψη τη σχέση ασυγκριτικότητας). Αυτή η κατάταξη ορίζεται ως εξής:

$$x_i P x_j \Leftrightarrow \varphi(x_i) > \varphi(x_j)$$

$$x_i I x_j \Leftrightarrow \varphi(x_i) = \varphi(x_j).$$

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθοδολογίας βρίσκονται στα έγγραφα excel:

2011res έως 2014res

PROMETHEE μέθοδος αναλυτικότερα

Όπως αναφέρουν οι Collette, Y., Siarry, P., (2003), Brans, J., Vincke, P. και Mareschal, B., (1986), στη μέθοδο PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations), κατασκευάζεται πρώτα μια εκτιμημένη σχέση προτίμησης, βασισμένη σε μια γενίκευση της έννοιας των κριτηρίων, καθορίζεται ένας δείκτης προτίμησης και κατόπιν λαμβάνεται μια εκτιμημένη outranking γραφική παράσταση. Σύμφωνα με το δείκτη προτίμησης, η PROMETHEE I παρέχει ένα μερικό preorder και η PROMETHEE II προσφέρει ένα πλήρες preorder σε όλες τις εναλλακτικές λύσεις.

Γενίκευση κριτηρίων

Η εκτιμημένη σχέση προτίμησης μεταξύ δύο ενεργειών a και b καθορίζεται ως εξής.

- $P(a, b) = 0$ σημαίνει αδιαφορία μεταξύ a και b .
- $P(a, b) \approx 0$ σημαίνει ελαφριά προτίμηση του a στο b .
- $P(a, b) \approx 1$ σημαίνει δυνατή προτίμηση του a στο b .
- $P(a, b) = 1$ σημαίνει απόλυτη προτίμηση του a στο b .

Για κάθε κριτήριο, εξετάζονται ένα γενικευμένο κριτήριο και μια αντίστοιχη λειτουργία προτίμησης. Στη PROMETHEE, παρέχονται έξι τύποι γενικευμένων κριτηρίων, όπως διευκρινίζονται στο σχήμα 10, όπου το d είναι η διαφορά μεταξύ δύο κριτηρίων, p είναι το ακριβές κατώτατο όριο προτίμησης, το q είναι το κατώτατο όριο αδιαφορίας, και το s είναι η σταθερή απόκλιση από την Gaussian διανομή. Παραπομπή: (Brans, J., Vincke, P., Mareschal, B., 1986).

Multi-Criteria σειρά προτίμησης

Ο δείκτης προτίμησης πολλαπλών κριτηρίων της δράσης a στη δράση b , που δείχνεται από την $\Pi(a, b)$, ορίζεται στην εξίσωση 2.6.

$$\Pi(a, b) = \sum_{i=1}^n w_i P_i(a, b) \quad (2.6)$$

Όπου n είναι ο αριθμός των κριτηρίων, w_i είναι ο βεβαρυμμένος δείκτης του παράγοντα του i -οστού κριτηρίου, και P_i είναι η συνάρτηση προτίμησης του i -οστού κριτηρίου. Η multi-criteria σειρά προτίμησης κυμαίνεται από 0 μέχρι 1, με $\Pi(a, b) \approx 0$ να αντιπροσωπεύει μία αδύναμη προτίμηση της δράσης a από τη b , and $\Pi(a, b) \approx 1$ να αντιπροσωπεύει μία δυνατή προτίμηση της δράσης a από τη b .

Παραπομπή: (Brans, J., Vincke, P., Mareschal, B., 1986)

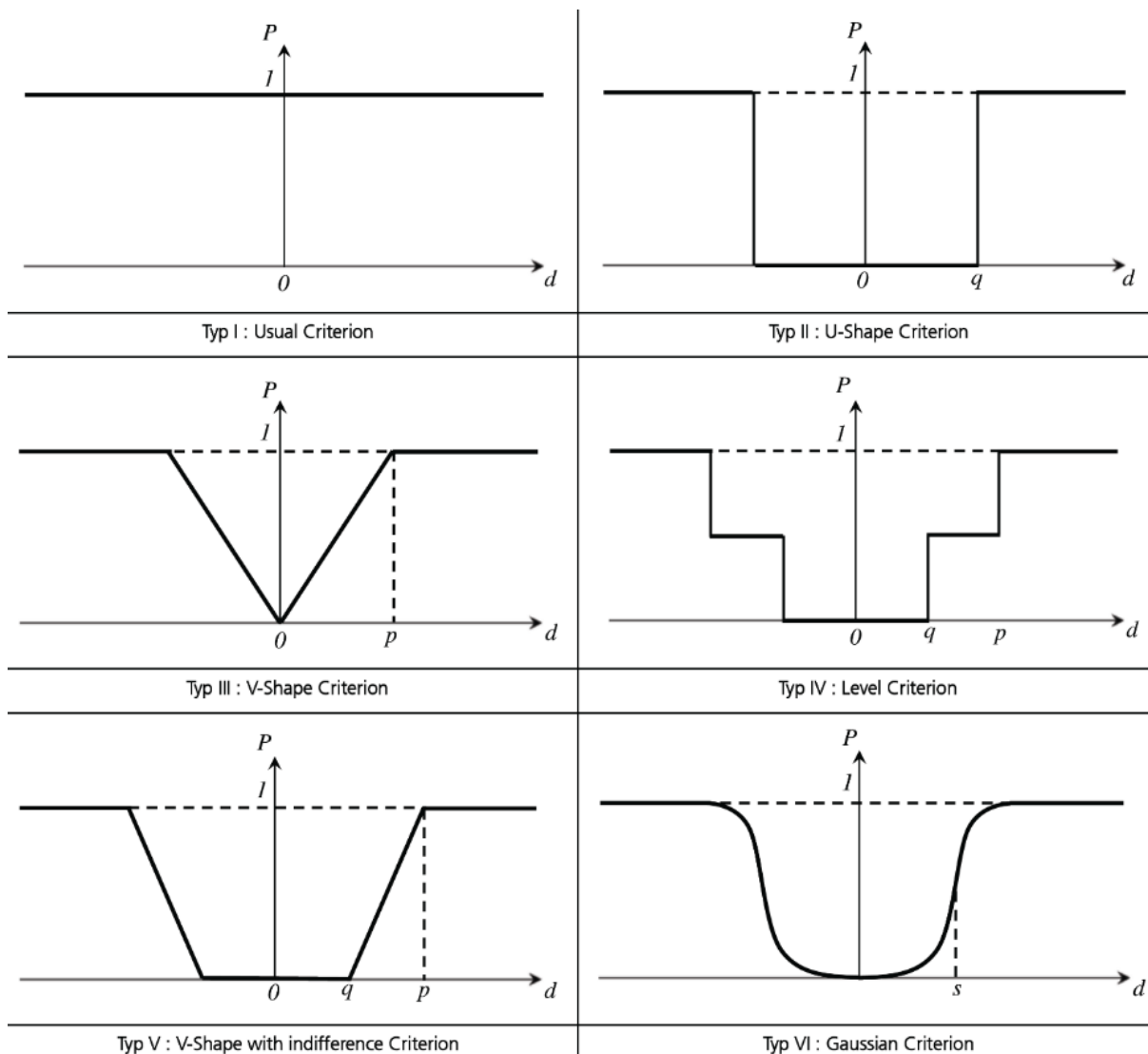
PROMETHEE ταξινόμηση

Μία θετική ροή outranking ορίζεται από την εξίσωση 2.7 και μία αρνητική ροή outranking ορίζεται από την εξίσωση 2.8. Μία συνολική ροή outranking υπολογίζεται από την εξίσωση 2.9.

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \Pi(a, b) \quad (2.7)$$

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \Pi(b, a) \quad (2.8)$$

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (2.9)$$



Σχήμα 10: Έξι τύποι γενικευμένων κριτηρίων.

Βασισμένοι στην εξίσωση 2.7 και 2.8, η PROMETHEE I παρέχει μία μερική ταξινόμηση με την εξέταση της διατομής της θετικής ροής outranking και της αρνητικής ροής outranking, η οποία παρατίθεται ως εξής.

- Η δράση a υπερिशύχει της b , εάν $\Phi^+(a) \geq \Phi^+(b)$ και $\Phi^-(a) \leq \Phi^-(b)$.
- Η δράση a είναι αδιάφορη της b , εάν $\Phi^+(a) = \Phi^+(b)$ και $\Phi^-(a) = \Phi^-(b)$.
- Αλλιώς, οι δράσεις a και b δε μπορούν να συγκριθούν.

Σύμφωνα με την εξίσωση 2.9, η PROMETHEE II υποθέτει ότι η δράση a υπερτερεί της b εάν $\Phi(a) > \Phi(b)$, και η δράση a είναι αδιάφορη ως προς τη b εάν $\Phi(a) = \Phi(b)$.

Οι έξι τύποι λειτουργιών προτίμησης και η μερική ή πλήρης οργάνωση στη PROMETHEE παρέχουν στον DM ακριβέστερες ιδέες στην επίλυση του δεδομένου

προβλήματος. Εντούτοις, προκειμένου να καθοριστεί η λειτουργία προτίμησης, απαιτούνται πάρα πολλές παράμετροι για τα συμπεράσματα μας.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

4.1 Προσδιορισμός Προβλήματος

Επιλογή συγκεκριμένης ΔΕΥΑ πρωτης επιλογης

Από τις διάφορες μορφές της ELECTRE που έχουν αναπτυχθεί (I, II, III, IV, TRI) θα χρησιμοποιήσουμε την ELECTRE II.

1.1 Γενικός πίνακας

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	Τιμή	Καταναλωση	Πτώση τιμής ανά χρόνο
ΒΑΡΟΣ	W1	W2	W3
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ			
ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ	$x_1(a_1)$	$x_1(a_2)$	$x_1(a_3)$
ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	$x_2(a_1)$	$x_2(a_2)$	$x_2(a_3)$
ΔΕΥΑ ΚΟΖΑΝΗΣ	$x_3(a_1)$	$x_3(a_2)$	$x_3(a_3)$

(Επίλυση Προβλήματος με την Μέθοδο ELECTRE)

Μελετάμε την λήψη απόφασης με την βοήθεια της μεθόδου ELECTRE III. Θεωρούμε ότι ο λήπτης αποφάσεων θέλει να επιλέξει μια από τις παραπάνω επιχειρήσεις για την μεγιστοποίηση του κερδους του. Για τον λόγο αυτό έχει αποφασίσει πως η επιχείρηση που θα επιλέξει θα μπορεί να τον εξυπηρετήσει λόγω ζήτησης, αλλά και λόγω μειωμένης κατανάλωσης. Επίσης έχει επιλέξει να αποκλείσει όλες τις ΔΕΥΑ εκτός των ΚΟΡΙΝΘΟΥ, ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ και ΚΟΖΑΝΗΣ. Έτσι ο λήπτης αποφάσεων, αυτός έρχεται να επιλέξει ποίο μοντέλο θα αγοράσει με βάση τα εξής κριτήρια: την τιμή,καταναλωση, και το ποσοστό που πέφτει η τιμή του νερού για κάθε χρόνο χρήσης.

Το προφίλ του λήπτη αποφάσεων είναι το εξής:

Έχει ένα συγκεκριμένο ποσό στην τράπεζα, σαφέστατα η τιμή θα παίξει σημαντικό ρόλο αφού θέλει να αποκτήσει την συνδρομη με το μικρότερο δυνατό κόστος. Οι 3 δευα έχουν παραπλησια τιμη καταναλωσης. Επίσης γνωρίζει ότι δεν πρόκειται να κρατήσει τη συνδρομη πάνω από δύο χρόνια, για τον λόγο αυτό τον ενδιαφέρει η αντικειμενική ετήσια εκατοστιαία πτώση της τιμής της συνδρομης, ώστε όταν εκείνος θα αποφασίσει να τη μεταπωλησει να επιτύχει την καλύτερη δυνατή επιστροφή χρημάτων.

Τα χαρακτηριστικά της συνδρομης που προσφέρει κάθε δευα στα πλαίσια του προφίλ του λήπτη αποφάσεων είναι τα εξής:

1.2 Πίνακας Τιμών

	Κορινθος	Αλεξανδρουπολη	Κοζανη
ΤΙΜΗ	10.000 €	16.000 €	12.000 €
Καταναλωση	1.444.678	1.161.435	1.079.890
Πτώση τιμής ανά χρόνο	20%	15%	12%

Παρατηρούμε ότι η τιμή της Δεua κορινθου είναι σαφώς μικρότερη σε σχέση με τα άλλα δύο δεua, όμως της αλεξανδρουπολης είναι η δεua με την υψηλότερη καταναλωση που υπερέχει σε ότι αφορά το κριτήριο της πτώσης της αρχικής τιμής για κάθε χρόνο λειτουργίας της δεua.

Καθορισμός Παραμέτρων

Ο λήπτης αποφάσεων αποφασίζει και βαθμολογεί τα βάρη όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.3. Η κατάταξη των κριτηρίων έγινε βάση της λογικής ότι το βασικότερο κριτήριο για τον λήπτη αποφάσεων είναι το οικονομικό, και για το λόγο αυτό δίνει την μεγαλύτερη βαρύτητα. Αμέσως μετά έρχεται η επί τοις εκατό πτώση της τιμής και τέλος η καταναλωση. Οι τιμές των βαρών είναι αποτέλεσμα της μεθόδου απόδοσης βαρών κατά Simos. Σύμφωνα με την μέθοδο Simos η απόδοση θέσης βάρους με βάση με την κρίση του λήπτη αποφάσεων είναι η εξής:

- Καταναλωση: πρώτη θέση (μικρότερη σημαντικότητα, τιμή 1)

- Επί % πτώση τιμής:δεύτερη θέση (τιμή 2)
- Τιμή: Τρίτη θέση (τιμή 3)

Η απόδοση κανονικοποιημένου βάρους κατά Simos έχει ως αποτέλεσμα Πίνακα 1.3.

1.3 Πίνακας Βαρών

	Τιμή	Καταναλωση	Πτώση τιμής ανά χρόνο
ΒΑΡΗ	0.5	0.2	0.3

1.4 Γενικός πίνακας δεδομενων

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	Τιμή	Καταναλωση	Πτώση τιμής ανά χρόνο
ΒΑΡΟΣ	0.5	0.2	0.3
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ			
Δευα Κορινθου	10.000 €	1.400	20%
Δευα Αλεξανδρουπολης	16.000 €	1.600	15%
Δευα Κοζανης	12.000 €	1.350	12%

Ορίζουμε ως κατώφλι αδιαφορίας τη μεταβλητή q_k και ως κατώφλι προτίμησης το p_k . Προκύπτει έτσι ο παρακάτω πίνακας:

1.5 Πίνακας κατωφλίων

Κατώφλια	Τιμή	Καταναλωση	Πτώση τιμής ανά χρόνο
q_k	1.000 €	50	5%
p_k	3.000 €	100	10%

Το κατώφλι αδιαφορίας για την τιμή ορίστηκε 1.000 €, διότι ο λήπτης απόφασης αδιαφορεί στην περίπτωση που η διαφορά τιμής μεταξύ δύο εναλλακτικών είναι η παραπάνω τιμή. Σε περίπτωση που η διαφορά μεταξύ δύο εναλλακτικών είναι 3.000 € τότε ο λήπτης αποφάσεων έχει καθαρή επιλογή υπέρ της ακριβότερης εναλλακτικής και για τον λόγο αυτό ορίζουμε ως κατώφλι προτίμησης τα 3.000 €. Αντίστοιχα για το κριτήριο της καταναλωσης ο λήπτης αποφάσεων αδιαφορεί εάν οι εναλλακτικές του διαφέρουν κατά 50 και εκφέρει προτίμηση σε περίπτωση που διαφέρουν περισσότερο από 100. Τέλος για το κριτήριο της ετήσιας ποσοστιαίας πτώσης της τιμής το κατώφλι αδιαφορίας είναι 5%, και 10% για το κατώφλι προτίμησης.

Καθορισμός Πινάκων Συμφωνίας- Ασυμφωνίας

Στο επόμενο βήμα καθορίζουμε τις σχέσεις συμφωνίας:

$$c_k(x_i, x_j) = \begin{cases} 0 & x_{ik} < x_{jk} - p_k \\ \frac{x_{ik} - x_{jk} + p_k}{p_k - q_k} & x_{ik} \in [x_{jk} - p_k, x_{jk} - q_k] \\ 1 & x_{ik} > x_{jk} - q_k \end{cases}$$

$$x_1(a) + p_1 \leq x_1(b) \quad \Rightarrow \quad 10.000 + 3.000 \leq 16.000 \quad \Rightarrow \quad c_1(a,b) = 0$$

$$x_2(a) + p_2 \leq x_2(b) \quad \Rightarrow \quad 1.400 + 100 \leq 1.600 \quad \Rightarrow \quad c_2(a,b) = 0$$

$$x_3(a) + q_3 \geq x_3(b) \quad \Rightarrow \quad 0,2 + 0,05 \geq 0,15 \quad \Rightarrow \quad c_3(a,b) = 1$$

$$x_1(b) + q_1 \geq x_1(a) \quad \Rightarrow \quad 16.000 + 1.000 \geq 10.000 \quad \Rightarrow \quad c_1(b,a) = 1$$

$$x_2(b) + q_2 \geq x_2(a) \quad \Rightarrow \quad 1.600 + 50 \geq 1.400 \quad \Rightarrow \quad c_2(b,a) = 1$$

$$x_3(b) + q_3 \geq x_3(a) \quad \Rightarrow \quad 0,15 + 0,05 \geq 0,2 \quad \Rightarrow \quad c_3(b,a) = 1$$

$$\frac{x_1(a) - x_1(c) + p_1}{p_1 - q_1} = \frac{10.000 - 12.000 + 3.000}{2.000} = 0,5 \quad \Rightarrow \quad c_1(a,c) = 0,5$$

$$x_2(a) + q_2 \geq x_2(c) \quad \Rightarrow \quad 1.400 + 50 \geq 1.350 \quad \Rightarrow \quad c_2(a,c) = 1$$

$$x_3(a) + q_3 \geq x_3(c) \quad \Rightarrow \quad 0,2 + 0,05 \geq 0,12 \quad \Rightarrow \quad c_3(a,c) = 1$$

$$x_1(c) + q_1 \geq x_1(a) \quad \Rightarrow \quad 12.000 + 1.000 \geq 10.000 \quad \Rightarrow \quad c_1(c,a) = 1$$

$$x_2(c) + q_2 \geq x_2(a) \quad \Rightarrow \quad 1.350 + 50 \geq 1.400 \quad \Rightarrow \quad c_2(c,a) = 1$$

$$\frac{x_3(c) - x_3(a) + p_3}{p_3 - q_3} = \frac{0,12 - 0,2 + 0,1}{0,05} = 0,4 \quad \Rightarrow \quad c_3(c,a) = 0,4$$

$$x_1(b) + q_1 \geq x_1(c) \quad \Rightarrow \quad 16.000 + 1.000 \geq 12.000 \quad \Rightarrow \quad c_1(b,c) = 1$$

$$x_2(b) + q_2 \geq x_2(c) \quad \Rightarrow \quad 1.600 + 50 \geq 1.350 \quad \Rightarrow \quad c_2(b,c) = 1$$

$$x_3(b) + q_3 \geq x_3(c) \quad \Longrightarrow 0,15 + 0,05 \geq 0,12 \quad \Longrightarrow \quad c_3(b,c)= 1$$

$$x_1(c) + p_1 \leq x_1(b) \quad \Longrightarrow 12.000 + 3.000 \geq 16.000 \quad \Longrightarrow \quad c_1(b,c)= 0$$

$$x_2(c) + p_2 \leq x_2(b) \quad \Longrightarrow 1.350 + 100 \leq 1.600 \quad \Longrightarrow \quad c_2(b,c)= 0$$

$$x_3(c) + q_3 \geq x_3(b) \quad \Longrightarrow 0,12 + 0,05 \geq 0,15 \quad \Longrightarrow \quad c_3(b,c)= 1$$

Με τη βοήθεια της σχέσης: $C(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n w_k c_k(x_i, x_j)$, και με βάση τα παραπάνω στοιχεία κατασκευάζουμε τον πίνακα συμφωνίας.

1.6 Πίνακας Συμφωνίας

	Δευα Κορινθου	Δευα Αλεξανδρουπολης	Δευα Κοζανης
Δευα Κορινθου	1	0,3	0,75
Δευα Αλεξανδρουπολης	1	1	1
Δευα Κοζανης	0,82	0,3	1

Για να υπολογίσουμε το δείκτη ασυμφωνίας πρέπει πρώτα να θέσουμε το κατώφλι νετό.

1.7 Πίνακας Veto

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	Τιμή	Καταναλωση	Πτώση τιμής ανά χρόνο
Veto	6000 €	300	0.50

Με τη βοήθεια του τύπου

$$D_k(x_i, x_j) = \begin{cases} 0 & x_{ik} > x_{jk} - p_k \\ \frac{x_{jk} - x_{ik} + p_k}{v_k - p_k} & x_{ik} \in [x_{jk} - v_k, x_{jk} - p_k] \\ 1 & x_{ik} < x_{jk} - v_k \end{cases}$$

προκύπτουν οι παρακάτω δείκτες ασυμφωνίας.

1.8 Πίνακας Ασυμφωνίας

D	Δεua Κορινθου	Δεua Αλεξανδρουπολης	Δεua Κοζανης
$d_j(a,b)$	1	0,5	0
$d_j(b,a)$	0	0	0
$d_j(a,c)$	0	0	0,5
$d_j(c,a)$	0	0	1
$d_j(b,c)$	0	0	0
$d_j(c,b)$	0,33	0,75	0

Βρίσκουμε τώρα τον βαθμό αξιοπιστίας ,με την βοήθεια της σχέσης :

$$\sigma(x_i, x_j) = \begin{cases} C(x_i, x_j) & F = 0 \\ C(x_i, x_j) \prod_{x_k \in F} \frac{1 - D_k(x_i, x_j)}{1 - C(x_i, x_j)} & F \neq 0 \end{cases}$$

Για $j=1,2,3$, όπου j οι εναλλακτικές προτάσεις προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

1.9 Πίνακας βαθμού αξιοπιστίας

σ	Δεua Κορινθου	Δεua Αλεξανδρουπολης	Δεua Κοζανης
Δεua Κορινθου	1	0	0,5
Δεua Αλεξανδρουπολης	1	1	1

Δευα Κοζανης	0	0,15	1
--------------	---	------	---

$$\max_{a,b \in A} S(a,b)$$

Ορίζουμε $\lambda = 1$ έστω $s(\lambda) = 0,15$, το οποίο αποτελεί ένα κατώφλι για τον διαχωρισμό κριτηρίων των οποίων οι τιμές τους εντός του πίνακα C δεν μας ικανοποιούν, και πλησιάζει αρκετά η τιμή τους το 0 [λεπτομερείς υπολογισμοί των τιμών του $s(\lambda)$ δίνονται μαζί με το ELECTRE III software (Vallee and Zielniewich, 1994 όπως αναφέρεται στο Buchanan et al., 1999)]

4.1.4 Κατάταξη εναλλακτικών

Από τη σχέση $T(a,b) = \begin{cases} 1, & \text{if } S(a,b) > \lambda - s(\lambda) \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$, ορίζουμε τον πίνακα T (βλ. Πίνακα 1.10):

1.10 Πίνακας T

$[s(\lambda) = 0,15]$

T	Δευα Κορινθου	Δευα Αλεξανδρουπολης	Δευα Κοζανης
Δευα Κορινθου	1	0	0
Δευα Αλεξανδρουπολης	1	1	1
Δευα Κοζανης	0	0	1

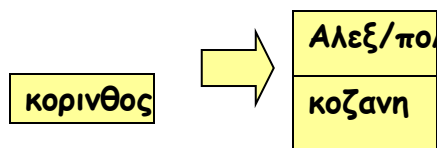
Από την ανάλυση για τον τρόπο επίλυσης της μεθόδου ELECTRE II που έγινε παραπάνω προκύπτει ότι:

$$Q(a) = 0$$

$$Q(b)=2-0=2$$

$$Q(c)=0$$

Άρα η φθίνουσα κατάταξη Z_1 των εναλλακτικών είναι:



ΣΧΗΜΑ 1

Και συμπίπτει με αυτήν της αύξουσας κατάταξης Z_2 και προφανώς της συνολικής Z . Το αποτέλεσμα της κατάταξης φανερώνει την ισοβαθμία των εναλλακτικών ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ και VW, ακόμη και μετά των αποκλεισμό της πρώτης εναλλακτικής. Για το λόγο αυτό αυξάνουμε την τιμή του κατωφλίου $s(\lambda)$ από 0,15 σε 0,30, ώστε ο νέος πίνακας T που θα προκύψει να μας δώσει καλύτερη κατάταξη.

Για $s(\lambda)=0,30$ προκύπτει ο νέος πίνακας T (βλ. Πίνακα 1.11).

1.11 Πίνακας T [$s(\lambda)=0,30$]

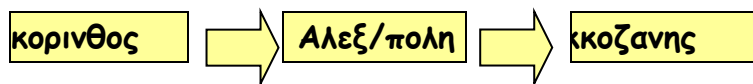
T	ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ	ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	ΔΕΥΑ ΚΟΖΑΝΗΣ
ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ	1	0	1
ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	1	1	1

ΔΕΥΑ ΚΟΖΑΝΗΣ	0	0	1
--------------	---	---	---

$Z_1: B \Rightarrow A \Rightarrow C$

$Z_2: B \Rightarrow A \Rightarrow C$

$Z_1 \cap Z_2: B \Rightarrow A \Rightarrow C$



ΣΧΗΜΑ 2

Παρατηρούμε ότι με την αλλαγή του κατωφλίου $s(\lambda)$, από 0,15 σε 0,30 η τελική κατάταξη Z μεταβάλλεται και η σχέση της εναλλακτικής ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ με αυτήν της ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ. Έχουμε δηλαδή υπεροχή της μίας έναντι της άλλης.

4.2 Επίλυση με την Μέθοδο PROMETHEE

Στη συνέχεια επ επιλύουμε το ίδιο παράδειγμα με την μέθοδο PROMETHEE.

Για την επίλυση του προβλήματος, φυσικά, διατηρούμε ως έχουν τις τιμές των πινάκων 1.4 και 1.5 .

Αρχικά υπολογίζουμε τους συντελεστές $h_k(a,b)$ με την βοήθεια της σχέσης :

$$h_k(x_{ik} - x_{jk}) = \begin{cases} 0 & x_{ik} - x_{jk} < q_k \\ \frac{x_{ik} - x_{jk} - q_k}{p_k - q_k} & x_{ik} - x_{jk} \in [q_k, p_k] \\ 1 & x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$

$$x_1(a) - x_1(b) \leq p_1 \quad \Rightarrow \quad h_1(a,b)=0$$

$$x_2(a) - x_2(b) \leq p_2 \quad \Rightarrow \quad h_2(a,b)=0$$

$$\frac{x_3(a) - x_3(b) - q_3}{p_3 - q_3} = 0 \quad \Rightarrow \quad h_3(a,b)=0$$

$$x_1(b) - x_1(a) \geq p_1 \quad \Rightarrow \quad h_1(b,a)=1$$

$$x_2(b) - x_2(a) \geq p_2 \quad \Rightarrow \quad h_2(b,a)=1$$

$$x_3(b) - x_3(a) \leq p_3 \quad \Rightarrow \quad h_3(b,a)=0$$

$$x_1(a) - x_1(c) \leq p_1 \quad \Rightarrow \quad h_1(a,c)=0$$

$$x_2(a) - x_2(c) \leq p_2 \quad \Rightarrow \quad h_2(a,c)=0$$

$$\frac{x_3(a) - x_3(c) - q_3}{p_3 - q_3} = 0 \quad \Rightarrow \quad h_3(a,c)=0,6$$

$$\frac{x_1(c) - x_1(a) - q_1}{p_1 - q_1} = 0,5 \quad \Rightarrow \quad h_1(c,a)=0,5$$

$$x_2(c) - x_2(a) \leq p_2 \quad \Rightarrow \quad h_2(c,a)=0$$

$$x_3(a) - x_3(c) \leq p_3 \quad \Rightarrow \quad h_3(c,a)=0$$

$$x_1(b) - x_1(c) \leq p_1 \quad \Rightarrow \quad h_1(b,c)=0$$

$$x_2(b) - x_3(c) \leq p_2 \quad \Rightarrow \quad h_2(b,c)=0$$

$$x_3(b) - x_3(c) \leq p_3 \quad \Rightarrow \lambda_3(b,c)=0$$

$$x_1(c) - x_1(b) \leq p_1 \quad \Rightarrow \lambda_1(c,b)=0$$

$$x_2(c) - x_2(b) \leq p_2 \quad \Rightarrow \lambda_2(c,b)=0$$

$$x_3(c) - x_3(b) \leq p_3 \quad \Rightarrow \lambda_3(c,b)=0$$

Και για τις 3 εναλλακτικές επελέγη το h με τον ίδιο τύπο αφού όλες έχουν κατώφλια προτίμησης και κατώφλια αδιαφορίας.

Άμεσο αποτέλεσμα των παραπάνω πράξεων και με τη βοήθεια της σχέσης: $P_k(x_i, x_j) = \begin{cases} 0 & x_{ik} < x_{jk} \\ h_k(x_{ik} - x_{jk}) & x_{ik} \geq x_{jk} \end{cases}$, προκύπτει:

$$p_i(a,b)=0 \text{ όταν } i=1,2,3, \quad p_i(b,a)=1 \text{ όταν } i=1,2 \text{ ενώ } p_3(b,a)=0$$

$$p_i(a,c)=0 \text{ όταν } i=1,2, \text{ ενώ } p_3(a,c)=0,6, \quad p_i(c,a)=0 \text{ όταν } i=2,3 \text{ ενώ } p_1(a,c)=0,5$$

$$p_i(b,c)=1 \text{ όταν } i=1,2, \text{ ενώ } p_3(b,c)=0, \quad p_i(c,b)=0 \text{ όταν } i=1,2,3$$

Υπολογίζουμε τώρα τον δείκτη προτίμησης $\pi(i,j)$

Προκύπτει έτσι ο πίνακας Π , τα στοιχεία του οποίου αποτελούν οι δείκτες προτίμησης $\pi(i, j)$ (βλ. Πίνακα 1.12).

1.12 Πίνακας Π

Προκύπτει έτσι ο πίνακας Π, τα στοιχεία του οποίου αποτελούν οι δείκτες προτίμησης $\pi(i, j)$ (βλ. Πίνακα 1.12).

	ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ	ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	ΔΕΥΑ ΚΟΖΑΝΗΣ
ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ	X	0	0,18
ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	0,7	X	0,7
ΔΕΥΑ ΚΟΖΑΝΗΣ	0,25	0	X

Παρακάτω υπολογίζονται οι ροές εισόδων:

$$\varphi^-(a) = \pi(a,b) + \pi(c,a) = 0,7 + 0,25 = 0,95$$

$$\varphi^+(a) = \pi(a,b) + \pi(a,c) = 0 + 0,18 = 0,18$$

$$\text{Καθαρή ροή (net flow): } \varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) = -0,77$$

$$\text{Ομοίως υπολογίζουμε ότι : } \varphi^-(b) = 0, \varphi^+(b) = 1,4, \varphi(b) = 1,4.$$

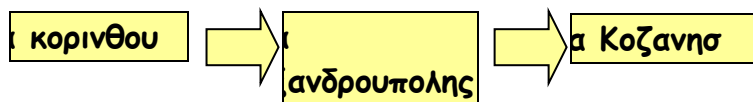
$$\text{Και: } \varphi^-(c) = 0,88, \varphi^+(c) = 0,18, \varphi(c) = -0,7.$$

Προκύπτουν οι παρακάτω διατάξεις:

$$Z_1: \varphi^-(a) > \varphi^-(c) > \varphi^-(b)$$

$$Z_2: \varphi^+(a) = \varphi^+(c) < \varphi^+(b)$$

Η σχέση $Z_1 \cap Z_2$ αποδίδει την κατάταξη του σχήματος 3.



ΣΧΗΜΑ 3

Με την PROMETHEE II καταλήγουμε στο ίδιο αποτέλεσμα αφού:

$$Z: \varphi(a) < \varphi(c) < \varphi(b)$$

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν μεταξύ ELECTRE III και PROMETHEE διαπιστώνουμε ότι έχουμε εν μέρη διαφορές. Με βάση και τις δύο μεθόδους ο λήπτης αποφάσεων έχει ως πρώτη εναλλακτική να επιλέξει ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ, VW όταν $s(\lambda)=0,15$, ενώ όταν $s(\lambda)=0,30$ τότε δεύτερη εναλλακτική είναι η ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ και τρίτη η εναλλακτική ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ. Σε αντίθεση με τις μεθόδους PROMETHEE I και II που δίνουν δεύτερη εναλλακτική την ΔΕΥΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ και τρίτη την ΔΕΥΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ.

4.3. Εκτίμηση Αποτελεσμάτων:

2011: Παρατηρούμε ότι το 2011 η εταιρία 9 (ΔΕΥΑ Κορίνθου) βρέθηκε στη θέση 1 στο 68,8% των δοκιμών άρα είναι 1η στην κατάταξη. Ο δείκτης που συνετέλεσε περισσότερο στην κατάταξη αυτή είναι ο 9ος: Δείκτης Γενικών και Διοικητικών Εξόδων=0,25.

Ακολουθούν με φθίνουσα σειρά οι εταιρίες:

17,2,20,19,13,8,15,3,6,12,5,10,1,4,14,7,16,11,18.

2012: Παρατηρούμε ότι το 2012 η εταιρία 14 (πάλι ΔΕΥΑ Κορίνθου) βρέθηκε στην 1η θέση στο 74,5% των δοκιμών άρα είναι 1η στην κατάταξη. Ο δείκτης που συνετέλεσε περισσότερο στην κατάταξη αυτή είναι και πάλι ο 9ος: Δείκτης Γενικών και Διοικητικών Εξόδων=0,199. Ακολουθούν με φθίνουσα σειρά οι εταιρίες:

11,17,13,6,1,19,2,9,16,4,10,7,8,20,8,5,15,3,18.

2013: Παρατηρούμε ότι το 2013 η εταιρία 1 (ΔΕΥΑ Αλεξανδρούπολης) βρέθηκε στην 1η θέση στο 59,7% των δοκιμών άρα είναι 1η στην κατάταξη. Ο δείκτης που συνετέλεσε περισσότερο στην κατάταξη αυτή είναι ο 7ος: Δείκτης Κυκλοφορίας Υποχρεώσεων=0,161.

Ακολουθούν με φθίνουσα σειρά οι εταιρίες: 15,9,14,17,10,8,19,2,3,5,7, 13,11,4,20,12,6,18,16.

2014: Παρατηρούμε ότι το 2014 η εταιρία 7 (ΔΕΥΑ Άρτας) βρέθηκε στην 1η θέση στο 63% των δοκιμών άρα είναι 1η στην κατάταξη. Ο δείκτης που συνετέλεσε περισσότερο στην κατάταξη αυτή είναι ο 9ος: Δείκτης Γενικών και Διοικητικών Εξόδων=0,114.

Ακολουθούν με φθίνουσα σειρά οι εταιρίες: 8,16,11,1,18,13,17,3,19,5,10,12,15, 20,2,14,6,4,9.

4.4. Αλλαγές που θα μπορούσαμε να κάνουμε για πιο ολοκληρωμένα συμπεράσματα:

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας θα ήταν καλύτερα και ακριβέστερα αν είχαμε πάρει μεγαλύτερο δείγμα επιχειρήσεων ΔΕΥΑ και ακρίβεια περισσότερων δεκαδικών ψηφίων στους δείκτες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ:

- Ν. 1069/1980 (ΦΕΚ Α-191): Περί κινήτρων δια την ίδρυσιν Επιχειρήσεων Υδρεύσεως και Αποχετεύσεως (με τις έως σήμερα διαμορφώσεις του)
- <http://edeya.gr>

-Πολυκριτήρια Αξιολόγηση των Εταιρειών Πληροφορικής &

Τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα - Ιωάννης Παππάς - Διπλωματική Εργασία

-ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: Αξιολόγηση των Ελληνικών Δημοσίων Επιχειρήσεων και Οργανισμών-Μία Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων.

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Η. ΚΟΝΤΟΥ

-ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ - ΜΙΧΑΗΛ Γ. ΑΛΕΒΙΖΟΣ

-ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΜΑΘΗΜΑ: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

-ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΜΙΧΑΗΛ ΓΚΛΕΖΑΚΟΣ

-Βασικές αρχές και σύγχρονα θέματα του χρηματοοικονομικού management

Κων/νος Ζοπουνίδης

-www.liaison.uoc.gr/documents/docs/ekpaideytiko_yliko

- <http://docplayer.gr/1519362-Tmima-mihanikon-paragogis-dioikisis.html>

-Πολυκριτήρια Αξιολόγηση των Εταιρειών Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα, Ιωάννης Παππάς, 2014

-Development of best management systems for high priority waste streams in Cyprus, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Χημικών Μηχανικών, 2005

-Επισκόπηση Χρήσης Μεθόδων Πολυκριτηριακής Ανάλυσης ως εργαλείο υποβοήθησης του λήπτη απόφασης, Δρ Χαρίσιος Αχίλλας, Δρ Γεώργιος Μπανιάς

-Αναλυτική μελέτη πολυκριτηριακών μεθόδων λήψης αποφάσεων, Σταμάτης Κ.Σπανός, 2004

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ extra

[1] Barzilai, J. and Lootsma, F.A. (1997): “ Power relations and group aggregation in the Multiplicative AHP and SMART”, *Journal of Multi-criteria Decision Analysis*; 6: 155-165

[2] Benayoun, R., De Montgolfier, J., Tergny, J. and Larichev, O. (1971), “Linear programming with multiple objective functions: Step method (STEM)”, *Mathematical Programming*,1(3), 366-375.

[3] Beuthe M. and Scannella G.,(2001), Comparative analysis of UTA multicriteria methods, *European Journal of Operational Research*, 130/2, 246-262.

[4] Bouyssou, D. (1990): “Building criteria: a prerequisite for MCDA” in *Readings in MCDA*, Bana e Costa (Ed.); Springer Verlag, Germany: 58-80

- [5] Chiclana, F. et al. (1998): " Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision-making based on fuzzy preference relations", *Fuzzy Sets and Systems*, 1998; 97: 33-48
- [6] Edwards W., 1977. How to use multiattribute utility measurement for social decisionmaking, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics SMC* 7 (5), 326-340.
- [7] Edwards W., Barron F.H, 1994. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement, *Organizational behavior and Human Decision Processes* 60, 306-325.
- [8] Figueira, J. and Roy, B. (2002): " Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure", *European Journal of Operational Research*, 2002;139:317-326
- [9] Herrera, F. et al. (2001): " Multi-person decision-making based on multiplicative preference relations", *European Journal of Operational Research*; 129: 372-385
- [10] Hokkanen, J. and Salminen, P. (1994): "Choice of a solid waste management system by using the ELECTRE III Method" in *Applying MCDA for Decision to Environmental Management*, Paruncini, M. (Ed.); 111-153
- [11] Jacquet-Lagrange, E. and Siskos, J. (1978), Une methode de construction de fonctions d'utilite additives explicatives d'une preference globale, *Cahier LAMSADE n°6*, Universite Paris-IX-Dauphine.
- [12] Jacquet-Lagrange E. and J. Siskos (1982), *Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method*, *EJOR*, vol. 10, 151-164.
- [13] Kacprzyk, M. et al. (1992): " Group decision making and consensus under fuzzy preference and fuzzy majority", *Fuzzy Sets and Systems*; 49(1): 21-31
- [14] Maystre, L. et al. (1994): "Methodes multicriteres ELECTRE-Description, conseils pratiques et cas d'applications a` la gestion environnementale", *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*; Lausanne

- [15] Munda G., (1995) – *Multicriteria evaluation in a fuzzy environment*, Contributions to economic Series, Physica-Verlag, Heidelberg.
- [16] Olson D.L., Comparison of three multicriteria methods to predict known outcomes, *European Journal of Operational Research* 130 (2001) 576-587.
- [17] Perlack Robert D. (1995), Determination of the Potential Market Size and Opportunities for Biomass-to-Electricity Projects in China, from the *Proceedings, Second Biomass Conference of the Americas: Energy, Environment, Agriculture, and Industry*; pages 49-54. Meeting held August 21-24, Portland, Oregon; published by National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado.
- [18] Rogers, M. and Bruen, M. (1998): "Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within ELECTRE", *European Journal of Operational Research*, 1998;107:542-551
- [20] Roy, B. et al. (1986): " A programming method for determining which Paris metro-stations should be renovated" , *European Journal of Operational Research*; 24: 318-334
- [21] Roy, B. (1991), "The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods", *Theory and Decision*, 31, 49-73.
- [22] Roy, B. and Bouyssou, D. (1993): "Aide multicritère à la decision: Méthodes et cas", *Economica*, Collection Gestion; Paris.
- [23] Roy, B. (1996), *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- [24] Roy, B. and Mousseau, V. (1996): " A theoretical framework for analysing the notion of relative importance of criteria", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*; 5:145-149
- [25] Saaty, T.L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill; New York
- [26] Salminen, Hokkanen και Lahdelma (1998), Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems, *European Journal of Operational Research* 104 485-496.

- [27] Stewart T.J. (1995), Simplified approaches for multicriteria decision making under uncertainty, *Journal of Multi-criteria analysis*, 4, 246-258.
- [28] Triantaphyllou, E. and Lin, C. (1996): "Development and Evaluation of Five Fuzzy Multiattribute Decision-Making Methods", *International Journal of Approximate Reasoning*, 1996;14:281-310
- [29] Von Winterfeldt D. and Edwards W. (1973), *Evaluation of complex stimuli using multiattribute utility procedures*, Ann Arbor: Engineering psychology laboratory, University of Michigan.
- [30] Von Winterfeldt D, Edwards W., 1986. *Decision Analysis and Behavioral Research*. Cambridge University Press, New York.
- [31] Yager, R.R. (1993): " Families of OWG OWG Operators", *Fuzzy Sets and Systems*; 59: 125-148
- [32] Yager, R.R. (1996): " Quantified guided aggregation using OWA operators", *International Journal of Intelligent Systems*; 11: 49-73
- [33] Zadeh, L.A. et al. (1975): " The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I,II, *Information Sciences*; 8: 199-249, 301-357
- [34] Zadeh, L.A. et al. (1983): " A computational approach to fuzzy quantifiers in natural languages, *Computing Mathematical Applications*; 9:149-184
- [35] Zhou, D.N. (2000): " Fuzzy Group Decision Support System Approach to Group Decision Making under Multiple Criteria", *Ph.D. Dissertation*; City University of Hong Kong
- [36] Kurt Wallnau, Risk/Misfit, *Software Engineering Institute*, THE 99 SOFTWARE ENGINEERING SYMPOSIUM, Carnegie Mellon University, 1998,
http://www.sei.cmu.edu/cbs/cbs_slides/99symposium/056pr.pdf

[37] Zhang, Q. and Ma, J. (): “Determining Weights of Criteria Based on Multiple Preference Formats”, *Working Papers*, City University
(www.is.cityu.edu.hk/Research/WorkingPapers/paper/0102.pdf)

[38] *A multi-criteria analysis of stated preferences among freight transport alternatives*, ERSA 2003 Congress, University of JYVASKYLA – August 27-30,
<http://www.jyu.fi/ersa2003/cdrom/papers/173.pdf>