



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Πολυκριτηριακή μεθοδολογία ευσταθούς αξιολόγησης της
ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης χωρών.**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μιχαήλ Ν. Μαλαφέκας

Επιβλέπων : Ψαρράς Ιωάννης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Πολυκριτηριακή μεθοδολογία ευσταθούς αξιολόγησης της
ηλεκτρονικής διακυβέρνησης χωρών.**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μιχαήλ Ν. Μαλαφέκας

Επιβλέπων : Ψαρράς Ιωάννης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 19^η Οκτωβρίου 2012. Αθήνα,

.....
Ι. Ψαρράς

.....
Δ. Ασκούνης

.....
Β. Ασημακόπουλος

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

.....
Μιχαήλ Ν. Μαλαφέκας

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Μιχαήλ Μαλαφέκας, 2012

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση με τα πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρει έχει καθιερωθεί ως ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός σύγχρονου και αποτελεσματικού Κράτους. Με τη χρήση των υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης διευκολύνεται η καθημερινή ζωή των πολιτών και ενισχύεται ο ρόλος του ενεργού πολίτη, ενώ παράλληλα δημιουργείται πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη, την ανταγωνιστικότητα και γενικότερα την ευημερία του κράτους. Οι διαδικασίες επιταχύνονται, απλοποιούνται και παρέχονται τα κατάλληλα εργαλεία για την καταπολέμηση της διαφθοράς στο Δημόσιο τομέα.

Για να μπορέσει όμως ένα κράτος να εκμεταλλευτεί τις προοπτικές της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης πρέπει να βεβαιωθεί πως οι υπηρεσίες της προσφέρονται σε καλό επίπεδο, καθώς και να τις παρακολουθεί συνεχώς. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη για αξιολόγηση των υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Οι περισσότερες και πιο ουσιώδεις αξιολογήσεις γίνονται σε διεθνές επίπεδο και συγκρίνουν τις παρεχόμενες υπηρεσίες μεταξύ διαφόρων κρατών με σκοπό την ανάδειξη των ορθότερων πρακτικών και την επίλυση πιθανών δυσλειτουργιών.

Με το αντικείμενο αυτό καταπιάνεται και η παρούσα διπλωματική, η οποία αποσκοπεί στην περιγραφή και την εφαρμογή μιας μεθοδολογίας για την πληρέστερη και την ορθότερη δυνατή κατασκευή της κατάταξης των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης με γνώμονα τις επιδόσεις τους στην Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση. Χρησιμοποιούνται τεχνικές της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων, και συγκεκριμένα η μεθοδολογία UTA 2 για την κατασκευή της προσθετικής συνάρτησης αξίας, προκειμένου να ταξινομηθούν οι χώρες, λαμβάνοντας ως δεδομένα δείκτες και στατιστικά που παρέχονται από αξιόπιστες πηγές σχετικά με αυτές. Τέλος, επιχειρείται ανάλυση ευστάθειας στην κατάταξη που λαμβάνουμε ως αποτέλεσμα του μοντέλου, με σκοπό να καταδείξουμε την αβεβαιότητα που υπεισέρχεται ακόμα και στα πιο περίπλοκα μοντέλα απόφασης.

Τα αποτελέσματα τόσο της κατάταξης, όσο και της ανάλυσης ευστάθειας παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και ανοίγουν ορίζοντες για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη των τεχνικών αυτών στο μέλλον.

Λέξεις κλειδιά: Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση, Πολυκριτηριακά μοντέλα αποφάσεων, Ανάλυση Ευστάθειας

Abstract

E-Government with the many advantages it offers has established itself as one of the most important features of a modern and efficient State. The use of e-Governance facilitates the everyday life of citizens and enhances the role of active citizenship, while creating fertile ground for growth, competitiveness and general welfare of the state. Moreover, it accelerates and simplifies the procedures in the public sector providing the necessary tools to fight corruption.

But in order to exploit the prospects of e-Government countries need to ensure that services are offered at a good level and to constantly monitor them. This creates the need for evaluation of e-Government services. Most evaluations are done on international level and globally compare the level of provided services between countries, in an attempt to highlight the best practices and resolve potential malfunctions.

The subject of e-Government evaluation – and more specifically benchmarking – is the subject of this thesis, which aims to describe and apply a ranking methodology between countries in the European Union. Techniques of the multicriteria decision analysis will be used; and more specifically methodology UTA 2 for the construction of the additive value function, in order to evaluate and rank the countries, taking as input indicators and statistics provided by reliable sources about them. Finally, we attempt to address the problem of robustness of the multicriteria technique, and demonstrate the uncertainties involved even in the most modern and sophisticated decision models.

The results of both benchmarking and stability analysis are very interesting and trigger further research and development of these techniques in the future.

Keywords: e-Government, Multicriteria decision models, robustness analysis.

Πρόλογος – Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Απόφασης της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η περιγραφή και εφαρμογή μιας μεθοδολογίας αξιολόγησης κρατών στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Η μεθοδολογία χρησιμοποιεί πολυκριτηριακές τεχνικές ανάλυσης αποφάσεων με τελικό σκοπό τη δημιουργία μιας κατάταξης των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανάλογα με τις επιδόσεις τους στις υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Τέλος, μελετάται το αποτέλεσμα από τη σκοπιά της ευστάθειας προκειμένου να εκτιμηθεί η αξιοπιστία του.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής και την υποστήριξη κατά την εκπόνηση της μελέτης. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες της διπλωματικής αυτής κ.κ. Ι. Σίσκο και Ε. Σίσκο, για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια τους κατά την πολύμηνη διαδικασία ολοκλήρωσής της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συμφοιτητές μου για όλα αυτά που μοιραστήκαμε στην κοινή φοιτητική μας διαδρομή καθώς και την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση της σε όλη μου την πορεία.

Μιχάλης Μαλαφέκας,

Οκτώβριος 2012

Περίληψη	5
Abstract	7
Πρόλογος - Ευχαριστίες	9
<i>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή – Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση</i>	
1.1. Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση (e-government) – Ορισμός	13
1.2. Επίπεδα Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης	14
1.3. Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση – Πλεονεκτήματα και Αρχές	16
1.4. Στόχος εργασίας – Αξιολόγηση Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης	18
1.5. Διάρθρωση κειμένου	19
<i>Κεφάλαιο 2: Προσεγγίσεις Αξιολόγησης Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης</i>	
2.1. Φορείς Αξιολόγησης Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης	21
2.2. Αξιολόγηση Ιστοσελίδων Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης	22
2.3. Αξιολόγηση δράσεων, πολιτικών και επενδυτικών σχεδίων Υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης	22
2.4. Αξιολόγηση και σύγκριση επιδόσεων χωρών στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (Benchmarking)	23
2.4.1. Ευρωπαϊκή Επιτροπή –Benchmark Measurement	23
2.4.2. Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών	33
2.4.3. Brown University – Brookings Institution	36
2.4.4. Accenture	38
<i>Κεφάλαιο 3: Ένα πολυκριτηριακό σύστημα αξιολόγησης: Εφαρμογή σε χώρες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής</i>	
3.1. Περιγραφή προβλήματος	41
3.2. Κατασκευή κριτηρίων αξιολόγησης	43
3.3. Ευρεση δεδομένων κριτηρίων	48
<i>Κεφάλαιο 4: Μια πολυκριτηριακή μεθοδολογία κατάταξης</i>	
4.1. Προσθετική συνάρτηση αξίας – Μέθοδος UTA II	51
4.2. Κατασκευή περιθωρίων συναρτήσεων	53
4.3. Προσδιορισμός συντελεστών βαρύτητας	56

<i>Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή μεθοδολογίας για την κατάταξη Ευρωπαϊκών χωρών</i>	
5.1. Κατασκευή περιθωρίων συναρτήσεων	61
5.2. Προσδιορισμός βαρών κριτηρίων	66
5.2.1. Κατασκευή συνόλου εικονικών χωρών	66
5.2.2. Διάλογος με τον εμπειρογνώμονα	69
5.2.3. Καταγραφή διμερών συγκρίσεων	71
5.2.4. Δημιουργία μαθηματικών σχέσεων	72
5.2.5. Κατασκευή προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού.	74
5.2.6. Επίλυση γραμμικού προβλήματος.	75
5.3. Κατασκευή κατάταξης πραγματικών χωρών	76
<i>Κεφάλαιο 6: Ευστάθεια πολυκριτηριακού μοντέλου</i>	
6.1. Τυχειότητα στην επίλυση του γραμμικού προβλήματος	81
6.2. Αντιμετώπιση της αβεβαιότητας – Ανάλυση ακραίων καταστάσεων	82
6.2.1. Μεθοδολογία εύρεσης βέλτιστης θέσης χώρας	82
6.2.2. Μεθοδολογία εύρεσης χειρίστης θέσης χώρας	85
6.2.3. Εκτέλεση αλγορίθμων ακραίων θέσεων – Παράδειγμα	87
6.3. Ακραίες θέσεις κατάταξης	89
<i>Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα – Μελλοντικές επεκτάσεις</i>	
<i>Βιβλιογραφία</i>	98

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή – Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση

1.1. Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση (e-government)

Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και η υιοθέτηση καινοτομιών στην καθημερινή ζωή του σύγχρονου ανθρώπου δε θα μπορούσαν να αφήσουν ανεπηρέαστες τις έννοιες της δημοκρατίας και της διακυβέρνησης. Συγκεκριμένα, έχουν προσφέρει αμέτρητες δυνατότητες προκειμένου οι δημοκρατικές και οι δημόσιες διοικητικές διαδικασίες να γίνουν αποδοτικότερες και πιο προσβάσιμες στο ευρύ κοινό.

Με τον όρο e-government (βλ. West, 2005) περιγράφεται η χρησιμοποίηση Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη Δημόσια Διοίκηση και Τοπική Αυτοδιοίκηση με στόχο την ψηφιακή παροχή υπηρεσιών προς τους πολίτες και τις επιχειρήσεις. Συμπεριλαμβάνει όλα εκείνα τα εργαλεία και τις υπηρεσίες που, βασιζόμενες στο Διαδίκτυο, χρησιμοποιούνται από τις κυβερνήσεις σε τοπικό, εθνικό, ή διεθνές επίπεδο. Στόχος της είναι ο μετασχηματισμός και επαναπροσδιορισμός των εσωτερικών και εξωτερικών σχέσεων του Δημοσίου τομέα με τη χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών και κατ' αυτό τον τρόπο μπορούν να κατηγοριοποιηθούν οι τύποι των παρεχόμενων υπηρεσιών:

- A. Ανάμεσα σε φορείς της Δημόσιας Διοίκησης:
 - G2G National (Government to Government σε εθνικό επίπεδο)
 - G2G International (Government to Government σε διεθνές επίπεδο)
- B. Από φορείς της Δημόσιας Διοίκησης προς άλλα μέρη:
 - G2C (Government to Citizen – προς τους Πολίτες)
 - G2B (Government to Business – προς τις Επιχειρήσεις)
 - G2E (Government to Employee – προς τους εργαζόμενους)

Επίσης, στην έννοια της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης περιλαμβάνονται οι παρακάτω πρακτικές:

- E-Business (Ηλεκτρονικό επιχειρείν)
- E-Democracy (ηλεκτρονική Δημοκρατία: Ενημέρωση πολιτών για τα πολιτικά δρώμενα, ηλεκτρονική Δημόσια Διαβούλευση, ηλεκτρονικές ψηφοφορίες, κ.α.)
- E-Inclusion (Ενίσχυση το δομών για τη συμμετοχή και ενημέρωση ατόμων με περιορισμένες δυνατότητες λόγω απόστασης, οικονομικών δυνατοτήτων, αναπηρίας, κ.α.)
- E-Participation (Άμεση συμμετοχή των Πολιτών στις Δημόσιες διαδικασίες)

Αξίζει τέλος να αναφέρουμε ότι η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση, λόγω των πολλαπλών οφελών που προσφέρει, δεν αφορά αποκλειστικά τις δημόσιες υπηρεσίες, αλλά βρίσκει εφαρμογές και σε ιδιωτικές επιχειρήσεις, κοινωφελείς οργανισμούς και γενικότερα σε οποιοδήποτε κοινωνικό σχηματισμό του οποίου τα μέλη έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρονικές υπηρεσίες.

1.2.Επίπεδα Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης

Για την κατάταξη και κατηγοριοποίηση των υπηρεσιών της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, έχει υιοθετηθεί ένα πλαίσιο πέντε επιπέδων (βλ. Παρατηρητήριο για την κοινωνία της πληροφορίας, 2007), τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω. Αξίζει να σημειωθεί πως το τελευταίο έχει προστεθεί τα τελευταία πέντε περίπου χρόνια, καθώς τότε ουσιαστικά άρχισαν να προσφέρονται τέτοιου είδους υπηρεσίες.

- **Επίπεδο 1 – Υπηρεσίες Πληροφόρησης:** Περιλαμβάνονται υπηρεσίες κατά τις οποίες ο Πολίτης απλά πληροφορείται σχετικά με τη διεκπεραίωση μιας διαδικασίας. Δηλαδή μπορεί μόνο να ενημερωθεί σχετικά με τη διαδικασία που θα πρέπει να ακολουθήσει, η οποία δεν έχει μεταβληθεί σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ιστοσελίδα που παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση διαβατηρίου και το χρόνο διεκπεραίωσης, χωρίς ωστόσο κάποια από τις απαιτούμενες ενέργειες να γίνεται ηλεκτρονικά.
- **Επίπεδο 2 – Υπηρεσίες Αλληλεπίδρασης:** Περιλαμβάνονται υπηρεσίες κατά τις οποίες ο χρήστης πληροφορείται σχετικά με τις απαιτούμενες διαδικασίες, όπως στο επίπεδο 1, αλλά επιπλέον του παρέχεται ηλεκτρονικά επίσημο υλικό που θα χρειαστεί κατά τη διεκπεραίωση. Είναι δηλαδή διαθέσιμα στον Πολίτη

τα πρότυπα αιτήσεων, βεβαιώσεων και υπεύθυνων δηλώσεων που θα χρησιμοποιήσει, προκειμένου να μπορεί να τα «κατεβάσει» στον υπολογιστή του και να τα συμπληρώσει, επιταχύνοντας τη διαδικασία. Και σε αυτή την περίπτωση η διεκπεραίωση θα γίνει με φυσική επίσκεψη του Πολίτη στον αρμόδιο δημόσιο φορέα, χωρίς καμία διαφοροποίηση σε σχέση με τον τρόπο που γινόταν πριν την εισαγωγή της ηλεκτρονικής υπηρεσίας.

- **Επίπεδο 3 – Υπηρεσίες Αμφίδρομης Αλληλεπίδρασης:** Αφορά τις υπηρεσίες όπου εκτός από πληροφορίες προσφέρουν τη δυνατότητα στο χρήστη να συμπληρώσει και να καταθέσει ηλεκτρονικά τα απαραίτητα έγγραφα προκειμένου να προχωρήσει η διαδικασία. Ωστόσο η ολοκλήρωση της γίνεται με μη ηλεκτρονικό τρόπο, αφού απαιτείται η φυσική επίσκεψη του Πολίτη στον αρμόδιο φορέα. Οι υπηρεσίες αυτού του επιπέδου, όπως και του 4^{ου} και του 5^{ου}, προϋποθέτουν μηχανισμό αναγνώρισης και ταυτοποίησης του χρήστη, καθώς και προστασίας των δεδομένων που αποστέλλει, εφόσον τα στοιχεία που συμπληρώνει υποβάλλονται ηλεκτρονικά.
- **Επίπεδο 4 – Υπηρεσίες Συναλλαγής:** Σε αυτού του είδους τις υπηρεσίες, η συναλλαγή ολοκληρώνεται ηλεκτρονικά. Δηλαδή το ζητούμενο αποτέλεσμα για τον Πολίτη επιτυγχάνεται χωρίς φυσική αλληλεπίδραση με το Δημόσιο φορέα. Κατ' αυτό τον τρόπο υποκαθίσταται πλέον πλήρως η παραδοσιακή διαδικασία από την ηλεκτρονική. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι διαδικασίες λήψης βεβαιώσεων και πιστοποιητικών, στις οποίες τελικά αποστέλλεται ηλεκτρονικά το ζητούμενο έγγραφο στο χρήστη. Σε αυτό το επίπεδο υπηρεσιών μάλιστα πολλές φορές πραγματοποιούνται και απευθείας οικονομικές συναλλαγές, καθιστώντας ακόμα πιο απαραίτητους τους μηχανισμούς ταυτοποίησης του χρήστη και προστασίας των δεδομένων του.
- **Επίπεδο 5 – Προσωποποιημένες Υπηρεσίες:** Αυτό το επίπεδο έχει νόημα μόνο σε συγκεκριμένα είδη υπηρεσιών και αφορά αφενός τις προληπτικές δράσεις από την πλευρά του κράτους προκειμένου να βελτιώσει την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας και τη φιλικότητα του συστήματος προς το χρήστη, και αφετέρου την αυτόματη εκτέλεση διαδικασιών πριν καν τις ζητήσει ο χρήστης, για να επιταχυνθεί η διεκπεραίωσή της.

1.3. Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση – Πλεονεκτήματα και Αρχές

Όπως γίνεται κατανοητό η εφαρμογή τεχνολογιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης αποφέρει πολλαπλά οφέλη τόσο σε ατομικό επίπεδο για τον Πολίτη όσο και σε συλλογικό επίπεδο για την κοινωνία και το Κράτος (βλ. Finger, M., Sultana, F.N., 2012). Βασικότερος σκοπός είναι η αποτελεσματικότερη αλληλεπίδραση μεταξύ των Πολιτών, των επιχειρήσεων και του Δημόσιου τομέα, που επιτυγχάνεται αφενός μέσω της παροχής καλύτερων υπηρεσιών και αφετέρου μέσω της αύξησης της παραγωγικότητας του Κράτους. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής οφέλη που προσφέρει η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση(βλ. Βένιος, 2007):

1. Σημαντική μείωση του κόστους παροχής υπηρεσιών, καθώς τα ηλεκτρονικά συστήματα παρουσιάζουν εν γένει μικρότερα λειτουργικά κόστη από τις αντίστοιχες φυσικές μονάδες.
2. Βελτίωση των υπηρεσιών για τους Πολίτες, καθώς κατά τον σχεδιασμό των εφαρμογών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης λαμβάνονται υπ' όψιν οι απαιτήσεις του χρήστη, ώστε το σύστημα που θα προκύψει να είναι προσανατολισμένο στις ανάγκες του.
3. Μείωση του κόστους και του χρόνου εξυπηρέτησης για τους Πολίτες και τις επιχειρήσεις, και διαθεσιμότητα των υπηρεσιών σε βάση 24/7 (24 ώρες το 24ωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα). Επίσης ο Πολίτης παραλαμβάνει απευθείας το ζητούμενο αποτέλεσμα της υπηρεσίας χωρίς να εμπλακεί στα ενδιάμεσα στάδια εξυπηρέτησης. Αυτό οδηγεί σε επιτάχυνση των διαδικασιών και μείωση της γραφειοκρατίας.
4. Η μείωση της γραφειοκρατίας οδηγεί στη διαμόρφωση ευνοϊκότερου επιχειρηματικού κλίματος. Κατά συνέπεια, στηρίζεται η επιχειρηματικότητα, καταπολεμάται η ανεργία και καλλιεργείται το έδαφος για την προσέλκυση επενδύσεων που θα οδηγήσουν στην ανάπτυξη.
5. Οι φορείς λειτουργούν αποδοτικότερα και η ανώτερη Δημόσια Διοίκηση μπορεί ευκολότερα να συντονίσει τις διαδικασίες.
6. Ενισχύονται οι δημοκρατικές διαδικασίες καθώς οι Ηλεκτρονικές πλατφόρμες καθιστούν τις κυβερνήσεις πιο προσβάσιμες στον Πολίτη. Έτσι, δίνεται κίνητρο στον καθένα να συμμετάσχει ενεργά στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και στα κοινά γενικότερα.

7. Αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των ευαίσθητων κοινωνικών ομάδων, και παροχή ίσων ευκαιριών. Η εισαγωγή ηλεκτρονικών συστημάτων δίνει ίσες δυνατότητες συμμετοχής σε όλους τους ανθρώπους, χωρίς κανενός είδους κοινωνική, φυλετική, ή οικονομική διάκριση (e-inclusion). Κατ' αυτό τον τρόπο δίνεται πρόσβαση σε κοινωνικά αγαθά και υπηρεσίες ακόμα και σε άτομα που πιθανόν να αποκλείονταν χωρίς τη χρήση των νέων τεχνολογιών.
8. Καταπολέμηση φαινομένων διαφθοράς και αδιαφάνειας¹ (Βλ. Γιαμπουράς, 2006) Με τη δημοσιοποίηση όλων των κρατικών εγγράφων και την κινητοποίηση των πολιτών για συμμετοχή στη λήψη αποφάσεων δημιουργείται ένα πλαίσιο ελέγχου για τους δημόσιους φορείς που αποτρέπει τέτοια φαινόμενα. Με τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων, επίσης, τυποποιούνται οι διαδικασίες αφήνοντας μικρότερα περιθώρια διαφθοράς και κακοδιαχείρισης. Τέλος, καθίσταται ευκολότερη η επίβλεψη από ελεγκτικούς κρατικούς μηχανισμούς, η οποία μπορεί ακόμα και να αυτοματοποιηθεί από ηλεκτρονικά συστήματα.

Για να επωφεληθεί βέβαια η κοινωνία σε αυτό το βαθμό δεν αρκεί μόνο η εισαγωγή των νέων τεχνολογιών, αλλά πρέπει να πληρούνται μια σειρά από **προϋποθέσεις**. Αρχικά, η αυτονόητη συνθήκη είναι να υπάρχουν οι απαραίτητες τεχνολογικές υποδομές, τόσο από την πλευρά του Δημόσιου φορέα που θα προσφέρει την υπηρεσία, όσο και του Πολίτη που θα τη χρησιμοποιεί. Βασική είναι και η πολιτική βούληση για σωστή εισαγωγή και χρήση των υπηρεσιών Ηλεκτρονική Διακυβέρνησης. Ειδικότερα όσον αφορά τις δράσεις που ενισχύουν τους δημοκρατικούς θεσμούς, απαιτείται η διάθεση από την πολιτική ηγεσία για ουσιαστική συμμετοχή των Πολιτών. Απαραίτητος είναι επίσης και ο σοβαρός ανασχεδιασμός των υπηρεσιών πριν την ηλεκτρονικοποίησή τους, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις ανάγκες του χρήστη. Επιπλέον, κρίσιμη είναι η διάθεση σημαντικών κρατικών ή κοινοτικών πόρων και κονδυλίων για τη σωστή ανάπτυξη των συστημάτων αυτών καθώς αν γίνει ελλιπώς μπορεί να αποφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα. Τα ζητούμενα αποτελέσματα δε μπορούν να έρθουν βεβαίως και αν κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία των εφαρμογών της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης δεν έχει συγκροτηθεί κάποια ομάδα ειδικών σε τέτοια θέματα για τον προγραμματισμό και την επίβλεψη του έργου. Απαιτείται δηλαδή και σημαντική επένδυση σε επίπεδο ανθρώπινου δυναμικού, καθώς πρόκειται για διαδικασία μείζονος σημασίας για τη λειτουργία του Κράτους, και μάλιστα σε ένα επιστημονικό αντικείμενο σχετικά νέο και συνεχώς αναπτυσσόμενο. Τέλος, όπως είναι κατανοητό δεν αρκεί ο σχεδιασμός και εισαγωγή των εφαρμογών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, αλλά απαιτείται και η συνεχής διαμόρφωση και συντήρηση των συστημάτων

προκειμένου να ανταποκρίνονται συνεχώς στις σύγχρονες ανάγκες του Πολίτη, οι οποίες μεταβάλλονται.

1.4. Στόχος εργασίας

Οι πολυάριθμες προϋποθέσεις για τη σωστή λειτουργία των μοντέλων Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, αλλά και το συνεχώς μεταβαλλόμενο σκηνικό καθιστούν αναγκαία την κατασκευή μηχανισμών ελέγχου και αξιολόγησης της προόδου της χώρας σε επίπεδο ηλεκτρονικών υπηρεσιών. Απαιτούνται δηλαδή συστήματα και τεχνικές προκειμένου να εκτιμάται διαρκώς η αποδοτικότητα των τεχνολογιών αυτών, προκειμένου να εντοπίζονται οι αδυναμίες τους, και να διορθώνονται.

Σε αυτό το πλαίσιο θα κινηθεί και αυτή η εργασία προτείνοντας τρόπους αξιολόγησης των υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, αλλά κυρίως σύγκρισης της απόδοσης διαφόρων χωρών. Στην εργασία αυτή όμως θα χρησιμοποιηθούν σύγχρονες τεχνικές και μοντέλα αποφάσεων προκειμένου η αξιολόγηση να γίνει με τον αποδοτικότερο και συστηματικότερο δυνατό τρόπο. Συγκεκριμένα θα χρησιμοποιηθούν αρχές της Θεωρίας Πολυκριτήριας Ανάλυσης με απώτερο σκοπό τη δημιουργία ενός μοντέλου το οποίο θα συγκρίνει και θα κατατάσσει τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης με βάση την απόδοσή τους στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, χρησιμοποιώντας στοιχεία και δείκτες για κάθε χώρα.

1.5. Διάρθρωση μελέτης

Η δομή και η διάρθρωση του κειμένου είναι τέτοια ώστε κάθε έννοια και μεθοδολογία που χρησιμοποιείται να γίνεται πρώτα γνωστή στον αναγνώστη με μια μικρή εισαγωγή και κατόπιν να εφαρμόζεται για τις ανάγκες του μοντέλου. Έτσι, η εργασία είναι χωρισμένη σε κεφάλαια, με το καθένα να καλύπτει μία θεματική ενότητα. Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στην έννοια της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης και στους στόχους της εργασίας. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η παρούσα κατάσταση στον τομέα της αξιολόγησης της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (state of the art), με μία καταγραφή και ανάλυση των προσεγγίσεων που επικρατούν. Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται η δομή του πολυκριτηριακού μοντέλου που θα αναπτυχτεί, και συγκεκριμένα τα δεδομένα και τα κριτήρια στα οποία θα βασιστεί. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί, ενώ στο επόμενο παρουσιάζεται αναλυτικά η

εφαρμογή του πολυκριτηριακού μοντέλου και τα αποτελέσματά του. Έπειτα, στο έκτο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση ευστάθειας του μοντέλου, και στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της μελέτης καθώς και πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις της έρευνας στο αντικείμενο της ευστάθειας.

Κεφάλαιο 2

Προσεγγίσεις Αξιολόγησης Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης

2.1. Φορείς Αξιολόγησης Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης

Η ανάγκη για συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης έχει οδηγήσει στην κατασκευή εργαλείων και μοντέλων προς αυτή την κατεύθυνση. Μπορούμε να διαχωρίσουμε τα τρία είδη οργανισμών που διενεργούν αυτές τις αξιολογήσεις:

- i. Κυβερνητικοί: Σε Εθνικό επίπεδο, οι κυβερνήσεις διαθέτουν μηχανισμούς ελέγχου και παρακολούθησης των υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης ώστε να προβαίνουν σε διορθωτικές ενέργειες, όπως εκσυγχρονισμό υπηρεσιών, υιοθέτηση νέων πολιτικών, ή οικονομική ενίσχυση συγκεκριμένων έργων. Συχνά η αξιολόγηση δεν πραγματοποιείται από το ίδιο το αρμόδιο Υπουργείο, αλλά μέσω κάποιας επιμέρους υπηρεσίας που συστήνεται για αυτό το λόγο και εποπτεύεται από αυτό. Στην Ελλάδα για παράδειγμα έχει συσταθεί το Παρατηρητήριο για την Ψηφιακή Ελλάδα. Κάτι παρόμοιο γίνεται και σε Διεθνές επίπεδο, με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών να κατέχουν πρωταγωνιστικό ρόλο διενεργώντας τακτικά τέτοιες αξιολογήσεις.
- ii. Ακαδημαϊκοί: Πανεπιστήμια και ερευνητές συχνά καταπιάνονται με την κατασκευή μηχανισμών Αξιολόγησης της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων αλλά και ως εφαρμογή μοντέλων υποστήριξης αποφάσεων.
- iii. Ανεξάρτητοι Οργανισμοί – Ιδιωτικές εταιρίες: Στα πλαίσια ευρύτερων ερευνών ή Κυβερνητικών πρωτοβουλιών, προκειμένου να προκύψουν όσο το δυνατόν πιο αντικειμενικά αποτελέσματα.

Η έννοια της αξιολόγησης Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης ωστόσο είναι ιδιαίτερα ευρεία και αναζητώντας στη βιβλιογραφία συναντά κανείς μελέτες σε εντελώς διαφορετική βάση και με μη συγκρίσιμα αποτελέσματα. Γι' αυτό το λόγο, όπως θα φανεί παρακάτω, είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο διαχωρισμός των αξιολογήσεων ανάλογα με το επίπεδο στο οποίο γίνονται.

2.2. Αξιολόγηση Ιστοσελίδων Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης

Το πρώτο και χαμηλότερο επίπεδο αξιολόγησης Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης που θα μπορούσαμε να ορίσουμε είναι αυτό που εξετάζει αυτοτελώς ιστοσελίδες κρατικών φορέων που προσφέρουν ηλεκτρονικές υπηρεσίες στους πολίτες. Συνήθως τέτοιες μελέτες γίνονται σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο και στόχο έχουν να αξιολογήσουν τις ιστοσελίδες και να προτείνουν βελτιώσεις προκειμένου οι παρεχόμενες προς τους πολίτες υπηρεσίες να τηρούνται σε υψηλό επίπεδο. Κάποιες από αυτές τις προσεγγίσεις εξετάζουν τις ιστοσελίδες ως προς την πληρότητα των προδιαγραφών τους από τεχνική άποψη και κάποιες άλλες πιο εποπτικά από τη μεριά ενός πολίτη που τις χρησιμοποιεί χωρίς να γνωρίζει τεχνικές λεπτομέρειες, δηλαδή αξιολογούν την ευκολία στη χρήση τους.

2.3. Αξιολόγηση δράσεων, πολιτικών και επενδυτικών σχεδίων Υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης

Ένα δεύτερο επίπεδο αξιολόγησης είναι αυτό που εξετάζει συγκεκριμένες δράσεις, πολιτικές ή επενδύσεις που αφορούν την Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση. Και αυτού του είδους οι μελέτες συνήθως προσεγγίζουν τοπικά ή εθνικά το αντικείμενο και συχνά έχουν σκοπό τη σύγκριση μεταξύ πρακτικών που μπορούν να υιοθετηθούν προκειμένου να επιλεγεί η πλέον κατάλληλη. Σε πολλές περιπτώσεις διεξάγονται από δημόσιους φορείς ή για λογαριασμό δημόσιων φορέων, όπως Υπουργεία, προκειμένου να λειτουργήσουν συμβουλευτικά στη διαδικασία χάραξης πολιτικής, ή επιλογής μεταξύ εναλλακτικών επενδύσεων στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης.

2.4. Αξιολόγηση και σύγκριση επιδόσεων χωρών στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (Benchmarking)

Είναι το είδος αξιολογήσεων που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, και συνήθως διενεργούνται από μεγάλους διεθνείς οργανισμούς. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι μελέτες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, και άλλες που θα αναλυθούν βαθύτερα παρακάτω. Με την κατασκευή εργαλείου αξιολόγησης αυτού του είδους καταπιάνεται και η παρούσα εργασία, γι' αυτό και κρίνεται απαραίτητη η εκτενής ανάλυση των μεθόδων που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα.

Στόχος τέτοιου είδους εκθέσεων είναι η κατάταξη των χωρών ανάλογα με τις επιδόσεις τους στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Σε αυτή την προσπάθεια λαμβάνονται ως δεδομένα κάποια ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία για κάθε χώρα προκειμένου να κατασκευαστούν κάποιοι ποσοτικοί δείκτες και να γίνει δυνατή η άμεση σύγκριση. Τα δεδομένα προέρχονται από επίσημες μετρήσεις διεθνώς αναγνωρισμένων φορέων (Eurostat, Battelle, UNPAN, κ.α.), αξιολογήσεις συγκεκριμένων ιστοσελίδων και υπηρεσιών, και κάποιες φορές από ερωτηματολόγια και έρευνες σχετικά με την ικανοποίηση των Πολιτών από τις προσφερόμενες υπηρεσίες.

Οι σημαντικότερες έρευνες αυτής της κατηγορίας είναι αυτή της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, που διενεργούνται τακτικά μέχρι σήμερα, ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζουν και αυτή του Πανεπιστημίου Brown και της εταιρίας Accenture, οι οποίες παρακολούθησαν την εξέλιξη της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης στα πρώτα της βήματα και δε διενεργούνται πια.

2.4.1. Ευρωπαϊκή Επιτροπή – Benchmark Measurement

Η πιο πρόσφατη μελέτη είναι η 9th Benchmark Measurement (βλ. European Commission, 2010), η οποία διενεργήθηκε το Δεκέμβρη του 2010. Σκοπός της έρευνας είναι η κατάταξη των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανάλογα με τις επιδόσεις τους στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Τα αποτελέσματα της μελέτης βασίζονται στη χρήση δεικτών που έχουν δημιουργηθεί για την ποσοτικοποίηση της απόδοσης σε διάφορους τομείς. Κάθε χώρα λαμβάνει μια βαθμολογία για κάθε δείκτη, και κατασκευάζεται η ζητούμενη κατάταξη για αυτόν. Παρακάτω αναφερόμαστε αναλυτικότερα στους δείκτες, ωστόσο πρέπει να σημειωθεί εξ αρχής πως δε χρησιμοποιούνται όλοι οι δείκτες ταυτόχρονα, για την κατασκευή

μιας ενιαίας κατάταξης, καθώς αυτό θα οδηγούσε σε ιδιαίτερα περίπλοκα αποτελέσματα. Επίσης, τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται σε 4 κεφάλαια, για καθένα από τα οποία χρησιμοποιούνται μερικοί από τους δείκτες, αυτοί που αφορούν το αντικείμενο του κεφαλαίου.

Μια μεγάλη πρόκληση που έπρεπε να αντιμετωπιστεί κατά το σχεδιασμό της μεθοδολογίας της έρευνας ήταν ότι η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση αποτελεί ένα δυναμικό και διαρκώς μεταβαλλόμενο αντικείμενο, το οποίο βρίσκεται σε φάση ανάπτυξης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα με την πάροδο των ετών να απαιτείται διαφοροποίηση των δεικτών ή/και εισαγωγή νέων. Με αυτό τον τρόπο, ωστόσο διακινδυνεύεται η ομοιογένεια των αποτελεσμάτων και η συγκρισιμότητα τους με αυτά προηγούμενων ερευνών. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ένας από τους βασικούς στόχους της έρευνας είναι η μελέτη της απόδοσης ενός κράτους με την πάροδο των ετών, οπότε η συνεχείς αλλαγές στο σύστημα αξιολόγησης θα αφαιρούσε αυτή τη δυνατότητα. Η επίτευξη του στόχου αυτού εξασφαλίζεται μέσω του διαχωρισμού σε κεφάλαια, αλλά και της εξαιρετικά προσεκτικής τροποποίησης του τρόπου βαθμολόγησης των δεικτών.

Δείκτες και κατασκευή

Οι δείκτες χωρίζονται σε core indicators και proof-of-concept indicators (Βλ. European Commission, 2010, Annex C, σελ. 243). Πριν όμως αναλύσουμε τους δείκτες πρέπει να αναφερθούμε σε μια σειρά 20 βασικών υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (βλ. Παρατηρητήριο για την κοινωνία της πληροφορίας, 2007), οι οποίες έχουν καθιερωθεί ως οι πλέον σημαντικές και αποτελούν τη βάση για την κατασκευή αρκετών από τους δείκτες στη συγκεκριμένη μελέτη αλλά και σε άλλες. Πρόκειται για 12 υπηρεσίες που απευθύνονται σε Πολίτες και 8 που απευθύνονται σε επιχειρήσεις και μπορούν με σχετική ευκολία να αξιολογηθούν με το μοντέλο των πέντε σταδίων που περιγράφηκε παραπάνω.

Συγκεκριμένα, οι υπηρεσίες προς Πολίτες είναι οι εξής:

1. Φόρος εισοδήματος: δήλωση και ειδοποίηση εκκαθάρισης.
2. Υπηρεσίες αναζήτησης εργασίας.
3. Εισφορές κοινωνικής ασφάλισης:
 - i. Επίδομα ανεργίας.
 - ii. Επίδομα τέκνων.
 - iii. Ιατροφαρμακευτικές δαπάνες.
 - iv. Φοιτητικές υποτροφίες.

4. Προσωπικά έγγραφα:
 - i. Διαβατήριο.
 - ii. Άδεια οδήγησης.
5. Καταχώρηση αυτοκινήτου.
6. Έκδοση οικοδομικής άδειας
7. Δήλωση προς την αστυνομία (π.χ., σε περίπτωση κλοπής)
8. Δημόσιες βιβλιοθήκες (διαθεσιμότητα καταλόγων, εργαλεία αναζήτησης)
9. Πιστοποιητικά (γεννήσεως και γάμου): αίτηση και παραλαβή
10. Εισαγωγή στην ανώτατη εκπαίδευση
11. Ανακοίνωση μετακόμισης (αλλαγή διεύθυνσης)
12. Υπηρεσίες υγείας (διαθεσιμότητα υπηρεσιών και κλείσιμο ραντεβού)

Ενώ οι υπηρεσίες προς Επιχειρήσεις είναι:

1. Εισφορές κοινωνικής ασφάλισης για τους εργαζομένους
2. Φόρος επιχειρήσεων: δήλωση και ειδοποίηση εκκαθάρισης
3. ΦΠΑ: δήλωση και ειδοποίηση εκκαθάρισης
4. Έναρξη επιχείρησης
5. Υποβολή δεδομένων σε στατιστικές υπηρεσίες.
6. Τελωνειακές διασαφήσεις
7. Περιβαλλοντικές άδειες.
8. Δημόσιες προμήθειες.

Για καθεμία από τις παραπάνω υπηρεσίες ορίζεται το μέγιστο επίπεδο το οποίο μπορεί να επιτευχθεί, καθώς εκ των πραγμάτων δεν είναι σε όλες δυνατό να οριστούν, και άρα να επιτευχθούν τα ανώτερα επίπεδα. Για παράδειγμα, δε θα είχε νόημα να εξετάσουμε κατά πόσο προσφέρονται υπηρεσίες πέμπτου επιπέδου, δηλαδή προληπτικές, όσον αφορά μια δήλωση κλοπής στην αστυνομία. Έτσι μπορεί καθεμία να ποσοτικοποιηθεί εύκολα ανάλογα με το επίπεδο που επιτυγχάνεται.

Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι οι υπηρεσίες προς πολίτες που αφορούν την κοινωνική ασφάλιση και την έκδοση προσωπικών εγγράφων χωρίζονται σε 4 και 2 υπό-υπηρεσίες αντίστοιχα, ωστόσο αφού υπολογιστεί η βαθμολογία για καθεμία, λαμβάνεται ο μέσος όρος τους ως η βαθμολογία της συνολικής υπηρεσίας. Δηλαδή στην τελική αξιολόγηση έχουν ίδιο βάρος με τις υπόλοιπες 18.

Core indicators

1. *Online sophistication of the 20 basic services:*

Το επίπεδο Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης που επιτυγχάνεται από κάθε χώρα σε καθεμία από τις 20 προαναφερθείσες υπηρεσίες. Για αυτό το δείκτη ελέγχονται όλες οι ιστοσελίδες που παρέχουν τη συγκεκριμένη Υπηρεσία και αναλόγως βγαίνει μια βαθμολογία για τη χώρα με την εξής μεθοδολογία:

- i. Αρχικά ορίζεται το μέγιστο επίπεδο για την υπηρεσία και αντίστοιχα η κλίμακα βαθμολόγησης σύμφωνα με τον επόμενο πίνακα:

(Πίνακας 2.1)

Μέγιστο επίπεδο	Βαθμολ. επιπέδου 0	Βαθμολ. επιπέδου 1	Βαθμολ. επιπέδου 2	Βαθμολ. επιπέδου 3	Βαθμολ. επιπέδου 4	Βαθμολ. επιπέδου 5
3 ^ο	0%	33%	67%	100%		
4 ^ο	0%	25%	50%	75%	100%	
5 ^ο	0%	20%	40%	60%	80%	100%

- ii. Μέσα από μια σειρά ερωτήσεων προκύπτει το επίπεδο της συγκεκριμένης υπηρεσίας. Για παράδειγμα, θα αναφέρουμε πως γίνεται ο υπολογισμός με τη μέθοδο αυτή για την υπηρεσία της Δήλωσης Φόρου Εισοδήματος, και πως ακριβώς ορίζεται το κάθε επίπεδο:

(Πίνακας 2.2)

Επίπεδο	Χαρακτηριστικά προσφερόμενης υπηρεσίας
0	Η αρμόδια αρχή δεν διαθέτει δημόσια προσβάσιμη ιστοσελίδα, ή δεν είναι κατάλληλη για κάποια από τις παρακάτω κατηγορίες.
1 ^ο	Οι απαραίτητες πληροφορίες για τη δήλωση φόρου εισοδήματος είναι διαθέσιμες δημόσια και ηλεκτρονικά από τον πάροχο.
2 ^ο	Παρέχεται η δυνατότητα στον Πολίτη να «κατεβάσει» τη φόρμα για τη δήλωση, την οποία όμως θα καταθέσει με μη-ηλεκτρονικό τρόπο.
3 ^ο	Παρέχεται η δυνατότητα ηλεκτρονικής συμπλήρωσης και αποστολής της φόρμας δήλωσης φόρου εισοδήματος.
4 ^ο	Ο Πολίτης καταθέτει την δήλωση του και αυτή διεκπεραιώνεται εξ ολοκλήρου ηλεκτρονικά, χωρίς να χρειάζεται να προβεί σε καμία άλλη ενέργεια.
5 ^ο	Η δήλωση συμπληρώνεται ή/και κατατίθεται αυτόματα από τον πάροχο της υπηρεσίας, πριν καν το ζητήσει ο Πολίτης, χρησιμοποιώντας στοιχεία που ήδη διαθέτει ηλεκτρονικά για αυτόν.

Τα ερωτήματα που καλείται να απαντήσει ο μελετητής για να κατατάξει την υπηρεσία είναι τα εξής:

Q1: Είναι διαθέσιμη στην ιστοσελίδα μια γενική περιγραφή της αρμόδιας αρχής, καθώς και τα στοιχεία επικοινωνίας της;

Q2: Είναι διαθέσιμες ηλεκτρονικά πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία, τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν και τους κανόνες για τη διεκπεραίωσή της;

Q3: Είναι διαθέσιμο για «κατέβασμα» και εκτύπωση τουλάχιστον ένα από τα απαραίτητα έγγραφα/φόρμες για την εκκίνηση της διαδικασίας δήλωσης φόρου εισοδήματος (για κατάθεση του με μη-ηλεκτρονικό τρόπο);

Q4: Είναι διαθέσιμη για ηλεκτρονική συμπλήρωση και κατάθεση τουλάχιστον μία από τις απαιτούμενες φόρμες για τη διαδικασία;

Q5: Προσφέρει η ιστοσελίδα πλήρη διαχείριση και διεκπεραίωση του αιτήματος και ηλεκτρονική ολοκλήρωση της διαδικασίας;

Q7: Προσφέρει η ιστοσελίδα αυτόματη συμπλήρωση ή κατάθεση του αιτήματος χωρίς να απαιτείται κάποια ενέργεια από την πλευρά του Πολίτη;

Η ερώτηση Q6 δε χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη υπηρεσία, καθώς αφορά περιπτώσεις που πραγματοποιείται συνδιαλλαγή και με κάποιον μεσάζοντα, δεν αλληλεπιδρά δηλαδή απευθείας ο Πολίτης με το Κράτος.

Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό, για να καταταγεί κάποια υπηρεσία στο 1^ο στάδιο πρέπει να είναι θετική η απάντηση στην ερώτηση Q2. Ομοίως, για το 2^ο οι ερωτήσεις Q2 και Q3, για το 3^ο οι Q2 και Q4, για το 4^ο οι Q2 και Q5 και για το 5^ο οι Q2 και Q7.

Οι ερωτήσεις είναι περίπου ίδιες για όλες τις υπηρεσίες, απλά προσαρμόζεται η κλίμακα βαθμολόγησης ανάλογα με την περίπτωση.

Η παραπάνω ανάλυση αφορά περιπτώσεις που η υπηρεσία προσφέρεται μόνο από έναν πάροχο ή μια ιστοσελίδα. Σε πολλές περιπτώσεις όμως προσφέρονται πολλαπλά κανάλια εξυπηρέτησης. Τότε αξιολογείται το καθένα ξεχωριστά με την παραπάνω μέθοδο και η συνολική βαθμολογία της χώρας προκύπτει ως ο μέσος όρος των σκορ κάθε καναλιού.

Τέλος, το 2010 εισήχθη μια καινοτομία που αφορά την αξιολόγηση των υπηρεσιών που παρέχονται και σε τοπικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση σε NUTS levels (Nomenclature of Territorial Units for Statistics) και πλέον η αξιολόγηση γίνεται στα εξής 5 επίπεδα:

- NUTS level 0: Εθνικό επίπεδο
- NUTS level 1: Περιοχές με 3 έως 7 εκατομμύρια κατοίκους
- NUTS level 2: Περιοχές με 800.000 έως 3.000.000 κατοίκους
- NUTS level 3: Περιοχές με 15.000 έως 800.000 κατοίκους
- NUTS level 4 – 5: Μικρότερες περιοχές με τουλάχιστον 1000 κατοίκους (αυτές οι κατηγορίες δε χρησιμοποιούνται πολύ πλέον)

Οι επιμέρους αξιολογήσεις κάθε υπηρεσίας στο τέλος σταθμίζονται με βάση τον πληθυσμό κάθε περιοχής και προκύπτει η βαθμολογία της χώρας.

2. Full online availability

Ο συγκεκριμένος δείκτης μοιάζει αρκετά με τον προηγούμενο, ωστόσο παρουσιάζει με απλούστερο και πιο ξεκάθαρο τρόπο τα αποτελέσματα κάθε χώρας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται οι βαθμολογίες των χωρών που προέκυψαν για καθεμία από τις βασικές υπηρεσίες για τον δείκτη Online Sophistication, προκειμένου να συγκριθούν με κάποιες τιμές-κατώφλια. Οι ερευνητές έχουν ορίσει εξ αρχής κάποιες τιμές που θεωρούν ικανοποιητικές για να θεωρηθεί ότι μια υπηρεσία είναι πλήρως διαθέσιμη ηλεκτρονικά (fully online available). Στη συνέχεια κατασκευάζεται ένας πίνακας για κάθε χώρα ο οποίος περιλαμβάνει τις υπηρεσίες και την τιμή 0 ή 1, ανάλογα αν η βαθμολογία της ισούται ή ξεπερνά το επιθυμητό κατώφλι. Τέλος, εξάγεται ο μέσος όρος των τιμών αυτών και προκύπτει η βαθμολογία της χώρας.

Ένα παράδειγμα της μεθοδολογίας ακολουθεί παρακάτω:

(Πίνακας 2.3)

Υπηρεσίες	Sophistication χώρας	Κατώφλι	Τιμές 24 υπηρεσιών	Τιμές 20 - τελικών υπηρεσιών
Φόρος εισοδήματος	80	80	1	1
Αναζήτηση εργασίας	100	100	1	1
Κοινωνική ασφάλιση (Μέσος όρος)	-	-	-	0,75
Επίδομα ανεργίας	80	100	0	-

Επίδομα τέκνων	80	80	1	-
Ιατροφαρμακευτικές δαπάνες	80	80	1	-
Φοιτητικές υποτροφίες	80	80	1	-
Προσωπικά έγγραφα (Μέσος όρος)	-	-	-	1
Διαβατήριο	60	60	1	-
Άδεια οδήγησης	60	60	1	-
Καταχώρηση αυτοκινήτου	80	100	0	0
Οικοδομική άδεια	100	100	1	1
Δήλωση στην Αστυνομία	80	100	0	0
Βιβλιοθήκες	80	80	1	1
Πιστοποιητικά	100	100	1	1
Εισαγωγή στην Ανώτατη Εκπαίδευση	100	100	1	1
Ανακοίνωση μετακόμισης	100	100	1	1
Υπηρεσίες υγείας	100	100	1	1
Εισφορές κοινωνικής ασφάλισης	80	100	0	0
Φόρος επιχειρήσεων	100	100	1	1
ΦΠΑ	80	100	0	0
Έναρξη επιχείρησης	100	100	1	1
Υποβολή δεδομένων σε στατιστικές υπηρεσίες	60	80	0	0

Τελωνειακές διασαφήσεις	100	100	1	1
Περιβαλλοντικές άδειες	80	80	1	1
Δημόσιες προμήθειες	80	100	0	0
Τελική βαθμολογία “Full online Availability” χώρας:				0,6875

Όπως είναι κατανοητό από τη μεθοδολογία κατασκευής του δείκτη, είναι ιδανικός για να αποφανθεί κανείς κατά πόσο μια χώρα επιτυγχάνει τους στόχους που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Επίσης οι ερευνητές μπορούν σχετικά εύκολα αλλάζοντας τα κατώφλια να θέσουν νέους στόχους για τις χώρες και να εξετάσουν κατά πόσο επιτυγχάνονται. Ωστόσο αυτός ο δείκτης δεν προτείνεται για τη σύγκριση των αποδόσεων μεταξύ χωρών, ειδικά όταν αυτές δεν ανήκουν στις πλέον εξελιγμένες στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Αυτό συμβαίνει διότι ο δείκτης δεν εξετάζει τη διαφορά της βαθμολογίας της χώρας από το κατώφλι, αλλά μόνο τα συγκρίνει.

3. Εμπειρία χρηστών (*user experience*)

Ο δείκτης αυτός προκύπτει για κάθε χώρα ως ο μέσος όρος 2 επιμέρους δεικτών:

- i. Ποσοστό ικανοποίησης χρηστών από τις υπηρεσίες που αφορούν τις γνωστές 20 βασικές υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης
- ii. Ποσοστό ικανοποίησης χρηστών από τις υπηρεσίες που προσφέρονται από την εθνική ηλεκτρονική πύλη

Και οι δύο δείκτες λαμβάνουν δεδομένα από ηλεκτρονικές έρευνες, είτε του 2009 είτε του 2010.

Ο πρώτος δείκτης περιλαμβάνει τις εξής συνιστώσες:

1. Διαφάνεια παρεχόμενων υπηρεσιών
2. Παροχή υπηρεσιών μέσα από πολλαπλά κανάλια εξυπηρέτησης
3. Προστασία προσωπικών δεδομένων χρηστών

4. Ευκολία στη χρήση των υπηρεσιών
5. Μέτρηση της ικανοποίησης των πολιτών

Συγκεκριμένα καθεμία από τις 20 βασικές υπηρεσίες λαμβάνει μια βαθμολογία για κάθε συνιστώσα. Έτσι, η τιμή του πρώτου υπο-δείκτη για τη χώρα λαμβάνεται ως μέσος όρος των 20 βαθμολογιών.

Ο **δεύτερος δείκτης** εξετάζει τις εξής 3 συνιστώσες:

1. Σχεδιασμός ιστοσελίδας ως προς τη φιλικότητα προς το χρήστη
2. Χρηστικότητα
3. One-stop-shop approach (υπηρεσίες μίας στάσης) δηλαδή τη δυνατότητα να ολοκληρώνει ο χρήστης τη διαδικασία με μία επίσκεψη σε ένα μόνο φορέα

Και πάλι τα επιμέρους δεδομένα των συνιστωσών λαμβάνονται από ηλεκτρονικές έρευνες, και για τον υπολογισμό της τελικής βαθμολογίας του δεύτερου υπό-δείκτη οι 3 βαθμολογίες σταθμίζονται με συντελεστές βαρύτητας 25%, 50%, 25% αντίστοιχα.

Τα στοιχεία του δείκτη user experience προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για την ικανοποίηση των χρηστών, γι' αυτό και θα χρησιμοποιηθούν αυτούσια ως ένα από τα κριτήρια της παρούσας έρευνας.

Άλλοι δείκτες μελέτης Benchmark Measurement

Στη μελέτη εξετάζονται στη συνέχεια και άλλοι δείκτες, οι οποίοι ωστόσο ξεφεύγουν από το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής και δε θα αναλυθούν τόσο, είτε διότι εξετάζουν συγκεκριμένες διαδικασίες (κρατικές προμήθειες), είτε διότι εμπίπτουν περισσότερο στο πρώτο επίπεδο αξιολόγησης που εξετάζει καθαρά ιστοσελίδες. Κάποιοι από τους δείκτες είναι:

- Portal sophistication, ο οποίος εξετάζει και εντοπίζει τις πιο εξελιγμένες και ουσιώδεις από πλευρά υπηρεσιών ιστοσελίδες
- eProcurement visibility, ο οποίος εξετάζει την δημοσιότητα που δίνεται σε δημόσιους διαγωνισμούς και την προσβασιμότητα σε πιθανούς προμηθευτές

- eProcurement for the pre-award phase, eProcurement for the post-award phase, οι οποίοι εξετάζουν και αξιολογούν τις διαδικασίες προμηθειών του δημόσιου τομέα και τις ηλεκτρονικές διευκολύνσεις που παρέχονται πριν και μετά την ανάδειξη του προμηθευτή αντίστοιχα
- Proof-of-concept δείκτες, οι οποίοι εισάγονται για πρώτη φορά το 2010 και εξετάζουν τις παρεχόμενες υπηρεσίες σχετικά με κάποια πιθανά σημαντικά γεγονότα στη δημόσια και οικονομική ζωή των πολιτών (π.χ. άνοιγμα νέας επιχείρησης, απώλεια και εύρεση εργασίας, κ.ο.κ.). Στην κατηγορία αυτή ανήκει και ο δείκτης που αξιολογεί τη διαθεσιμότητα και χρήση των λεγόμενων “key enablers”, εξετάζει δηλαδή το οργανωτικό και τεχνικό πλαίσιο που διέπουν την εισαγωγή και ανάπτυξη νέων back-office διαδικασιών.

Τέλος στη μελέτη εξετάζονται εκτενώς και αξιολογούνται ποιοτικά πρακτικές χωρών-μελών που αποδεδειγμένα έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές από τη σκοπιά της αποδοτικότητας, και της προσέγγισης τους που επικεντρώνεται στο χρήστη.

2.4.2. Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (United Nations - Department of Economic and Social Affairs)

Ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών, και ειδικά το τμήμα Οικονομικών και Κοινωνικών υποθέσεων δημοσίευσε την πρώτη συγκριτική μελέτη αξιολόγησης της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης το 2002. Ο τίτλος της μελέτης ήταν αρχικά “e-government survey”, το 2004 άλλαξε σε “e-government readiness report”, και από το 2008 και μετά έχει επανέλθει στην αρχική του ονομασία. Στη μελέτη εξετάζονται οι επιδόσεις όλων των κρατών-μελών του ΟΗΕ, ωστόσο παρατηρείται ακόμα και σήμερα ότι σε μερικές η διείσδυση του διαδικτύου και πόσω μάλλον της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης είναι πολύ μικρή.

Η μεθοδολογία της έρευνας αυτής είναι σχετικά απλούστερη από της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ωστόσο αυτό είναι εύλογο, καθώς συμπεριλαμβάνονται πολύ περισσότερες χώρες. Μεθοδολογικά θα αναλύσουμε κυρίως τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν στις πιο πρόσφατες μελέτες, με έμφαση στην τελευταία που δημοσιεύτηκε το Φεβρουάριο του 2012 (βλ. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2012, σελ. 119).

Η τελική βαθμολογία κάθε χώρας (e-government development index – EDGI) με βάση την οποία κατασκευάζεται η κατάταξη προκύπτει ως μέσος όρος των τιμών των 3 δεικτών που αναλύονται παρακάτω (καθένας εκ των οποίων κυμαίνεται ανάμεσα σε 0 και 1), αφού πρώτα εφαρμόσουμε και την διαδικασία κανονικοποίησης Z στον καθένα, η οποία είναι η εξής:

Για τυχαίο μέγεθος X , η κανονικοποιημένη- Z μορφή του είναι:

$$X_Z = \frac{X - \mu}{\sigma}, \quad \text{όπου}$$

X : Η αρχική τιμή του μεγέθους X

μ : Η μέση τιμή του μεγέθους X στο δείγμα (στην περίπτωση μας όλες οι χώρες)

σ : Η τυπική απόκλιση του μεγέθους X στο δείγμα

Δείκτες:

i. Δείκτης ηλεκτρονικών υπηρεσιών (Online service Index)

Για την κατασκευή του δείκτη αυτού αξιολογούνται όλες οι δημόσιες ιστοσελίδες της χώρας. Συγκεκριμένα, ο μελετητής απαντά για τη χώρα σε μια σειρά από ερωτήσεις που αφορούν συγκεκριμένες υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Αν η υπηρεσία προσφέρεται σε εθνικό επίπεδο από κάποια ιστοσελίδα απαντά με «ΝΑΙ» και στη βαθμολογία της χώρας προστίθεται ένας πόντος, ενώ σε αντίθετη περίπτωση απαντά με «ΟΧΙ» και δε δίνονται πόντοι. Η πλειονότητα των ερωτήσεων είναι δυαδικού τύπου όπως αυτές που περιγράφηκαν, ενώ υπάρχουν και λίγες που βαθμολογούνται με μέχρι και 3 βαθμούς και αφορούν για παράδειγμα το πλήθος των συναλλαγών που προσφέρονται στα πλαίσια μιας υπηρεσίας.

Η βαθμολογία που προκύπτει είναι σε τάξη μεγέθους εκατοντάδων, ωστόσο κανονικοποιείται από 0 έως 1, με την εξής διαδικασία:

$$\text{Online service index}_x = \frac{S_x - S_{min}}{S_{max} - S_{min}}, \quad \text{όπου}$$

S_x : Η βαθμολογία της υπό αξιολόγηση χώρας

S_{min} : Η ελάχιστη βαθμολογία που έχει πετύχει κάποια χώρα στο δείκτη

S_{max} : Η μέγιστη βαθμολογία που έχει πετύχει κάποια χώρα στο δείκτη

ii. Δείκτης τηλεπικοινωνιακών υποδομών (Telecommunication infrastructure index):

Μέσω του δείκτη αυτού εξετάζονται οι τηλεπικοινωνιακές υποδομές της χώρας, προκειμένου να κριθεί η ικανότητα της να εισάγει τεχνολογίες Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Η τιμή του δείκτη προκύπτει ως μέσος όρος των εξής 5 αριθμητικών στοιχείων, αφού εφαρμόσουμε σε καθένα τη διαδικασία Z, όπως ακριβώς περιγράφηκε παραπάνω:

- a) Εκτιμώμενο πλήθος χρηστών διαδικτύου ανά 100 κατοίκους.
- b) Πλήθος σταθερών τηλεφωνικών συνδέσεων ανά 100 κατοίκους.
- c) Πλήθος συνδρομητών κινητής τηλεφωνίας ανά 100 κατοίκους.
- d) Πλήθος σταθερών συνδέσεων στο διαδίκτυο ανά 100 κατοίκους.
- e) Αριθμός σταθερών ευρυζωνικών συνδέσεων ανά 100 κατοίκους.

Η τιμή του δείκτη, τέλος, κανονικοποιείται από 0 έως 1 όμοια με τον προηγούμενο δείκτη.

iii. Δείκτης ανθρώπινου δυναμικού (Human capital index):

Ο δείκτης αυτός παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους κατοίκους της χώρας, και ειδικότερα για το μορφωτικό τους επίπεδο. Επειδή η μελέτη διεξάγεται στις περίπου 190 χώρες του ΟΗΕ δεν πρέπει να θεωρείται σε καμία περίπτωση δεδομένο ότι πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις βασικού αλφαριθμητισμού θα ήταν αυτονόητες σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Έτσι, για την κατασκευή του δείκτη λαμβάνονται τα εξής δύο δημογραφικά στοιχεία για τη χώρα:

A. Ποσοστό αλφαριθμητισμού ενηλίκων

B. Ποσοστό εγγραφής κατοίκων στην πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Κατόπιν σε καθένα από τα δύο ποσοστά εφαρμόζεται Z κανονικοποίηση, και προκύπτει η τιμή του δείκτη σταθμίζοντας τις δύο συνιστώσες με ποσοστό $\frac{2}{3}$ και $\frac{1}{3}$ αντίστοιχα. Τέλος, για να έχουμε συγκρίσιμα αποτελέσματα με τους προηγούμενους 2 δείκτες, κανονικοποιούμε την τιμή ανάμεσα στο 0 και στο 1 με τη γνωστή διαδικασία.

Τέλος, εξετάζεται κι ένας συμπληρωματικός δείκτης, ο οποίος δε συμμετέχει στην κατασκευή της βαθμολογίας και αφορά το e-participation, δηλαδή η συμμετοχή των Πολιτών στις Δημόσιες διαδικασίες με χρήση ηλεκτρονικών

μέσων. Τα δεδομένα για το δείκτη αυτό συλλέγονται μέσα από ένα ερωτηματολόγιο που αφορά τις εξής 3 θεματικές ενότητες:

- E-information, δηλαδή την πληροφόρηση των πολιτών
- E-consultation, δηλαδή την παροχή συμβουλών στους Πολίτες
- E-decision making, δηλαδή την συμμετοχή των Πολιτών στις διαδικασίες λήψης δημοσίων αποφάσεων

Όπως και στους προηγούμενους επιμέρους δείκτες της μελέτης, κάθε χώρα λαμβάνει μια βαθμολογία για το δείκτη και, η οποία τελικά κανονικοποιείται μεταξύ 0 και 1 με τη γνωστή διαδικασία.

2.4.3. Brown University – Brookings Institution

Το αμερικάνικο Πανεπιστήμιο Brown University(βλ. Lasse Berntzen, Morten Goodwin Olsen, 2011, σελ. 65) διεξήγαγε και δημοσίευσε από το 2001 μέχρι το 2007 (βλ. West, 2007) μελέτες συγκριτικής αξιολόγησης της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης μεταξύ 198 κρατών, με επικεφαλής τον καθηγητή Darrel M. West. Η μελέτη διενεργήθηκε και το 2008, υπό την ηγεσία του ίδιου καθηγητή αλλά από το Brookings Institute (βλ. West, 2007).

Κάθε χρόνο στα πλαίσια της μελέτης εξετάζονταν ιστοσελίδες δημόσιων φορέων των χωρών, όπως: Πρόεδρος/Πρωθυπουργός, Βουλή, Υπουργεία, Κογκρέσο, Δικαστήρια, Υπηρεσίες Υγείας, Εφορίες, Εκπαιδευτικά ιδρύματα, Τουριστικοί φορείς, κ.α. Το πλήθος των υπό εξέταση ιστοσελίδων άλλαζε χρόνο με το χρόνο, και κυμάνθηκε από 1197 έως 2288. Η έρευνα εστίαζε κυρίως στην ύπαρξη κάποιων βασικών υπηρεσιών, και δεν εξέταζε την ποιότητα τους, την προσβασιμότητα τους, ή την ετοιμότητα των Πολιτών να τις χρησιμοποιήσουν. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την βαθμολόγηση κάθε χώρας προκειμένου να κατασκευαστεί η κατάταξη μεταβλήθηκε ελαφρώς με την πάροδο των ετών, και παρακάτω θα περιγραφεί αναλυτικότερα αυτή που χρησιμοποιήθηκε στην πιο πρόσφατη έκδοση της μελέτης.

Συγκεκριμένα, η βαθμολογία της χώρας προκύπτει ως ο μέσος όρος των βαθμολογιών των υπό εξέταση ιστοσελίδων της, ενώ η βαθμολογία κάθε ιστοσελίδας που βρίσκεται στην κλίμακα (0...100), εξάγεται ως εξής:

α) Εξετάζεται κατά πόσο η ιστοσελίδα ικανοποιεί τα παρακάτω 18 κριτήρια, και για καθένα που πληρείται προστίθενται 4 βαθμοί στη βαθμολογία. Τα κριτήρια είναι:

1. Ύπαρξη δημοσιεύσεων.
2. Ύπαρξη βάσεων δεδομένων.
3. Δυνατότητα ακρόασης ηχητικών αποσπασμάτων.
4. Δυνατότητα προβολής βίντεο.
5. Δυνατότητα επιλογής προβολής σε ξένη γλώσσα.
6. Απουσία διαφημίσεων.
7. Παροχή ίδιων δικαιωμάτων χρήσης σε όλους τους χρήστες χωρίς χρεώσεις για αναβαθμισμένους χρήστες (no premium fees).
8. Δωρεάν παροχή υπηρεσιών.
9. Δυνατότητα χρήσης από άτομα με ειδικές ανάγκες.
10. Ύπαρξη πολιτικής απορρήτου.
11. Πρόνοια για παροχή ηλεκτρονικής ασφάλειας και προστασίας των χρηστών.
12. Δυνατότητα ηλεκτρονικών υπογραφών στις συναλλαγές.
13. Δυνατότητα πληρωμής με πιστωτική κάρτα.
14. Στοιχεία ηλεκτρονικής επικοινωνίας (e-mail).
15. Ύπαρξη περιοχής για αποστολή σχολίων από τους χρήστες.
16. Δυνατότητα ενημερώσεων μέσω e-mail.
17. Δυνατότητα προσωποποίησης της ιστοσελίδας από τον χρήστη.
18. Πρόσβαση μέσω συσκευών PDA.

Τα παραπάνω κριτήρια δίνουν μέχρι 72 πόντους στη βαθμολογία της ιστοσελίδας. Οι υπόλοιποι 28 πόντοι δίνονται ανάλογα με το πλήθος των προσφερόμενων υπηρεσιών. Κάθε υπηρεσία προσθέτει ένα πόντο στη βαθμολογία, με μέγιστο τους 28.

Παρατηρούμε ότι η μεθοδολογία και αυτής της μελέτης είναι αρκετά απλοϊκή, καθώς δε χρησιμοποιεί ποιοτικές παραμέτρους για την αξιολόγηση των παρεχόμενων υπηρεσιών, αντιθέτως εξετάζει αποκλειστικά την ύπαρξή τους. Αυτή η απλούστευση μπορεί σε ένα βαθμό να δικαιολογηθεί - όπως και στην περίπτωση της μελέτης του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών - από το γεγονός ότι εξετάζονται πολλές χώρες, οι οποίες παρουσιάζουν τεράστιες αποκλίσεις στην απόδοσή τους. Δίνεται έμφαση δηλαδή περισσότερο στην έκταση της έρευνας χωρίς ιδιαίτερη εμβάθυνση, αφού στόχος είναι να αποδοθεί η γενική εικόνα της προόδου των κρατών στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης παγκοσμίως.

2.4.4. Accenture

Η Accenture είναι μια εταιρία παροχής υπηρεσιών συμβουλευτικής, και συστημάτων πληροφοριών που δραστηριοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο. Διεξήγαγε μελέτες συγκριτικής αξιολόγησης κρατών σχετικά με υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης ετησίως από το 2000 έως το 2008 (βλ. Accenture, 2001-2007). Η μελέτη συμπεριλαμβάνει περιορισμένο αριθμό κρατών, τα οποία στην πλειοψηφία τους είναι Ευρωπαϊκά. Γενικά δίνεται βάρος σε κράτη που έχουν επιδείξει σημαντική

πρόοδο στο πεδίο της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, για να διατηρηθεί η ομοιογένεια και η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων. Μετά το 2008 η μελέτη άλλαξε μορφή και μεθοδολογία και δε θα αναλυθεί ιδιαίτερα (βλ. Accenture, 2009).

Εφόσον πρόκειται για έναν οργανισμό με διεθνή παρουσία, τα δεδομένα συλλέγονταν από υπαλλήλους της εταιρίας, ενώ από το 2006 και μετά χρησιμοποιήθηκαν και οι συνεντεύξεις με πολίτες ως μέσο συλλογής δεδομένων. Θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια σε χρονική σειρά τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μελέτη με έμφαση στις αλλαγές που πραγματοποιούνταν από χρόνο σε χρόνο.

2000-2001: Για την κατάταξη κατασκευάστηκε μια βαθμολογία για κάθε χώρα, η οποία προέκυπτε από τους εξής 2 δείκτες: Service maturity και Delivery maturity. Ο πρώτος δείκτης εξετάζει το πλήθος των παρεχόμενων υπηρεσιών, και τις αξιολογεί με βάση το μοντέλο των σταδίων ωριμότητας που έχει αναλυθεί παραπάνω. Ο δεύτερος δείκτης εξετάζει τις υπηρεσίες από τη σκοπιά της ποιότητας παροχής τους προς τους Πολίτες. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι αξιολογεί τις δυνατότητες των ιστοσελίδων, την πολυπλοκότητα των ηλεκτρονικών διαδικασιών και κατά πόσο οι υπηρεσίες είναι σχεδιασμένες με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών. Τέλος, η βαθμολογία προκύπτει σαν ένας σταθμισμένος μέσος όρος, όπου ο δείκτης service maturity έχει βάρος 70% και ο delivery maturity 30%.

Τέλος, η κατάταξη που προκύπτει χρησιμοποιείται για να χωριστούν οι υπό εξέταση χώρες σε 4 κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό ετοιμότητας τους σε θέματα Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης.

2002-2004: Η μεθοδολογία δε διαφοροποιήθηκε ιδιαίτερα μέχρι το 2004, με μόνη εξαίρεση το δείκτη delivery maturity ο οποίος μετονομάστηκε σε customer relationship management (CRM), δηλαδή Διαχείριση Πελατειακών Σχέσεων. (Ο όρος χρησιμοποιήθηκε - παρόλο που κρίνεται κάπως αδόκιμος στη συγκεκριμένη περίπτωση - επειδή χρησιμοποιείται γενικότερα στη Διοίκηση Επιχειρήσεων, για να περιγράψει την αντίστοιχη έννοια) .Ο δείκτης αξιολογεί τα ίδια αντικείμενα με τον προηγούμενο, ωστόσο έχει προστεθεί το χαρακτηριστικό της υποστήριξης, εξετάζεται δηλαδή κατά πόσο υποβοηθούνται οι υπηρεσίες μέσω άλλων καναλιών, όπως τηλεφωνικά κέντρα, ή προσφέρονται εναλλακτικά μέσω αυτών. Το 2004 επίσης για πρώτη φορά διενεργήθηκαν πιλοτικά και συνεντεύξεις σε κάποιες χώρες.

2005: Το 2005 οι εκπρόσωποι της εταιρίας πραγματοποίησαν συνεντεύξεις σε πολίτες όλων των χωρών(400 σε κάθε χώρα, εκτός των ΗΠΑ που ήταν 600) , και τα αποτελέσματά τους χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη. Κάθε συνέντευξη αποτελούταν από 15 ερωτήσεις, οι οποίες απεικόνιζαν τη γνώμη των πολιτών αναφορικά με τις προσφερόμενες υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Ωστόσο οι συνεντεύξεις και πάλι δεν συνεισφέρουν στον υπολογισμό της βαθμολογίας, ή οποία προκύπτει ισοβαρώς από 2 δείκτες, τον γνωστό εξαρχής service maturity, και τον customer service maturity. Ο δεύτερος ουσιαστικά είναι παρόμοιος με τους προηγούμενους (CRM και delivery maturity) προσαρμοσμένος ελαφρά στα τεχνολογικά δεδομένα της εποχής.

2006: Το 2006 η Accenture προτίμησε να σταματήσει προσωρινά τη διεξαγωγή της μελέτης στην προηγούμενη μορφή της. Συγκεκριμένα, δε διεξήχθη η μελέτη συγκριτικής αξιολόγησης όλων των χωρών, αντίθετα δόθηκε έμφαση και εξετάστηκαν επισταμένα οι χώρες που εφάρμοσαν τις αποδοτικότερες πολιτικές στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Έτσι, επιλέχθηκαν συγκεκριμένες χώρες με βάση τις κατατάξεις των προηγούμενων ετών και αναλύθηκαν σε βάθος οι πολιτικές που εφάρμοσαν. Επιπλέον, για πρώτη φορά συλλέχθηκαν δεδομένα από συνεντεύξεις σε ανώτατα στελέχη της Δημόσιας Διοίκησης αυτών των χωρών εκτός των Πολιτών.

2007: Αν και από το 2005 η εταιρία χρησιμοποιεί συνεντεύξεις πολιτών προκειμένου να συλλέξει δεδομένα, το 2007 για πρώτη φορά τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός δείκτη, ο οποίος ονομάζεται citizen voice και συμβάλλει στην τελική βαθμολογία με βάρος 40%. Ο δείκτης customer service maturity παραμένει ως έχει με συμβολή 50% στη βαθμολόγηση, ενώ μειώνεται το βάρος του δείκτη service maturity από 50% σε 10%. Η Accenture προχώρησε σε αυτή την επιλογή διότι με την πάροδο των ετών και την ωρίμανση των υπηρεσιών ο δείκτης service maturity λάμβανε τιμές κοντά στο μέγιστο για όλες τις υπό εξέταση χώρες, χωρίς να προσφέρει καμία ουσιαστική διαφοροποίηση. Οι συνεντεύξεις με ανώτερους δημόσιους λειτουργούς συνέχισαν να διεξάγονται, αλλά χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψιν στη βαθμολόγηση, παρά μόνο με σκοπό να δώσουν έναυσμα για περαιτέρω έρευνα και συμπεράσματα.

Συνολικότερα, παρατηρούμε ότι και αυτή η μελέτη χρησιμοποιεί δείκτες αρκετά απλοϊκούς στην κατασκευή, διότι επικεντρώνεται περισσότερο στην εξέταση της εξέλιξης των υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης ποιοτικά. Επίσης είναι χαρακτηριστικό ότι ενώ τα πρώτα χρόνια εξέταζε της υπηρεσίες περισσότερο από την

πλευρά της προσφοράς, τα τελευταία χρόνια στράφηκε στη ζήτηση, δηλαδή στην ικανοποίηση των πολιτών. Συγκεκριμένα ενώ αρχικά το κύριο ζήτημα ήταν η ποσότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, όταν αυτές με την πάροδο του χρόνου έγιναν δεδομένες άρχισαν να εξετάζονται εντονότερα ποιοτικά, με βάση και τις γνώμες των πολιτών.

Κεφάλαιο 3:

Ένα πολυκριτηριακό σύστημα αξιολόγησης: Εφαρμογή σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

3.1. Περιγραφή προβλήματος

Όπως έγινε φανερό από την ανάλυση των μεθοδολογιών αξιολόγησης της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, οι περισσότερες επικεντρώνονται περισσότερο στην κατασκευή των δεικτών, παρά στη σύνθεση τους προκειμένου να προκύψει ένα αποτέλεσμα όσο το δυνατό πληρέστερο. Άλλες πάλι, επιχειρούν να καταγράψουν σε γενικές γραμμές την πρόοδο της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης σε παγκόσμιο επίπεδο, με αποτέλεσμα να συγκρίνονται χώρες με τεράστιες αποκλίσεις. Αυτό έχει αναπόφευκτα αντίκτυπο στην κατασκευή των κριτηρίων, τα οποία πρέπει να είναι λιγότερο εξειδικευμένα.

Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση συγκεκριμένων χωρών με συγκρίσιμα αποτελέσματα, χρησιμοποιώντας πολυκριτηριακές μεθόδους για τη σύνθεση των κριτηρίων προκειμένου να προκύψει μια τελική κατάταξη. Έτσι, δεν θα αναλωθούμε τόσο στην κατασκευή των δεικτών, πολλοί εκ των οποίων θα ληφθούν απευθείας από τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, αλλά στην κατασκευή του μοντέλου από το οποίο θα προκύψει η ζητούμενη κατάταξη. Συγκεκριμένα, εισάγεται η έννοια των συντελεστών βαρύτητας στα κριτήρια, καθώς δε μπορεί να θεωρηθεί ορθολογικά σωστό όλα τα κριτήρια να συμμετέχουν ισοβαρώς. Επιπλέον, η επιλογή των χωρών έγινε με κριτήριο αφενός την ύπαρξη επαρκών στοιχείων για την αξιολόγησή τους και αφετέρου την ομοιογένειά τους.

Έτσι, επιλέγουμε να συμπεριλάβουμε στη μελέτη 21 χώρες - μέλη της Ευρωπαϊκής ένωσης. Συγκεκριμένα, οι χώρες που θα επιχειρήσουμε να κατατάξουμε είναι οι εξής:

(Πίνακας 3.1: Χώρες που θα εξεταστούν στη μελέτη)

1. Βέλγιο
2. Τσεχία
3. Δανία
4. Γερμανία
5. Εσθονία
6. Ιρλανδία
7. Ελλάδα
8. Ισπανία
9. Γαλλία
10. Ιταλία
11. Ουγγαρία
12. Ολλανδία
13. Αυστρία
14. Πολωνία
15. Πορτογαλία
16. Σλοβενία
17. Σλοβακία
18. Φινλανδία
19. Σουηδία
20. Νορβηγία
21. Ην. Βασίλειο

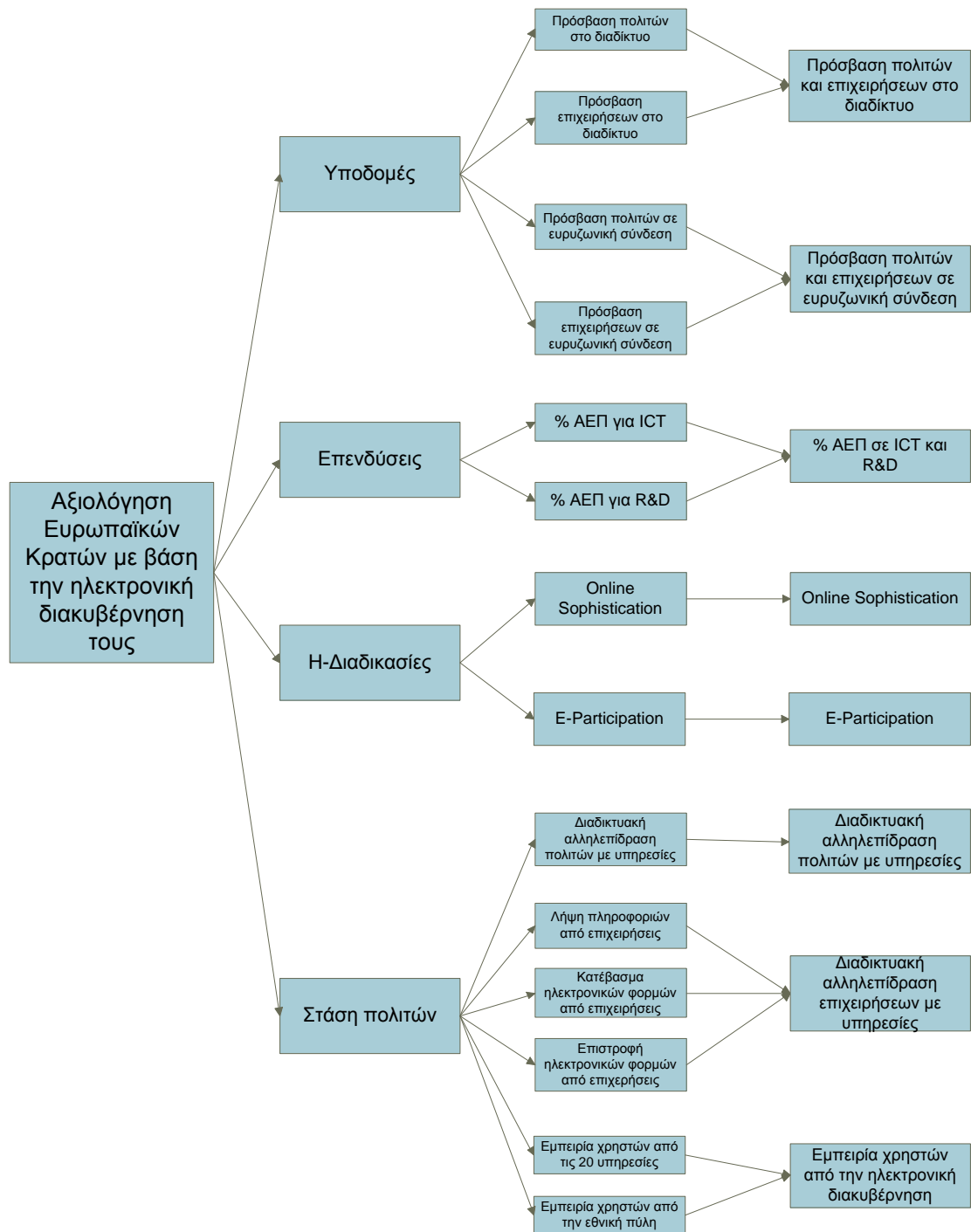
Η μεθοδολογία της εργασίας περιγράφεται αναλυτικά στη συνέχεια, μπορεί ωστόσο επιγραμματικά να αναλυθεί στα εξής βήματα:

- Προσδιορισμός και περιγραφή κριτηρίων.
- Εύρεση αριθμητικών δεδομένων για τα κριτήρια.
- Κατασκευή σχέσεων μετασχηματισμού μεταξύ των τιμών και αξιών των κριτηρίων (περιθώριες συναρτήσεις).
- Προσδιορισμός βαρών κριτηρίων.
- Κατασκευή πίνακα κατάταξης.

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε τα δύο πρώτα βήματα της διαδικασίας, δηλαδή τον προσδιορισμό των κριτηρίων και την κατασκευή των πινάκων με τα δεδομένα για τις υπό εξέταση χώρες.

3.2. Κατασκευή κριτηρίων αξιολόγησης

Ύστερα από μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας επιλέχθηκαν οι θεματικοί άξονες που πρέπει να καλύπτονται από τα κριτήρια της αξιολόγησης. Στη συνέχεια αυτοί αναλύθηκαν στις βασικές τους συνιστώσες προς μέτρηση. Τέλος, όποιες από τις συνιστώσες αυτές παρουσίαζαν θεματική συνάφεια ομαδοποιήθηκαν σε ένα κριτήριο. Μέσω της διαδικασίας αυτής καταλήξαμε στα 8 κριτήρια της μελέτης μας σχήμα κατά το κλασικό μοντέλο κατασκευής μιας συνεπούς οικογένειας κριτηρίων του Roy (1985), και τα επιμέρους της βήματα φαίνονται στο σχήμα 3.1 (βλ. Σίσκος, 2012).



(Σχήμα 3.1: Διάγραμμα κατασκευής κριτηρίων)

Τα κριτήρια αναλυτικά είναι:

i. ***g1: Πρόσβαση στο διαδίκτυο (households and enterprises with internet access)***

- **Περιγραφή:** Εκφράζει το ποσοστό των οικογενειών και των επιχειρήσεων της χώρας που έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται με οποιοδήποτε τρόπο στο διαδίκτυο.
- **Τύπος κριτηρίου:** Μετρικό (%)

Το συγκεκριμένο κριτήριο όπως και το επόμενο ανήκουν στην βασική κατηγορία των κριτηρίων υποδομών. Είναι προφανές ότι χωρίς βασικές υποδομές, όπως πρόσβαση στο διαδίκτυο, δεν νοείται Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση και έτσι κρίνεται αναγκαίο να το συμπεριλάβουμε στην αξιολόγηση. Πηγή του κριτηρίου αυτού αποτελεί η έγκυρη Ευρωπαϊκή στατιστική υπηρεσία Eurostat, με τα στατιστικά αυτά δεδομένα να αφορούν στο έτος 2011. Συμψηφίστηκαν ισοβαρώς τα αντίστοιχα στοιχεία για τις οικογένειες και τις επιχειρήσεις και προέκυψαν τα τελικά ποσοστά για την κάθε χώρα όπως απεικονίζονται παρακάτω στον πίνακα 3.1

ii. ***g2: Ευρυζωνική σύνδεση***

- **Περιγραφή:** Εκφράζει το ποσοστό των οικογενειών και των επιχειρήσεων της χώρας που διαθέτουν έστω και μια ευρυζωνική σύνδεση.
- **Τύπος κριτηρίου:** Μετρικό (%)

Τα δεδομένα αυτού του κριτηρίου προέρχονται επίσης από την Ευρωπαϊκή στατιστική υπηρεσία Eurostat και αφορούν στο έτος 2011. Συμψηφίστηκαν ισοβαρώς τα αντίστοιχα στοιχεία για τις οικογένειες και τις επιχειρήσεις και οι τελικές τιμές του κριτηρίου δίνονται στον πίνακα 3.1

iii. ***g3: ΑΕΠ για R&D πληροφορική και τηλεπικοινωνίες***

- **Περιγραφή:** Δείχνει το ποσοστό του ΑΕΠ που ξοδεύει ή επενδύει κάθε χώρα στις τεχνολογίες πληροφορίας και τεχνολογίας και την έρευνα και ανάπτυξη.
- **Τύπος κριτηρίου:** Μετρικό (%)

Πηγή των τιμών της επένδυσης στην έρευνα και ανάπτυξη αποτελεί έκθεση του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου για το 2010 που δημοσιεύθηκε στο R&D Magazine. Τα δεδομένα για τις επενδύσεις στην πληροφορική προέρχονται από την Ευρωπαϊκή

στατιστική υπηρεσία Eurostat και αφορούν επίσης στο έτος 2010. Συμψηφίστηκαν έτσι ισοβαρώς, το ποσοστό του ΑΕΠ που δίνεται στις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας (ICT) και το ποσοστό του ΑΕΠ που επενδύεται στην έρευνα και ανάπτυξη (R&D), δομήθηκαν οι τιμές του κριτηρίου και παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 3.1. Θεωρήσαμε σαν βέλτιστη τιμή του κριτηρίου αυτού, το 5% του ΑΕΠ.

iv. ***g4: Online sophistication***

- **Περιγραφή:** Δείχνει το ποσοστό ανάπτυξης και ωριμότητας 20 βασικών υπηρεσιών σε ηλεκτρονικό επίπεδο κάθε χώρας.
- **Τύπος κριτηρίου:** Μετρικό (%)

Πρόκειται για το κριτήριο που έχει αναλυθεί στην ενότητα 2.4.1, πηγή των τιμών του οποίου αποτελεί η έκθεση «9th Benchmark Measurement» του Δεκεμβρίου του 2010 για λογαριασμό της European Commission ως μέτρο αξιολόγησης για το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα i2010. Πρόκειται συνοπτικά για το ποσοστό ανάπτυξης και βελτίωσης των 20 βασικότερων υπηρεσιών σε επίπεδο Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης χρησιμοποιώντας το γνωστό μοντέλο των 5 σταδίων ωριμότητας.

v. ***g5: E-participation***

- **Περιγραφή:** Δείχνει τον βαθμό με τον οποίο οι κυβερνήσεις αλληλεπιδρούν ηλεκτρονικά με τους πολίτες
- **Τύπος κριτηρίου:** Δείκτης ποιότητας [0-1]

Όπως αναλύθηκε και στην ενότητα 2.4.2, e-participation ονομάζεται ο τομέας των διαδικτυακών υπηρεσιών που ανοίγει διαύλους για τη συμμετοχή των πολιτών στα δημόσια ζητήματα. Πηγή των τιμών του κριτηρίου είναι η έρευνα των Ηνωμένων Εθνών για την ανάπτυξη της παγκόσμιας Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης το 2010. Οι τιμές του, πάρθηκαν αυτούσιες όπως επεξεργάστηκαν από την παραπάνω έρευνα, από τα δεδομένα που αφορούν στα τρία υποκριτήρια που το απαρτίζουν και απεικονίζονται στον πίνακα 3.2.

vi. ***g6: Διαδικτυακή αλληλεπίδραση πολιτών με υπηρεσίες***

- **Περιγραφή:** Εκφράζει το ποσοστό των πολιτών που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για να έλθουν σε αλληλεπίδραση με τις δημόσιες υπηρεσίες.

- **Τύπος κριτηρίου:** Μετρικό (%)

Τα δεδομένα προέρχονται από την Ευρωπαϊκή στατιστική υπηρεσία Eurostat και αναφέρονται στο έτος 2010. Οι τιμές του κριτηρίου αυτού, προέκυψαν από τρεις ισοβαρείς συνιστώσες-ποσοστά, τη λήψη πληροφοριών, το κατέβασμα ηλεκτρονικών φορμών και την επιστροφή των συμπληρωμένων φορμών. Όμως, στην ανάλυση μας δεν βρήκαμε αναλυτικά τα δεδομένα και για τις τρεις αυτές συνιστώσες αλλά βρήκαμε τα δεδομένα που προέκυψαν από την επεξεργασία αυτών των τριών συνιστωσών. Αναλυτικά παρατίθενται στον πίνακα 3.2.

vii. ***g7: Διαδικτυακή αλληλεπίδραση επιχειρήσεων με υπηρεσίες***

- **Περιγραφή:** Εκφράζει το ποσοστό των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για να έλθουν σε αλληλεπίδραση με τις δημόσιες υπηρεσίες.
- **Τύπος κριτηρίου:** Μετρικό (%)

Πρόκειται για παρόμοιο κριτήριο με το προηγούμενο. Συγκεκριμένα, εκφράζει την αλληλεπίδραση των επιχειρήσεων αυτή τη φορά, με τις ηλεκτρονικές δημόσιες υπηρεσίες. Τα δεδομένα προέρχονται από την Ευρωπαϊκή στατιστική υπηρεσία Eurostat προϊόντα έρευνας που διενεργήθηκε το 2010. Δημιουργήθηκε και αυτό από το συμπηφισμό τριών ισοβαρών συνιστωσών, τη λήψη πληροφοριών, το κατέβασμα ηλεκτρονικών φορμών και την επιστροφή των συμπληρωμένων φορμών. Οι τιμές του κριτηρίου καθώς και των τριών συνιστωσών ξεχωριστά, παρατίθενται στον πίνακα 3.2.

viii. ***g8: Εμπειρία χρηστών ηλεκτρονικών δημόσιων υπηρεσιών***

- **Περιγραφή:** Εκφράζει το ποσοστό ικανοποίησης των χρηστών για τις 20 βασικές ηλεκτρονικές υπηρεσίες και την εθνική ηλεκτρονική πύλη.
- **Τύπος κριτηρίου:** Μετρικό (Δείκτης ποιότητας %)

Πηγή των τιμών του κριτηρίου αποτελεί η έκθεση «9th Benchmark Measurement» του Δεκεμβρίου του 2010 για λογαριασμό της European Commission ως μέτρο αξιολόγησης για το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα i2010. Πρόκειται για ισοβαρή

συμψηφισμό του ποσοστού ικανοποίησης των χρηστών από τις υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης που αφορούν τις 20 βασικότερες υπηρεσίες καθώς και από την εθνική ηλεκτρονική πύλη (national portal), όπως περιγράφηκε άλλωστε αναλυτικά στην ενότητα 2.4.1.

3.3. Εύρεση δεδομένων κριτηρίων

Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται τα δεδομένα για τις τιμές των κριτηρίων, όπως αντλήθηκαν από τις πηγές που αναφέρθηκαν παραπάνω.

(Πίνακας 3.1: Τιμές κριτηρίων)

Χώρα	g1	g2	g3	g4
Βέλγιο	86.5	80	3.3	92
Τσεχία	81.5	75	3.3	85
Δανία	94	87.5	3.8	95
Γερμανία	90	83	3.8	99
Εσθονία	83.5	78	4.0	97
Ιρλανδία	85.5	77.5	3.5	100
Ελλάδα	71.5	60.5	2.4	70
Ισπανία	80.5	79	3.1	98
Γαλλία	86	81	3.7	94
Ιταλία	78	68	2.7	99
Ουγγαρία	77	72.5	3.4	80
Ολλανδία	97	87	3.5	97
Αυστρία	86.5	77	3.3	100
Πολωνία	80.5	67	2.7	87
Πορτογαλία	76.5	70	3.8	100
Σλοβενία	85	79.5	3.4	99
Σλοβακία	84	65.5	3.1	81
Φινλανδία	92	88.5	4.3	96
Σουηδία	93.5	90	4.1	99
Νορβηγία	94.5	83.5	2.5	92
Ην. Βασίλειο	90	87.5	4.3	97

(Πίνακας 3.2: Τιμές κριτηρίων)

Χώρα	g5	g6	g7	g8
Βέλγιο	0.59	47	88	79
Γσεχία	0.13	42	87	59.5
Δανία	0.64	81	91	75.5
Γερμανία	0.61	50	79	91
Εσθονία	0.69	53	91	87
Ιρλανδία	0.44	44	90	68.5
Ελλάδα	0.26	27	91	91
Ισπανία	0.83	39	80	93
Γαλλία	0.6	57	92	94.5
Ιταλία	0.21	22	76	51
Ουγγαρία	0.31	38	83	80
Ολλανδία	0.6	62	93	93.5
Αυστρία	0.5	51	93	70
Πολωνία	0.24	28	92	88
Πορτογαλία	0.27	37	93	92.5
Σλοβενία	0.51	46	93	83.5
Σλοβακία	0.07	48	96	89
Φινλανδία	0.41	68	96	87
Σουηδία	0.49	74	93	83.5
Νορβηγία	0.5	78	90	76.5
Ην. Βασίλειο	0.77	40	67	91

Στις τιμές αυτές των κριτηρίων (g_i) θα βασιστούμε για να υπολογίσουμε τις αξίες των κριτηρίων $u_i(g_i)$ με τη χρήση των περιθωρίων συναρτήσεων αξίας στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 4:

Μια πολυκριτηριακή μεθοδολογία κατάταξης

Έχοντας συλλέξει τα δεδομένα για τις τιμές των κριτηρίων των χωρών, προχωράμε στη μεθοδολογία δημιουργίας της ζητούμενης κατάταξης.

4.1. Προσθετική συνάρτηση αξίας – Μέθοδος UTA II

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στόχος μας είναι η αποτελεσματική σύνθεση των κριτηρίων, προκειμένου να καταλήξουμε σε μια πλήρη και αντιπροσωπευτική κατάταξη των χωρών. Η σύνθεση πολλών κριτηρίων σε μια και μοναδική τελική βαθμολογία επιτυγχάνεται μέσω της συνάρτησης αξίας, και στην παρούσα μελέτη επιλέγουμε μοντέλο προσθετικής συνάρτησης αξίας. Η μέθοδος που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η UTA (Utilités Additives) και πιο συγκεκριμένα η UTA II (βλ. Σίσκος, 2008).

Η μέθοδος UTA

Η μέθοδος UTA, η οποία αρχικά προτάθηκε από τους Jacquet-Lagrèze και Siskos (1978, 1982) έχει ως στόχο την εκτίμηση (επαγωγή) μίας προσθετικής συνάρτησης αξίας με βάση μία προδιάταξη ενός συνόλου αναφοράς A_R . Η μέθοδος χρησιμοποιεί τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού προκειμένου να κατασκευαστεί μια συνάρτηση αξίας, η οποία οδηγεί σε μία κατάταξη όσο το δυνατό πιο συμβατή με την αρχική προδιάταξη.

Η προσθετική συνάρτηση αξίας ορίζεται από τη σχέση (1), υπό τους περιορισμούς (2),(3):

$$u(g) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i) \quad (4.1)$$

$$u_i(g_{i*}) = 0, u_i(g_i^*) = 1, 0 \leq u_i(g_i) \leq 1, \forall i \quad (4.2)$$

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (4.3)$$

Όπου $u_i(g_i)$, $i=1,2,\dots,n$ είναι οι μη φθίνουσες περιθώριες συναρτήσεις αξίας κάθε κριτηρίου, (marginal value functions), κανονικοποιημένες μεταξύ 0 και 1, g_{i*}, g_i^* το χειρότερο και το καλύτερο επίπεδο της κλίμακας του κριτηρίου g_i , και p_i , $i=1,2,\dots,n$ οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων, με άθροισμα τη μονάδα.

Στις περισσότερες παραλλαγές της μεθόδου UTA, η συνάρτηση αξίας κατασκευάζεται σε μία υπολογιστική φάση, μορφοποιώντας ένα κατάλληλο πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού που απαιτεί μόνο τις ολικές προτιμήσεις του αποφασίζοντος. Στη UTA II όμως που θα χρησιμοποιήσουμε εφαρμόζεται μια διαδικασία δύο φάσεων, σύμφωνα με την οποία:

1. **Στην πρώτη φάση:** Κατασκευάζονται οι περιθώριες συναρτήσεις αξίας των κριτηρίων μέσω μίας ανεξάρτητης μεθόδου.
2. **Στη δεύτερη φάση:** Ζητείται από τον αποφασίζοντα να δώσει μια κατάταξη ενός συνόλου αναφοράς A_R και στη συνέχεια με βάση τις συγκρίσεις μεταξύ των χωρών αναφοράς προσδιορίζεται ένα συμβατό «σετ» συντελεστών βαρύτητας.

Ωστόσο, πριν προχωρήσουμε στην επίλυση αυτών των δύο επιμέρους προβλημάτων πρέπει να εξασφαλιστεί η προτιμησιακή ανεξαρτησία (βλ. Keeney and Raiffa, 1976, Keeney, 1980) όλων των κριτηρίων μεταξύ τους, που είναι προαπαιτούμενο στην εφαρμογή της μεθόδου.

Ορισμός προτιμησησικής ανεξαρτησίας: Ένα ζεύγος κριτηρίων g_i, g_j είναι προτιμησησικά ανεξάρτητο του λοιπού συνόλου των κριτηρίων $F - \{g_i, g_j\}$ όταν οι μοναδιαίες παραχωρήσεις μεταξύ των κριτηρίων g_i, g_j δεν εξαρτώνται από τις τιμές που παίρνουν τα υπόλοιπα κριτήρια.

Η εξασφάλιση της προτιμησησικής ανεξαρτησίας θα εξασφαλιστεί μέσω ερωτήσεων στον εμπειρογνώμονα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων, στη δεύτερη φάση.

Περιγραφή εμπειρογνώμονα

Σε μεθοδολογία UTA II, και κατ' επέκταση και σε πολλά σημεία της παρούσας μελέτης θα αναφερθούμε στην έννοια του εμπειρογνώμονα, ή αποφασίζοντα. Πρόκειται για κάποιον ειδικό τον οποίο καλούμε να μας απαντά σε ερωτήσεις που θα μας βοηθήσουν να κατασκευάσουμε αφενός τις περιθώριες συναρτήσεις και αφετέρου την κατάταξη των εικονικών χωρών για να υπολογίσουμε τους συντελεστές βαρύτητας. Στον εμπειρογνώμονα θέτουμε σχετικά απλά ερωτήματα, προκειμένου εμείς να καταλήξουμε σε πιο σύνθετες σχέσεις προτίμησης που χρειάζονται στο μοντέλο.

Στην εφαρμογή μας χρησιμοποιείται ως εμπειρογνώμονας κάποιος εκπρόσωπος φορέα που ασχολείται με θέματα Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (π.χ. Παρατηρητήριο για την κοινωνία της πληροφορίας) ή κάποιος ακαδημαϊκός με παρόμοιο ερευνητικό αντικείμενο.

4.2. Κατασκευή περιθώριων συναρτήσεων(Φάση 1)

Οι περιθώριες συναρτήσεις αποτελούν τις σχέσεις μετασχηματισμού μεταξύ των τιμών των κριτηρίων και των πραγματικών αξιών που θεωρούμε ότι αυτές αντιπροσωπεύουν, και δεν είναι γραμμικές. Αν ήταν γραμμικές δεν θα είχαν νόημα, καθώς γνωρίζοντας το πρώτο και το τελευταίο σημείο, οι αξίες θα ισούταν με τις τιμές των κριτηρίων.

Θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο της άμεσης κατασκευής των περιθώριων συναρτήσεων. Δηλαδή μέσα από διάλογο με τον εμπειρογνώμονα θα βρούμε μερικά σημεία της συνάρτησης, και θα καταλήξουμε στον αναλυτικό της τύπο μέσω

προσέγγισης. Ως παράδειγμα χρησιμοποιούμε την περιθώρια συνάρτηση του κριτηρίου 1 της εφαρμογής μας. Συγκεκριμένα, θα βρούμε 6 σημεία που περιλαμβάνονται στην περιθώρια συνάρτηση και κατόπιν θα χρησιμοποιήσουμε πολυωνυμική προσέγγιση δευτέρου βαθμού για να βρούμε τον αναλυτικό της τύπο. Προφανώς, για τις περιθώριες συναρτήσεις όλων των κριτηρίων ισχύουν τα εξής (σχέση 2):

1. $u_i(g_{i*}) = 0,$
2. $u_i(g_i^*) = 1,$
3. $0 \leq u_i(g_i) \leq 1, \forall i$

Συνεπώς από τα 6 σημεία που αναζητούμε για κάθε περιθώρια συνάρτηση, ήδη γνωρίζουμε τα 2, το πρώτο και το τελευταίο και αναζητούμε άλλα 4. Εφόσον όλα τα κριτήρια είναι αριθμητικά, θα προσπαθήσουμε τα 6 σημεία να είναι κατανεμημένα ισομερώς στο διάστημα (0,1), οπότε θα αναζητήσουμε τις αξίες για τα σημεία στο 20%,40%, 60% και 80% του βέλτιστου (g_i^*). Για το κριτήριο g_1 για παράδειγμα, θα πραγματοποιηθεί ο εξής διάλογος:

- Αναλυτής: Αν θεωρήσουμε ότι το χειρίστο επίπεδο (0%) έχει αξία 0 και το βέλτιστο (100%) έχει αξία 1, πόση αξία θεωρείτε ότι έχει το επίπεδο 20%;

- Εμπειρογνώμων: Δεν θεωρώ ότι είναι γραμμική η σχέση, θα το προσδιόριζα στο 0,10.

- Αναλυτής: Το επίπεδο 40%;

- Εμπειρογνώμων: 22%

- Αναλυτής: Αντίστοιχα, κατά πόσο θεωρείτε ότι υπολείπεται σε αξία σε σχέση με το βέλτιστο μια τιμή στο κριτήριο της τάξης του 60%;

- Εμπειρογνώμων: Θα έλεγα ότι υπολείπεται κατά περίπου 55%, δηλαδή θα του έδινα αξία 0,45.

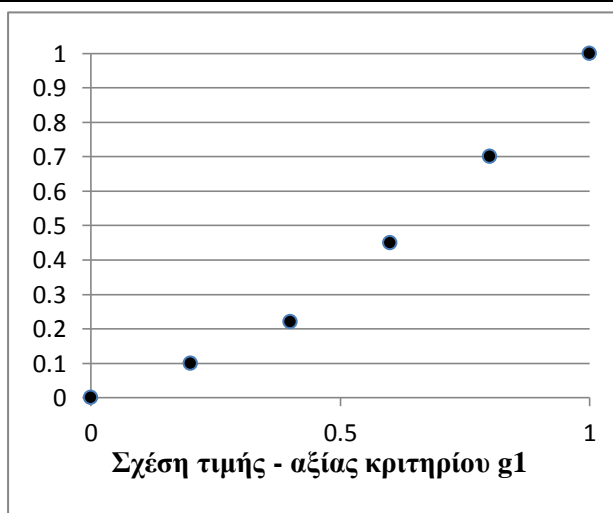
- Αναλυτής: Και πόση αξία θα δίνετε στην τιμή 80% του κριτηρίου;

- Εμπειρογνώμων: 70%

Με βάση αυτό το διάλογο καταλήγουμε στα ζητούμενα 6 σημεία, τα οποία φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:

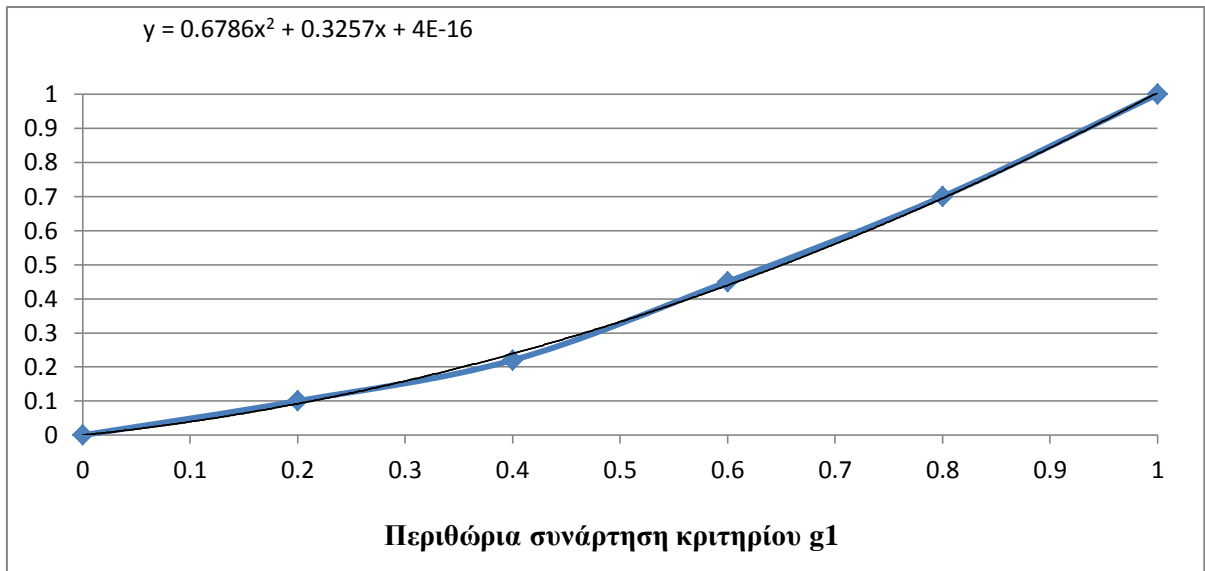
(Πίνακας 4.1: Απαντήσεις εμπειρογνώμονα για κατασκευή περιθώριας συνάρτησης κριτηρίου g_1)

Τιμή κριτηρίου g_1	Αξία για το κριτήριο g_1
0%	0
20%	0,1
40%	0,22
60%	0,45
80%	0,7
100%	1



(Σχήμα 4.1: Απεικόνιση απαντήσεων εμπειρογνώμονα)

Στη συνέχεια προσεγγίζουμε με δευτεροβάθμια πολυωνυμική συνάρτηση τα σημεία που έχουμε βρει, και καταλήγουμε στην αναλυτική μορφή της περιθώριας συνάρτησης του κριτηρίου.



(Σχήμα 4.2: Περιθώρια συνάρτηση κριτηρίου g_1)

Έτσι για το κριτήριο g_1 για παράδειγμα, έχουμε:

$$u(g_1) = 0,6786 g_1^2 + 0,3257 g_1$$

Όμοια κατασκευάζουμε τις περιθώριες συναρτήσεις και των υπολοίπων κριτηρίων.

4.3. Προσδιορισμός συντελεστών βαρύτητας(Φάση 2)

Αρχικά, θα κατασκευάσουμε το σύνολο αναφοράς A_R , και μέσα από διμερείς συγκρίσεις τα αποτελέσματα των οποίων μας δίνει ο αποφασίζων, θα καταλήξουμε σε μία κατάταξη για τις εικονικές χώρες του συνόλου. Κάθε διμερής σύγκριση (π.χ. μεταξύ a,b) παρίσταται αριθμητικά από την εξής σχέση 4.4:

$$\Delta(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(\mathbf{a})] - u_i[g_i(\mathbf{b})]\} - \sigma^+(\mathbf{a}) + \sigma^-(\mathbf{a}) - \sigma^+(\mathbf{b}) + \sigma^-(\mathbf{b})$$

(4.4)

Όπου $a, b \in A_R$ και $\sigma^+(a), \sigma^-(a)$, τα σφάλματα υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης αντίστοιχα για την εναλλακτική a . Δηλαδή θεωρούμε για την κατασκευή του γραμμικού προβλήματος που θα μας δώσει τους συντελεστές βαρύτητας ότι η σχέση μπορεί να περιέχει ένα σφάλμα εκτίμησης του εμπειρογνώμονα, το οποίο όμως θα προσπαθήσουμε να ελαχιστοποιήσουμε. Έτσι, σαν αντικειμενική συνάρτηση στο πρόβλημά μας θα θεωρήσουμε το άθροισμα των σφαλμάτων, δηλαδή:

$$[\min]F = \sum_{a \in A_R} \sigma^+(a) + \sigma^-(a) \quad (4.5)$$

Υπό τους περιορισμούς

$$\Delta(a,b) \geq \delta, \text{ αν } a \succ b \quad (4.6)$$

$$\Delta(a,b) = 0, \text{ αν } a \approx b \quad (4.7)$$

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (4.8)$$

$$p_i \geq 0, \sigma_a^+ \geq 0, \sigma_a^- \geq 0 \quad \forall a \in A_R, \forall i \quad (4.9)$$

Ο αποφασίζων θα μας απαντά μόνο σε κάθε περίπτωση ποια εναλλακτική θεωρεί ότι επικρατεί της άλλης, και αυτή τη προτίμηση εμείς την ποσοτικοποιούμε μέσω της (1), θεωρώντας ότι η διαφορά στην αξία μεταξύ των δύο εναλλακτικών ξεπερνά το κατώφλι δ . Το κατώφλι δ τυπικά είναι ένας μικρός αριθμός, γεγονός που αντικατοπτρίζει την εμπιστοσύνη μας στον εμπειρογνώμονα, ότι μπορεί δηλαδή να ξεχωρίσει ακόμα και εναλλακτικές με σχετικά μικρές διαφορές. Τυπικές τιμές για το κατώφλι δ είναι το 0,05% ή 0,1%.

Βεβαίως δίνεται στον αποφασίζοντα η επιλογή να μας απαντήσει πως η διαφορά μεταξύ των επιλογών είναι τόσο μικρή που δεν μπορεί να ξεχωρίσει μία από τις δύο και σε αυτή την περίπτωση από τη σύγκριση προκύπτει ένας περιορισμός τύπου (2).

Όπως γίνεται κατανοητό όσο περισσότερες εικονικές δράσεις χρησιμοποιήσουμε και ειδικότερα όσο περισσότερες συγκρίσεις μεταξύ τους πραγματοποιήσουμε, θα έχουμε και περισσότερους περιορισμούς στο γραμμικό μας πρόβλημα. Αυτό σημαίνει πως στενεύουμε τα πλαίσια για την επίλυσή του ή σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να καταστεί και αδύνατη η εύρεση συμβατού «σετ» συντελεστών βαρύτητας, οι οποίοι αποτελούν και τις βασικές μας μεταβλητές.

Γενικότερα, αν ορίσουμε n αριθμό εικονικών δράσεων, ο μέγιστος αριθμός των συγκρίσεων που μπορούν να προκύψουν είναι:

$$n_{(2)} = \frac{n!}{2(n-2)!} = \frac{n(n-1)}{2}, \quad \text{για } n \geq 2 \quad (4.10)$$

Για να δώσουμε ένα παράδειγμα, αν κατασκευάσουμε ένα σετ 10 εικονικών εναλλακτικών, ο μέγιστος αριθμός περιορισμών που μπορούν να προκύψουν από συγκρίσεις είναι 90, που αποτελεί έναν εξαιρετικά μεγάλο αριθμό, και θα μπορούσε να καταστήσει το πρόβλημα μας μη επιλύσιμο. Ωστόσο, γνωρίζουμε ότι η αντικειμενική συνάρτηση είναι αύξουσα, οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ισχύει η μεταβατική ιδιότητα στις σχέσεις υπεροχής. Για οποιοδήποτε εικονικές δράσεις λοιπόν ισχύει:

$$\text{Αν } a \succ b \text{ και } b \succ c \Rightarrow a \succ c, \quad \forall a, b, c \in A_R \quad (4.11)$$

Έτσι, μπορούμε να απαλείψουμε κάποιους από τους περιορισμούς όχι διότι παύουν να ισχύουν, αλλά επειδή υπερκαλύπτονται από άλλους ισχυρότερους. Στο παράδειγμα της σχέσης (3), όπου κανονικά θα προέκυπταν 3 περιορισμοί από τις διαδοχικές συγκρίσεις (a,b), (b,c), (a,c) μπορούμε αφού πραγματοποιήσουμε τις δύο πρώτες να αποφύγουμε την τρίτη και να καταλήξουμε σε δύο περιορισμούς. Με αυτό τον τρόπο καταλήγουμε να έχουμε ένα απλούστερο γραμμικό πρόβλημα, χωρίς ωστόσο να έχουμε επηρεάσει σε καμία περίπτωση τη δυνατότητα επίλυσής του ή τα αποτελέσματα που θα λάβουμε.

Η μεθοδολογία ολοκληρώνεται με την επίλυση του γραμμικού προβλήματος που κατασκευάσαμε. Συγκεκριμένα, η αντικειμενική μας συνάρτηση πρέπει να μηδενιστεί, καθώς σε αντίθετη περίπτωση αντιλαμβανόμαστε πως ο αποφασίζων έχει υπερεκτιμήσει ή υποτιμήσει κάποια από τις εικονικές δράσεις και το γραμμικό πρόβλημα είναι μη συμβατό. Σε αυτή την περίπτωση επανερχόμαστε στις ερωτήσεις και εξετάζουμε μαζί του την πιθανότητα να διαφοροποιήσει κάποια από τις επιλογές του. Όταν επιλύσουμε λοιπόν βέλτιστα το πρόβλημα, λαμβάνουμε ως αποτελέσματα τα βάρη των κριτηρίων, μέσω των οποίων καταλήγουμε σε μια βαθμολογία για κάθε πραγματική δράση, τις οποίες κατατάσσουμε.

Επιπλέον, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε μια μελέτη ευστάθειας της λύσης του γραμμικού προβλήματος. Συγκεκριμένα, λόγω των ανισωτικών σχέσεων στο πρόβλημα η λύση που προκύπτει δεν είναι μοναδική. Με αυτό το δεδομένο προχωράμε σε μια ανάλυση ακραίων καταστάσεων, δηλαδή εξεύρεσης της μέγιστης και ελάχιστης θέσης που μπορεί να λάβει μια εναλλακτική, δεδομένης της αβεβαιότητας στους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων. Το αντικείμενο της ευστάθειας εξετάζεται αναλυτικά στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης με

εφαρμογή στο μοντέλο κατάταξης χωρών με βάση την επίδοσή τους στον τομέα της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης.

Κεφάλαιο 5:

Εφαρμογή μεθοδολογίας για την κατάταξη Ευρωπαϊκών χωρών

Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγράψουμε αναλυτικά την εφαρμογή της παραπάνω μεθοδολογίας στο πρόβλημά μας, ακολουθώντας τα ένα-ένα τα βήματα που αναφέραμε.

5.1. Κατασκευή περιθώριων συναρτήσεων

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάσαμε ένα παράδειγμα κατασκευής περιθώριας συνάρτησης, το οποίο αφορούσε στην πραγματικότητα το κριτήριο g_1 της εφαρμογής μας. Με όμοιο τρόπο, δηλαδή με ερωτήσεις στον εμπειρογνώμονα και στη συνέχεια με προσέγγιση της συνάρτησης θα καταλήξουμε στις περιθώριες συναρτήσεις και των επόμενων κριτηρίων. Συγκεκριμένα, οι απαντήσεις που λαμβάνουμε από τον εμπειρογνώμονα για κάθε κριτήριο είναι οι εξής:

(Πίνακας 5.1: Απαντήσεις εμπειρογνώμονα για κατασκευή περιθώριων συναρτήσεων)

g1	Αξία	g2	Αξία	g3	Αξία	g4	Αξία
0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0,1	0,2	0,12	1	0,1	0,2	0,08
0,4	0,22	0,4	0,28	2	0,23	0,4	0,2
0,6	0,45	0,6	0,52	3	0,48	0,6	0,35
0,8	0,7	0,8	0,7	4	0,76	0,8	0,65
1	1	1	1	5	1	1	1

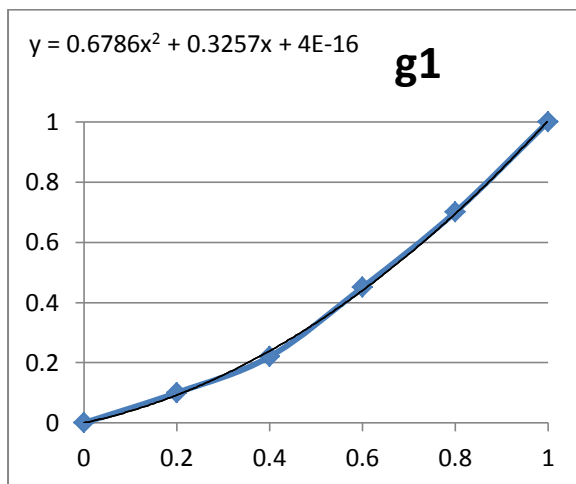
(Πίνακας 5.2: Απαντήσεις εμπειρογνώμονα για κατασκευή περιθώριων συναρτήσεων)

g5	Αξία	g6	Αξία	g7	Αξία	g8	Αξία
0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0,17	0,2	0,21	0,2	0,12	0,2	0,11
0,4	0,35	0,4	0,43	0,4	0,28	0,4	0,26
0,6	0,61	0,6	0,67	0,6	0,51	0,6	0,43
0,8	0,8	0,8	0,86	0,8	0,76	0,8	0,64
1	1	1	1	1	1	1	1

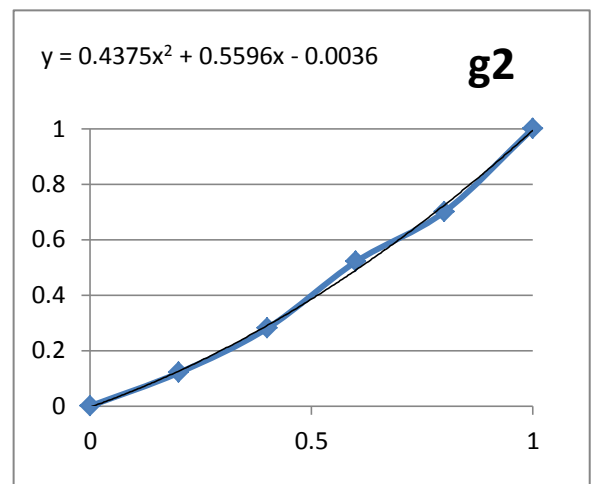
Κατόπιν βρίσκουμε τον αναλυτικό τύπο κάθε περιθώριας συνάρτησης χρησιμοποιώντας πολυωνυμική προσέγγιση δευτέρου βαθμού. Η προσέγγιση που θα χρησιμοποιηθεί δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την επίλυση του προβλήματός μας και είναι καθαρά θέμα επιλογής του αναλυτή.

Έτσι, καταλήγουμε στις περιθώριες συναρτήσεις για κάθε κριτήριο, όπως φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα:

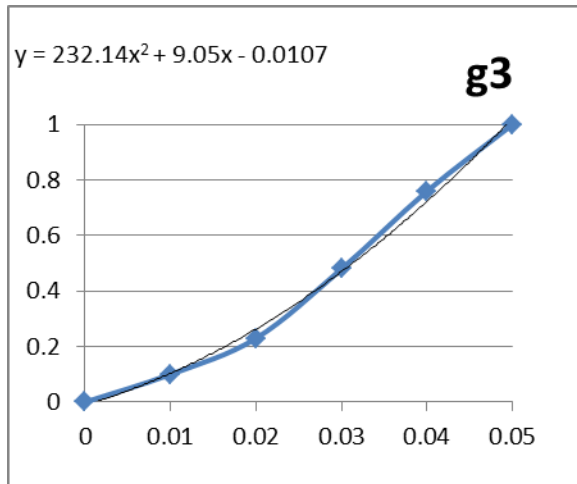
(Σχήμα 5.1: Περιθώρια συνάρτηση g_1)



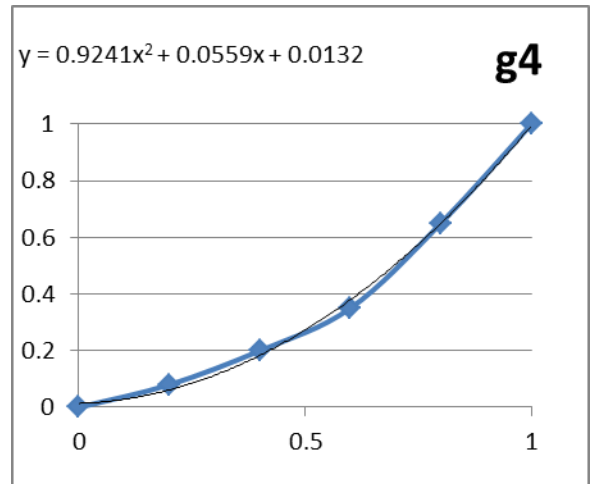
(Σχήμα 5.2: Περιθώρια συνάρτηση g_2)



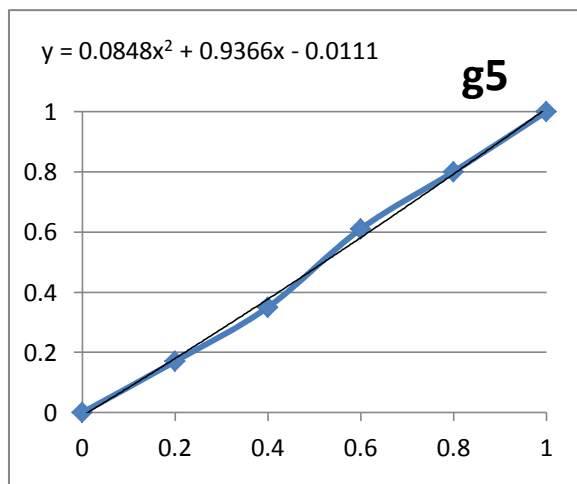
(Σχήμα 5.3: Περιθώρια συνάρτηση g_3)



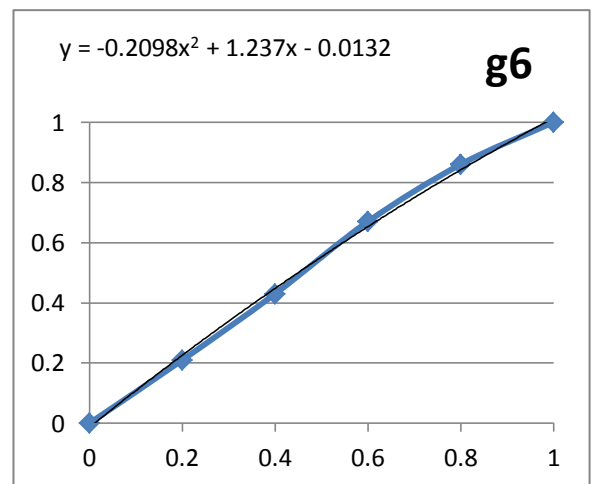
(Σχήμα 5.4: Περιθώρια συνάρτηση g_4)



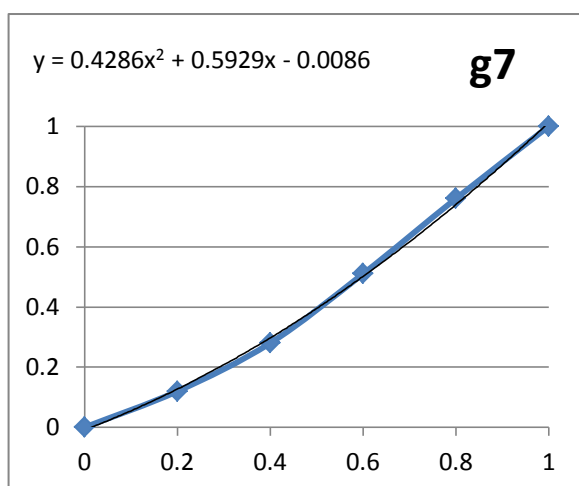
(Σχήμα 5.5: Περιθώρια συνάρτηση g_5)



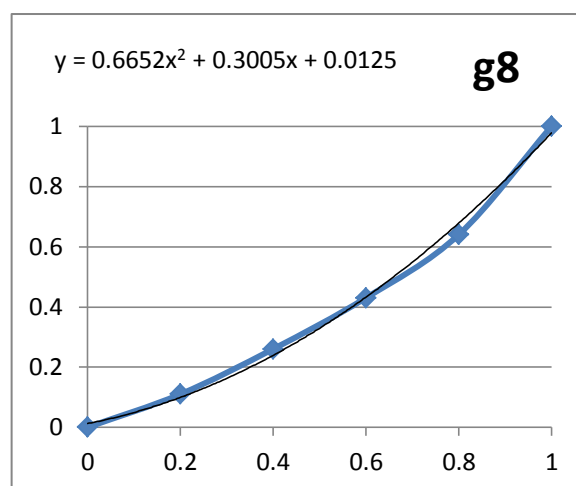
(Σχήμα 5.6: Περιθώρια συνάρτηση g_6)



(Σχήμα 5.7: Περιθώρια συνάρτηση g_7)



(Σχήμα 5.8: Περιθώρια συνάρτηση g_8)



Με βάση τις αναλυτικές σχέσεις που υπολογίσαμε μέσω της προσέγγισης, έχουμε πλέον τις αξίες $u_i(g_i)$ των κριτηρίων για κάθε μια από τις υπό εξέταση χώρες. Οι αξίες αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

(Πίνακας 5.3: Αξίες κριτηρίων)

Χώρα	g1	g2	g3	g4
Βέλγιο	0.789	0.724	0.541	0.847
Τσεχία	0.716	0.662	0.541	0.728
Δανία	0.906	0.821	0.668	0.900
Γερμανία	0.843	0.762	0.655	0.974
Εσθονία	0.745	0.699	0.723	0.937
Ιρλανδία	0.775	0.693	0.590	0.993
Ελλάδα	0.580	0.495	0.340	0.505
Ισπανία	0.702	0.712	0.481	0.955
Γαλλία	0.782	0.737	0.642	0.882
Ιταλία	0.667	0.579	0.392	0.974
Ουγγαρία	0.653	0.632	0.565	0.649
Ολλανδία	0.954	0.814	0.578	0.937
Αυστρία	0.789	0.687	0.541	0.993
Πολωνία	0.702	0.568	0.403	0.761
Πορτογαλία	0.646	0.602	0.668	0.993
Σλοβενία	0.767	0.718	0.553	0.974
Σλοβακία	0.752	0.551	0.481	0.665
Φινλανδία	0.874	0.834	0.808	0.919

Σουηδία	0.898	0.854	0.737	0.974
Νορβηγία	0.914	0.769	0.361	0.847
Ην. Βασίλειο	0.843	0.821	0.808	0.937

(Πίνακας 5.4: Αξίες κριτηρίων)

Χώρα	g5	g6	g7	g8
Βέλγιο	0.571	0.522	0.845	0.665
Τσεχία	0.112	0.469	0.832	0.427
Δανία	0.623	0.851	0.886	0.619
Γερμανία	0.592	0.553	0.727	0.837
Εσθονία	0.676	0.583	0.886	0.777
Ιρλανδία	0.417	0.490	0.872	0.530
Ελλάδα	0.238	0.305	0.886	0.837
Ισπανία	0.825	0.437	0.740	0.867
Γαλλία	0.581	0.624	0.900	0.891
Ιταλία	0.189	0.249	0.690	0.339
Ουγγαρία	0.287	0.427	0.779	0.679
Ολλανδία	0.581	0.673	0.913	0.875
Αυστρία	0.478	0.563	0.913	0.549
Πολωνία	0.219	0.317	0.900	0.792
Πορτογαλία	0.248	0.416	0.913	0.860
Σλοβενία	0.489	0.511	0.913	0.727
Σλοβακία	0.055	0.532	0.956	0.807
Φινλανδία	0.387	0.731	0.956	0.777
Σουηδία	0.468	0.787	0.913	0.727
Νορβηγία	0.478	0.824	0.872	0.632
Ην. Βασίλειο	0.760	0.448	0.581	0.837

Προσδιορισμός βαρών κριτηρίων

Ο προσδιορισμός των βαρών των κριτηρίων αποτελεί την πιο περίπλοκη και πιο ουσιαστική επιμέρους διαδικασία της μεθοδολογίας μας. Όπως αναφέραμε και νωρίτερα θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος UTA 2.

Η διαδικασία υπολογισμού των βαρών των κριτηρίων μπορεί να αναλυθεί στις εξής επιμέρους διαδικασίες που για την εφαρμογή μας αναλύονται διεξοδικά παρακάτω:

- 1) Κατασκευή συνόλου εικονικών χωρών (δράσεων αναφοράς) A_R .

- 2) Διάλογος με τον εμπειρογνώμονα με σκοπό το σχηματισμό κατάταξης των εικονικών χωρών.
- 3) Με βάση την παραπάνω κατάταξη, καταγραφή διμερών συγκρίσεων ανάμεσα σε διαδοχικές χώρες.
- 4) Δημιουργία ανισοτικών σχέσεων για κάθε διμερή σύγκριση. (Η εξισώσεις αν προκύπτει ισοδυναμία)
- 5) Κατασκευή προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού με λαμβάνοντας ως περιορισμούς τις παραπάνω ανισώσεις και εξισώσεις.
- 6) Επίλυση προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, και καταγραφή των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων.

5.2.1. Κατασκευή συνόλου εικονικών χωρών (δράσεων αναφοράς) A_R

Η επιλογή ενός κατάλληλου σετ εικονικών χωρών αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη σωστή επίλυση του προβλήματος. Εφόσον θα απευθυνθούμε στον εμπειρογνώμονα για να μας συγκρίνει τις χώρες αυτού του συνόλου, πρέπει να έχουμε φροντίσει οι συγκρίσεις αυτές να μην παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ή πολύ μικρή πολυπλοκότητα. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, αν προσπαθήσει κανείς να συγκρίνει δύο εικονικές χώρες που διαφοροποιούνται σε όλα ή σε πολλά από τα κριτήρια η διαδικασία θα γινόταν χασοτική και ο εμπειρογνώμονας θα δυσκολευόταν πολύ να αποφασίσει. Από την άλλη μεριά, δε θα είχε νόημα και μια σύγκριση μεταξύ χωρών που διαφέρουν σε ένα μόνο κριτήριο, γιατί γνωρίζοντας ότι η προσθετική συνάρτηση αξίας είναι αύξουσα, θα ήταν προφανές ότι θα επικρατούσε η χώρα με μεγαλύτερη βαθμολογία στο συγκεκριμένο κριτήριο.

Για αυτό το λόγο κατασκευάζουμε με τέτοιο τρόπο το σετ των εικονικών μας χωρών ώστε σε κάθε σύγκριση να διαφοροποιούνται 2 ή το πολύ 3 από τα 8 κριτήρια μεταξύ των χωρών. Με αυτό τον τρόπο, σε κάθε ανισότητα ή οποία θα αποτελέσει ύστερα και περιορισμό στο γραμμικό μας πρόβλημα εμπλέκονται 2 ή 3 βάρη κριτηρίων. Αξίζει εδώ να σημειωθεί πως καθαρά για λόγους ευκολίας η ονομασίες των χωρών δόθηκαν με βάση την κατάταξη που δίνει ο αποφασίζων στο επόμενο βήμα.

Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη, θα χρησιμοποιήσουμε ένα σύνολο εικονικών χωρών A_R που θα αποτελείται από 13 χώρες με τις εξής τιμές στα 8 κριτήρια :

(Πίνακας 5.5: Τιμές κριτηρίων εικονικών χωρών)

Χώρα	g1	g2	g3	g4
A	0.9	0.85	0.04	0.92
B	0.95	0.85	0.04	0.92
C	0.95	0.87	0.033	0.93
D	0.95	0.82	0.033	0.85
E	0.95	0.82	0.026	0.85
F	0.95	0.82	0.026	0.85
G	0.86	0.77	0.035	0.85
H	0.86	0.71	0.035	0.85
I	0.86	0.71	0.035	0.88
J	0.79	0.71	0.035	0.88
K	0.79	0.71	0.035	0.89
L	0.79	0.72	0.035	0.89
M	0.67	0.72	0.037	0.89

(Πίνακας 5.6: Τιμές κριτηρίων εικονικών χωρών)

Χώρα	g5	g6	g7	g8
A	0.7	0.75	0.9	0.77
B	0.57	0.75	0.9	0.77
C	0.57	0.75	0.9	0.77
D	0.74	0.75	0.9	0.77
E	0.74	0.75	0.9	0.9
F	0.52	0.75	0.92	0.9
G	0.52	0.75	0.92	0.9
H	0.52	0.83	0.92	0.92
I	0.52	0.83	0.92	0.79
J	0.52	0.89	0.92	0.79
K	0.52	0.89	0.86	0.79
L	0.52	0.89	0.76	0.79
M	0.52	0.93	0.76	0.79

Με χρήση των αναλυτικών σχέσεων για τις περιθώριες συναρτήσεις που προέκυψαν παραπάνω, καταλήγουμε στον εξής πίνακα με τις αξίες των κριτηρίων κάθε εικονικής χώρας:

(Πίνακας 5.7: Αξίες κριτηρίων εικονικών χωρών)

Χώρα	g1	g2	g3	g4
A	0.8428	0.7882	0.7227	0.8468
B	0.9219	0.7882	0.7227	0.8468
C	0.9219	0.8144	0.5408	0.8644
D	0.9219	0.7494	0.5408	0.7284
E	0.9219	0.7494	0.3815	0.7284
F	0.9219	0.7494	0.3815	0.7284
G	0.7820	0.6867	0.5904	0.7284
H	0.7820	0.6143	0.5904	0.7284
I	0.7820	0.6143	0.5904	0.7780
J	0.6808	0.6143	0.5904	0.7780
K	0.6808	0.6143	0.5904	0.7949
L	0.6808	0.6261	0.5904	0.7949
M	0.5228	0.6261	0.6419	0.7949

(Πίνακας 5.8: Αξίες κριτηρίων εικονικών χωρών)

Χώρα	g5	g6	g7	g8
A	0.6861	0.7965	0.8722	0.6383
B	0.5503	0.7965	0.8722	0.6383
C	0.5503	0.7965	0.8722	0.6383
D	0.7284	0.7965	0.8722	0.6383
E	0.7284	0.7965	0.8722	0.8218
F	0.4989	0.7965	0.8996	0.8218
G	0.4989	0.7965	0.8996	0.8218
H	0.4989	0.8690	0.8996	0.8520
I	0.4989	0.8690	0.8996	0.6650
J	0.4989	0.9215	0.8996	0.6650
K	0.4989	0.9215	0.8183	0.6650
L	0.4989	0.9215	0.6896	0.6650
M	0.4989	0.9558	0.6896	0.6650

5.2.2. Διάλογος με τον εμπειρογνώμονα

Μέσα από ερωτήσεις με τον αποφασίζοντα θα καταλήξουμε στην κατάταξη μεταξύ των εικονικών χωρών. Ένα μέρος του διαλόγου δίνεται ως παράδειγμα:

-Αναλυτής: Μεταξύ των χωρών A και B με τις εξής τιμές στα 8 κριτήρια ποιά θεωρείτε ότι επικρατεί;

(Πίνακας 5.9: Σύγκριση εικονικών χωρών A,B)

	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8
A	0.9	0.85	0.04	0.92	0.7	0.75	0,9	0.77
B	0.95	0.85	0.04	0.92	0.57	0.75	0.9	0.77

-Εμπειρογνώμονας: Η διαφορά τους έγκειται μόνο στα κριτήρια g1 και g5, όπου στο g1 η B υπερέχει κατά 0,05 και στο g5 η A υπερέχει κατά 0,13 σωστά;

-Αναλυτής: Ακριβώς.

-Εμπειρογνώμονας: Σε αυτή την περίπτωση θεωρώ τις 2 χώρες ισοδύναμες, ότι δηλαδή οι διαφορές αυτές αντισταθμίζονται ακριβώς.

-Αναλυτής: Μεταξύ των χωρών B και C τώρα, με τις εξής τιμές στα 8 κριτήρια ποιά θεωρείτε ότι επικρατεί;

(Πίνακας 5.10: Σύγκριση εικονικών χωρών B,C)

	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8
B	0.95	0.85	0.04	0.92	0.57	0.75	0.9	0.77
C	0.95	0.87	0.033	0.93	0.57	0.75	0.9	0.77

-Εμπειρογνώμονας: Σε αυτή την περίπτωση οι χώρες διαφοροποιούνται μόνο στα κριτήρια g2, g3 και g4. Στο g2 και στο g4 η C υπερέχει κατά 0,02 και 0,01 αντίστοιχα, ενώ η B υπερέχει στο g3 κατά 0,07. Εδώ θα θεωρήσω ότι η χώρα B επικρατεί, καθώς παρόλο που η C βαθμολογείται ψηλότερα σε 2 από τα 3 κριτήρια, η διαφορά στο κριτήριο g3 υπερκαλύπτει τη διαφορά.

Με όμοιο τρόπο ο αποφασίζων μας δίνει τη γνώμη του και για τις υπόλοιπες συγκρίσεις, και τελικά καταλήγουμε στην εξής κατάταξη:

(Πίνακας 5.11: Κατάταξη εικονικών χωρών)

Σειρά κατάταξης	Εικονική Χώρα
1 ^η	A,B
3 ^η	C
4 ^η	D,E
6 ^η	F
7 ^η	G,H
9 ^η	I
10 ^η	J,K
12 ^η	L
13 ^η	M

Τέλος, θα ζητήσουμε από τον εμπειρογνώμονα να μας επιβεβαιώσει ότι εξασφαλίζεται η προτιμησιακή ανεξαρτησία μεταξύ των κριτηρίων. Η επιλογή των κριτηρίων έχει γίνει έτσι ώστε να ικανοποιείται η συνθήκη, αλλά και ο εμπειρογνώμονας μας επιβεβαιώνει πως πράγματι κάθε ζεύγος κριτηρίων από το σετ των 8 που χρησιμοποιούμε είναι προτιμησιακά ανεξάρτητο, αφού οι μοναδιαίες παραχωρήσεις μεταξύ των δύο του ζεύγους είναι ανεξάρτητες των τιμών των υπόλοιπων έξι.

5.2.3. Καταγραφή διμερών συγκρίσεων ανάμεσα σε διαδοχικές χώρες.

Οι συγκρίσεις που προκύπτουν από το διάλογο είναι:

(Πίνακας 5.12: Συγκρίσεις εικονικών χωρών)

A/A Διμερούς σχέσης			
1	A	≈	B
2	B	γ	C
3	C	γ	D
4	D	≈	E
5	E	γ	F
6	F	γ	G
7	G	≈	H

8	H	γ	I
9	I	γ	J
10	J	≈	K
11	K	γ	L
12	L	γ	M

5.2.4. Δημιουργία μαθηματικών σχέσεων για κάθε διμερή σύγκριση

Κάθε μία από τις διμερείς σχέσεις σύγκρισης μεταξύ των χωρών θα μας οδηγήσει σε μια ανισότητα ή ισότητα. Οι μαθηματικές αυτές σχέσεις, όπως περιγράψαμε και στην εξήγηση του γενικού μοντέλου της UTA 2 προέρχονται από τη γενική εξίσωση που μας δίνει τη διαφορά στη βαθμολογία ανάμεσα σε δύο εναλλακτικές δράσεις:

$$\Delta(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} - \sigma^+(a) + \sigma^-(a) - \sigma^+(b) + \sigma^-(b) \quad (5.1)$$

Και τις ανισότητες

$$\Delta(a, b) \geq \delta \quad , \quad \text{αν} \quad a \succ b \quad (5.2)$$

$$\Delta(a, b) = 0 \quad , \quad \text{αν} \quad a \approx b \quad (5.3)$$

Στην εφαρμογή μας εκλέγουμε :

$$\delta = 0,001 = 0,1\% \quad (5.4)$$

Η επιλογή του δ αντιπροσωπεύει την εμπιστοσύνη μας στον αποφασίζοντα, δηλαδή στην ικανότητα του να ξεχωρίσει ποια χώρα υπερισχύει ανάμεσα σε δύο με πολύ μικρές διαφορές. Οπότε θεωρούμε ότι ο εμπειρογνώμονας θεωρεί ισοδύναμες δύο χώρες όταν αυτές διαφέρουν στη συνολική βαθμολογία κατά ποσοστό λιγότερο του 0,1%.

Η επιλογή επίσης του κατωφλιού δ επηρεάζει σημαντικά την επίλυση του γραμμικού προβλήματος. Όσο μεγαλύτερο είναι το δ , τόσο στενεύουν τα περιθώρια επίλυσης

του, και ταυτόχρονα η λύση του καθίσταται πιο ευσταθής. Το ζήτημα αυτό θα αναλυθεί περισσότερο στο επόμενο κεφάλαιο που εξετάζεται εντατικότερα η ευστάθεια του μοντέλου.

Από τις σχέσεις (1), (2), (3) λοιπόν, προκύπτει μια ανίσωση ή εξίσωση για κάθε σχέση από τις 1,2...12 που αναφέρθηκαν παραπάνω. Συγκεκριμένα, θα καταλήξουμε σε 4 εξισώσεις και 8 ανισώσεις, ως εξής:

(Πίνακας 5.13: Διμερείς σχέσεις σύγκρισης εικονικών χωρών)

A/A Διμερούς σχέσης			
1	$\Delta(A, B) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(A)] - u_i[g_i(B)]\} - \sigma^+(A) + \sigma^-(A) - \sigma^+(B) + \sigma^-(B)$	=	0
2	$\Delta(B, C) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(B)] - u_i[g_i(C)]\} - \sigma^+(B) + \sigma^-(B) - \sigma^+(C) + \sigma^-(C)$	≥	0,001
3	$\Delta(C, D) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(C)] - u_i[g_i(D)]\} - \sigma^+(C) + \sigma^-(C) - \sigma^+(D) + \sigma^-(D)$	≥	0,001
4	$\Delta(D, E) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(D)] - u_i[g_i(E)]\} - \sigma^+(D) + \sigma^-(D) - \sigma^+(E) + \sigma^-(E)$	=	0
5	$\Delta(E, F) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(E)] - u_i[g_i(F)]\} - \sigma^+(E) + \sigma^-(E) - \sigma^+(F) + \sigma^-(F)$	≥	0,001
6	$\Delta(F, G) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(F)] - u_i[g_i(G)]\} - \sigma^+(F) + \sigma^-(F) - \sigma^+(G) + \sigma^-(G)$	≥	0,001
7	$\Delta(G, H) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(G)] - u_i[g_i(H)]\} - \sigma^+(G) + \sigma^-(G) - \sigma^+(H) + \sigma^-(H)$	=	0
8	$\Delta(H, I) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(H)] - u_i[g_i(I)]\} - \sigma^+(H) + \sigma^-(H) - \sigma^+(I) + \sigma^-(I)$	≥	0,001
9	$\Delta(I, J) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(I)] - u_i[g_i(J)]\} - \sigma^+(I) + \sigma^-(I) - \sigma^+(J) + \sigma^-(J)$	≥	0,001
10	$\Delta(J, K) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(J)] - u_i[g_i(K)]\} - \sigma^+(J) + \sigma^-(J) - \sigma^+(K) + \sigma^-(K)$	=	0
11	$\Delta(K, L) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(K)] - u_i[g_i(L)]\} - \sigma^+(K) + \sigma^-(K) - \sigma^+(L) + \sigma^-(L)$	≥	0,001
12	$\Delta(L, M) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(L)] - u_i[g_i(M)]\} - \sigma^+(L) + \sigma^-(L) - \sigma^+(M) + \sigma^-(M)$	≥	0,001

Σαν αριθμητικό παράδειγμα δίνουμε τις δύο πρώτες σχέσεις:

$$1) p_1 \cdot (-0,079) + p_2 \cdot (0,1358) - \sigma^+(A) + \sigma^-(A) + \sigma^+(B) - \sigma^-(B) = 0 \quad (5.5)$$

$$2) p_2 \cdot (-0,0262) + p_3 \cdot (0,1819) + p_4 \cdot (-0,0176) - \sigma^+(B) + \sigma^-(B) + \sigma^+(C) - \sigma^-(C) \geq 0,001$$

(5.6)

5.2.5. Κατασκευή προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού

Επόμενο βήμα είναι η ολοκλήρωση της κατασκευής του γραμμικού μας προβλήματος. Ως αντικειμενική συνάρτηση έχουμε το άθροισμα όλων των σφαλμάτων υπερτίμησης και υποτίμησης του αποφασίζοντα, την οποία επιθυμούμε να ελαχιστοποιήσουμε. Για την ακρίβεια, πρέπει να μηδενιστούν όλα τα σφάλματα, καθώς σε αντίθετη περίπτωση δεν είναι συμβατή η κατάταξη που μας έδωσε ο εμπειρογνώμονας.

Έτσι, στην εφαρμογή μας έχουμε αντικειμενική συνάρτηση:

$$[\min] F = \sum_{a \in A_R} \sigma^+(a) + \sigma^-(a) \quad (5.7)$$

$$\text{όπου } A_R = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M\}$$

Με περιορισμούς

(Πίνακας 5.14: Περιορισμοί γραμμικού προβλήματος)

A/A Περιορισμού			
1	$\Delta(A, B) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(A)] - u_i[g_i(B)]\} - \sigma^+(A) + \sigma^-(A) - \sigma^+(B) + \sigma^-(B)$	=	0
2	$\Delta(B, C) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(B)] - u_i[g_i(C)]\} - \sigma^+(B) + \sigma^-(B) - \sigma^+(C) + \sigma^-(C)$	≥	0,001
3	$\Delta(C, D) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(C)] - u_i[g_i(D)]\} - \sigma^+(C) + \sigma^-(C) - \sigma^+(D) + \sigma^-(D)$	≥	0,001
4	$\Delta(D, E) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(D)] - u_i[g_i(E)]\} - \sigma^+(D) + \sigma^-(D) - \sigma^+(E) + \sigma^-(E)$	=	0
5	$\Delta(E, F) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(E)] - u_i[g_i(F)]\} - \sigma^+(E) + \sigma^-(E) - \sigma^+(F) + \sigma^-(F)$	≥	0,001

6	$\Delta(F, G) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(F)] - u_i[g_i(G)]\} - \sigma^+(F) + \sigma^-(F) - \sigma^+(G) + \sigma^-(G)$	\geq	0,001
7	$\Delta(G, H) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(G)] - u_i[g_i(H)]\} - \sigma^+(G) + \sigma^-(G) - \sigma^+(H) + \sigma^-(H)$	$=$	0
8	$\Delta(H, I) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(H)] - u_i[g_i(I)]\} - \sigma^+(H) + \sigma^-(H) - \sigma^+(I) + \sigma^-(I)$	\geq	0,001
9	$\Delta(I, J) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(I)] - u_i[g_i(J)]\} - \sigma^+(I) + \sigma^-(I) - \sigma^+(J) + \sigma^-(J)$	\geq	0,001
10	$\Delta(J, K) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(J)] - u_i[g_i(K)]\} - \sigma^+(J) + \sigma^-(J) - \sigma^+(K) + \sigma^-(K)$	$=$	0
11	$\Delta(K, L) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(K)] - u_i[g_i(L)]\} - \sigma^+(K) + \sigma^-(K) - \sigma^+(L) + \sigma^-(L)$	\geq	0,001
12	$\Delta(L, M) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(L)] - u_i[g_i(M)]\} - \sigma^+(L) + \sigma^-(L) - \sigma^+(M) + \sigma^-(M)$	\geq	0,001
13	$\sum_{i=1}^n p_i$	$=$	1

Επίσης έχουμε τους περιορισμούς

$$p_i \geq 0, \quad \sigma_a^+ \geq 0, \quad \sigma_a^- \geq 0 \quad \forall a \in A_R, \quad \forall i \quad (5.8)$$

Δηλαδή καταλήξαμε σε ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού με 34 αγνώστους που έχει ως περιορισμούς 4 εξισώσεις και 43 ανισώσεις.

5.2.6. Επίλυση γραμμικού προβλήματος

Η διαδικασία προσδιορισμού των συντελεστών βαρύτητας ολοκληρώνεται επιλύοντας το πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού που κατασκευάσαμε παραπάνω.

Η επίλυση γίνεται με κάποιο πακέτο λογισμικού που προσφέρει τέτοιες δυνατότητες. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήσαμε το πρόσθετο εργαλείο solver του πακέτου Microsoft Excel, διότι το πρόβλημά μας είναι σχετικά απλό. Επίσης θέλουμε απλώς να καταλήξουμε στη λύση και συγκεκριμένα στην εύρεση των βαρών, χωρίς να αποσκοπούμε σε κάποια πιο περίπλοκη ανάλυση όπως για παράδειγμα ανάλυση

ευαισθησίας. Η ανάλυση ευστάθειας που μας ενδιαφέρει παρακάτω αντιμετωπίζεται με τη χρήση πιο εξειδικευμένων εργαλείων.

Έτσι, επιλύουμε το πρόβλημά μας, και καταλήγουμε στην εξής λύση:

$$\sigma^+(a) = \sigma^-(a) = 0, \quad \forall a \in A$$

(Πίνακας 5.15: Συντελεστές βαρύτητας κριτηρίων)

Κριτήριο	Συντελεστής βαρύτητας
p1	0.1276
p2	0.1607
p3	0.1097
p4	0.2579
p5	0.0743
p6	0.1209
p7	0.0536
p8	0.0952

5.2. Κατασκευή κατάταξης πραγματικών χωρών

Με βάση τα στοιχεία που συλλέξαμε, και συγκεκριμένα τις αξίες κάθε χώρας για τα 8 κριτήρια που προσδιορίσαμε στο κεφάλαιο 5.1, καθώς και τα βάρη που υπολογίσαμε στο 5.2 θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση της προσθετικής

συνάρτησης αξίας για να κατατάξουμε τις χώρες ανάλογα με τις επιδόσεις τους στην παροχή υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης.

Η γενική μορφή της συνάρτησης αξίας κάθε χώρας είναι:

$$u(g) = \sum_{i=1}^8 p_i u_i(g_i) \quad (5.9)$$

Η συνολική αξία κάθε χώρας είναι:

(Πίνακας 5.16: Αξίες πραγματικών χωρών)

Χώρα	Συνολική αξία $u(g)$
Βέλγιο	0.685995
Τσεχία	0.58167
Δανία	0.820659
Γερμανία	0.744026
Εσθονία	0.729062
Ιρλανδία	0.679393
Ελλάδα	0.466865
Ισπανία	0.69272
Γαλλία	0.737662
Ιταλία	0.533258
Ουγγαρία	0.56816
Ολλανδία	0.796095
Αυστρία	0.700568
Πολωνία	0.547455
Πορτογαλία	0.63279
Σλοβενία	0.700877
Σλοβακία	0.577799
Φινλανδία	0.796175
Σουηδία	0.82468
Νορβηγία	0.76459
Ην. Βασίλειο	0.744729

Έτσι, καταλήγουμε στη ζητούμενη κατάταξη:

(Πίνακας 5.17: Κατάταξη πραγματικών χωρών)

Σειρά κατάταξης	Χώρα	Συνολική αξία $u(g)$
1	Σουηδία	0.8247
2	Δανία	0.8207
3	Φινλανδία	0.7962
4	Ολλανδία	0.7961
5	Νορβηγία	0.7646
6	Ην. Βασίλειο	0.7447
7	Γερμανία	0.7440
8	Γαλλία	0.7377
9	Εσθονία	0.7291
10	Σλοβενία	0.7009
11	Αυστρία	0.7006
12	Ισπανία	0.6927
13	Βέλγιο	0.6860
14	Ιρλανδία	0.6794
15	Πορτογαλία	0.6328
16	Τσεχία	0.5817
17	Σλοβακία	0.5778
18	Ουγγαρία	0.5682
19	Πολωνία	0.5475
20	Ιταλία	0.5333
21	Ελλάδα	0.4669

Παρατήρηση:

Η λύση του γραμμικού προβλήματος στην οποία καταλήξαμε εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον αλγόριθμο επίλυσης που χρησιμοποιεί το λογισμικό που επιλύει το πρόβλημα. Θεωρώντας ότι είναι συμβατή η κατάταξη που μας έχει δώσει ο εμπειρογνώμονας, μπορούμε να υποθέσουμε ότι όλα τα σφάλματα υποτίμησης και υπερεκτίμησης θα είναι μηδενικά. Άρα οι ελεύθερες μεταβλητές του προβλήματος μας είναι οι 8 συντελεστές βαρύτητας. Αν δεν είχαμε τους περιορισμούς, λύση του γραμμικού προβλήματος θα αποτελούσε όλος ο χώρος των 8 διαστάσεων. Οι περιορισμοί ωστόσο περιορίζουν τις μεταβλητές μας εντός ενός κυρτού πολυέδρου,

κάθε σημείο του οποίου με συντεταγμένες $X(P_1, P_2, \dots, P_8)$ αποτελεί ένα σετ βαρών-λύση του γραμμικού προβλήματος. Επειδή οι 8 συντελεστές βαρύτητας δε συμμετέχουν στην αντικειμενική συνάρτηση, όλα τα σημεία αυτά αποτελούν εξίσου καλές λύσεις για το πρόβλημα μας. Έτσι, ανάλογα με τον αλγόριθμο επίλυσης επιλέγεται διαφορετική λύση, δηλαδή διαφορετικός συνδυασμός συντελεστών βαρύτητας. Ωστόσο, τα βάρη παίζουν σημαντικότερο ρόλο στον καθορισμό της συνολικής αξίας κάθε χώρας και κατ' επέκταση στην κατάταξη στην οποία θα καταλήξουμε. Αυτή την αβεβαιότητα θα επιχειρήσουμε να εξετάσουμε και να αντιμετωπίσουμε στο επόμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, εισάγοντας την έννοια της ευστάθειας του μοντέλου.

Κεφάλαιο 6:

Ευστάθεια πολυκριτηριακού μοντέλου

6.1. Τυχαιότητα στην επίλυση του γραμμικού προβλήματος

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, λύση ενός γραμμικού προβλήματος αποτελεί ένα μέρος του χώρου n διαστάσεων, όπου n είναι το πλήθος των μεταβλητών. Το συγκεκριμένο σημείο του χώρου που θα επιλεγεί εξαρτάται από τον τρόπο επίλυσης, και επειδή χρησιμοποιούμε λογισμικό επίλυσης, από τον αλγόριθμο στον οποίο αυτό βασίζεται. Αυτό συμβαίνει όταν στην αντικειμενική συνάρτηση δεν υπεισέρχονται όλες οι μεταβλητές, και δεν μπορούμε να επιλέξουμε ένα σημείο έναντι ενός άλλου εντός του πολυέδρου των λύσεων.

Αυτό ισχύει και στην εφαρμογή μας, όπου έχουμε 34 μεταβλητές, αλλά λόγω της απαίτησης μηδενισμού της αντικειμενικής καταλήγουμε να έχουμε μόνο 8, τους συντελεστές βαρύτητας. Οι συντελεστές όμως δεν συμμετέχουν στην αντικειμενική συνάρτηση, άρα δεν έχουμε κάποια προτίμηση υπέρ ενός σετ λύσεων έναντι των υπολοίπων. Έτσι, μπορούμε να θεωρήσουμε πως η επιλογή συγκεκριμένου σετ βαρών είναι τυχαία και εξαρτάται αποκλειστικά από τον αλγόριθμο επίλυσης του λογισμικού που χρησιμοποιούμε. Με αυτό τον τρόπο προκύπτει μια αβεβαιότητα σχετικά με την τελική κατάταξη κάθε χώρας, με δεδομένο ότι οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων αποτελούν το βασικότερο παράγοντα καθορισμού της τελικής βαθμολογίας. Η τυχαιότητα αυτή θα αντιμετωπιστεί μέσω της κατασκευής και εκτέλεσης ενός πιο σύνθετου αλγορίθμου που υπολογίζει τη βέλτιστη και την χειρίστη θέση που μπορεί να λάβει κάθε χώρα στην κατάταξη, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους δυνατούς συνδυασμούς συντελεστών βαρύτητας.

6.2. Αντιμετώπιση της αβεβαιότητας – Ανάλυση ακραίων καταστάσεων

Ο αλγόριθμος που θα χρησιμοποιήσουμε προτάθηκε από τους Milosz Kaczinski, Salvatore Greco, Roman Slowinski (βλ. Kaczinski, Greco, Slowinski, 2012) και τον αναπτύξαμε στο λογισμικό GAMS (General Algebraic Modeling System), το οποίο είναι ένα εργαλείο μοντελοποίησης για προβλήματα μαθηματικού προγραμματισμού και βελτιστοποίησης.

Ο αλγόριθμος εξετάζει κάθε χώρα ξεχωριστά, και υπολογίζει τη μέγιστη και την ελάχιστη θέση που αυτή μπορεί να λάβει. Αρχικά θα εξετάσουμε τη μεθοδολογία για την εύρεση της βέλτιστης θέσης που μπορεί να λάβει μια χώρα.

6.2.1. Μεθοδολογία εύρεσης βέλτιστης θέσης χώρας

Προκειμένου να βρεθεί η καλύτερη δυνατή θέση που μπορεί να καταλάβει μια χώρα A λαμβάνοντας υπόψη όλους τους δυνατούς συνδυασμούς συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων, αναζητούμε το πλήθος N_A^* των χωρών οι οποίες σε κάθε περίπτωση υπερσχύουν της A . Αν υπάρχει έστω και ένας συνδυασμός βαρών που φέρνει την A πάνω από κάποια άλλη χώρα, τότε αυτή δεν την προσμετράμε σε αυτό το σύνολο N_A^* . Έτσι καταλήγουμε ότι η βέλτιστη θέση που μπορεί να λάβει η A είναι $N_A^* + 1$.

Με αυτό τον τρόπο, το πρόβλημα ανάγεται στον υπολογισμό του πλήθους N_A^* . Για τον υπολογισμό αυτό, θα κατασκευάσουμε και θα επιλύσουμε το εξής πρόβλημα μεικτού ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού:

Αντικειμενική Συνάρτηση: $[\min]F = \sum_{b \in A \setminus \{a\}} u_b$

Περιορισμοί: (1) $U(a) \geq U(b) - Mu_b, \forall b \in A \setminus \{a\}$

(2) $p_i \geq 0, \forall i$

(Πίνακας 6.1: Περιορισμοί γραμμικού προβλήματος)

(3)	$\Delta(A, B) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(A)] - u_i[g_i(B)]\}$	=	0
(4)	$\Delta(B, C) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(B)] - u_i[g_i(C)]\}$	\geq	δ
(5)	$\Delta(C, D) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(C)] - u_i[g_i(D)]\}$	\geq	δ
(6)	$\Delta(D, E) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(D)] - u_i[g_i(E)]\}$	=	0
(7)	$\Delta(E, F) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(E)] - u_i[g_i(F)]\}$	\geq	δ
(8)	$\Delta(F, G) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(F)] - u_i[g_i(G)]\}$	\geq	δ
(9)	$\Delta(G, H) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(G)] - u_i[g_i(H)]\}$	=	0
(10)	$\Delta(H, I) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(H)] - u_i[g_i(I)]\}$	\geq	δ
(11)	$\Delta(I, J) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(I)] - u_i[g_i(J)]\}$	\geq	δ
(12)	$\Delta(J, K) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(J)] - u_i[g_i(K)]\}$	=	0
(13)	$\Delta(K, L) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(K)] - u_i[g_i(L)]\}$	\geq	δ
(14)	$\Delta(L, M) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(L)] - u_i[g_i(M)]\}$	\geq	δ
(15)	$\sum_{i=1}^n p_i$	=	1

Όπου το M είναι ένας μεγάλος αριθμός, τάξεις μεγέθους πάνω από τη βαθμολογία των χωρών, για να είναι ικανή η βαθμολογία οποιασδήποτε χώρας να ξεπεράσει μιας άλλης όταν της προστεθεί το M . Στον αλγόριθμό μας επιλέγουμε

$$M = 10$$

Το u_b είναι ένα σετ μεταβλητών δυαδικού τύπου, δηλαδή καθεμία μπορεί να λάβει τιμές 0 ή 1. Είναι ένα σετ 20 μεταβλητών, μια για κάθε χώρα εκτός αυτής που εξετάζουμε (A). Το u_B αντιστοιχεί στην τυχαία χώρα B και η τιμή του καθορίζεται

από τη σχέση υπεροχής μεταξύ A και B. Συγκεκριμένα, αν η χώρα B με κάθε δυνατό συνδυασμό βαρών ξεπερνά την A, τότε $u_B = 1$. Αντίθετα αν υπάρχει συνδυασμός που η A ξεπερνά τη B, τότε $u_B = 0$. Το άθροισμα $\sum_{b \in A \setminus \{a\}} u_b = N_A^*$ αποτελεί το ζητούμενο πλήθος χωρών που επικρατούν σε κάθε περίπτωση της A.

Το σετ περιορισμών (1) είναι ένα σύνολο 20 περιορισμών, καθένας εκ των οποίων αντιπροσωπεύει τη σύγκριση μίας χώρας με τη χώρα A.

Αν στη σύγκριση μεταξύ των χωρών A και B προκύψει $U(a) \geq U(b)$, τότε ο περιορισμός ικανοποιείται χωρίς λάβει τιμή 1 το u_B και να αφαιρεθεί η τιμή M από το δεύτερο μέλος της ανίσωσης. Γενικά με βάση την αντικειμενική συνάρτηση σκοπός του προβλήματος είναι το u_b να χρειαστεί να λάβει τιμή 1 όσο το δυνατόν λιγότερες φορές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το σετ περιορισμών (2) και ο περιορισμός (15) αντιπροσωπεύουν τις γνωστές απαιτήσεις του μοντέλου τα βάρη να είναι θετικοί αριθμοί και το άθροισμα τους να είναι 1.

Οι περιορισμοί (3)-(14) τώρα, είναι οι περιορισμοί που χρησιμοποιήσαμε στην εφαρμογή της μεθόδου UTA 2 και στο προηγούμενο κεφάλαιο, με τη διαφορά ότι αυτή τη φορά παραλείψαμε τα σφάλματα. Τα σφάλματα δεν έχουν πλέον χρησιμότητα, αφού αποδείξαμε ότι υπάρχει συμβατή λύση που μηδενίζονται.

6.2.2. Μεθοδολογία εύρεσης χειρίστης θέσης χώρας

Για την εύρεση της χαμηλότερης θέσης που μπορεί να λάβει μια χώρα ακολουθούμε μια παρόμοια διαδικασία. Σε αυτή την περίπτωση όμως, αναζητούμε το πλήθος N_{A^*} των χωρών που με κάθε συνδυασμό βαρών βρίσκονται στην κατάταξη χαμηλότερα από τη χώρα A. Έτσι προκύπτει ότι η χειρίστη θέση που μπορεί να λάβει η A είναι

$$A_L = N - N_{A^*}$$

Όπου N το συνολικό πλήθος των χωρών, δηλαδή στην εφαρμογή μας $N = 21$.

Το N_{A^*} θα το υπολογίσουμε λύνοντας το εξής πρόβλημα μεικτού ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού:

Αντικειμενική Συνάρτηση: $[\min] F = \sum_{b \in A \setminus \{a\}} u_b$

Περιορισμοί: (1) $U(b) \geq U(a) - Mu_b, \forall b \in A \setminus \{a\}$

(2) $p_i \geq 0, \forall i$

(Πίνακας 6.2: Περιορισμοί γραμμικού προβλήματος)

(3)	$\Delta(A, B) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i [g_i(A)] - u_i [g_i(B)]\}$	=	0
(4)	$\Delta(B, C) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i [g_i(B)] - u_i [g_i(C)]\}$	\geq	δ
(5)	$\Delta(C, D) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i [g_i(C)] - u_i [g_i(D)]\}$	\geq	δ
(6)	$\Delta(D, E) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i [g_i(D)] - u_i [g_i(E)]\}$	=	0
(7)	$\Delta(E, F) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i [g_i(E)] - u_i [g_i(F)]\}$	\geq	δ
(8)	$\Delta(F, G) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i [g_i(F)] - u_i [g_i(G)]\}$	\geq	δ
(9)	$\Delta(G, H) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i [g_i(G)] - u_i [g_i(H)]\}$	=	0
(10)	$\Delta(H, I) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i [g_i(H)] - u_i [g_i(I)]\}$	\geq	δ

(11)	$\Delta(I, J) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(I)] - u_i[g_i(J)]\}$	\geq	δ
(12)	$\Delta(J, K) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(J)] - u_i[g_i(K)]\}$	$=$	0
(13)	$\Delta(K, L) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(K)] - u_i[g_i(L)]\}$	\geq	δ
(14)	$\Delta(L, M) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(L)] - u_i[g_i(M)]\}$	\geq	δ
(15)	$\sum_{i=1}^n p_i$	$=$	1

Όμοια με την προηγούμενη περίπτωση, το \mathbf{M} είναι ένας μεγάλος αριθμός.

Το σετ μεταβλητών u_b είναι και πάλι ένα σύνολο 20 δυαδικών μεταβλητών, όμως αυτή τη φορά όταν το τυχαίο u_b λαμβάνει τιμή 1 σημαίνει ότι η χώρα B βρίσκεται με κάθε συμβατό συνδυασμό βαρών χαμηλότερα από την A.

Οι περιορισμοί (2) – (15) είναι ίδιοι με της προηγούμενης περίπτωσης.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί πως στον ακριβή αλγόριθμο που προτείνεται από τους Kadzinski, Grecob, Slowinski, στις 20 ανισώσεις που περιγράφονται από τον περιορισμό (1) στο δεύτερο μέλος προστίθεται ένας αριθμός ε , οπότε είναι:

$$U(b) \geq U(a) + \varepsilon - Mu_b, \forall b \in A \setminus \{a\}$$

Το ε είναι ένας μικρός αριθμός και εισήχθη για τις περιπτώσεις όπου οι αξία της υπό εξέταση χώρας A και της B είναι ίσες. Με την προσθήκη του ε , όταν σε κάποια οριακή περίπτωση οι δύο χώρες έχουν ακριβώς ίδια συνολική αξία, το u_b λαμβάνει τιμή 1, δηλαδή θεωρούμε ότι αν ισοβαθούν στην θέση v , η χώρα A που εξετάζουμε λαμβάνει τη v και η B τη $v+1$. Στην εφαρμογή μας ωστόσο δε θα χρησιμοποιήσουμε τον αριθμό ε , διότι θεωρούμε ορθολογικά σωστότερο όταν δύο χώρες ισοβαθούν και μοιράζονται τις θέσεις v και $v+1$ να θεωρούμε σαν χαμηλότερη δυνατή θέση που μπορεί να λάβει καθεμιά από τις 2 χώρες την $v+1$.

6.2.3. Εκτέλεση αλγορίθμων ακράιων θέσεων – Παράδειγμα:

Στη συνέχεια θα δώσουμε ένα παράδειγμα εφαρμογής του παραπάνω αλγορίθμου, για μία τυχαία χώρα του συνόλου A που εξετάζουμε. Επιλέγουμε την Ισπανία, η οποία έχει αύξοντα αριθμό 8 στον κατάλογο των χωρών.

Ο πρώτος αλγόριθμος ελέγχει κατά πόσο μπορεί να ικανοποιηθεί το σετ των εξής 20 περιορισμών, με όσο το δυνατόν λιγότερες από τις μεταβλητές u_i να έχουν τιμή 1:

$$U(8) \geq U(i) - Mu_i, \forall i \in \{1, 2, \dots, 7, 9, \dots, 21\}$$

Ο δεύτερος αντίστοιχα για το εξής σετ περιορισμών:

$$U(i) \geq U(8) - Mu_{b_i}, \forall b \in A \setminus \{a\}$$

Μετά την εκτέλεση του προγράμματος οι μεταβλητές u_i έχουν τις εξής τιμές:

(Πίνακας 6.3: Παράδειγμα εκτέλεσης αλγορίθμου)

	Τιμή u_i αλγορίθμου υψηλότερης θέσης	Τιμή u_i αλγορίθμου χαμηλότερης θέσης	Σύγκριση Ισπανίας με:
u_1	0	0	Βέλγιο
u_2	0	1	Τσεχία
u_3	1	0	Δανία
u_4	1	0	Γερμανία
u_5	1	0	Εσθονία
u_6	0	0	Ιρλανδία
u_7	0	1	Ελλάδα
u_9	0	0	Γαλλία
u_{10}	0	1	Ιταλία
u_{11}	0	1	Ουγγαρία
u_{12}	1	0	Ολλανδία
u_{13}	0	0	Αυστρία

u_{14}	0	1	Πολωνία
u_{15}	0	1	Πορτογαλία
u_{16}	0	0	Σλοβενία
u_{17}	0	1	Σλοβακία
u_{18}	1	0	Φινλανδία
u_{19}	1	0	Σουηδία
u_{20}	0	0	Νορβηγία
u_{21}	1	0	Ην. Βασίλειο

Από τις τιμές που λαμβάνει η μεταβλητή u_i στην εκτέλεση του πρώτου αλγορίθμου για κάθε σύγκριση συμπεραίνουμε πως δεν υπάρχει συμβατός συνδυασμός συντελεστών βαρύτητας με τον οποίο η Ισπανία να υπερισχύει των εξής χωρών:

Δανία, Γερμανία, Εσθονία, Ολλανδία, Φινλανδία, Σουηδία, Ην. Βασίλειο.

Έτσι, καταλήγουμε πως η βέλτιστη θέση που μπορεί να καταλάβει η Ισπανία στην κατάταξη είναι η 8^η.

Από τις τιμές που λαμβάνει στο δεύτερο αλγόριθμο, συμπεραίνουμε πως οι εξής 7 χώρες δεν μπορούν να υπερισχύσουν της Ισπανίας με κανένα συνδυασμό βαρών:

Τσεχία, Ελλάδα, Ιταλία, Ουγγαρία, Πολωνία, Πορτογαλία, Σλοβακία.

Άρα η χειρότερη θέση στην οποία μπορεί να καταταχτεί η Ισπανία είναι η 14^η.

6.3. Ακραίες θέσεις κατάταξης

Όπως καταλήξαμε στις ακραίες θέσεις που μπορεί να καταλάβει η Ισπανία στο παράδειγμα μας, καταλήγουμε και για τις υπόλοιπες 20 χώρες, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

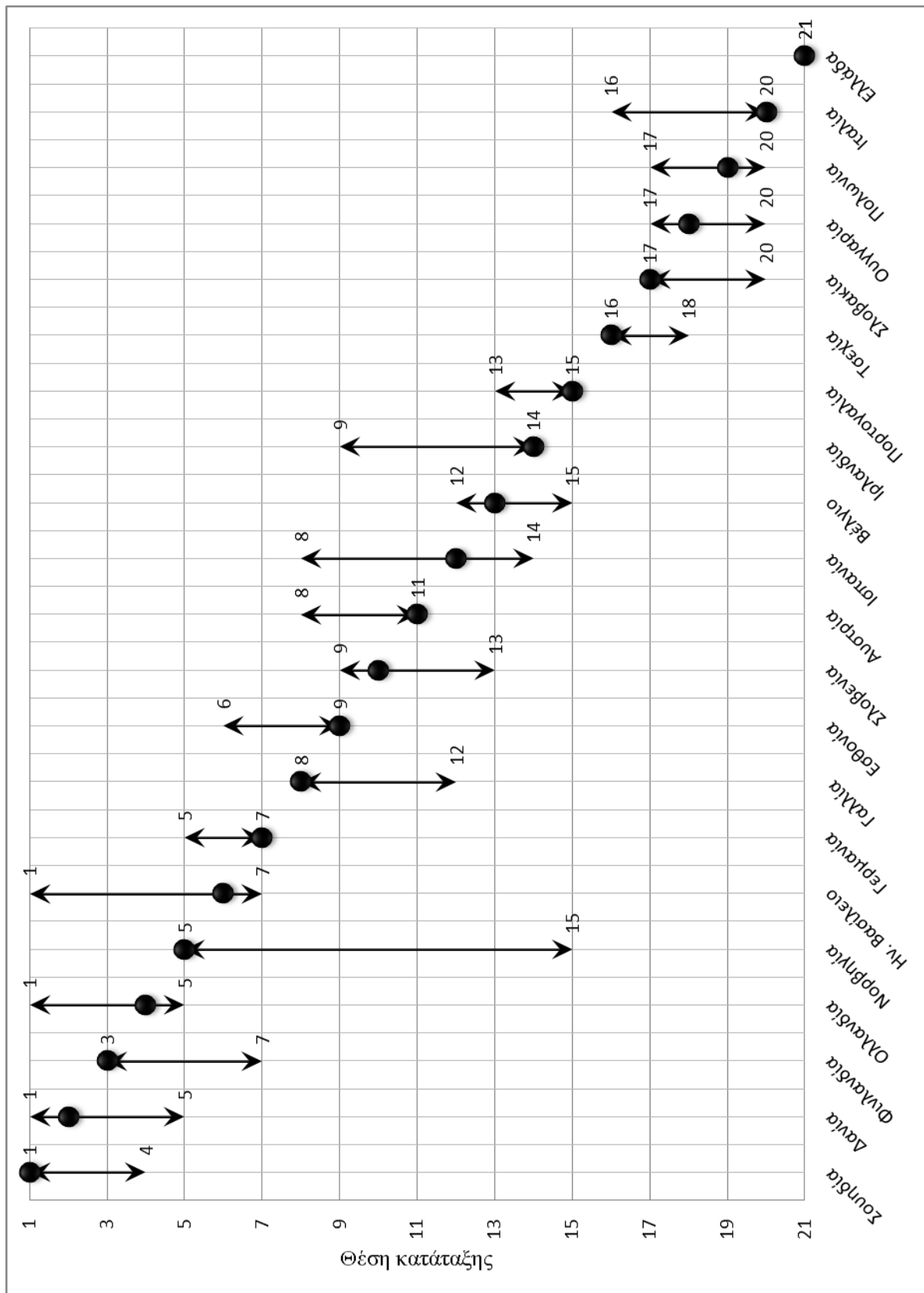
(Πίνακας 6.4: Ακραίες θέσεις κατάταξης χωρών)

A/A	Χώρα	Βέλτιστη θέση κατάταξης	Χείριστη θέση κατάταξης
1	Βέλγιο	12	15
2	Τσεχία	16	18
3	Δανία	1	5
4	Γερμανία	5	7
5	Εσθονία	6	9
6	Ιρλανδία	9	14
7	Ελλάδα	21	21
8	Ισπανία	8	14
9	Γαλλία	8	12
10	Ιταλία	16	20
11	Ουγγαρία	17	20
12	Ολλανδία	1	5
13	Αυστρία	8	11
14	Πολωνία	17	20
15	Πορτογαλία	13	15
16	Σλοβενία	9	13
17	Σλοβακία	17	20
18	Φινλανδία	3	7
19	Σουηδία	1	4
20	Νορβηγία	5	15
21	Ην. Βασίλειο	1	7

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ίδιος πίνακας, αλλά οι χώρες έχουν ταξινομηθεί ανάλογα με τη θέση που έλαβαν με τη βασική μεθοδολογία του προηγούμενου κεφαλαίου, καθώς και το γράφημα με τις θέσεις που μπορεί να λάβει κάθε χώρα.

(Πίνακας 6.5: Ανάλυση ευστάθειας κατάταξης χωρών)

Κατάταξη χωρίς ανάλυση ευστάθειας	Χώρα	Βέλτιστη θέση κατάταξης	Χείριστη θέση κατάταξης
1	Σουηδία	1	4
2	Δανία	1	5
3	Φινλανδία	3	7
4	Ολλανδία	1	5
5	Νορβηγία	5	15
6	Ην. Βασίλειο	1	7
7	Γερμανία	5	7
8	Γαλλία	8	12
9	Εσθονία	6	9
10	Σλοβενία	9	13
11	Αυστρία	8	11
12	Ισπανία	8	14
13	Βέλγιο	12	15
14	Ιρλανδία	9	14
15	Πορτογαλία	13	15
16	Τσεχία	16	18
17	Σλοβακία	17	20
18	Ουγγαρία	17	20
19	Πολωνία	17	20
20	Ιταλία	16	20
21	Ελλάδα	21	21



(Σχήμα 6.1: Ανάλυση ευστάθειας κατάταξης χωρών)

Κεφάλαιο 7:

Συμπεράσματα και Μελλοντικές επεκτάσεις

Συμπεράσματα

Παρατηρούμε ότι η θέση στην οποία κατατάξαμε κάθε χώρα με βάση το μοντέλο χωρίς ανάλυση ευστάθειας (κεφάλαιο 3) ανήκει στο εύρος των ακραίων κατατάξεων στο οποίο καταλήξαμε, όπως ήταν αναμενόμενο. Σε κάποιες χώρες η διαφορά που προκύπτει μεταξύ των ακραίων θέσεων που λαμβάνουν στην κατάταξη είναι μεγαλύτερη και σε άλλες μικρότερη. Συγκεκριμένα, ξεχωρίζουμε την Νορβηγία η οποία παρουσιάζει το μεγαλύτερο εύρος, αφού μπορεί να λάβει από την 5^η μέχρι την 15^η θέση. Αντίθετα, το αποτέλεσμα που προέκυψε για την Ελλάδα μπορεί να χαρακτηριστεί ως το πλέον ευσταθές, αφού η θέση που καταλαμβάνει είναι η 21^η με οποιονδήποτε συμβατό συνδυασμό συντελεστών βαρύτητας.

Επιπλέον, υπολογίζουμε ότι ο μέσος όρος (E) του εύρους θέσεων κατάταξης των χωρών είναι

$$E = 3,7 \text{ θέσεις}$$

Αυτό το αποτέλεσμα μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η τελική κατάταξη δεν είναι ιδιαίτερα ευσταθής και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τον αλγόριθμο επίλυσης του γραμμικού προβλήματος. Κατ' επέκταση, φαίνεται ότι ο χώρος των λύσεων του που οριοθετείται από τους περιορισμούς είναι πολύ μεγάλος, με αποτέλεσμα οι λύσεις μεταξύ τους να οδηγούν σε πολύ διαφορετικά αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα αυτό της Νορβηγίας.

Ανάλυση ευαισθησίας

Επεκτείνοντας τον παραπάνω συλλογισμό, μπορούμε να αναζητήσουμε τρόπους περιορισμού της αβεβαιότητας στο αποτέλεσμα. Έτσι, θα επιχειρήσουμε να μειώσουμε το μέγεθος του χώρου λύσεων, μέσα από τροποποιήσεις στους περιορισμούς του γραμμικού προβλήματος. Στόχος μας λοιπόν είναι να κάνουμε ισχυρότερους και αυστηρότερους τους περιορισμούς.

Ο απλούστερος τρόπος να επιτευχθεί αυτό είναι αυξάνοντας το δ , δηλαδή το κατώφλι της διαφοράς μεταξύ δύο εικονικών χωρών προκειμένου να θεωρηθεί μία απ' αυτές ισχυρότερη. Μεταβάλλοντας το δ επηρεάζουμε ισομερώς όλους τους περιορισμούς, και είναι μια τροποποίηση που δεν επηρεάζει την ορθότητα του μοντέλου, αφού απλά θέτουμε λίγο αυστηρότερα πλαίσια στο διάλογο με τον εμπειρογνώμονα.

Στην αρχική μας επίλυση και κατασκευή της κατάταξης επιλέξαμε $\delta = 0,001 = 0,1\%$.

Μέσα από δοκιμές επίλυσης του γραμμικού προβλήματος (είτε με χρήση του Microsoft Excel Solver είτε του GAMS) βρίσκουμε τη μέγιστη δυνατή τιμή του δ η οποία δεν καθιστά άλυτο το πρόβλημα. Η τιμή αυτή είναι $\delta_{\max} = 0,0071 = 0,71\%$.

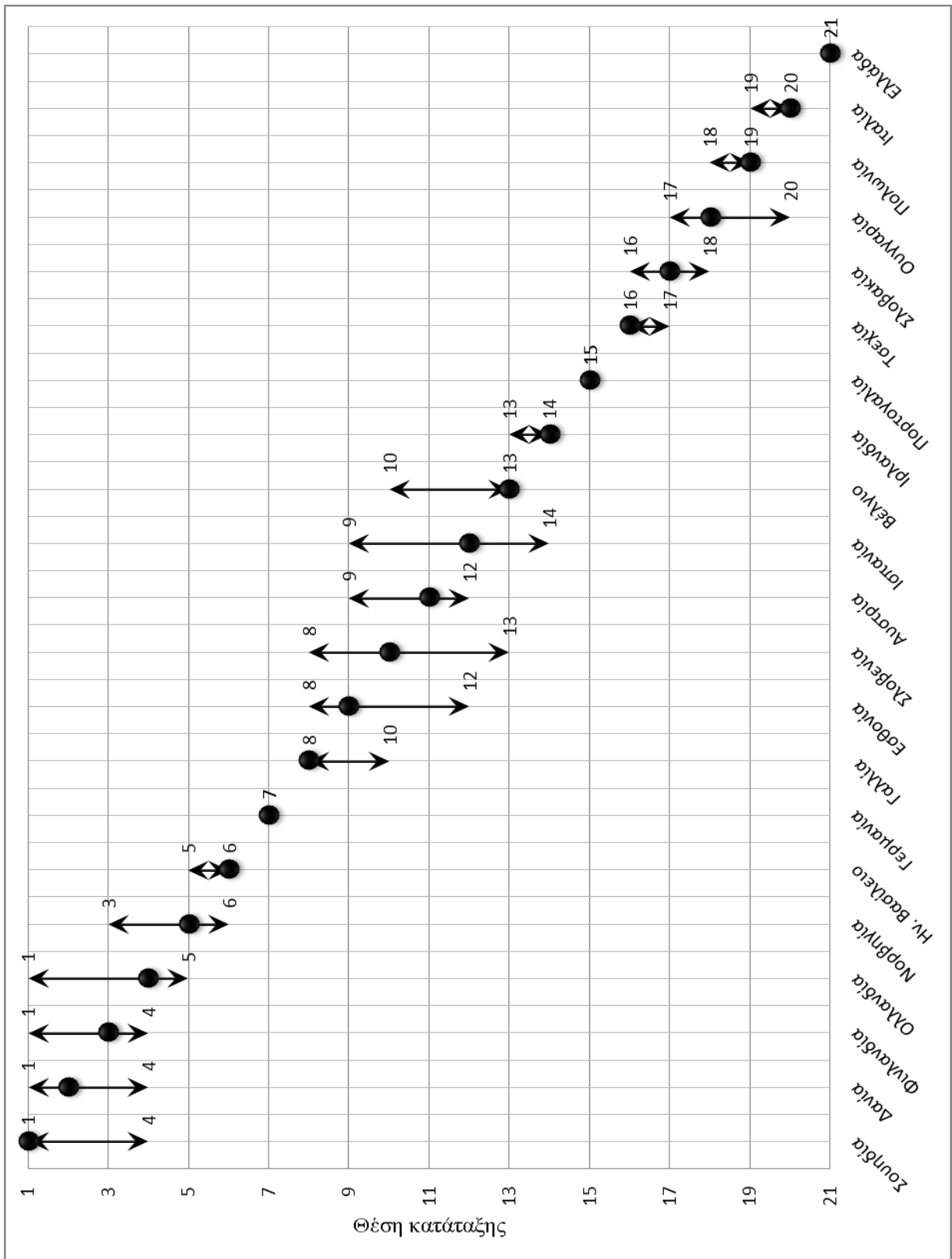
Σαν μια επιπλέον εφαρμογή της μεθοδολογίας, θα εκτελέσουμε τη διαδικασία για τιμή

$$\delta' = 0,005 = 0,5\%.$$

Εκτελούμε τον αλγόριθμο και πάλι όπως στην προηγούμενη περίπτωση, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιούμε το δ' στους περιορισμούς (3)-(14). Οι ακραίες θέσεις κατάταξης για κάθε χώρα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, και αντίστοιχα στο σχήμα 7.1:

(Πίνακας 7.1: Ακραίες θέσεις κατάταξης χωρών)

Χώρα	max	min	Εύρος Θέσεων
Δανία	1	4	3
Ολλανδία	1	4	3
Σουηδία	1	4	3
Ην. Βασίλειο	1	5	4
Φινλανδία	3	6	3
Γερμανία	5	6	1
Εσθονία	7	7	0
Αυστρία	8	10	2
Γαλλία	8	12	4
Ισπανία	8	13	5
Σλοβενία	9	12	3
Νορβηγία	9	14	5
Ιρλανδία	10	13	3
Βέλγιο	13	14	1
Πορτογαλία	15	15	0
Ιταλία	16	17	1
Τσεχία	16	18	2
Πολωνία	17	20	3
Ουγγαρία	18	19	1
Σλοβακία	19	20	1
Ελλάδα	21	21	0



(Σχήμα 7. 1: Ανάλυση ευστάθειας κατάταξης χωρών)

Σε αυτή την περίπτωση παρατηρούμε ότι το εύρος των θέσεων που μπορεί να λάβει κάθε χώρα είναι μικρότερο. Σαν μέτρο της ευστάθειας της κατάταξης λαμβάνουμε πάλι το μέσο όρο της απόκλισης στις θέσεις των χωρών και έχουμε αυτή τη φορά:

$$E = 2,28 \text{ θέσεις}$$

Κατά συνέπεια, μεταβάλλοντας το δ , καταφέραμε να αυστηροποιήσουμε τους περιορισμούς, καθιστώντας το αποτέλεσμα πιο ευσταθές.

Μελλοντικές επεκτάσεις

Η μεταβολή μιας παραμέτρου του γραμμικού προβλήματος κατέστησε πιο ευσταθές το αποτέλεσμά μας, ωστόσο στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι δυνατό ή δόκιμο να κάνουμε τέτοιες τροποποιήσεις. Για αυτές τις περιπτώσεις όπου δε μπορούμε να περιορίσουμε την αβεβαιότητα θα μπορούσε να αναπτυχθεί κάποιος αλγόριθμος που να την ποσοτικοποιεί. Δηλαδή μια μελλοντική επέκταση θα ήταν η κατασκευή ενός μοντέλου το οποίο θα μας έδινε μια προσέγγιση τουλάχιστον της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας εμφάνισης κάθε θέσης εντός του εύρους που έχουμε καθορίσει για κάθε χώρα. Για παράδειγμα όταν με την ανάλυση ευστάθειας μιας χώρας καταλήγουμε πως αυτή κατατάσσεται από την 4η μέχρι την 7η θέση ο το μοντέλο θα μας προσδιόριζε συγκεκριμένα την πιθανότητα κατάληψης της 4ης, 5ης, 6ης και 7ης θέσης αντίστοιχα.

Βιβλιογραφία

- Ξενόγλωσση:
 1. Accenture (2001), “E-government leadership: Rhetoric vs. reality closing the gap.”
 2. Accenture (2002), “E-government leadership: Realizing the vision”
 3. Accenture (2003), “E-government leadership: Engaging the customer”
 4. Accenture (2004), “E-government leadership: High performance, maximum Value”.
 5. Accenture (2005), “Leadership in customer service: New expectations, new Experiences”
 6. Accenture (2006), “Leadership in customer service: Building the trust”
 7. Accenture (2007), “Leadership in customer service: Delivering on the promise”
 8. Accenture (2009), “From e-Government to e-Governance, Using new technologies to strengthen relationships with citizens”, Accenture
 9. Bretzen, L. and Goodwin Olsen, Morten (2011), A comparative review of three international benchmarking studies, Aalborg University, Denmark
 10. Cap Gemini Ernst & Young (2004), “ Online availability of public services: How does Europe progress?”, European Commission DG Information Society
 11. Capgemini, IDC, Rand Europe, Sogeti and DTi, (2010) , 9th Benchmark Measurement: “Digitizing Public Services in Europe: Putting ambition into action”, European Commission, Directorate General for Information Society and Media
 12. Capgemini, Rand Europe, Idc, Sogeti And Dti (2010), “Preparing the 9th Benchmark Measurement, Method Paper, European Commission”, Directorate General for Information Society And Media
 13. Finger, M., Sultana, F.N. (2012),“*E-governance, a global journey*”
 14. Heeks R. (2006), “Understanding and Measuring eGovernment: International Benchmarking Studies”, Development Informatics Group IDPM, University of Manchester, UK

15. Kadzinski M., Grecob S., Slowinski R. (2012), “Extreme ranking analysis in robust ordinal regression”, OMEGA, Volume 40, Issue 4, p.p. 488–501
 16. Keeney, R.L. (1980). *Siting energy facilities*, Academic Press, New York.
 17. Keeney, R.L. and H. Raiffa (1976). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*, John Wiley and Sons, New York.
 18. Ojo, A., Janowski, T. and Estevez, E. (2007), “Determining Progress Towards e-Government - What are the Core Indicators?”, United Nations University, International Institute for Software Technology
 19. Roy, B. (1985), *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*, Economica, Paris.
 20. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2012), “United Nations E-Government Survey 2012”
 21. West, D. M. (2005), “*Digital Government*”, Princeton University
 22. West, D. M. (2007), “*Global E-Government, 2007*”, Brown University
 23. West, D. M. (2008), “*Improving Technology Utilization in Electronic Government around the World, 2008*”, Brookings Institution
 - Ελληνική:
 24. Βένιος, Σ. (2007), “Αξιολόγηση επενδύσεων Πληροφορικής Δημοσίου τομέα με χρήση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
 25. Γιαμπουράς, Μ. (2006), “Η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση ως εργαλείο ελέγχου και χρηστής διαχείρισης, ο ρόλος των επιστημόνων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών”, ΤΕΕ – Ημερίδα: Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση ενάντια στην Κακοδιοίκηση και τη Διαφθορά
 26. Παρατηρητήριο για την κοινωνία της πληροφορίας, (2007), Εξέλιξη των 20 βασικών υπηρεσιών Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης στην Ελλάδα
-

27. Σίσκος, Ι. (2008), «Μοντέλα αποφάσεων», Πανεπιστήμιο Πειραιώς
28. Σίσκος, Ελευθέριος (2012), “Η ηλεκτρονική διακυβέρνηση στην Ευρώπη, μια πολυκριτηριακή αξιολόγηση”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο