



Μελέτη Αλληλεπίδρασης μεταξύ
Ενεργειακών Πολιτικών.

Ανάπτυξη πολυκριτηριακού εργαλείου
αποφάσεων για την αλληλεπίδραση
ζευγών Ενεργειακών Πολιτικών

Διπλωματική Εργασία

Νικόλαος Σ. Σμυρλάκης

Επιβλέπων: **Ι. Ψαρράς,**
Καθηγητής ΕΜΠ



Αθήνα, Ιούλιος 2008



Μελέτη Αλληλεπίδρασης μεταξύ Ενεργειακών
Πολιτικών.

Ανάπτυξη πολυκριτηριακού εργαλείου αποφάσεων
για την αλληλεπίδραση ζευγών Ενεργειακών
Πολιτικών

Διπλωματική Εργασία

Νικόλαος Σ. Σμυρλάκης

Επιβλέπων: **Ι. Ψαρράς,**
Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 18η Ιουλίου 2008.

Ι. Ψαρράς,
Καθηγητής ΕΜΠ

Δ. Ασκούνης,
Επίκουρος Καθηγητής
ΕΜΠ

Γ. Μέντζας,
Καθηγητής ΕΜΠ

.....

.....

.....

Αθήνα, Ιούλιος 2008

.....
Νικόλαος Σ. Σμυρλάκης

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

Copyright © Νικόλαος Σ. Σμυρλάκης, 2008

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

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ ενεργειακών πολιτικών. Παρουσιάζονται δεκατέσσερις ενεργειακές πολιτικές κι ένα πλαίσιο υπολογισμού της αλληλεπίδρασής τους. Στο πλαίσιο εξετάζεται η αλληλεπίδραση ζευγών ενεργειακών πολιτικών σε ταυτόχρονη εφαρμογή τους.

Στη συνέχεια αξιολογείται η εφαρμογή των πολιτικών. Η αξιολόγηση γίνεται πολυκριτηριακά μέσα από έναν αριθμό κριτηρίων. Επίσης εφαρμόζεται και μια μέθοδος υπολογισμού των βαρών των κριτηρίων, η σύγκριση ανά δυο.

Οι εναλλακτικές λύσεις οι οποίες εξετάζονται στη μελέτη είναι τρεις: οι δυο πολιτικές μεμονωμένα εφαρμοσμένες ,ή ο συνδυασμός τους, εφαρμοσμένες δηλαδή ταυτόχρονα. Η εύρεση της ιδανικής λύσης γίνεται με μια παραλλαγή της μεθόδου TOPSIS (Technique for order performance by similarity to ideal solution) κι έτσι το αποτέλεσμα της μεθοδολογίας που παρουσιάζεται είναι η βέλτιστη εναλλακτική από τις τρεις παραπάνω, λαμβάνοντας υπ' όψιν την αλληλεπίδραση των δυο πολιτικών και τις προτιμήσεις του χρήστη.

Τέλος όλα τα παραπάνω αναπτύσσονται σε μια εφαρμογή υπολογιστή, σε ένα έμπειρο σύστημα. Η ανάπτυξη έγινε στο προγραμματιστικό πακέτο XpertRule Knowledge Builder και η εφαρμογή έχει τη μορφή γραφικού διαδραστικού περιβάλλοντος με το χρήστη. Το πρόγραμμα απευθύνεται σε νομοθέτες και ειδικούς οι οποίοι θέλουν να υπολογίσουν ένα μέτρο της ενδεχόμενης αλληλεπίδρασης δυο ενεργειακών πολιτικών.

Abstract

In this Thesis the interaction between energy policy instruments is examined. Fourteen energy policy instruments are presented, and a framework of analyzing their interaction is introduced. This framework includes a methodology for the calculation of the interaction of energy policy instrument pairs, when they are simultaneously implemented.

Next the implementation of the policy instruments is evaluated. The evaluation takes place in a multi criteria environment, through certain criteria. A method for extracting the criteria weights is also introduced, the Pairwise Comparison.

The alternatives that are examined are three: the implementation of the two stand- alone policy instruments and the implementation of their combination. The ideal solution is extracted through a variation of TOPSIS (Technique for order performance by similarity to ideal solution) method. So the output of the methodology presented is the best alternative of the three above, taking into account the interaction of the two policy instruments and the preferences of the user.

Ending, all the aforementioned methodology is developed as a computer application, as an expert system. The development was carried out at the XpertRule Knowledge Builder platform and the application has a graphical and interactive environment. The program refers to policy makers and experts who want to estimate a measure of the possible interaction between two energy policy instruments.

Keywords: Policy Interaction, Energy Policy, Expert systems, Energy and Policy Interaction decision support tool

Πρόλογος

Η εργασία αυτή βασίστηκε σε μια ιδέα των Ζευγώλη Δημήτρη, Οικονόμου Βλάση και Γραφάκου Στέλιου. Η ιδέα αναπτύσσεται μέσα από τη συνεργασία του εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, της σχολής Οργάνωσης και Διοίκησης του Πανεπιστημίου του Groningen (SOM) και του Energy Delta Research Centre του ίδιου Πανεπιστημίου.

Η υλοποίηση στην τωρινή της μορφή δεν θα μπορούσε να είχε πραγματοποιηθεί χωρίς την καθοριστική συμβολή και καθοδήγηση του Ζευγώλη Δημήτρη. Ο ίδιος παρείχε την θεωρητική υποστήριξη πίσω από τη ιδέα του εργαλείου ECPI. Επίσης η άψογη συνεργασία από την Ολλανδία με τους Οικονόμου Βλάση και Γραφάκο Στέλιο ήταν εξαιρετικά κρίσιμη για την πορεία της εργασίας.

Τέλος ευχαριστίες στον καθηγητή Ι. Ψαρρά και στην ομάδα της Μονάδας Αποφάσεων και Διοίκησης του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για τα μέσα και την ευκαιρία που πρόσφεραν για την υλοποίηση της εργασίας αυτής.

Περιεχόμενα

1 Αλληλεπίδραση Ενεργειακών Πολιτικών	10
1.1 Εισαγωγή	10
1.2 Αλληλεπίδραση Πολιτικών	11
1.3 Θεωρητικό υπόβαθρο ανάλυσης πολιτικών.....	14
2 Μεθοδολογία μελέτης αλληλεπίδρασης Ενεργειακών Πολιτικών	15
2.1 Πολιτικές.....	16
2.2 Βάση Δεδομένων ενεργειακών πολιτικών / Χαρακτηριστικά σχεδίασης ενεργειακών πολιτικών - Περιοχές αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών.....	25
2.3 Πολυκριτηριακή προσέγγιση για τη μελέτη αλληλεπιδράσεων μεταξύ ενεργειακών πολιτικών	31
2.4 Κριτήρια	32
2.5 Επιλογή μεθόδου υπολογισμού βαρών για τα Κριτήρια	36
2.6 Μέθοδος σύγκρισης των κριτηρίων ανά δυο.....	37
2.7 Σύνδεση Χαρακτηριστικών σχεδίασης - Περιοχών αλληλεπίδρασης με τα Κριτήρια	40
2.8 Αθροισμα αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο.....	43
2.9 Επιδόσεις των μεμονωμένων πολιτικών και του συνδυασμού τους ανά Κριτήριο.....	44
2.10 Αξιολόγηση επιδόσεων και αλληλεπίδρασης πολιτικών.....	50
2.10.1 Μέθοδος TOPSIS για δεδομένα σε διαστήματα	51
2.11 Διάγραμμα ροής μελέτης αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών	54
3 Ανάπτυξη εργαλείου μελέτης αλληλεπίδρασης Ενεργειακών Πολιτικών (ECPI tool)	56
3.1 Έμπειρα συστήματα.....	57
3.1.1 Δομή ενός έμπειρου συστήματος	57
3.1.2 Στοιχεία αβεβαιότητας σε έμπειρα συστήματα	60
3.1.3 Εφαρμογές έμπειρων συστημάτων	60
3.1.4 Εφαρμογή έμπειρων συστημάτων στην ανάλυση και επιλογή πολιτικών	61
3.2 Υλοποίηση εργαλείου ECPI/ Ανάλυση βήμα προς βήμα	62
3.2.1 Ξεκινώντας το εργαλείο	63
3.2.2 Επιλογή πολιτικών και χαρακτηριστικών σχεδίασης	64
3.2.3 Τύπος αλληλεπίδρασης/ Σύνδεση περιοχών αλληλεπίδρασης με τα κριτήρια	67
3.2.4 Επιδόσεις των μεμονωμένων πολιτικών ανά κριτήριο	69
3.2.5 Ιεράρχηση κριτηρίων και υπολογισμός βαρών/ Σύγκριση κριτηρίων ανά δυο	73
3.2.6 Τελική αναφορά	78
3.2.7 Αξιολόγηση επιδόσεων και αλληλεπίδρασης πολιτικών/ Μέθοδος TOPSIS	80

3.3 Σχεδιασμός του ECPI εργαλείου με το πρόγραμμα	
XpertRule Knowledge Builder	82
3.3.1 Αντικείμενα γνώσης	83
3.3.2 Διαδικασίες (Procedures)	88
3.3.3 Ροή Προγράμματος	96
4 Συμπεράσματα – Προοπτικές	98
4.1 Συμπεράσματα	99
4.2 Προοπτικές	100
Βιβλιογραφία	102
Παράρτημα I: Help File	106

1

Αλληλεπίδραση Ενεργειακών Πολιτικών

1.1

Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή είναι ίσως το μεγαλύτερο παγκόσμιο πρόβλημα σήμερα. Η άμεση αντιμετώπιση του είναι αναγκαία για τη διατήρηση των φυσικών, κοινωνικών και οικονομικών ισορροπιών. Υπάρχει μια πληθώρα διαφορετικών μέτρων αντιμετώπισης της αύξησης της ενεργειακής ζήτησης και της μείωσης των παραγόμενων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για την εξομάλυνση των περιβαλλοντικών κι ενεργειακών προβλημάτων. Όμως η ταυτόχρονη εφαρμογή διαφορετικών μέτρων αντιμετώπισης δε συνιστά πάντοτε τη βέλτιστη λύση. Η αλληλεπίδραση των διαφόρων ενεργειακών πολιτικών είναι πολύπλευρη και ο ρόλος της συχνά υποβαθμίζεται. Ο νομοθέτης καλείται να εφαρμόσει κοινοτικές οδηγίες, δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του ΚΥΟΤΟ, να ικανοποιήσει εθνικές ανάγκες και να επιτύχει στόχους. Υπάρχει σημαντικός αριθμός λοιπόν ενεργειακών μέτρων και πολιτικών, με παρόμοιες επιδιώξεις. Ο συνολικός σχεδιασμός της ενεργειακής πολιτικής πρέπει να γίνεται όχι μόνο με γνώμονα τους στόχους και τα μέσα, αλλά και τα μέσα αυτά να μη συγκρούονται μεταξύ τους.

Η αλληλεπίδραση πολιτικών (εξωτερικής, οικονομικής κλπ) δεν είναι καινούρια και έχει εξεταστεί και στο παρελθόν. Η αλληλεπίδραση ενεργειακών πολιτικών όμως είναι πιο καινούρια και όσο υπάρχει έντονο ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα, με αποτέλεσμα να θεσπίζονται τόσα μέτρα από ποικίλους φορείς και οργανισμούς, η μελέτη της και η κατανόηση της θα γίνονται όλο και πιο σημαντικά για την αποδοτικότερη επίτευξη των περιβαλλοντικών και ενεργειακών στόχων.

Παρακάτω θα αναλυθεί η αλληλεπίδραση των ενεργειακών πολιτικών και περιγράφεται μια μεθοδολογία υπολογισμού της. Στη συνέχεια η μεθοδολογία αυτή αναπτύσσεται σε μια χρηστική εφαρμογή υπολογιστή που απευθύνεται στους νομοθέτες και είναι ένα εργαλείο αποφάσεων για την αλληλεπίδραση ζευγών ενεργειακών και κλιματικών πολιτικών (**Energy and Climate Policy Interaction Decision Support Tool**).

Αλληλεπίδραση Πολιτικών

Στην Ε.Ε. υπάρχει μια πληθώρα νόμων και πολιτικών για το περιβάλλον και την ενέργεια. Τα παραπάνω έχουν θεσπιστεί με ποικίλα ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια για την κάθε περιοχή και χώρα. Παράλληλα όμως πρέπει πλέον οι διάφορες χώρες να ικανοποιούν, μέσω των πολιτικών αυτών, και τα διεθνή κριτήρια όπως αυτά έχουν διατυπωθεί στο πρωτόκολλο του ΚΥΟΤΟ, με το οποίο έχουν τεθεί όρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) για κάθε κράτος. Όσο περισσότερες στον αριθμό είναι οι πολιτικές, και σε αυτές συμπεριλαμβάνονται και καινούριες που θεσπίστηκαν στο πρωτόκολλο του ΚΥΟΤΟ, τόσο αυξάνεται ο κίνδυνος αλληλεπιδράσεων. Η αλληλεπίδραση αυτή μπορεί να είναι συμπληρωματική και ενισχυτική αμοιβαία, αλλά υπάρχει και το ενδεχόμενο αρνητικής αλληλεπίδρασης όπου η μία πολιτική μπορεί να επικαλύπτει την άλλη, οδηγώντας έτσι σε μεγαλύτερο κόστος ή στην υπονόμηση των στόχων των πολιτικών.

Πολλοί από αυτούς τους κανόνες-πολιτικές έχουν εισαχθεί συχνά με αντικρουόμενα οικονομικά, ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια, και η ταυτόχρονη εφαρμογή τους δεν εξετάζεται ποιοτικά και αποδοτικά. Μέσα σε αυτό το πολύπλοκο πλαίσιο υπάρχει μια αλληλεπίδραση της οικονομικής αποδοτικότητας και των οικονομικών επιδιώξεων με τις ενεργειακές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτό που εξετάζεται εδώ είναι όταν οι αντικειμενικοί στόχοι κάποιων πολιτικών υπερκαλύπτονται και η ταυτόχρονη εφαρμογή τους οδηγεί σε μειωμένη επίτευξη στόχων.

Παρ' όλο που τέτοιοι κίνδυνοι έχουν επισημανθεί και η ανάγκη για μία ξεκάθαρη και διακριτή επιλογή ενεργειακών πολιτικών είναι προφανής, το θέμα δεν χαιρεί της αρμόζουσας σημασίας από την πλειοψηφία των κρατών μελών, τουλάχιστον μέχρι το παρών. Οι νομοθέτες των κρατών μελών και της Ε.Ε. δεν έχουν αντιμετωπίσει την αλληλεπίδραση πολιτικών συστηματικά, και το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Κλιματικής Αλλαγής (European Climate Change Programme) απλά αναφέρει μια ονομαστική λίστα πολιτικών που πιθανόν να αναιρούνται σε ταυτόχρονη εφαρμογή τους, χωρίς πιο ενδελεχή έρευνα.

Έχει γίνει μια μελέτη με τίτλο “interaction in EU climate policy” (Sorrell, SPRU 2003) η οποία όμως εξετάζει μόνο την αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος εμπορίας εκπομπών ρύπων της Ε.Ε. και των άλλων εθνικών πολιτικών μιας χώρας. Επίσης τρέχει και η μελέτη “Interactions of White certificates for energy efficiency and other market instruments in an international policy context” (Οικονομου, Jernpa 2005-) η οποία εξετάζει την αλληλεπίδραση των λευκών πιστοποιητικών με τις υπόλοιπες ενεργειακές πολιτικές. Ακόμη η μελέτη “Report on the Interaction of Green Power Labelling with Renewable Energy Policies” (CLEAN-E Project 2006) επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση των πράσινων πιστοποιητικών με τις πολιτικές για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

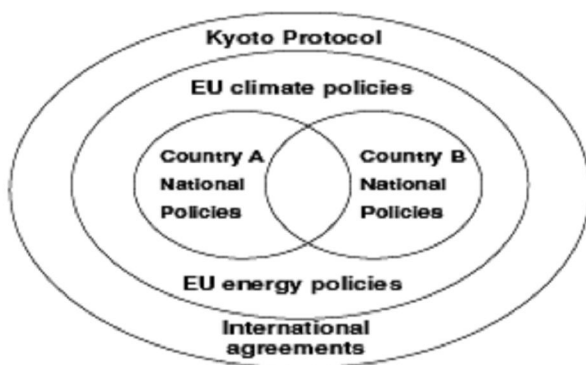
Οι μελέτες αυτές αν και δεν εξετάζουν το θέμα για όλες τις πολιτικές, δημιουργούν ένα γενικότερο πλαίσιο πάνω στο οποίο μπορεί να βασιστεί η αλληλεπίδραση ενεργειακών πολιτικών γενικότερα. Αυτό το πλαίσιο αναπτύσσεται παρακάτω.

Όπως αναφέρεται στην μελέτη του Majone το 1989 για το σχεδιασμό πολιτικών, οι αλληλεπιδράσεις πολιτικών έχουν διάφορες πτυχές και παραμέτρους, γενικά όμως είναι είτε συμπληρωματικές, είτε ανταγωνιστικές είτε πλήρως ανεξάρτητες. Για την αλληλεπίδραση ενεργειακών πολιτικών και πολιτικών για το κλίμα δεν υπάρχει πολυάριθμη διεθνής βιβλιογραφία. Μία εκτενής σπουδή έχει πραγματοποιηθεί από

τους Οικονομους και Jerma το 2007, στην οποία αναγνωρίζονται 3 είδη αλληλεπίδρασης ενεργειακών και κλιματικών πολιτικών:

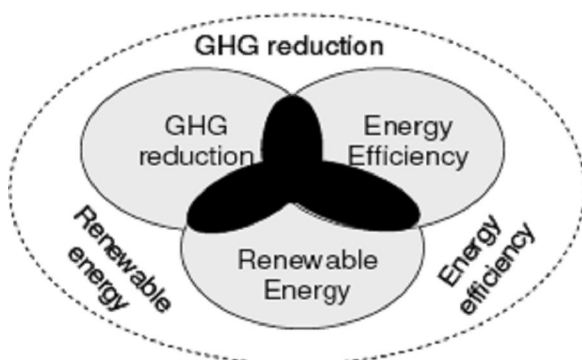
A) Εθνική ή διεθνής: Στην περίπτωση αυτή οι αλληλεπιδράσεις εξετάζονται ως προς τον τομέα εφαρμογής τους και τη «χωρική» τους διάσταση. Στο σχ.1 φαίνεται πως είναι δυνατόν να συνυπάρχουν διεθνή όργανα όπως το πρωτόκολλο του ΚΥΟΤΟ ή διάφορες πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι οποίες συνιστούν ένα πλαίσιο για άσκηση ενεργειακής πολιτικής και σε εθνικό πλέον επίπεδο.

Σχ.1: Εθνική ή διεθνής



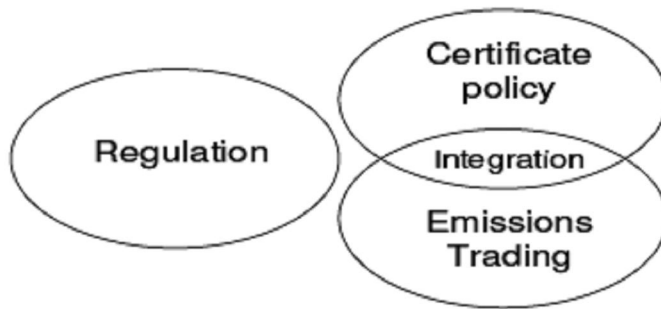
B) Ίδιο ή διαφορετικό φάσμα της πολιτικής: Το φάσμα της πολιτικής αναφέρεται στο περιεχόμενο και στα διάφορα όργανα που επηρεάζονται από την πολιτική, δημιουργώντας κατ' επέκταση επιπλοκές μεταξύ πολιτικών με διαφορετικούς αντικειμενικούς στόχους, οι οποίες όμως ενδέχεται να βρίσκουν κοινό τόπο στην εφαρμογή τους. Στο σχ.2 φαίνεται πως οι επιδιώξεις για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (GHG reduction), για την ενεργειακή αποδοτικότητα (Energy Efficiency), και για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Renewable Energy), μπορεί να προσεγγίζονται ταυτόχρονα από μία πολιτική, ή μπορεί να έχουν και τελείως ανεξάρτητη προσέγγιση.

Σχ.2: Ίδιο ή διαφορετικό φάσμα της πολιτικής



Γ) Παράλληλη εφαρμογή και συντονισμός: Εδώ εντάσσονται οι περιπτώσεις στις οποίες μπορεί με κατάλληλο συντονισμό να γίνει ενσωμάτωση (integration) δυο πολιτικών, ενισχύοντας έτσι το παραγόμενο αποτέλεσμα από την παράλληλη εφαρμογή τους. Όπως φαίνεται και στο σχ.3 μπορεί δυο πολιτικές να εφαρμόζονται παράλληλα και ξεχωριστά ή μια από την άλλη και επιδιώκοντας ξεχωριστούς στόχους, ενώ άλλες να ενοποιούνται-ενσωματώνονται συνθέτοντας έτσι ένα «υβριδικό όργανο». Το παράδειγμα που δίνεται είναι αυτό των πιστοποιητικών τα οποία μπορεί να είναι αντικείμενο ανταλλαγής.

Σχ.3: Παράλληλη εφαρμογή και συντονισμός



Σύμφωνα με τα παραπάνω αναπτύχθηκε από τους Ζευγώλη Δημήτρη, Οικονόμου Βλάση και Γραφάκο Στέλιο το εργαλείο **ECPI (Energy and Climate Policy Interactions decision support tool)** το οποίο στην παρούσα διπλωματική επεκτάθηκε και υλοποιήθηκε σε ένα διαδραστικό έμπειρο σύστημα (expert system). Στο εργαλείο αυτό εξετάζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ ενεργειακών πολιτικών και πολιτικών για το κλίμα και εξετάζεται ο συνδυασμός πολιτικών ανά ζεύγη.

Η ανάλυση εξαρτάται από συγκεκριμένα κριτήρια και παραμέτρους που θα αναλυθούν παρακάτω. Η αξιολόγηση έχει πιο πολύ ποιοτικό χαρακτήρα και παρέχει πολύ χρήσιμη ανάλυση και απαντήσεις στην αλληλεπίδραση των παραπάνω πολιτικών.

Θεωρητικό υπόβαθρο ανάλυσης πολιτικών

Το εργαλείο **ECPI**, όπως αυτό αναλύεται στην παρούσα διπλωματική, παρέχει ένα πλαίσιο ανάλυσης ζευγών **ενεργειακών πολιτικών** και πολιτικών για το κλίμα, οι οποίες αποτελούν πιθανούς εφαρμόσιμους συνδυασμούς.

Το περιβάλλον του εργαλείου είναι διαδραστικό, και ο χρήστης έχει την ευχέρεια να επιλέξει τις πολιτικές που θέλει να εξετάσει, και στη συνέχεια να παραμετροποιήσει τις περιοχές αλληλεπίδρασης αυτών. Έπειτα οι παράμετροι αυτές αναλύονται πολυκριτηριακά και αφού και ο χρήστης καθορίσει τις επιθυμητές επιδόσεις των πολιτικών εξάγεται το αποτέλεσμα της όλης αυτής διεργασίας. Ο ρόλος του χρήστη είναι κυρίαρχος σε όλη τη διαδικασία και μπορεί να επέμβει να αλλάξει όλες τις τιμές και τις παραμέτρους εάν το επιθυμεί.

Τα βήματα και η αναλυτική μεθοδολογία του εργαλείου θα παρουσιαστούν παρακάτω σε βάθος, θεωρητικά αλλά και πως υλοποιήθηκαν.

Μια βασική ιδέα πίσω από το ECPI είναι η διατύπωση του Tinbergen(1952,1954) για την οικονομική πολιτική. Το συμπέρασμα αυτής της θεωρίας είναι ότι μια πολιτική πρέπει να στοχεύει στη μεγιστοποίηση της λειτουργίας της κοινωνικής πρόνοιας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί επιλέγοντας συγκεκριμένες τιμές κάποιων μεταβλητών, και ακολούθως θέτοντας αυτές ως στόχους. Από το θεώρημα του Tinbergen προκύπτουν ακόμη 3 περιπτώσεις (Arrow, Lindblom 1958): **α)** Για συγκεκριμένο αριθμό στόχων, ο αριθμός των πολιτικών πρέπει να είναι ίδιος με τον αριθμό των στόχων, έχοντας έτσι μια φραγμένη σχέση **β)** Για συγκεκριμένο αριθμό στόχων, αν ο αριθμός των πολιτικών δεν είναι ίδιος με τον αριθμό των στόχων, αυτό οδηγεί σε θεωρητικά άπειρο αριθμό συνδυασμών πολιτικών ή σε μία τυχαία λύση **γ)** ευέλικτους στόχους όπου ένα πρόβλημα μεγιστοποίησης αποτελείται και από άλλες συνθήκες.

Στο ECPI εργαλείο χρησιμοποιείται η πρώτη συνθήκη, υπό την έννοια ότι η ιδανική επιλογή πολιτικών προϋποθέτει μια πολιτική ανά στόχο. Δηλαδή **αν υπάρχει μια πολιτική, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται ένας επιθυμητός στόχος, δεν είναι επιθυμητή μια επιπρόσθετη πολιτική για τον ίδιο σκοπό** (Johnstone,2003). Μία παρόμοια προσέγγιση ακολουθείται και στο IPCC (2007), όπου αναφέρεται ότι σε μια τέλεια «αγορά», μία και μόνο πολιτική είναι αρκετή για την επίτευξη ενός στόχου. Παρ' όλα αυτά, αν η αγορά δεν είναι τέλεια, **τότε ένας συνδυασμός πολιτικών δύναται να είναι η βέλτιστη λύση για την επίτευξη ενός στόχου**. Σε αυτήν την αρχή βασίζεται και ο σχεδιασμός του εργαλείου ECPI .

2

Μεθοδολογία μελέτης αλληλεπίδρασης Ενεργειακών Πολιτικών

Εισαγωγή

Στην Ενότητα 2 «**Μεθοδολογία μελέτης αλληλεπίδρασης Ενεργειακών Πολιτικών**» θα περιγραφεί το πλαίσιο και η μεθοδολογία της ανάλυσης της αλληλεπίδρασης των πολιτικών, πάνω στο οποίο βασίστηκε η δημιουργία του εργαλείου ECPI. Θα παρουσιαστούν οι ενεργειακές πολιτικές που εξετάζονται με τα χαρακτηριστικά τους και τα κριτήρια βάσει των οποίων εξετάζονται. Έπειτα θα εξηγηθούν η μέθοδος της ιεράρχησης των κριτηρίων και του υπολογισμού της αλληλεπίδρασης των ενεργειακών πολιτικών. Δημιουργούνται έννοιες όπως **άθροισμα αλληλεπιδράσεων, περιοχές αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών, σύγκριση κριτηρίων ανά δυο** κ.α. Τέλος παρουσιάζεται η μέθοδος αξιολόγησης της αλληλεπίδρασης των ενεργειακών πολιτικών και η εξαγωγή της ιδανικής λύσης. Θα εξηγηθεί πως συνδέονται όλα τα παραπάνω μεταξύ τους για να δημιουργήσουν ένα πλαίσιο εκτίμησης και υπολογισμού αλληλεπιδράσεων ενεργειακών πολιτικών.

Επίσης μέσα σε όλη την παρουσίαση της μεθοδολογίας μελέτης αλληλεπίδρασης Ενεργειακών Πολιτικών υπονοείται η ύπαρξη του αποφασίζοντα, ή νομοθέτη, ο οποίος εισάγει τα δεδομένα, την «είσοδο», στα διάφορα σκέλη της μεθοδολογίας αυτής.

2.1 Πολιτικές

Αρχικά θα παρουσιαστούν οι **14 πολιτικές** που επιλέχθηκαν για να μελετηθούν στο εργαλείο. Αυτές παρουσιάζονται με ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά τους και όχι όπως μπορεί να εφαρμόζονται με διάφορες παραλλαγές σε εθνικό επίπεδο. Αυτές οι πολιτικές είναι οι εξής:*

*η παρουσίαση τους γίνεται και στην αγγλική, επειδή έτσι αυτές παρουσιάζονται και στην εφαρμογή του εργαλείου

πίνακας 1: Πολιτικές

1) Carbon tax	φόρος άνθρακα
2) Energy tax	φόρος ενέργειας
3) Subsidies (energy efficiency)	επιδοτήσεις για ενεργειακή αποδοτικότητα
4) Subsidies (feed-in for RE)	επιδοτήσεις για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
5) Subsidies (cleaner fossil fuels)	επιδοτήσεις για καθαρότερα ορυκτά καύσιμα
6) Labelling (energy efficiency appliances)	πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης για συσκευές
7) Labelling (energy efficiency buildings)	πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης για κτίρια
8) Technology subsidy (carbon- free)	επιδότηση τεχνολογιών χωρίς άνθρακα
9) Technology standard	πρότυπα τεχνολογίας
10) Voluntary agreements (energy efficiency)	εθελοντικές συμφωνίες για ενεργειακή αποδοτικότητα
11) Emissions trading (national schemes)	σύστημα εμπορίας εκπομπών ρύπων σε εθνικό επίπεδο
12) EU emissions trading scheme	σύστημα εμπορίας εκπομπών ρύπων της Ε.Ε.
13) Tradable Green Certificates	εμπορεύσιμα πράσινα πιστοποιητικά
14) White Certificates	λευκά πιστοποιητικά

Η εφαρμογή διαφέρει από χώρα σε χώρα, εδώ εξηγούνται γενικά οι αρχές των πολιτικών, στο εργαλείο όμως ο χρήστης μπορεί να θέσει τις προδιαγραφές εφαρμογής της κάθε πολιτικής που τον ενδιαφέρει:

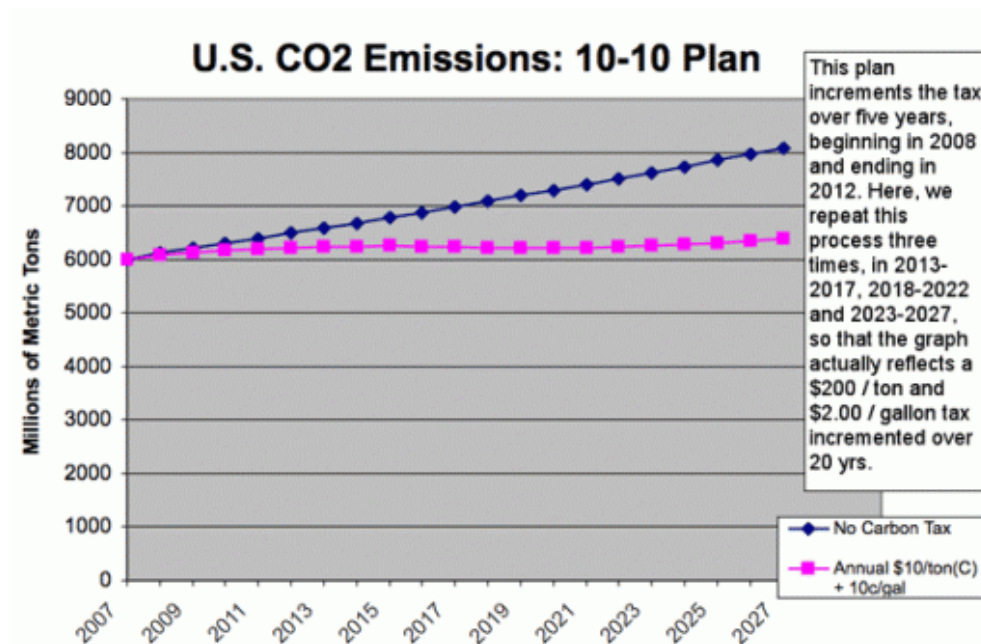
Ο φόρος άνθρακα είναι ένας φόρος στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και στα άλλα αέρια του θερμοκηπίου. Είναι ένας «φόρος μόλυνσης», επειδή φορολογούνται οι επιβλαβείς εκπομπές και όχι το εισόδημα από αυτές. Ο σκοπός του φόρου αυτού είναι να μειώσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και ακολούθως να επιβραδύνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μπορεί να θεσπιστεί φορολογώντας την καύση ορυκτών καυσίμων- κάρβουνο, πετρέλαιο και τα προϊόντα του όπως η βενζίνη, φυσικό αέριο- ανάλογα με το περιεχόμενο τους σε άνθρακα. Η Ε.Ε. θέσπισε ένα φόρο άνθρακα για τα κράτη μέλη πριν εισαχθεί το σύστημα εμπορίας ρύπων το 2005. Πιο συγκεκριμένα η Μεγάλη Βρετανία έχει υιοθετήσει τέτοιους φόρους και τέλη για να ενισχύσει το σύστημα εμπορίας ρύπων.

Ο φόρος ενέργειας είναι ένας φόρος που επιβάλλεται στην κατανάλωση διαφόρων πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα) κι έχει κυρίως σκοπό όχι τη μείωση της κατανάλωσης αλλά τη συγκέντρωση κονδυλίων για τη χρηματοδότηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και άλλων περιβαλλοντικών σχεδίων.

Σε αντίθεση με άλλου είδους προσεγγίσεις, όπως αυτή της εμπορίας δικαιωμάτων ρύπων, οι φόροι είναι εύκολα κατανοητοί και πιο άμεσοι, επομένως μπορούν να γίνουν εύκολα αποδεκτοί από το κοινό αν τα έσοδα από αυτούς χρησιμοποιηθούν για τη μείωση άλλων φόρων ή για τη χρηματοδότηση περιβαλλοντικών πλάνων.

Ο φόρος άνθρακα επιβάλλεται στους παραγωγούς ενέργειας, στη βιομηχανία ή στους τελικούς χρήστες. Ο φόρος ενέργειας μπορεί να επιβληθεί και στους παρόχους ενέργειας.

Παρακάτω ακολουθεί μία πρόβλεψη για τη συμβολή του φόρου άνθρακα στη μείωση των εκπομπών άνθρακα για τις ΗΠΑ από το 2007 ως το 2027. Για την πρόβλεψη θεωρείται μία αύξηση του φόρου κατά 10\$/τόνο άνθρακα και 10σεντς/γαλλόνι ετησίως (καμπύλη ■), ή καμία αύξηση του φόρου (καμπύλη ◆) .



Σχ.4 πηγή www.carbontax.org

- **Subsidies (energy efficiency) – Subsidies (feed – in for RE) – Subsidies (cleaner fossil fuels) – Technology subsidy (carbon- free)**

Οι ενεργειακές επιδοτήσεις είναι ένα μέσο για να κρατηθούν οι τιμές χαμηλότερα από τα επίπεδα της αγοράς για τους καταναλωτές ή να μειωθεί το κόστος για τους καταναλωτές και τους παραγωγούς. Αυτές οι επιδοτήσεις μπορεί να αφορούν επιδοτήσεις για την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, επιδοτήσεις για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, για έρευνα στον τομέα των νέων τεχνολογιών στην ενέργεια κ.α. Οι τιμές και τα ποσοστά των επιδοτήσεων προφανώς διαφέρουν από χώρα σε χώρα, με τις προσπάθειες να εντείνονται να δοθεί βάρος στις παραπάνω επιδοτήσεις.

Οι επιδοτήσεις έχουν πολλά πλεονεκτήματα αλλά και ορισμένα αδύναμα σημεία. Όπως έχει δείξει όμως και η ιστορία των συμβατικών καυσίμων, καμία πηγή ενέργειας δεν αναπτύχθηκε χωρίς τη βοήθεια επιδοτήσεων.


Πιο συγκεκριμένα οι επιδοτήσεις για την ενεργειακή αποδοτικότητα (**energy efficiency**) εφαρμόζονται σαν έμμεση επιδότηση, με τη μορφή της μείωσης του φόρου ενέργειας, για τις ομάδες που τον καταβάλλουν. Αντίστοιχα και οι επιδοτήσεις για καθαρότερα ορυκτά καύσιμα μπορεί να γίνονται με τη μορφή της μείωσης του φόρου άνθρακα στις υπόλογες ομάδες. Οι ομάδες αυτές για τις παραπάνω επιδοτήσεις μπορεί να είναι οι πάροχοι ενέργειας, η βιομηχανία ή οι τελικοί χρήστες.

Η επιδότηση για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (**feed-in for RE**) και για τις τεχνολογίες χωρίς άνθρακα (**carbon-free**) έχουν περισσότερο το σκοπό της μείωσης του κόστους υιοθέτησης ακριβών τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είτε με χρηματική εισροή είτε με ευνοϊκούς όρους αποπληρωμής. Εκτός από τις ίδιες ομάδες με τις άλλες δυο επιδοτήσεις, η επιδοτήσεις αυτές εφαρμόζονται επίσης (και κυρίως) στους παραγωγούς ενέργειας.

- **Technology standard**

Η εισαγωγή προτύπων χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία για τη διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων και της ασφάλειας της διαδικασίας παραγωγής. Ο τρόπος χρησιμοποίησης τους ως ενεργειακής πολιτικής, είναι η θέσπιση προτύπων ενεργειακής απόδοσης όλο και πιο υψηλών, ή αλλιώς όλο και πιο χαμηλής κατανάλωσης, για διάφορες τεχνολογίες, όπως οι μηχανές εσωτερικής καύσης κ.α. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η οδηγία για την ενιαία Πρόληψη της Μόλυνσης και τον Έλεγχο είναι ένα τυπικό τεχνολογικό πρότυπο. Τα τεχνολογικά πρότυπα εφαρμόζονται στους παραγωγούς ενέργειας και στη βιομηχανία.

- **Labelling (energy efficiency appliances) - Labelling (energy efficiency buildings)**

Energy		Washing machine
Manufacturer Model		
More efficient		
A		
B		B
C		
D		
E		
F		
G		
Less efficient		
Energy consumption kWh/cycle <small>(based on standard test results for 60°C cotton cycle) Actual energy consumption will depend on how the appliance is used</small>		1.75
Washing performance <small>A: higher G: lower</small>	A B C D E F G	
Spin drying performance <small>A: higher G: lower Spin speed (rpm)</small>	A B C D E F G	1400
Capacity (cotton) kg		5.0
Water consumption		5.5
Noise (dB(A) re 1 pW)	Washing	5.2
	Spinning	7.6
<small>Further information contained in product brochure</small>		
		

Μία πολιτική που προέκυψε εξ' αιτίας του πρωτοκόλλου του KYOTO είναι και τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης. Με αυτή τη νομοθεσία ένας μεγάλος αριθμός συσκευών του εμπορίου (πλυντήρια, ψυγεία, αυτοκίνητα) για την πρώτη περίπτωση (**energy efficiency appliances**), είτε κτίρια για τη δεύτερη περίπτωση (**energy efficiency buildings**) είναι υποχρεωτικό να φέρουν ένα πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης. Στο πιστοποιητικό αυτό αναγράφεται η ενεργειακή απόδοση του αντικειμένου σε ένα σύστημα διαβάθμισης από το A ως το G, όπου με A βαθμολογείται η καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Τα πιστοποιητικά παρέχουν επίσης και άλλες πληροφορίες όπως διάφορα χαρακτηριστικά του αντικειμένου, κατανάλωση, θόρυβος κλπ. Επίσης στην ίδια κλίμακα βαθμολογείται και η ποσότητα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα του αντικειμένου. Τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης για συσκευές εφαρμόζονται στη βιομηχανία ενώ για κτίρια εφαρμόζονται και στους τελικούς χρήστες.

Σχ.5 αριστερά: Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ενός πλυντηρίου

- **Voluntary Agreements (energy efficiency)**

Οι εθελοντικές συμφωνίες είναι συμφωνίες που υπογράφονται μεταξύ των βιομηχανιών και της κυβέρνησης. Αυτές είναι εθελοντικές, δηλαδή συμμετέχει όποια βιομηχανία επιθυμεί. Η συμφωνία δηλώνει ότι η βιομηχανία δεσμεύεται να βελτιώσει την ενεργειακή της αποδοτικότητα και αντίστοιχα λαμβάνει ως αντάλλαγμα από την κυβέρνηση φοροαπαλλαγές, συνήθως στο φόρο άνθρακα. Το σύστημα αυτό έχει δυο αντικειμενικούς σκοπούς: αφ' ενός τη βελτίωση της ενεργειακής αποδόσεως των βιομηχανιών και αφ' ετέρου τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας των εν λόγω βιομηχανιών. Οι εθελοντικές συμφωνίες αποτελούν ένα μέτρο για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των βιομηχανιών και αποτελούν μέρος του «μείγματος πολιτικών» (policy mix) διάφορων χωρών της Ε.Ε. Ο ρόλος των συμφωνιών όμως αλλάζει από χώρα σε χώρα. Για παράδειγμα στη Γαλλία και στη Γερμανία οι συμφωνίες αντικαθιστούν άλλες πολιτικές. Στη Δανία είναι συνδεδεμένες με το φόρο άνθρακα ενώ στην Ολλανδία συνδέονται με το σύστημα περιβαλλοντικών αδειών. Επίσης σε πολλές χώρες οι συμφωνίες εισηγούνται και έμμεσες επιδοτήσεις στην Έρευνα και Τεχνολογία για την ενεργειακή αποδοτικότητα. Στις εθελοντικές συμφωνίες μπορούν εκτός από τις βιομηχανίες μπορούν να συμμετέχουν και οι παραγωγοί και πάροχοι ενέργειας.

Ακολουθεί ένας πίνακας με τον αριθμό των βιομηχανιών που συμμετέχουν σε εθελοντικές συμφωνίες σε ορισμένες χώρες της Ε.Ε.

Πίνακας 2: Κάλυψη εθελοντικών συμφωνιών (έτος 2000). πηγή *Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut, Δανία*

	Target group	Αριθμός εμπλεκομένων βιομηχανιών	% της βιομηχανικής ενεργειακής κατανάλωσης
Δανία	Βιομηχανίες υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης	143	45%
Σουηδία	Καινοτόμες εταιρείες που έχουν σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής τους αποδοτικότητας	30	1,5%
Γερμανία	Ενεργοβόρες βιομηχανίες	Περίπου 4400	70%
Γαλλία	Ενεργοβόρες βιομηχανίες	33	<40%
Ολλανδία	Βιομηχανίες με κατανάλωση πάνω από ένα 1 PJ ανά κλάδο	Περίπου 1250	90%

• Emissions Trading (national schemes)

Τα εθνικά Συστήματα Εμπορίας Εκπομπών Ρύπων είναι πλαίσια που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε εθνικό επίπεδο. Είναι εθνικά και κατά κανόνα δεν εφαρμόζονται σε διεθνές επίπεδο, ενώ μπορεί να έχουν είτε εθελοντικό είτε υποχρεωτικό χαρακτήρα. Μπορούν να επιβληθούν στους παραγωγούς ενέργειας και στη βιομηχανία.

Η λειτουργία τους είναι η εξής. Μία ρυθμιστική αρχή, η κυβέρνηση ή κάποια άλλη αρχή, θέτει ένα όριο, ή αλλιώς ένα «καπέλο» (cap), στην ποσότητα που μπορεί να εκλυθεί, ενός αερίου. Οι εταιρείες τώρα στις οποίες αναφέρεται το σύστημα εμπορίας ρύπων αποκτούν άδεια για συγκεκριμένες ποσότητες εκπομπών η κάθε μια και τους παρέχεται και ένας ίσος αριθμός δικαιωμάτων για αυτές τις εκπομπές. Η καινοτομία είναι ότι τα δικαιώματα τους αυτά (allowances) μπορούν να τα εμπορεύονται. Δηλαδή εάν μία εταιρεία αυξάνει τις εκπομπές της, πρέπει να αγοράσει αντίστοιχα δικαιώματα για τις εκπομπές αυτές από κάποια άλλη εταιρεία η οποία εκπέμπει λιγότερο από ότι της αναλογεί. Κατά κάποιο τρόπο ο αγοραστής χρεώνεται για την παραπάνω μόλυνση, ενώ ο πωλητής έχει και οικονομικό όφελος από τη μείωση των ρύπων του. Αυτή η αγορά μπορεί να αναφερθεί και ως εμπόριο ή ακόμα και ως χρηματιστήριο ρύπων. Ο συνολικός αριθμός δικαιωμάτων και αδειών που έχουν δοθεί είναι το αρχικό όριο, το «καπέλο», οπότε εξασφαλίζεται κι έτσι ότι αυτό δεν ξεπερνιέται. Τα συστήματα αυτά αναφέρονται για αυτούς τους λόγους πολλές φορές και ως “cap and trade”.

Το όριο μπορεί να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, ούτως ώστε να επιτευχθεί ο όποιος εθνικός στόχος μείωσης ρύπων. Εναλλακτικά μπορεί να αποσύρονται δικαιώματα από την αγορά σταδιακά. Επειδή οι τιμές των δικαιωμάτων ρύπων καθορίζονται βάσει της προσφοράς και της ζήτησης σε συνθήκες ελεύθερης αγοράς, τέτοια συστήματα θεωρούνται μοντέλα περιβαλλοντολογίας της ελεύθερης αγοράς, “free market environmentalism”. Παρ’ όλο που τα όρια τίθενται από κυβερνητικές συνήθως αρχές, οι εταιρείες μπορούν από μόνες τους να διαλέξουν τον πιο οικονομικό τρόπο για να συμβιβαστούν με ένα τέτοιο σύστημα: είτε να αγοράζουν δικαιώματα είτε να μειώσουν τις εκπομπές τους.

Τέτοια συστήματα υπάρχουν για διάφορα αέρια και άλλους ρυπαντές σε διάφορες χώρες. Το μεγαλύτερης εμβέλειας τέτοιο σύστημα για αέρια του θερμοκηπίου είναι το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Ρύπων (EU ETS) το οποίο παρουσιάζεται αμέσως παρακάτω και εφαρμόζεται σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

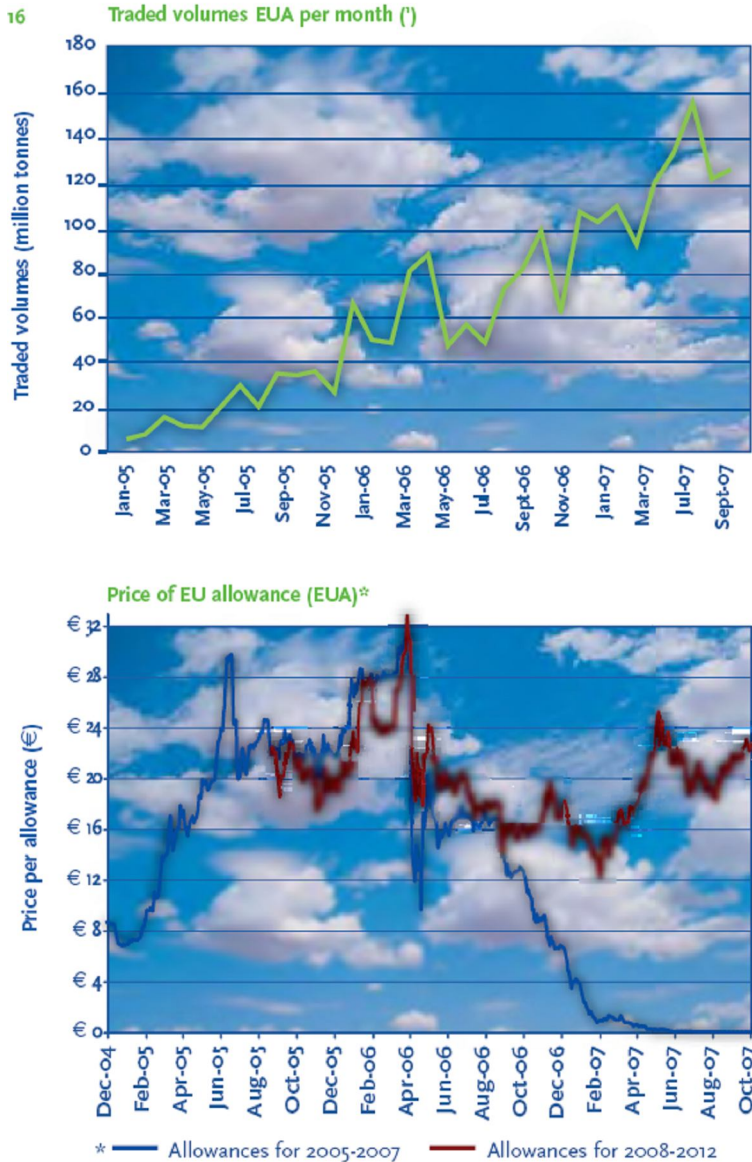
- **EU emissions trading scheme (EU ETS)**

Το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών Ρύπων (European Union Emissions Trading Scheme) είναι ένα υποχρεωτικό σύστημα για τις χώρες μέλη της Ε.Ε. και τρέχει σε δυο φάσεις (2005-2008 και 2008-2012). Υποχρεώνονται μέσω αυτού οι παραγωγοί ενέργειας και οι πολύ ενεργοβόρες επιχειρήσεις να ελέγξουν τις εκπομπές τους αερίων του θερμοκηπίου, ή να αγοράσουν δικαιώματα για τις μη καλυπτόμενες εκπομπές τους.

Το EU ETS είναι το μεγαλύτερο σχέδιο εμπορίας εκπομπών ρύπων στον κόσμο, καλύπτοντας παραπάνω από 10.000 εγκαταστάσεις, που εκπροσωπούν σχεδόν τις μισές εκπομπές της Ε.Ε. σε διοξείδιο του άνθρακα και το 40% των εκπομπών των υπολοίπων αερίων του θερμοκηπίου. Οι υπόλογες εταιρείες στο σχέδιο πρέπει σε κάθε φάση του σχεδίου να παρουσιάζουν έναν αριθμό δικαιωμάτων ίσο με τις αντίστοιχες εκπομπές τους. Η πρώτη φάση έληξε το Δεκέμβριο του 2007 και τώρα μέχρι το Δεκέμβριο του 2012 τρέχει η δεύτερη φάση. Σε αυτήν την περίοδο τα δικαιώματα χορηγούνται δωρεάν από τις κυβερνήσεις. Εάν όμως μια εγκατάσταση επιθυμεί παραπάνω δικαιώματα πρέπει να αγοράσει δικαιώματα από κάποια άλλη που της περισσεύουν, ή να μειώσει τις εκπομπές της. Αντίστοιχα αν σε μια εγκατάσταση περισσεύουν δικαιώματα λόγω της μείωσης που κατάφερε, μπορεί να τα πουλήσει.

Η κατανομή των δικαιωμάτων ρύπων στις εγκαταστάσεις γίνεται από τις κυβερνήσεις, οι οποίες πρέπει να εξασφαλίζουν ότι τα δικαιώματα που δίνουν είναι χαμηλότερα από ότι θα ήταν με μια συμβατική νομοθεσία. Για την πρώτη φάση τα δικαιώματα δόθηκαν από το κάθε κράτος από το εθνικό σχέδιο κατανομής του (National Allocation Plan). Τα εθνικά σχέδια κατανομής επιβλέπονται από την Ε.Ε. ότι αυτά πληρούν τα κριτήρια που έχουν τεθεί στην αντίστοιχη οδηγία της ευρωπαϊκής επιτροπής. Το πιο βασικό κριτήριο είναι για το κάθε κράτος το «καπέλο» να ικανοποιεί και τη δέσμευσή του ως προς το πρωτόκολλο του ΚΥΟΤΟ.

Σχ.6 Η ποσότητα των εκπομπών και η τιμή του κάθε δικαιώματος ανά μήνα



Το EU ETS βρίσκεται επίσης σε αρμονία με το πρωτόκολλο του ΚΥΟΤΟ καθώς επιτρέπει στις εγκαταστάσεις να χρησιμοποιούν δικαιώματα και από τους μηχανισμούς του πρωτοκόλλου όπως ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism) και η εφαρμογή από κοινού (Joint Implementation). Αυτή η διασύνδεση μεταξύ του EU ETS και των ευέλικτων μηχανισμών του ΚΥΟΤΟ επιτρέπει στις εγκαταστάσεις να χρησιμοποιούν πιστοποιητικά από τους μηχανισμούς αυτούς για να καλύπτουν τις υποχρεώσεις εκπομπών τους από το EU ETS.

Τον Ιανουάριο του 2008 η Ε.Ε. πρότεινε κάποιες αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας του EU ETS. Μερικές από αυτές είναι η κεντρική κατανομή των δικαιωμάτων, δηλαδή όχι πια εθνικά σχέδια κατανομής, η δημοπράτηση του 60% των δικαιωμάτων και όχι η δωρεάν παροχή τους και η ενσωμάτωση στο σύστημα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου όπως το οξείδιο του νατρίου και οι

υπερφθοράνθρακες. Επίσης προτάθηκε για την τρίτη φάση του σχεδίου, από το 2013 και μετά, συνολική μείωση των εκπομπών κατά 21% το 2020 σε σχέση με το 2005, ενώ συζητείται η ενσωμάτωση στο σύστημα και άλλων βιομηχανιών όπως για παράδειγμα οι αεροπορικές εταιρείες.

Σχ.7 Τα δικαιώματα εκπομπών για κάθε χώρα της Ε.Ε. για κάθε φάση του σχεδίου EU ETS και οι αντίστοιχοι στόχοι μείωσης του πρωτοκόλλου ΚΥΟΤΟ. πηγή <http://www.defra.gov.uk/news/2008/080131a.htm>

EU member state	Kyoto target (% change against base year)	2005-2007		2008-2012	
		Allocated CO ₂ allowances (MT per year)	Share in EU	Allocated CO ₂ allowances (MT per year)	Share in EU
Austria	-13%*	33.0	1.4%	30.7	1.5%
Belgium	-7.5%*	62.1	2.7%	58.5	2.8%
Bulgaria	-8%	42.3**	1.8%	42.3	2.0%
Cyprus	-	5.7	0.2%	5.48	0.3%
Czech Republic	-8%	97.6	4.2%	86.8	4.2%
Denmark	-21%*	33.5	1.4%	24.5	1.2%
Estonia	-8%	19	0.8%	12.72	0.6%
Finland	0%*	45.5	2.0%	37.6	1.8%
France	0%*	156.5	6.8%	132.8	6.4%
Germany	-21%*	499	21.7%	453.1	21.8%
Greece	+25%*	74.4	3.2%	69.1	3.3%
Hungary	-6%	31.3	1.4%	26.9	1.3%
Ireland	+13%*	22.3	1.0%	22.3	1.1%
Italy	-6.5%*	223.1	9.7%	195.8	9.4%
Latvia	-8%	4.6	0.2%	3.43	0.2%
Lithuania	-8%	12.3	0.5%	8.8	0.4%
Luxembourg	-28%*	3.4	0.1%	2.5	0.1%
Malta	-	2.9	0.1%	2.1	0.1%
Netherlands	-6%*	95.3	4.1%	85.8	4.1%
Poland	-6%	239.1	10.4%	208.5	10.0%
Portugal	+27%*	38.9	1.7%	34.8	1.7%
Romania	-8%	74.8**	3.2%	75.9	3.6%
Slovakia	-8%	30.5	1.3%	30.9	1.5%
Slovenia	-8%	8.8	0.4%	8.3	0.4%
Spain	+15%*	174.4	7.6%	152.3	7.3%
Sweden	+4%*	22.9	1.0%	22.8	1.1%
United Kingdom	-12.5%*	245.3	10.7%	246.2	11.8%
Total		2298.5	100%	2080.93	100.0%

* Under the Kyoto Protocol, the EU-15 (the group of 15 countries that were EU Member States before May 2004) has to reduce its collective greenhouse gas emissions to 8 % below 1990 levels during 2008–12. This target is shared among the 15 Member States, marked with (*), under a legally binding agreement (Council Decision 2002/358/EC of 25 April 2002). The 12 Member States that have joined the EU since 2004 have individual targets under the Kyoto Protocol with the exception of Cyprus and Malta, which have no targets.
** Only for 2007

- **Tradable Green Certificates (TGC)**

Τα εμπορεύσιμα πράσινα πιστοποιητικά ή αλλιώς πιστοποιητικά ανανεώσιμης ενέργειας είναι εμπορεύσιμα αντικείμενα, τα οποία δεικνύουν ότι ορισμένη ποσότητα ηλεκτρισμού, από τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας, παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Συνήθως ένα πιστοποιητικό αντιπροσωπεύει παραγωγή 1 Μεγαβατώρας ηλεκτρικής ενέργειας. Πιστοποιητικά επίσης μπορεί να δίνονται και στους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας ή ακόμα και στους τελικούς χρήστες, όπου τα πιστοποιητικά αναφέρονται στην ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχεται ή καταναλώνεται αντίστοιχα. Ο μηχανισμός αυτός στοχεύει στην αύξηση του ποσοστού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Τα πιστοποιητικά μπορούν να εμπορευθούν ανεξάρτητα από την ηλεκτρική ενέργεια. Ορισμένες χώρες τα χρησιμοποιούν για να φέρουν τις επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πιο κοντά στην οικονομία της αγοράς και να μη βασίζονται αυτές αποκλειστικά σε κρατικές επιχορηγήσεις. Με αυτή τη φιλοσοφία λειτουργεί ο θεσμός των πράσινων πιστοποιητικών στην Πολωνία, στη Σουηδία, τη Μεγάλη Βρετανία, την Ιταλία κ.α.

- **White Certificates**

Τα λευκά πιστοποιητικά είναι έγγραφα που πιστοποιούν μία μείωση στην κατανάλωση ενέργειας. Αυτά τα πιστοποιητικά επιβάλλονται στους παρόχους ή στους διανομείς ενέργειας, οι οποίοι έχουν συγκεκριμένες υποχρεώσεις μείωσης της ενεργειακής τους κατανάλωσης μέσα σε ένα χρονικό πλαίσιο. Με αυτόν τον τρόπο καταγράφεται η μείωση που επιτυγχάνεται, και τα πιστοποιητικά αυτά μετά είναι εμπορεύσιμα. Δηλαδή όποιος πάροχος ή διανομέας έχει επιτύχει μεγαλύτερη μείωση από αυτή που υποχρεούταν, μπορεί αυτό το περίσσευμα του να το πουλήσει σε κάποιον άλλο πάροχο ή διανομέα, που δεν κατάφερε να του παραχωρηθούν τα πιστοποιητικά λόγω της μείωσης που κατάφερε.

Στην Ευρώπη τέτοια πιστοποιητικά θεσμοθετήθηκαν στην Ιταλία το 2005 και στη Γαλλία το 2006. Η Δανία και η Ολλανδία σχεδιάζουν την υιοθέτηση τέτοιων πιστοποιητικών ενώ στην Αγγλία λειτουργεί ήδη από το 2002 παρόμοιο σχέδιο.

Βάση Δεδομένων ενεργειακών πολιτικών/ Χαρακτηριστικά σχεδίασης ενεργειακών πολιτικών - Περιοχές αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών

Στο εργαλείο ECPI χρησιμοποιούνται οι παραπάνω 14 πολιτικές, των οποίων η γενική περιγραφή των αρχών έγινε στην προηγούμενη παράγραφο. Οι πολιτικές αυτές έχουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά, όπως ο **τύπος** της πολιτικής, το **επίπεδο των στόχων**, ο **σκοπός** και το **κοινό στο οποίο απευθύνεται** η πολιτική. Πέρα όμως από τα βασικά χαρακτηριστικά της κάθε πολιτικής, η κάθε πολιτική έχει και άλλα **χαρακτηριστικά σχεδίασης** (design characteristics, Oikonomou and Jerpa 2007) που την χαρακτηρίζουν. Αυτά αναφέρονται σε παραμέτρους που αφορούν διάφορες λειτουργίες της πολιτικής όπως η διάκριση των μέτρων που θα παρθούν, οι οικονομικές παράμετροι, οι τεχνολογίες που εμπλέκονται κ.α. Είναι προφανές ότι από χώρα σε χώρα αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί να είναι διαφορετικά για την ίδια πολιτική, καθώς είναι δυνατόν αυτή να εφαρμόζεται με διαφορετικό τρόπο. Εδώ παρουσιάζονται ορισμένες εξ ορισμού τιμές για την κάθε πολιτική, οι οποίες στην υλοποίηση του εργαλείου αλληλεπιδράσεων δύνανται να αλλάξουν από το χρήστη.

Τα **χαρακτηριστικά σχεδίασης** της κάθε πολιτικής είναι αυτά στα οποία παρατηρείται αλληλεπίδραση μεταξύ δύο πολιτικών.

Για παράδειγμα εάν μια πολιτική για την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων εφαρμοστεί παράλληλα με μια άλλη που στοχεύει στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, δημιουργείται μια **περιοχή αλληλεπίδρασης (area of PI)** ως προς το σκοπό των δυο πολιτικών.

Δηλαδή σε κάθε **χαρακτηριστικό σχεδίασης** των πολιτικών αντιστοιχεί μια **περιοχή αλληλεπίδρασης** σε ταυτόχρονη εφαρμογή των πολιτικών.

Όπως αναφέρθηκε σε κάθε χαρακτηριστικό σχεδίασης αντιστοιχεί και μια περιοχή αλληλεπίδρασης. Κάθε περιοχή αλληλεπίδρασης μπορεί να είναι **συμπληρωματική** (complementary), **επικαλυπτόμενη** (overlapping) ή **αδιάφορη** (indifferent). Δηλαδή στο εργαλείο συμβαίνει το εξής:

Εξετάζεται ένας συνδυασμός πολιτικών, λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά σχεδίασης και εξάγεται το συμπέρασμα αν το αντίστοιχο χαρακτηριστικό σχεδίασης για το συνδυασμό των πολιτικών, δηλαδή η **περιοχή αλληλεπίδρασης**, είναι **συμπληρωματική, επικαλυπτόμενη ή αδιάφορη**.

- **Συμπληρωματική** σημαίνει ότι το χαρακτηριστικό σχεδίασης της μιας πολιτικής ενισχύει το ίδιο χαρακτηριστικό σχεδίασης της άλλης πολιτικής.
- **Επικαλυπτόμενη** σημαίνει ότι το χαρακτηριστικό σχεδίασης της μιας πολιτικής μειώνει την τιμή του χαρακτηριστικού σχεδίασης της άλλης πολιτικής.
- **Αδιάφορη** σημαίνει ότι τα χαρακτηριστικά σχεδίασης των δυο πολιτικών δεν

έχουν σχέση μεταξύ τους και οι πολιτικές δεν αλληλεπιδρούν σε αυτήν την περιοχή αλληλεπίδρασης.

Ακολουθεί ο πίνακας της **Βάσης Δεδομένων** που χρησιμοποιείται στο εργαλείο και παρακάτω η αναλυτική εξήγηση όλων των στοιχείων του.

Πίνακας 3: Βάση δεδομένων ενεργειακών πολιτικών του εργαλείου ECPI

Characteristics Instrument	Scope	Level of targets	Application	Target groups (obligated entities)	Energy	Market flexibility	Linking commodities	Commodity liquidity	Cost recovery	Technologies	Additionality	Institutional setup
Carbon tax	N	↑	Mandatory	P, In, E	primary	*	-	-	Full tariff	Fossil Fuel	No	*
Energy tax	N	↑	Mandatory	P, In, S, E	final	*	-	-	Full tariff	Energy efficiency	No	*
Subsidies (energy efficiency)	N	↑	Voluntary	In, S, E	primary	Opt-in	-	-	-	Energy efficiency	No	*
Subsidies (feed-in for RE)	N	↑	Voluntary	P, S, E	primary	Opt-in	-	-	-	RE	No	*
Subsidies (cleaner fossil fuels)	N	↑	Voluntary	P	primary	Opt-in	-	-	-	Fossil Fuel	No	*
Labelling (energy efficiency appliances)	I		Mandatory	In	primary	Opt-in	-	-	Limited tariff	Energy efficiency	Yes	*
Labelling (energy efficiency buildings)	I, N		Mandatory	In, E	primary	Opt-in	-	-	Limited tariff	Energy efficiency	No	*
Technology subsidy (carbon-free)	N	↑	Voluntary	In	primary	Opt-in	-	-	-	Energy efficiency	No	*
Technology standard	I	-	Mandatory	P, In	final	Opt-in	-	-	Limited tariff	Energy efficiency	No	*
Voluntary agreements (energy efficiency)	N		Voluntary	P, In, S	final	Opt-out	-	-	Limited tariff	Energy efficiency	-	*
Emissions Trading (national schemes)	N	↑	Mandatory	P, In	*	Opt-in	Allowance	Yes	Limited tariff	Fossil fuel	No	*
EU emissions trading scheme	I	↑	Mandatory	P, In	-	*	EUA	Yes	Limited tariff	Fossil fuel	No	*
Tradable Green Certificates	N	↑	Mandatory	P, S, E	primary	*	TGC	Yes	Limited tariff	RE	No	*
White Certificates	N	↑	Mandatory	S	*	-	WhC	Yes	Limited tariff	Energy efficiency	Yes	*

Στον παραπάνω πίνακα στην κάθετη στήλη είναι οι ενεργειακές πολιτικές (**Instrument**), που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 2.1 «Πολιτικές», και στην οριζόντια τα **βασικά χαρακτηριστικά (Characteristics)** τους και τα **χαρακτηριστικά σχεδίασης**. Οι ενεργειακές πολιτικές είναι αυτές που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα και τα χαρακτηριστικά θα αναλυθούν εδώ. Οι τιμές που έχουν δοθεί σε κάθε πολιτική αναφέρονται σε μια τυπική εφαρμογή της. Η τιμή ‘*’ σημαίνει ότι για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό η πολιτική μπορεί να έχει οποιαδήποτε τιμή, ενώ η τιμή ‘_’ υποδεικνύει ότι η πολιτική δεν έχει το χαρακτηριστικό αυτό.

Θα εξηγηθούν τώρα τα **χαρακτηριστικά των πολιτικών** από τον παραπάνω πίνακα:

- **Scope**

Το *Scope* αναφέρεται στο *φάσμα* της πολιτικής και πιο συγκεκριμένα στο γεωγραφικό προσδιορισμό αυτής, αν είναι εφαρμόζεται δηλαδή σε εθνικό επίπεδο (National), σε διεθνές (International) ή σε τοπικό επίπεδο (local). Οι τιμές στον πίνακα είναι αντίστοιχα N, I, L.

- **Level of targets**

Το *Level of targets* είναι το *επίπεδο των στόχων* της πολιτικής, υπό την έννοια της αυστηρότητας των μέτρων. Όταν μια πολιτική έχει υψηλό επίπεδο στόχων (high), όπως για παράδειγμα υψηλός φόρος άνθρακα, και συνδυάζεται με μια πολιτική με χαμηλό επίπεδο στόχων (low), για παράδειγμα χαμηλός ενεργειακός φόρος, η αλληλεπίδραση και κατ’ επέκταση η περιοχή αλληλεπίδραση των πολιτικών αυτών για το επίπεδο των στόχων είναι **συμπληρωματική**. Αν εφαρμοστούν δυο πολιτικές με ίδιο επίπεδο στόχων τότε η αλληλεπίδραση τους είναι **επικαλυπτόμενη** καθώς το μείγμα πολιτικών θα έχει τελικώς χαμηλότερο ή υψηλότερο επίπεδο στόχων από το επιθυμητό. Προτιμάται επομένως ο συνδυασμός πολιτικών με υψηλό και χαμηλό επίπεδο στόχων. Οι τιμές στον πίνακα είναι high και low αντίστοιχα.

- **Energy**

Το *Energy* αναφέρεται στο αν η πολιτική έχει ως αντικείμενο τις πρωταρχικές πηγές ενέργειας (primary) όπως πετρέλαιο, άνθρακας κλπ, ή στοχεύει στην τελική ενεργειακή κατανάλωση (final). Εάν δυο πολιτικές αναφέρονται η μια στις πρωταρχικές πηγές και η άλλη στην ενεργειακή κατανάλωση, ένας συνδυασμός τους πετυχαίνει βελτίωση στη διαχείριση των πηγών ενέργειας και παράλληλα καλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα και μείωση στην τελική κατανάλωση. Προφανώς η αλληλεπίδραση είναι **συμπληρωματική** σε αυτή την περίπτωση ενώ διαφορετικά είναι **επικαλυπτόμενη**. Οι τιμές στον πίνακα είναι αντίστοιχα primary και final.

- **Application**

Το *Application* της πολιτικής υποδεικνύει αν η εφαρμογή της πολιτικής θα είναι υποχρεωτική (Mandatory) ή εθελοντική (Voluntary) και οι αντίστοιχες τιμές είναι αυτές. Δυο υποχρεωτικές πολιτικές ενδέχεται να είναι **επικαλυπτόμενες** και το ίδιο ισχύει για δυο εθελοντικές. Οι τιμές στον πίνακα είναι M (Mandatory) και V (Voluntary).

- **Target groups – Obligation bound entities**

Τα *Target groups* ή *Obligated entities* μιας πολιτικής είναι το κοινό στο οποίο θα εφαρμοστεί η πολιτική. Αυτό μπορεί να είναι οι παραγωγοί ενέργειας (Producers), οι πάροχοι (Suppliers), η βιομηχανία (Industry) και οι τελικοί χρήστες (End users). Αν δυο πολιτικές έχουν διαφορετικό κοινό, για παράδειγμα φόρος άνθρακα στους παραγωγούς και φόρος ενέργειας στους τελικούς χρήστες, τότε η περιοχή αλληλεπίδρασης ως προς το κοινό των πολιτικών είναι **συμπληρωματική**. Εάν δυο πολιτικές όμως έχουν το ίδιο κοινό τότε αυτές είναι προφανώς **επικαλυπτόμενες**, για παράδειγμα αν οι δυο φόροι άνθρακα και ενέργειας εφαρμόζονταν στη ταυτόχρονα βιομηχανία. Οι τιμές στον πίνακα είναι αντίστοιχα για τους παραγωγούς, τους παρόχους, τη βιομηχανία και τους τελικούς χρήστες P, S, I, E.

- **Market flexibility**

Market flexibility είναι η ελαστικότητα του κοινού, ή της αγοράς, της πολιτικής. Δηλαδή αν μια πολιτική έχει *Market flexibility* επιτρέπεται μετά την εφαρμογή της πολιτικής αν θέλουν άλλες ομάδες (βιομηχανίες, χρήστες) να εισέλθουν στο πλάνο της πολιτικής, ή να εξέλθουν από αυτό. Για παράδειγμα σε μια πολιτική επιδοτήσεων είναι ελεύθερες καινούριες ομάδες να διεκδικήσουν επιδοτήσεις. Εάν μια πολιτική είναι ελαστική ως προς την είσοδο/ έξοδο ομάδων από αυτή και συνδυάζεται με μια μη ελαστική πολιτική, τότε η περιοχή αλληλεπίδρασης ως προς το *Market flexibility* είναι **συμπληρωματική**, καθώς ένας ελάχιστος αριθμός συμμετεχόντων εξασφαλίζεται από τη μη ελαστική πολιτική. Σε αντίθετη περίπτωση δυο ελαστικών πολιτικών η αλληλεπίδραση είναι **επικαλυπτόμενη** καθώς υπάρχει ο κίνδυνος ομάδες να αποχωρήσουν και από τις δυο, οδηγώντας σε κακή επίδοση της πολιτικής. Οι τιμές στον πίνακα είναι Opt-in και Opt-out για τις πολιτικές που επιτρέπουν είσοδο και έξοδο αντίστοιχα.

- **Linking commodities**

Linking commodities είναι ο τύπος του εμπορεύσιμου αντικειμένου, αν αυτό επιβάλλεται από την πολιτική. Αυτά τα εμπορεύσιμα αντικείμενα μπορεί να είναι τα πράσινα πιστοποιητικά (TGC), τα λευκά πιστοποιητικά (White certificates), τα πιστοποιητικά του EU ETS (EUA), τα δικαιώματα εκπομπών (Allowance) και τα συνδυασμένα πιστοποιητικά θέρμανσης και ισχύος (Combined Heat and Power Certificate, CHP Certificate). Αν δυο πολιτικές υιοθετούν διαφορετικούς τύπους πιστοποιητικών, όπως για παράδειγμα τα πράσινα πιστοποιητικά με τα EUA και αυτά τα πιστοποιητικά είναι μετατρέψιμα αλλά και ανταλλάξιμα μεταξύ τους, τότε η περιοχή

αλληλεπίδρασης των πολιτικών είναι **συμπληρωματική**. Εάν αντιθέτως δυο πολιτικές χρησιμοποιούν τον ίδιο τύπο εμπορεύσιμων αντικειμένων, η περιοχή αλληλεπίδρασης των πολιτικών είναι **επικαλυπτόμενη** καθώς η ταυτόχρονη χρήση των ίδιων αντικειμένων δεν προσθέτει αποδοτικότητα στο μείγμα πολιτικών. Τέλος αν δυο τύποι πιστοποιητικών χρησιμοποιούνται, ανεξάρτητα όμως το ένα από το άλλο, χωρίς να υπάρχει μετατρεψιμότητα μεταξύ τους, τότε η παράλληλη εφαρμογή αυτών των πολιτικών έχει **αδιάφορη** αλληλεπίδραση στην περιοχή των *Linking commodities*. Επίσης αλληλεπίδραση δεν υπάρχει, δηλαδή είναι αδιάφορη, όταν συνδυάζεται μια πολιτική η οποία εισάγει εμπορεύσιμα πιστοποιητικά με μια άλλου τύπου πολιτική χωρίς πιστοποιητικά. Οι τιμές στον πίνακα είναι όπως έχουν αναφερθεί και πιο πάνω TGC, EUA, WhC, Allowance, CHP Certificate.

- **Commodity liquidity**

Commodity liquidity είναι το χαρακτηριστικό σχεδίασης που καθορίζει αν τα εμπορεύσιμα αντικείμενα μπορούν να ρευστοποιούνται, δηλαδή να δανείζονται μεταξύ των παικτών της αγοράς, ή να κατατίθενται για μελλοντική χρήση. Δυο πολιτικές με διαφορετική προσέγγιση στην ρευστότητα των πιστοποιητικών αλληλεπιδρούν **συμπληρωματικά**, καθώς είναι εγγυημένος και ο αριθμός των πιστοποιητικών στην αγορά, συνεπώς προσεγγίζεται και η επίτευξη των στόχων, ενώ το συνολικό κόστος από την ελαστικότητα της χρήσης των πιστοποιητικών μέσω του δανεισμού ή της κατάθεσης μπορεί να μειωθεί. Στην περίπτωση όμως που δυο συνδυαζόμενες πολιτικές επιτρέπουν και οι δυο τη ρευστοποίηση των πιστοποιητικών τους υπάρχει κίνδυνος υποβιβασμού των στόχων, καθώς οι παίκτες μπορούν να μειώσουν τη δραστηριότητα τους στον παρόντα χρόνο μέσω του δανεισμού, ή στο μέλλον μέσω κατάθεσης πιστοποιητικών. Η αλληλεπίδραση επομένως είναι **επικαλυπτόμενη** σε αυτή την περίπτωση. Όπως και πριν για τα *Linking commodities* μία πολιτική που δεν εφαρμόζει πιστοποιητικά, επομένως δεν ενέχει και το χαρακτηριστικό του *Commodity liquidity* αλληλεπιδρά **αδιάφορα** με μια άλλη στην οποία αυτά χρησιμοποιούνται. Οι τιμές στον πίνακα είναι yes για την ύπαρξη ρευστοποίησης και no για την μη ύπαρξη.

- **Cost recovery**

Cost recovery είναι η ανάκτηση του κόστους, το οποίο προκαλείται από μια πολιτική. Η ανάκτηση μπορεί να είναι ολική (full tariff) ή περιορισμένη (limited tariff). Μπορεί δηλαδή μια πολιτική να επιτρέπει την κύλιση του κόστους της στους καταναλωτές, επιτρέποντας έτσι την ολική ανάκτηση του κόστους της. Για παράδειγμα αυτό μπορεί να συμβαίνει στο φόρο άνθρακα στους παραγωγούς, όπου αυτοί να μπορούν να μετακυλίσουν το κόστος τους στους καταναλωτές. Η ανάκτηση μπορεί να επιτρέπεται να είναι ολική ή όχι. Εάν μια πολιτική επιτρέπει ολική ανάκτηση, σε συνδυασμό με μια άλλη που δεν επιτρέπει, η αλληλεπίδραση τους είναι **συμπληρωματική** καθώς δίνεται η δυνατότητα μοιράσματος του κόστους. Αν επιτρέπουν και οι δυο ολική ανάκτηση του κόστους αλληλεπιδρούν **επικαλυπτόμενα** καθώς ενδέχεται οι καταναλωτές να επιβαρυνθούν με όλο το κόστος και των δυο πολιτικών. Οι τιμές στον πίνακα είναι full tariff για την ολική ανάκτηση του κόστους και limited tariff για τη μερική ανάκτηση του κόστους.

- **Technologies**

Technologies είναι οι τεχνολογίες στις οποίες αναφέρεται και στοχεύει η πολιτική. Αυτές μπορεί να είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RE), τα ορυκτά καύσιμα (Fossil fuels), η πυρηνική ενέργεια (Nuclear), η ενεργειακή αποδοτικότητα (Energy efficiency) ή και όλες μαζί (All). Όταν μια ενεργειακή πολιτική έχει ως αντικείμενο μια συγκεκριμένη τεχνολογία και εφαρμόζεται σε συνδυασμό με μια άλλη πολιτική που ασχολείται με μια διαφορετική τεχνολογία τότε η αλληλεπίδραση στην περιοχή των τεχνολογιών είναι **συμπληρωματική**. Αυτό συμβαίνει καθώς αναπτύσσονται παράλληλα δυο τεχνολογίες δημιουργώντας ανταγωνισμό και κίνητρα για ανάπτυξη. Αν και οι δυο πολιτικές έχουν ως αντικείμενο την ίδια πολιτική τότε η αλληλεπίδρασή τους είναι **επικαλυπτόμενη** γιατί είναι περιττή η ύπαρξη δυο διαφορετικών πολιτικών για την ίδια τεχνολογία και θα αρκούσε μια τροποποιημένη πολιτική για καλύτερο αποτέλεσμα. Οι τιμές στον πίνακα είναι όπως παραπάνω RE, Fossil fuel, Nuclear, Energy efficiency, All.

- **Additionality**

Additionality είναι η επιπροσθετικότητα που μπορεί να χρειάζεται μια πολιτική για να είναι πιο αποδοτική. Επιπροσθετικότητα σημαίνει ότι οι πράξεις και οι επενδύσεις που γίνονται από μια ομάδα της αγοράς δρουν επιπρόσθετα στην απόδοση της πολιτικής αυτής, σε σχέση με το να μην είχαν γίνει. Αν μια ενεργειακή πολιτική χρειάζεται επιπροσθετικότητα, όπως οι επιδοτήσεις για την ενεργειακή αποδοτικότητα, αυτή αλληλεπιδρά **συμπληρωματικά** με μια άλλη πολιτική που δε χρειάζεται κι αυτή επιπροσθετικότητα. Αν όμως δυο ταυτόχρονα εφαρμοζόμενες πολιτικές χρειάζονται επιπροσθετικότητα, τότε υπάρχει επικάλυψη μεταξύ τους γιατί είναι πολύ περίπλοκος και αμφίροπος ο σχεδιασμός δράσεων για την επιπροσθετικότητα σε δυο πολιτικές ταυτόχρονα. Αν καμία πολιτική από ένα μείγμα δεν απαιτεί επιπροσθετικότητα, τότε η αλληλεπίδραση στην περιοχή αυτή είναι **αδιάφορη**. Οι τιμές στον πίνακα είναι yes για επιπροσθετικότητα και no για μη επιπροσθετικότητα.

- **Institutional setup**

Institutional setup είναι το θεσμικό οργανωτικό πλαίσιο μιας πολιτικής. Αυτό αφορά τα όργανα και τις αρχές συντονισμού, ελέγχου και διαχείρισης μιας πολιτικής. Αν δυο πολιτικές έχουν τις ίδιες οργανωτικές και συντονιστικές αρχές τότε αλληλοσυμπληρώνονται καθώς γίνεται οικονομία στους πόρους αλλά και εκμετάλλευση της τεχνογνωσίας από την εφαρμογή. Αντιθέτως αν χρησιμοποιούνται διαφορετικές αρχές και όργανα υπάρχει **επικάλυψη** καθώς αυξάνεται το κόστος και ο χρόνος διαχείρισης, αφού εμπλέκονται διαφορετικοί φορείς για την κάθε μια. Στον πίνακα οι τιμές είναι αριθμητικές και μπορούν να πάρουν κάποια ακέραια τιμή.

Πολυκριτηριακή προσέγγιση για τη μελέτη αλληλεπιδράσεων μεταξύ ενεργειακών πολιτικών

Κατά τη διαδικασία λήψεων αποφάσεων, ο νομοθέτης ή γενικότερα ο αποφασίζων, άμεσα ή έμμεσα εκφράζουν τη σχετική τους προτίμηση σε έναν αριθμό κριτηρίων ορίζοντας βαρύτητες, ή αλλιώς βάρη, σε αυτά. Με λίγα λόγια όλες οι αποφάσεις λαμβάνονται σε σχέση με διαφορετικά κριτήρια. Έτσι καθώς το εργαλείο ECPI είναι ένα εργαλείο αποφάσεων που εξετάζει την αλληλεπίδραση μεταξύ ενεργειακών πολιτικών επιλέχθηκε μια πολυκριτηριακή μέθοδος προσέγγισης του προβλήματος. Η πολυκριτηριακή προσέγγιση είναι κατάλληλη για το εργαλείο για τους παρακάτω λόγους:

- Πολλαπλές πολιτικές και πολλαπλοί συνδυασμοί πολιτικών μπορούν να αξιολογηθούν με τη βοήθεια πολυκριτηριακής ανάλυσης
- Η πολυκριτηριακή ανάλυση είναι ευέλικτη στην εξέταση πολλαπλών κριτηρίων και αντικειμενικών στόχων τα οποία συχνά συγκρούονται, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των ενεργειακών πολιτικών.
- Το σύστημα γίνεται πιο γενικό, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί από νομοθέτες με διαφορετικές γνώμες για τα κριτήρια και τα βάρη τους, καθιστώντας το έτσι πιο ολοκληρωμένο.
- Η αλληλεπίδραση των ενεργειακών πολιτικών είναι ένα πολύπλοκο θέμα, η πολυπλοκότητα του οποίου μπορεί να διαχειριστεί πιο εύκολα από το διάφανο τρόπο προσέγγισης και δόμησης των λύσεων από την πολυκριτηριακή ανάλυση.
- Η πολυκριτηριακή ανάλυση μπορεί να διαχειριστεί επίσης και να συνδυάσει αντικειμενικές και υποκειμενικές πληροφορίες, εκφράζοντας έτσι διαφορετικές κρίσεις και προτιμήσεις συνθηκών και καταστάσεων.

Επομένως το τελικό αποτέλεσμα της σύγκρισης εναλλακτικών, η τελική απόφαση, εξαρτάται από τα κριτήρια και τις προτιμήσεις σε αυτά. Δηλαδή είναι δυνατόν με όλα τα δεδομένα εισόδου ίδια, τα αποτελέσματα να είναι αντίθετα, ανάλογα με τις προτιμήσεις στα κριτήρια. Σε όποια κριτήρια δίνεται πιο πολύ βάρος κάθε φορά, προς την ικανοποίηση εκείνων προσανατολίζεται η λύση, αδιαφορώντας ανάλογα με τα βάρη τους, για τα υπόλοιπα κριτήρια.

2.4 Κριτήρια

Στο εργαλείο ECPI πρέπει να τεθούν και τα κριτήρια βάσει των οποίων θα γίνεται η αξιολόγηση των μειγμάτων πολιτικών μέσω πολυκριτηριακής ανάλυσης. Η βιβλιογραφία αποκαλύπτει ένα μεγάλο πλήθος κριτηρίων στην ανάλυση ενεργειακών και περιβαλλοντικών πολιτικών. Στο εργαλείο θα ξεχωρίσουμε **τέσσερις ομάδες κριτηρίων που αναφέρονται σε τέσσερις αντίστοιχους αντικειμενικούς στόχους** (Oikonomou and Jerma 2006).

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι υποκειμενικοί στόχοι και τα αντίστοιχα κριτήρια:

Σχ.8 Υποκειμενικοί στόχοι και κριτήρια.



Στο παραπάνω σχήμα φαίνονται τα συνολικά **δεκατέσσερα** κριτήρια που έχουν επιλεγεί και οι υποκειμενικοί στόχοι τους. Αυτοί είναι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, η ενεργειακή αποδοτικότητα, διάφορες κοινωνικοοικονομικές επιδιώξεις και η ανταγωνιστικότητα και τεχνολογία. Τα κριτήρια έχουν επιλεγεί βάσει των παρακάτω ποιοτικών ιδιοτήτων τους (Belton and Stewart 2002, Hajkowicz et al. 2000):

- *Σχετική αξία* : η σύνδεση του κριτηρίου με την αντικειμενική επιδίωξη και πόσο το κριτήριο την αντιπροσωπεύει.
- *Ανεξαρτησία προτίμησης* : η προτίμηση σε κάθε κριτήριο πρέπει να μπορεί να εκφράζεται ξεχωριστά από τα υπόλοιπα. Η γνώση της προτίμησης δηλαδή σε κάποια κριτήρια δεν πρέπει να επηρεάζει τα βαρύτητα των άλλων.
- *Αποσύνθεση* : Η δυνατότητα να αποσυντεθεί μια αντικειμενική επιδίωξη σε συγκεκριμένους στόχους και τρόπους επιδίωξης.
- *Αξιοπιστία* : Η μη εκπλήρωση ενός κριτηρίου δεν θα πρέπει να επηρεάζει αρνητικά όλο το σύνολο.
- *Μετρησιμότητα* : Πρέπει να είναι μετρήσιμη η επίδοση εναλλακτικών στα ήδη υπάρχοντα κριτήρια.
- *Μη περίσσεια κριτηρίων* : Τα κριτήρια με τον ίδιο αντικειμενικό σκοπό πρέπει να περιορίζονται και να αποφεύγονται διπλά παρόμοια κριτήρια.
- *Ελάχιστος αριθμός* : Ο αριθμός των κριτηρίων πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός για την επιδίωξη των αντικειμενικών σκοπών.

Τα κριτήρια παρουσιάζονται στο εργαλείο στην αγγλική. Τα **κριτήρια** ένα προς ένα όπως εμφανίζονται στο εργαλείο και με μια σύντομη περιγραφή είναι:

- **Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου**
Reduction of GHG emissions

Το κριτήριο είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, λαμβάνοντας υπ' όψιν φαινόμενα «αναπήδησης». Θετική επίδοση στο κριτήριο σημαίνει αύξηση της μείωσης των εκπομπών.

- **Βελτίωση περιβαλλοντικής συνείδησης**
Increase in environmental awareness

Η απόκτηση πληροφόρησης και συνείδησης για το περιβάλλον από όλους τους οικονομικούς φορείς. Θετική επίδοση στο κριτήριο σημαίνει και βελτίωση στην περιβαλλοντική συνείδηση.

- **Ασφάλεια στην ενεργειακή παροχή**
Security of energy supply

Η εξασφάλιση συνεχούς και αδιάκοπης ενεργειακής παροχής με τη βοήθεια μιας πολιτικής. Θετική επίδοση σημαίνει και αύξηση στην ασφάλεια της παροχής.

- **Μείωση της ενεργειακής έντασης**
Reduction of energy intensity

Μείωση της απαιτούμενης ενεργειακής ζήτησης για δεδομένο οικονομικό αποτέλεσμα. Θετική επίδοση σημαίνει και αύξηση στην παραπάνω μείωση.

- **Κόστος συμμόρφωσης**
Compliance cost

Το κόστος που χρειάζεται να καλύψουν οι ομάδες στις οποίες απευθύνεται μια πολιτική, προκειμένου να συμμορφωθούν με αυτή. Θετική επίδοση στο κριτήριο αντιστοιχεί σε μείωση του κόστους.

- **Κυβερνητικά έσοδα**
Governmental revenues

Τα έσοδα της κυβέρνησης από την εφαρμογή μιας πολιτικής (π.χ. φόροι), τα οποία μπορούν να διανεμηθούν για περιβαλλοντικούς, ερευνητικούς ή άλλους σκοπούς. Θετική επίδοση στο κριτήριο αυτό σημαίνει αυξημένα έσοδα.

- **Κόστος διαχείρισης**
Administration costs

Το κόστος διαχείρισης μιας πολιτικής από τους αρμόδιους φορείς, το οποίο βασίζεται στη θεσμικό οργανωτικό πλαίσιο αυτής. Θετική επίδοση στο κριτήριο σημαίνει μείωση του κόστους.

- **Κόστος συναλλαγών**
Transaction costs

Το κόστος έρευνας, πληροφόρησης, έγκρισης, διαπραγματεύσεων, παρακολούθησης και ασφάλισης το οποίο επιβαρύνει τις ομάδες στις οποίες απευθύνεται η πολιτική. Θετική επίδοση αντιστοιχεί σε μείωση του κόστους.

- **Θέσεις εργασίας**
Employment

Οι νέες θέσεις εργασίας που δημιουργούνται από την υιοθέτηση μιας πολιτικής. Θετική επίδοση σημαίνει δημιουργία περισσότερων θέσεων εργασίας.

- **Καινοτομία**
Innovation cycle

Η καινοτομία και η διάδοση νέων τεχνολογιών που προκαλείται από την εφαρμογή μιας πολιτικής. Θετική επίδοση αντιστοιχεί και στην αύξηση των καινοτομιών.

- **Διάδοση υπαρχόντων τεχνολογιών**
Diffusion of existing technologies

Το κριτήριο αυτό εμπεριέχει τη διάδοση των ήδη υπαρχόντων αποδοτικών τεχνολογιών και όχι την υιοθέτηση καινούριων. Θετική επίδοση σημαίνει αύξηση στη διάδοση των ήδη υπαρχόντων αποδοτικών τεχνολογιών.

- **Βιομηχανική ανταγωνιστικότητα**
Industrial competitiveness

Οι επιπτώσεις στις τιμές των βιομηχανικών αγαθών που προκλήθηκε από την εφαρμογή μια πολιτικής. Θετική επίδοση σημαίνει μείωση στις τιμές των αγαθών.

- **Ανταγωνισμός στην αγορά**
Market competition

Συμβατότητα με την απελευθέρωση της αγοράς και διαφάνεια που ενθαρρύνουν τον ανταγωνισμό, μέσω μιας πολιτικής. Θετική επίδοση αντιστοιχεί σε αύξηση του ανταγωνισμού.

- **Επιχειρηματικές ευκαιρίες και εμπόριο**
Business opportunities and trade

Ενίσχυση του διεθνούς και εθνικού εμπορίου και των επενδυτικών ευκαιριών, επεκτείνοντας τους άμεσους στόχους της πολιτικής. Θετική επίδοση σημαίνει βελτίωση στην ενίσχυση των επιχειρηματικών ευκαιριών και του εμπορίου.

Επιλογή μεθόδου υπολογισμού βαρών για τα Κριτήρια

Όπως προαναφέρθηκε για την πολυκριτηριακή ανάλυση, χρειάζεται και μια μέθοδος όπου ο νομοθέτης να αξιολογεί τα κριτήρια και να τους προσδίδει κατάλληλα βάρη, ούτως ώστε να εκφράζει τις προτιμήσεις του και τις επιδιώξεις του ως προς την τήρηση των κριτηρίων. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι υπολογισμού βαρών για πολυκριτηριακή ανάλυση.

Για την αλληλεπίδραση ενεργειακών πολιτικών επιλέχθηκε μια μέθοδος που συνδυάζει τη σύγκριση ανά δυο των κριτηρίων και το λόγο σύγκρισής τους, ή αλλιώς την αναλογία προτίμησης του ενός προς το άλλο.

Αυτή η μέθοδος των συγκρίσεων ανά δυο επιλέχθηκε για τους εξής λόγους:

- Ο μεγάλος αριθμός των κριτηρίων καθιστά αδύνατη την εφαρμογή των περισσότερων μεθόδων υπολογισμού βαρών, αφήνοντας τις μεθόδους εκείνες οι οποίες μπορούν να χειριστούν μεγάλο αριθμό κριτηρίων.
- Η σύγκριση ανά δυο βασίζεται στη μέθοδο **AHP** (Analytical Hierarchical Process) (Saaty, 1980), μια ευρέως γνωστή και χρησιμοποιούμενη μέθοδο, με μεγάλο θεωρητικό υπόβαθρο.
- Ο σχεδιασμός και εφαρμογή αυτής της μεθόδου ξεπερνάει σημαντικές δυσκολίες που προκύπτουν για τον υπολογισμό των βαρών όπως οι παρακάτω:
 - α) Επειδή το εργαλείο ECPI μελετάει τις αλληλεπιδράσεις εκ των προτέρων, ή αλλιώς πριν αυτές γίνουν (ex-ante), η ευαισθησία της μεθόδου ως προς τις επιπτώσεις των κριτηρίων, πρέπει να είναι περιορισμένη. Στην περίπτωση ex-ante σημασία έχει να μπορούν να εκφράσουν οι νομοθέτες/ αποφασίζοντες τη σχετική βαρύτητα ή σημασία των κριτηρίων, χωρίς αυτές να επηρεάζονται από τις επιπτώσεις των κριτηρίων, κάτι που η σύγκριση ανά δυο για τα κριτήρια το πετυχαίνει.
 - β) Με αυτή τη μέθοδο εξασφαλίζεται μέγιστη αξιοπιστία, καθώς εισάγεται και μια απλή ιεραρχική αξιολόγηση των κριτηρίων για έλεγχο και καλύτερο αποτέλεσμα.
 - γ) Τα ζεύγη των κριτηρίων παρουσιάζονται τυχαία, αποφεύγοντας οποιοδήποτε μεροληψία λόγω ιεραρχικής σύγκρισης.
- Είναι μια φιλική προς το χρήστη μέθοδος που δεν απαιτεί πολύ χρόνο και προσπάθεια, είναι εύκολα κατανοητή και διευκολύνει πολύ τον υπολογισμό των βαρών.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορες ομάδες για την εξαγωγή συμπερασμάτων, την διάγνωση τάσεων, προτιμήσεων κλπ.

Στη μέθοδο που εφαρμόζεται στο εργαλείο γίνονται $(n-1)$ συγκρίσεις, όπου n ο αριθμός των κριτηρίων. Στην περίπτωση του εργαλείου ECPI όπου υπάρχουν 14 κριτήρια, γίνονται 13 συγκρίσεις. Συγκρίνεται δηλαδή ως προς την προτίμηση το πρώτο κριτήριο με το δεύτερο, το δεύτερο με το τρίτο κ.ο.κ.

Η μέθοδος βασίζεται στην ύπαρξη της **μεταβατικότητας των προτιμήσεων**, η οποία ορίζεται ως ένα από τα βασικά αξιώματα των Συστημάτων Αποφάσεων (Keeney,

1982). Αν δηλαδή το κριτήριο A προτιμάται από το B και το B προτιμάται από το Γ, τότε και το A προτιμάται από το Γ. Η μεταβατικότητα των προτιμήσεων έχει δεχθεί κριτική (Tversky, 1969), όμως την ύπαρξη μεταβατικότητας υποστηρίζει και η έρευνα (Peterson and Brown, 1998) -με ψυχομετρική μέτρηση σύγκρισης προτιμήσεων ανά δυο- ότι οι άνθρωποι είναι μεταβατικοί στις προτιμήσεις τους, δηλαδή τις αξιολογούν με τρόπο που να ισχύει η μεταβατικότητα των προτιμήσεων. Έτσι η αξιοπιστία της σύγκρισης ανά δυο είναι μεγάλη για τον υπολογισμό των βαρών, αρκεί να τηρούνται και οι τρεις προϋποθέσεις: **α)** οι ερωτούμενοι να είναι προσεκτικοί και ακριβείς, **β)** ο συσχετισμός μεταξύ των διαφορετικών προτιμήσεων να είναι ο ελάχιστος δυνατός και **γ)** να είναι εμφανής η αξία των αντίθετων επιλογών. Σύμφωνα και με τα παραπάνω αρκεί να γίνεται η σύγκριση $(n-1)$ φορές, μεταξύ του κάθε κριτηρίου με το επόμενο του και όχι όλων των πιθανών συνδυασμών με αριθμό συγκρίσεων $\frac{n(n-1)}{2}$, καθώς το αποτέλεσμα είναι αξιόπιστο και με τον μικρό αριθμό των συγκρίσεων. Επίσης σημειώνεται ότι η σειρά με την οποία τα κριτήρια τίθενται προς σύγκριση είναι τυχαία, για να αποφευχθεί πιθανή εξάρτηση από τη σειρά τους (Saaty, 1987).

2.6

Μέθοδος σύγκρισης των κριτηρίων ανά δυο

Για την εφαρμογή του εργαλείου ECPI επιλέχθηκε όπως έχει ήδη αναφερθεί η μέθοδος της σύγκρισης των κριτηρίων ανά δυο. Αυτή περιγράφεται αναλυτικά σε αυτήν την παράγραφο και εφαρμόζεται σε τρία στάδια με τον εξής τρόπο:

- **Πρώτο στάδιο: Ιεράρχηση των κριτηρίων**

Στο πρώτο στάδιο ζητείται από τον νομοθέτη/ αποφασίζοντα να ιεραρχήσει τα κριτήρια σύμφωνα με τη σειρά προτίμησης του. Δηλαδή μια απλή λίστα των κριτηρίων τακτοποιείται σε απλή σειρά προτίμησης, με πρώτο στη λίστα κριτήριο να μπαίνει το περισσότερο προτιμώμενο. Αυτό το στάδιο είναι εισαγωγικό για τη διαδικασία σύγκρισης ανά δυο και εξοικειώνει τον αποφασίζοντα με τα κριτήρια και την ιδέα της προτίμησής τους.

- **Δεύτερο στάδιο: Σύγκριση των κριτηρίων ανά δυο**

Στο δεύτερο στάδιο οι χρήστες της μεθόδου συγκρίνουν ανά δυο τα κριτήρια και εκφράζουν ποιο από τα δυο προτιμούν. Αφού εκφράσουν ποιο από τα δύο κριτήρια προτιμούν στη συνέχεια δηλώνουν και πόσο το προτιμούν. Η σειρά σύγκρισης όπως έχει ήδη προαναφερθεί είναι τυχαία.

Υπάρχουν **πέντε επίπεδα προτίμησης** με **πέντε αντίστοιχες λεκτικές εκφράσεις** προτίμησης. Κάθε επίπεδο προτίμησης, ή αλλιώς κάθε λεκτική έκφραση, αντιστοιχεί σε μια διαφορετική αριθμητική τιμή ανάμεσα στο 0 και στο 1. Αυτή η τιμή είναι το ποσοστό του περισσότερο προτιμώμενου κριτηρίου που αντιστοιχεί στο λιγότερο προτιμώμενο.

Τα πέντε επίπεδα με τις αντίστοιχες λεκτικές εκφράσεις και τις αντίστοιχες αριθμητικές τιμές είναι τα παρακάτω:

Πίνακας 4: Επίπεδα προτίμησης

Εξ' ίσου προτιμώμενο	Equally preferred	1
Σχεδόν εξ' ίσου προτιμώμενο	Almost equally preferred	0.9
Μετρίως προτιμώμενο	Moderately preferred	0.6 - 0.8
Ισχυρά προτιμώμενο	Strongly preferred	0.3 - 0.5
Πολύ ισχυρά προτιμώμενο	Very strongly preferred	0.1 - 0.2

Οπότε όταν ο χρήστης προτιμά μετρίως ένα κριτήριο ως προς ένα άλλο, σημαίνει ότι το δεύτερο είναι από 0,6 έως 0,8 του πρώτου, ή αλλιώς θεωρεί τη σημασία του από 60% έως 80% της σημασίας του πρώτου.

Ο χρήστης της μεθόδου μπορεί να αλλάξει τις τιμές για αυτό αυτές δίνονται σε διαστήματα.

Η διαδικασία εξαγωγής των σχετικών βαρών των κριτηρίων γίνεται ως εξής. Πρώτα ο χρήστης επιλέγει ποιο κριτήριο προτιμάει από τα δυο. Έπειτα λεκτικά επιλέγει πόσο το προτιμάει σε σχέση με το άλλο και τέλος βλέπει την αριθμητική τιμή της προτίμησής του, την οποία μπορεί να αλλάξει αν θέλει. Αφού λοιπόν υπάρχουν οι αναλογίες προτίμησης των κριτηρίων ανά δυο, υπολογίζονται και οι σχετικές βαρύτητες των κριτηρίων. Να σημειωθεί εδώ ότι **το αποτέλεσμα της σύγκρισης επιθυμείται πάντοτε στη μορφή του πρώτου στη σειρά κριτηρίου ως ποσοστό του δεύτερου**. Δηλαδή αν προτιμάται το δεύτερο κριτήριο, ως **τιμή της σύγκρισης** παραμένει αυτούσια η τιμή της λεκτικής έκφρασης, για παράδειγμα ότι το πρώτο είναι το 0,2 (20%) του δεύτερου. Στην αντίθετη περίπτωση ως **τιμή της σύγκρισης** τίθεται η τιμή 1 προς την τιμή της λεκτικής έκφρασης. Δηλαδή όταν προτιμάται το πρώτο κριτήριο πολύ ισχυρά, η τιμή της σύγκρισης θα είναι $1/0,2=5$ «φορές περισσότερο προτιμάται το πρώτο από το δεύτερο». Τίθεται ως **σχετική βαρύτητα** του πρώτου κριτηρίου από όλα στη σειρά η τιμή 1, και από εκεί και πέρα γίνεται η **διαίρεση με αριθμητή την τιμή της προγενέστερης σύγκρισης και παρονομαστή της μεταγενέστερης για να εξαχθούν οι σχετικές βαρύτητες**. Και αυτές έπειτα κανονικοποιούνται διαιρούμενες η κάθε μια με το άθροισμα τους, για το σχηματισμό των απολύτων βαρών.

Ακολουθεί ένα **παράδειγμα** με 4 κριτήρια για καλύτερη κατανόηση της μεθόδου.

Σύγκριση ανά δυο:

Criterion 2 **moderately preferred** to Criterion 1: **0,8**
 Criterion 2 **almost equally preferred** to Criterion 3: $1/0,9=1,1$
 Criterion 4 **strongly preferred** to Criterion 3: **0,5**

Η τιμές 0,8 και 0,5 παραμένουν όπως είναι σαν **τιμή σύγκρισης** επειδή όπως περιγράφηκε παραπάνω προτιμάται το δεύτερο κριτήριο της σύγκρισης από το πρώτο. Αντιθέτως η τιμή 1,1 προκύπτει από το λόγο $1/0,9$, καθώς το δεύτερο κριτήριο της σύγκρισης είναι το 0,9 του πρώτου, ή αλλιώς το πρώτο είναι το 1,1 του δεύτερου. Οι σχετικές βαρύτητες προκύπτουν όπως επίσης περιγράφηκε παραπάνω και θέτοντας την

πρώτη σχετική βαρύτητα 1.

Οι τιμές που προκύπτουν είναι οι ακόλουθες:

	Σχετικές βαρύτητες	Απόλυτες βαρύτητες	Ιεραρχία
Criterion 1	1	0,17	Criterion 4
Criterion 2	$1/0,8=1,25$	0,23	Criterion 2
Criterion 3	$1,25/1,1=1,12$	0,20	Criterion 3
Criterion 4	$1,12/0,5=2,24$	0,40	Criterion 1
TOTAL	5,61	1	

Οι απόλυτες βαρύτητες που αποδόθηκαν τελικά στα κριτήρια είναι 0,40 0,23 0,20 και 0,17. Ο υπολογισμός τους έγινε διαιρώντας την κάθε σχετική βαρύτητα με το άθροισμα όλων των σχετικών βαρυτήτων μαζί (εδώ TOTAL: 5,61).

- **Τρίτο στάδιο: Ανακεφαλαίωση και έλεγχος**

Στο τρίτο της μεθόδου σύγκρισης ανά δυο δίνονται οι δυο ιεραρχίες, αυτή που προήλθε από την αυθόρμητη ιεράρχηση του αποφασίζοντα και η δεύτερη από τη σύγκριση και τα απόλυτα βάρη. Έτσι ο χρήστης μπορεί να δει πιθανές διαφορές σε αυτές τις δυο ιεραρχίες και να αναθεωρήσει τη σύγκριση ανά δυο και τις αναλογίες σύγκρισης που έθεσε στο προηγούμενο στάδιο. Αυτό το στάδιο βοηθάει στην ακόμα καλύτερη κατανομή των βαρών και στην εκμαίευση από το χρήστη αποτελεσμάτων όσο το δυνατόν πιο κοντά στις επιθυμίες του.

Η δοκιμή της μεθόδου ωστόσο σε πραγματικούς χρήστες έδειξε ότι **η σημαντική πλειοψηφία προτιμάει την ιεράρχηση μέσω της σύγκρισης ανά δυο των κριτηρίων και μέσω αυτής αναθεωρούν και τις αρχικές τους αυθόρμητες αντιλήψεις.**

Σύνδεση Χαρακτηριστικών σχεδίασης - Περιοχών αλληλεπίδρασης με τα Κριτήρια

Τα χαρακτηριστικά σχεδίασης, και κατ' επέκταση οι περιοχές αλληλεπίδρασης για το συνδυασμό των δυο πολιτικών, που αναλύθηκαν στην παράγραφο 2.2, επηρεάζουν πολύ ή λίγο το κάθε κριτήριο. Αυτή η επιρροή στα κριτήρια επιδρά και στην επίτευξη στόχων, καθώς η επίτευξη τους αντιστοιχεί στην τήρηση κάποιων κριτηρίων.

Ο **βαθμός της επιρροής** κάθε περιοχής αλληλεπίδρασης αποτυπώνει τη σημασία αυτής της περιοχής αλληλεπίδρασης για το συγκεκριμένο κριτήριο. Εκφράζει δηλαδή το πόσο πολύ μπορεί να επηρεαστεί το κριτήριο από την περιοχή αλληλεπίδρασης, είτε θετικά είτε αρνητικά. Δεν εκφράζεται το πρόσημο της επιρροής αλλά μόνο το μέγεθος της. Έτσι ξεχωρίζουν τρεις βαθμίδες επιρροής, οι οποίες αποτελούν και το σύνδεσμο μεταξύ κριτηρίων και περιοχών αλληλεπίδρασης:

- **Άμεση επιρροή (D: Direct effect):** Αν υπάρχει ισχυρή και διακριτή εξάρτηση του συγκεκριμένου κριτηρίου από την περιοχή αλληλεπίδρασης, υπό όλες τις συνθήκες, τότε η επιρροή χαρακτηρίζεται άμεση και είναι ο μέγιστος βαθμός επίδρασης μιας περιοχής αλληλεπίδρασης σε ένα κριτήριο.
- **Έμμεση επιρροή (I: Indirect effect):** Αν η εξάρτηση δεν είναι προφανής, ή γίνεται διακριτή και εμφανής μόνο υπό ορισμένες συνθήκες, τότε η επιρροή της περιοχής αλληλεπίδρασης στο κριτήριο είναι πιο ήπια και χαρακτηρίζεται ως έμμεση επιρροή.
- **Αδιάφορη (X):** Αν δεν υπάρχουν στοιχεία για την ύπαρξη σχέσης εξάρτησης μεταξύ της περιοχής αλληλεπίδρασης και της ικανοποίησης του κριτηρίου, κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες, τότε η σχέση τους χαρακτηρίζεται ως αδιάφορη και δεν υπάρχει καμία επιρροή της περιοχής αλληλεπίδρασης στο κριτήριο.

Με βάση την άποψη και την καθοδήγηση νομοθετών αλλά και την εμπειρία των τριών εμπνευστών του ECPI εργαλείου έχει καταρτιστεί ένας **πίνακας της επιρροής κάθε περιοχής αλληλεπίδρασης σε κάθε κριτήριο**. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στον πίνακα είναι τα παραπάνω **D**, **I** και **X** για το βαθμό επιρροής σε κάθε κριτήριο αντίστοιχα. Για την δημιουργία του πίνακα, το ερώτημα στο οποίο απαντούν οι τιμές είναι ο βαθμός επιρροής της περιοχής αλληλεπίδρασης στο κάθε κριτήριο ξεχωριστά, χωρίς να εμπλέκονται τα υπόλοιπα κριτήρια. Ακολουθούν 2 παραδείγματα που εξηγούν την κατάρτιση του πίνακα:

- **Παράδειγμα 1:** *Η επιρροή της περιοχής αλληλεπίδρασης application (εφαρμογή) στα κριτήρια innovation cycle (καινοτομία) και reduction of GHG emissions (μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου)*

Αν η εφαρμογή είναι υποχρεωτική (mandatory), υπό όλες τις συνθήκες οι ομάδες στις οποίες απευθύνεται η πολιτική αναγκάζονται να επενδύσουν στην καινοτομία, οπότε η επιρροή είναι άμεση (D) για το κριτήριο της καινοτομίας (innovation cycle). Το ίδιο ισχύει και για τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καθώς μια υποχρεωτική πολιτική έχει άμεσο αποτέλεσμα έναντι σε μια προαιρετική, ειδικότερα αν στη δεύτερη δεν προβλέπονται κυρώσεις ή αντίμετρα στη μη αποτελεσματικότητα. Οπότε και σε αυτήν την περίπτωση η επιρροή στο κριτήριο αυτό (reduction of GHG emissions) χαρακτηρίζεται άμεση (D).

- **Παράδειγμα 2:** Η επιρροή της περιοχής αλληλεπίδρασης *obligated entities* (κοινό στο οποίο απευθύνεται η πολιτική) στα κριτήρια *market competition* (ανταγωνισμός στην αγορά) και *administration cost* (κόστος διαχείρισης)

Ο ανταγωνισμός στην αγορά δεν επηρεάζεται από το κοινό στο οποίο απευθύνεται η πολιτική, καθώς το εκάστοτε κοινό θα μοιράζεται τους ίδιους στόχους. Οπότε η επιρροή της περιοχής αλληλεπίδρασης *obligated entities* είναι αδιάφορη (X) στο κριτήριο *market competition*. Αντιθέτως όμως διαφορετικό κοινό για μια πολιτική μπορεί να επιφέρει διαφορετικές διαδικασίες χειρισμού και διαχείρισης από την κυβέρνηση ή όποιο όργανο υπεύθυνο. Έτσι η επιρροή της περιοχής *obligated entities* στο κριτήριο *administration cost* είναι άμεση (D).

Υπενθυμίζεται ότι αυτός ο χαρακτηρισμός αφορά μόνο το **βαθμό επιρροής** και όχι αν η επιρροή είναι θετική ή αρνητική. Το πρόσημο της επιρροής εξαρτάται από τον τύπο αλληλεπίδρασης (συμπληρωματική, επικαλυπτόμενη, αδιάφορη) ο οποίος βασίζεται στα **χαρακτηριστικά σχεδίασης** της κάθε πολιτικής.

Με παρόμοιο τρόπο διαμορφώθηκαν οι βαθμοί επιρροής σε κάθε κριτήριο

Ο πίνακας λοιπόν είναι ο παρακάτω:

Πίνακας 5: Βαθμοί επιρροής Περιοχών Αλληλεπίδρασης στα Κριτήρια

Criteria	Areas of PI														
	Innovation cycle (invention - innovation - diffusion)	Diffusion of existing technologies	Increase of environmental awareness	Employment	Market competition	Business opportunities and trade	Competitiveness	Governmental revenues	Reduction of GHG emissions	Reduction Energy intensity	Security of supply	Compliance cost	Transaction costs (search, information, negotiation, approval, monitoring, insurance)	Administration costs	
Application (Mandatory or Voluntary)	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	x	D	
Level of targets (High or Low)	D	D	D	D	x	x	D	D	D	D	D	D	D	I	
Energy (primary/final)	I	x	D	D	x	D	I	x	D	D	I	I	x	D	
Obligated entities (energy producers, energy distributors, energy suppliers, industry, consumers, other - ESCO's etc.)	D	x	D	D	x	D	I	I	x	D	I	D	D	D	
Market flexibility for entities (opt-in/opt-out)	D	D	x	I	D	D	I	I	D	D	I	D	D	I	
Linking commodities (EUA, WhC, TGC, CHPc)	I	I	x	I	x	D	D	I	I	I	I	D	D	I	
Commodity liquidity (Banking (Y/N), Borrowing (Y/N))	x	x	x	I	D	D	I	I	I	I	x	D	D	I	
Cost recovery (full tariff, limited tariff)	D	D	D	D	x	I	D	I	x	x	I	D	x	x	
Technologies (Fossil, RE, Nuclear)	x	x	D	D	I	D	D	I	I	D	I	D	x	x	
Additionality (no, baseline)	D	x	x	I	I	I	D	D	D	D	I	D	D	D	
Institutional setup	x	x	x	I	x	I	I	D	x	x	x	x	x	D	
Total Influence of Areas of PI on criteria															

Οι στήλες του πίνακα είναι τα **κριτήρια** του εργαλείου, τα οποία παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 2.4 και ξανά είναι ονομαστικά:

Reduction of GHG emissions, Increase in environmental awareness , Security of energy supply, Reduction of energy intensity, Compliance cost, Governmental revenues, Administration costs, Transaction costs, Employment, Innovation cycle, Diffusion of existing technologies, Industrial competitiveness, Market competition, Business opportunities and trade

Οι γραμμές είναι οι **περιοχές αλληλεπίδρασης**. Στα κελιά του πίνακα αναγράφεται ο **βαθμός επιρροής της συγκεκριμένης περιοχής στο αντίστοιχο κριτήριο**. Για παράδειγμα η περιοχή αλληλεπίδρασης *Energy* έχει άμεση επιρροή στο κριτήριο *Employment* από το στοιχείο **(3,4:D)** του πίνακα.

Οπότε υπάρχει δεδομένος στο εργαλείο και ο βαθμός επιρροής κάθε περιοχής αλληλεπίδρασης στο κάθε κριτήριο. Γνωρίζοντας τώρα και τα χαρακτηριστικά σχεδίασης της κάθε μια πολιτικής μπορεί να εξαχθεί ο τύπος αλληλεπίδρασης τους για κάθε μια περιοχή αλληλεπίδρασης. Τα **χαρακτηριστικά σχεδίασης** των πολιτικών και ο **τύπος αλληλεπίδρασης για τις αντίστοιχες περιοχές αλληλεπίδρασης** αναλύθηκαν στην παράγραφο 2.2 .Σε αυτό το σημείο υπενθυμίζεται ότι μια πολιτική μόνη έχει χαρακτηριστικά σχεδίασης, όταν όμως συνδυάζεται με μια άλλη, τα χαρακτηριστικά σχεδίασης τους μεταφράζονται σε μια περιοχή αλληλεπίδρασης, καθώς αυτά τα χαρακτηριστικά είναι αυτά στα οποία παρατηρείται αλληλεπίδραση.

Οπότε μπορεί να εξαχθεί ο τύπος αλληλεπίδρασης για κάθε περιοχή αλληλεπίδρασης από τις 11 του πίνακα και υπάρχει και ο βαθμός επιρροής κάθε περιοχής αλληλεπίδρασης-χαρακτηριστικού σχεδίασης στο κάθε κριτήριο.

Στη συνέχεια πολλαπλασιάζεται ο **τύπος αλληλεπίδρασης** της κάθε περιοχής αλληλεπίδρασης (**συμπληρωματική** αλληλεπίδραση: θετική, **επικαλυπτόμενη** αλληλεπίδραση: αρνητική, **αδιάφορη** αλληλεπίδραση:0) με το βαθμό επιρροής της περιοχής αλληλεπίδρασης στα κριτήρια (**άμεση επιρροή, έμμεση επιρροή, αδιάφορη επιρροή**).

Αυτό σημαίνει ότι εάν το τύπος αλληλεπίδρασης σε κάποια περιοχή αλληλεπίδρασης είναι συμπληρωματική αλληλεπίδραση, δηλαδή θετική αλληλεπίδραση, και η επιρροή στο κριτήριο είναι άμεση, γίνεται «άμεση επιρροή επί θετική αλληλεπίδραση= **πολύ θετική επιρροή**». Αντίστοιχα εάν ο τύπος αλληλεπίδρασης ήταν επικαλυπτόμενος, υποδηλώνοντας μειωμένα αποτελέσματα, τότε η επιρροή στο ίδιο κριτήριο θα ήταν «άμεση επιρροή επί αρνητική (επικαλυπτόμενη αλληλεπίδραση)=**πολύ αρνητική επιρροή**». Αν η επιρροή ήταν έμμεση θα υπήρχε **θετική επιρροή** ή αντίστοιχα **αρνητική επιρροή** και αν ήταν αδιάφορη θα υπήρχε **αδιάφορη επιρροή**. Με αυτόν τον τρόπο εισάγεται και το πρόσημο της κάθε επιρροής, καθώς το πρόσημο εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των πολιτικών.

Άθροισμα αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο

Πλέον μπορεί να εξαχθεί και ένα **άθροισμα επιρροών των περιοχών αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο**, ή αλλιώς ένα κάθετο άθροισμα όπως εμφανίζεται στον πίνακα. Δηλαδή να προστεθεί ο αριθμός των επικαλύψεων η συμπληρώσεων και ο αριθμός των διάφορων βαθμών επιρροής ανά κριτήριο. Οι περιοχές αλληλεπίδρασης έχουν τον ίδιο τύπο αλληλεπίδρασης για όλα τα κριτήρια αλλά δεν έχουν και τον ίδιο βαθμό επιρροής σε όλα τα κριτήρια. Εκεί έγκειται και το γεγονός ότι τα αθροίσματα θα είναι διαφορετικά για κάθε κριτήριο, κι έτσι υπολογίζεται ένας διαφορετικός βαθμός αλληλεπίδρασης ανά κριτήριο. Δηλαδή δεν προστίθενται μόνο οι αλληλεπιδράσεις, αλλά οι αλληλεπιδράσεις πολλαπλασιασμένες με το βαθμό επιρροής σε κάθε κριτήριο.

Αυτό το **άθροισμα** λοιπόν μας δίνει ένα **μέτρο αλληλεπίδρασης των πολιτικών ανά κριτήριο** και είναι το *άθροισμα των τύπων αλληλεπίδρασης κάθε περιοχής αλληλεπίδρασης πολλαπλασιασμένων με το βαθμό επίδρασης των περιοχών αλληλεπίδρασης ανά κριτήριο (Policy Interaction Sum)*. Συμβολίζεται με **PI** και το πρόσημό του δηλώνει και τον τύπο της αλληλεπίδρασης για κάθε κριτήριο.

Στην τελευταία γραμμή του πίνακα με τίτλο “**Total Influence of Areas of PI in Criteria**” είναι κρατημένα τα κελιά για το προαναφερθέν άθροισμα.

Μαθηματικά οι τιμές που έχουν επιλεγθεί για να εκφράζουν την παραπάνω διαδικασία και χρησιμοποιούνται στο εργαλείο είναι οι παρακάτω:

Αρχικά για τον **τύπο αλληλεπίδρασης** χρησιμοποιούνται οι τιμές **-1, 1 και 0** αντίστοιχα για *επικαλυπτόμενη, συμπληρωματική και αδιάφορη* αλληλεπίδραση αντίστοιχα. Τα -1 και 1 δείχνουν αντίστοιχα τον αρνητικό ή θετικό χαρακτήρα της κάθε αλληλεπίδρασης και το 0 εκφράζει τον ουδέτερο παράγοντα. Με άλλα λόγια θεωρείται ότι η επικαλυπτόμενη αλληλεπίδραση επιφέρει το αντίθετο αποτέλεσμα από την συμπληρωματική.

Για το **βαθμό επιρροής** χρησιμοποιούνται οι τιμές **1, 2 και 0** για *έμμεση, άμεση και αδιάφορη* επιρροή αντίστοιχα. Δηλαδή στο εργαλείο στον παραπάνω πίνακα τα στοιχεία D αντικαθίστανται από την τιμή 2, τα στοιχεία I από την τιμή 1 και τα στοιχεία X από την τιμή 0. Αυτό σημαίνει ότι όταν υπάρχει άμεση επιρροή το κριτήριο επηρεάζεται από το χαρακτηριστικό σχεδίασης ή περιοχή αλληλεπίδρασης διπλάσια από ότι αν υπήρχε έμμεση επιρροή. Η τιμή 0 μηδενίζει την επιρροή.

Έτσι οι όροι «πολύ θετική επιρροή», «θετική επιρροή», «αδιάφορη επιρροή», «αρνητική επιρροή», «πολύ αρνητική επιρροή» είναι αντίστοιχα 2, 1, 0, -1, -2. Έτσι πλέον για το άθροισμα των επιρροών των περιοχών αλληλεπιδράσεων προστίθενται μεταξύ τους συνδυασμοί αυτών των 6 τιμών. Το άθροισμα μπορεί να είναι είτε θετικό είτε αρνητικό, υποδηλώνοντας θετική ή αρνητική αλληλεπίδραση ανά κριτήριο. Ή με άλλα λόγια αν ο συνδυασμός των δυο πολιτικών ενισχύει την επίδοση σε αυτό το κριτήριο ή αν την αποδυναμώνει.

Το άθροισμα όμως δεν είναι αρκετό για την υλοποίηση των υπολοίπων υπολογισμών του εργαλείου. Γι αυτό χρειάζεται η **κανονικοποιημένη τιμή (pi.sum)** του

αθροίσματος αυτού ως μέτρο αλληλεπίδρασης ανά κριτήριο. Η κανονικοποίηση γίνεται ως προς το μέγιστο άθροισμα που μπορεί να πάρει η κάθε στήλη. Επιλέχθηκε το μέγιστο άθροισμα κάθε στήλης και όχι μέγιστο άθροισμα μεταξύ όλων των στηλών γιατί α) οι περιοχές αλληλεπίδρασης που σε άλλα κριτήρια έχουν άμεση επιρροή και σε άλλα αδιάφορη, οδηγώντας σε πιο μικρό δυνατό άθροισμα, δεν χρειάζεται να μπαίνουν στον παράγοντα κανονικοποίησης στα δεύτερα κριτήρια, καθώς για αυτά είναι σαν να μην υπάρχουν οι συγκεκριμένες περιοχές β) ζητείται ένα μέτρο αλληλεπίδρασης ανά κριτήριο ως προς τη μέγιστη αλληλεπίδραση που μπορεί να γίνει για αυτό το κριτήριο και όχι ως προς τη μέγιστη όλων των κριτηρίων.

Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω αφού στην πρώτη στήλη για το κριτήριο Innovation cycle υπάρχουν έξι D, δυο I και τρία X το μέγιστο μέτρο αλληλεπίδρασης για το κριτήριο αυτό είναι: $2 \times 6 + 2 \times 1 + 3 \times 0 = 14$. Οπότε το άθροισμα για το κριτήριο Innovation cycle κανονικοποιείται με την τιμή 14. Αντίστοιχα υπολογίζονται οι τιμές κανονικοποίησης και για τα υπόλοιπα κριτήρια- στήλες και είναι αντίστοιχα για το κάθε κριτήριο: *Reduction of GHG emissions: 13, Increase in environmental awareness: 12, Security of energy supply: 11, Reduction of energy intensity: 16, Compliance costs: 19, Governmental revenues: 14, Administration costs: 14, Transaction costs: 12, Employment: 17, Innovation cycle: 14, Diffusion of existing technologies: 9, Competitiveness: 17, Market competition: 8, Business opportunities and trade: 17.*

Το κανονικοποιημένο άθροισμα επιρροών των περιοχών αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο δημιουργεί το πλαίσιο σύγκρισης και αξιολόγησης της εφαρμογής του συνδυασμού των πολιτικών και της εφαρμογής μόνο της μιας ή της άλλης.

2.9

Επιδόσεις των μεμονωμένων πολιτικών και του συνδυασμού τους ανά Κριτήριο

Σε κάθε πολυκριτηριακή ανάλυση εκτός από τα απόλυτα βάρη των κριτηρίων πρέπει να είναι γνωστή και η επίδοση των εναλλακτικών λύσεων στο κάθε κριτήριο, ούτως ώστε να γίνει η ανάλυση και να εξαχθεί και να αξιολογηθεί η κάθε λύση. Η επίδοση μπορεί να δίνεται αριθμητικά, βάσει μιας κλίμακας διαβάθμισης των καλών επιδόσεων από τις κακές. Σε πολλές περιπτώσεις όμως είναι αδύνατη η εξαγωγή συγκεκριμένου αριθμού για την επίδοση μιας εναλλακτικής λύσης, πολιτικής, ή συνδυασμού πολιτικών στην περίπτωση που εξετάζουμε, που να αποτυπώνει με ακρίβεια το ζητούμενο. Αυτό συμβαίνει όταν εξετάζονται και μοντελοποιούνται πραγματικές καταστάσεις, στις οποίες η ανθρώπινη κρίση δεν είναι ακριβής και μπορεί μόνο να κάνει διαισθητικούς υπολογισμούς και να δίνει προσεγγιστικές ερμηνείες. Σε αυτές τις περιπτώσεις δεν μπορούν να δοθούν ακριβή δεδομένα προς αξιολόγηση, αλλά εξαρτημένα δεδομένα, ασαφή δεδομένα ή και **δεδομένα σε διαστήματα (interval data)**.

Στην περίπτωση που εξετάζεται για την αλληλεπίδραση ενεργειακών πολιτικών η επίδοση της κάθε πολιτικής ανά κριτήριο δεν μπορεί να καθοριστεί με ακρίβεια σε μια κλίμακα. Το πρόβλημα λοιπόν ανάγεται στα παραπάνω, όπου η τιμή της επίδοσης δίνεται με ένα πιο γενικό τρόπο. Στο συγκεκριμένο πρόβλημα τα δεδομένα μπορούν να δίνονται σε μορφή διαστημάτων, καθώς αυτό δίνει στον αποφασίζοντα την ελευθερία

να καθορίζει τις επιδόσεις των πολιτικών ανά κριτήριο με μια ομάδα τιμών. Δηλαδή αντί για την τιμή 2 για παράδειγμα μπορεί να δοθεί το διάστημα [1,3]. Αυτή η δυνατότητα προσφέρει μεγαλύτερη ευκολία στη χρήση και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα επειδή:

α) Ο νομοθέτης ή αποφασίζων μπορεί πιο εύκολα να διατυπώσει ένα διάστημα τιμών για μια επίδοση πολιτικής, μέσα σε μια κλίμακα, παρά να είναι σε θέση να ορίσει ακριβή μαθηματική τιμή.

β) Για τον ίδιο λόγο το σύστημα προσφέρει πιο έγκυρα αποτελέσματα, καθώς όλες οι επιδόσεις δίνονται σε μορφή διαστημάτων, επικαλύπτοντας λανθασμένες τιμές και υπολογίζοντας με διαστήματα όλο το φάσμα των επιλογών.

Έτσι ο νομοθέτης/ αποφασίζων πρέπει να θέσει διαστήματα τιμών για τις επιδόσεις των πολιτικών ανά κριτήριο. Για παράδειγμα η πολιτική των *επιδοτήσεων για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας* έχει θετική επίδοση, ή αλλιώς θετικό αντίκτυπο, στο κριτήριο *Καινοτομία*, έστω τοποθετούμενη στο διάστημα [5,8], ενώ στο κριτήριο *Κόστος Διαχείρισης* έχει λιγότερο θετική επίδραση, που θα μπορούσε κάποιος για παράδειγμα να τοποθετήσει στο διάστημα [0,3], ή και αλλού. Οι τιμές εξαρτώνται από τον αποφασίζοντα, ο οποίος θεωρείται ότι έχει την τεχνική κατάρτιση να μπορεί να τις ορίσει βάσει των εκτιμήσεών του. Εφ' όσον όλες οι τιμές χρησιμοποιούνται σε κανονικοποιημένη μορφή, αρκεί οι τιμές που θέτει ο αποφασίζοντας να ανταποκρίνονται σε μια κλίμακα. Δεν έχουν σημασία σε απόλυτες τιμές τα διαστήματα που θα τεθούν δηλαδή, αλλά να εξαρτώνται όλα από την ίδια κλίμακα. Ο αποφασίζων είναι σε θέση μέσα από ορισμένες μετρήσεις αλλά και την εμπειρία του να τοποθετήσει τα διαστήματα σε μια κλίμακα, που να ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, πολύ πιο εύκολα από ακριβείς αριθμητικές τιμές.

Βασισμένο στην διατύπωση του Tinbergen ότι η ύπαρξη πολλαπλών πολιτικών που στοχεύουν στο ίδιο αποτέλεσμα έχουν θετικότερο η πιο αρνητικό τελικό αποτέλεσμα, το εργαλείο έγκειται στο να υπολογίζει και τις **επιδόσεις του συνδυασμού των πολιτικών ανά κριτήριο** και να τις αξιολογεί μαζί με τις επιδόσεις των μεμονωμένων πολιτικών. Όπως προαναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, το **άθροισμα επιρροών των περιοχών αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο** δημιουργεί το πλαίσιο σύγκρισης και αξιολόγησης της εφαρμογής του συνδυασμού των πολιτικών και της εφαρμογής μόνο της μιας ή της άλλης. Έτσι με τη βοήθεια αυτού του αθροίσματος υπολογίζονται οι επιδόσεις του συνδυασμού των πολιτικών, βάσει των επιδόσεων των μεμονωμένων πολιτικών. Δηλαδή εισάγονται οι τιμές των επιδόσεων των μεμονωμένων πολιτικών, χωρίς να υπολογίζεται ταυτόχρονη εφαρμογή τους και αλληλεπίδραση τους, και υπολογίζονται έπειτα οι τιμές των επιδόσεων του συνδυασμού (ταυτόχρονης εφαρμογής) των πολιτικών βάσει του αθροίσματος αλληλεπιδράσεων.

Υπάρχουν λοιπόν στη διάθεση του συστήματος οι επιδόσεις των πολιτικών ανά κριτήριο, με τη μορφή διαστημάτων, δηλαδή ένα κάτω άκρο κι ένα πάνω άκρο ανά κριτήριο για κάθε πολιτική, και το άθροισμα επιρροών των περιοχών αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο. Επίσης υπάρχει και το κανονικοποιημένο άθροισμα.

Έχουμε δηλαδή την παρακάτω διάταξη:

Πίνακας 6: Επιδόσεις Πολιτικών και Συνδυασμού πολιτικών ανά Κριτήριο

Κριτήρια	Επιδόσεις Πολιτικών και Συνδυασμού πολιτικών ανά Κριτήριο			
	Policy 1	Policy 2	Policy combination	Policy Interaction Sum
Criterion i	$[x_{i1}^L, x_{i1}^U]$	$[x_{i2}^L, x_{i2}^U]$	$[x_{i3}^L, x_{i3}^U]$	pi_i
·	·	·	·	·
·	·	·	·	·
·	·	·	·	·
Criterion (n-1)	$[x_{(n-1)1}^L, x_{(n-1)1}^U]$	$[x_{(n-1)2}^L, x_{(n-1)2}^U]$	$[x_{(n-1)3}^L, x_{(n-1)3}^U]$	pi_{n-1}
Criterion n	$[x_{n1}^L, x_{n1}^U]$	$[x_{n2}^L, x_{n2}^U]$	$[x_{n3}^L, x_{n3}^U]$	pi_n

x_{i1}^L : κάτω άκρο διαστήματος επίδοσης της **μιας πολιτικής** για το κριτήριο i

x_{i1}^U : πάνω άκρο διαστήματος επίδοσης της **μιας πολιτικής** για το κριτήριο i

x_{i2}^L : κάτω άκρο διαστήματος επίδοσης της **άλλης πολιτικής** για το κριτήριο i

x_{i2}^U : πάνω άκρο διαστήματος επίδοσης της **άλλης πολιτικής** για το κριτήριο i

x_{i3}^L : κάτω άκρο διαστήματος επίδοσης του **συνδυασμού των πολιτικών** για το κριτήριο i

x_{i3}^U : πάνω άκρο διαστήματος επίδοσης του **συνδυασμού των πολιτικών** για το κριτήριο i

pi_i : κανονικοποιημένο άθροισμα των αλληλεπιδράσεων για το κριτήριο i

Όλα είναι γνωστά εκτός από τα x_{i3}^L και x_{i3}^U , δηλαδή τα διαστήματα των επιδόσεων του συνδυασμού των πολιτικών ανά κριτήριο. Αυτά υπολογίζονται ως εξής για το κάθε κριτήριο i :

- **Συνθήκη 1**

Αν $x_{i1}^L > 0$ και $x_{i2}^L > 0$ και $pi_i \geq 0$ τότε

$$x_{i3}^L = \max(x_{i1}^L, x_{i2}^L) + pi_i * \max(x_{i1}^L, x_{i2}^L)$$
 Ο υπολογισμός είναι ίδιος και για τα
 πάνω άκρα:
 Αν $x_{i1}^U > 0$ και $x_{i2}^U > 0$ και $pi_i \geq 0$ τότε

$$x_{i3}^U = \max(x_{i1}^U, x_{i2}^U) + pi_i * \max(x_{i1}^U, x_{i2}^U)$$

Όταν οι επιδόσεις των μεμονωμένων πολιτικών και το άθροισμα των αλληλεπιδράσεων είναι θετικά για ένα κριτήριο, τότε οι πολιτικές συμπληρώνουν η μια την άλλη για ένα καλύτερο αποτέλεσμα. Αυτή η σχέση εκφράζει ότι αν μια πολιτική έχει θετική επίδοση σε ένα κριτήριο και συνδυάζεται με μια άλλη πολιτική με εξ' ίσου θετική επίδοση και η αλληλεπίδραση τους για το κριτήριο είναι θετική, τότε ενισχύεται η μεγαλύτερη επίδοση από την ίδια πολλαπλασιασμένη από το αντίστοιχο κανονικοποιημένο άθροισμα αλληλεπιδράσεων.

Η μικρότερη επίδοση δεν εμπλέκεται γιατί θεωρείται ότι δεν είναι οι επιδόσεις που αλληλεπιδρούν, αλλά τα χαρακτηριστικά σχεδίασης, και ότι η θετική αλληλεπίδραση υπερκαλύπτει τις θετικές επιδόσεις.

- **Συνθήκη 2**

Αν $x_{i1}^L > 0$ και $x_{i2}^L > 0$ και $pi_i < 0$ τότε

$$x_{i3}^L = \max(x_{i1}^L, x_{i2}^L) + pi_i * \max(x_{i1}^L, x_{i2}^L)$$
 Ο υπολογισμός είναι ίδιος και για τα
 πάνω άκρα:
 Αν $x_{i1}^U > 0$ και $x_{i2}^U > 0$ και $pi_i < 0$ τότε

$$x_{i3}^U = \max(x_{i1}^U, x_{i2}^U) + pi_i * \max(x_{i1}^U, x_{i2}^U)$$

Αφού το άθροισμα των αλληλεπιδράσεων είναι αρνητικό, οι δυο πολιτικές αλληλεπιδρούν επικαλυπτόμενα. Επίσης έχουν και οι δυο πολιτικές θετική επίδοση στο συγκεκριμένο κριτήριο, οπότε η επίδοση του συνδυασμού τους εξαρτάται από τη μέγιστη θετική επίδοση και το κανονικοποιημένο άθροισμα αλληλεπιδράσεων. Έτσι η τιμή που προκύπτει είναι ίση με τη μέγιστη επίδοση

μειωμένη κατά την ίδια πολλαπλασιασμένη με την κανονικοποιημένη αλληλεπίδραση, ή άθροισμα αλληλεπιδράσεων.

- **Συνθήκη 3**

Αν $x_{i1}^L < 0$ και $x_{i2}^L < 0$ και $pi_i \geq 0$ τότε

$$x_{i3}^L = \min(x_{i1}^L, x_{i2}^L)$$

Ο υπολογισμός είναι ίδιος και για τα πάνω άκρα:

Αν $x_{i1}^U < 0$ και $x_{i2}^U < 0$ και $pi_i \geq 0$ τότε

$$x_{i3}^U = \min(x_{i1}^U, x_{i2}^U)$$

Στην παραπάνω συνθήκη ισχύει το εξής: Οι δυο πολιτικές έχουν αρνητική επίδοση στο κριτήριο αλλά αλληλεπιδρούν θετικά για το κριτήριο αυτό. Οπότε στην ουσία αλληλεπιδρούν θετικά οι αρνητικές τους επιδόσεις έχοντας τελικά επικαλυπτόμενη απόδοση. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι αν οι δυο πολιτικές έχουν αρνητική επίδοση, συνδυαζόμενες με θετική αλληλεπίδραση, απλά το συνδυασμένο αποτέλεσμα θα είναι η μικρότερη επίδοση από τις δυο.

- **Συνθήκη 4**

Αν $x_{i1}^L < 0$ και $x_{i2}^L < 0$ και $pi_i < 0$ τότε

$$x_{i3}^L = \min(x_{i1}^L, x_{i2}^L) - pi_i * \min(x_{i1}^L, x_{i2}^L)$$

Ο υπολογισμός είναι ίδιος και για τα πάνω άκρα:

Αν $x_{i1}^U < 0$ και $x_{i2}^U < 0$ και $pi_i < 0$ τότε

$$x_{i3}^U = \min(x_{i1}^U, x_{i2}^U) - pi_i * \min(x_{i1}^U, x_{i2}^U)$$

Στη συνθήκη αυτή οι δυο πολιτικές έχουν αρνητική επίδοση στο κριτήριο και επιπρόσθετα το άθροισμα των αλληλεπιδράσεων τους για το κριτήριο είναι αρνητικό. Οι δυο πολιτικές συνδυάζονται με επικαλυπτόμενη αλληλεπίδραση αλλά σε σχέση και με την προηγούμενη περίπτωση, σε αυτήν έχουν και αρνητικές επιδόσεις και άθροισμα αλληλεπιδράσεων με αρνητικό πρόσημο. Έτσι η συνδυασμένη επίδοση τους εξαρτάται από την μικρότερη απόδοση μειωμένη κατά την ίδια πολλαπλασιασμένη με την κανονικοποιημένη αλληλεπίδραση τους.

- Συνθήκη 5

$$\text{Αν } x_{i1}^L = 0 \text{ ή } x_{i2}^L = 0 \text{ τότε } x_{i3}^L = x_{i1}^L + x_{i2}^L$$

Ο υπολογισμός είναι ίδιος και για τα
πάνω άκρα:

$$\text{Αν } x_{i1}^U = 0 \text{ ή } x_{i2}^U = 0 \text{ τότε } x_{i3}^U = x_{i1}^U + x_{i2}^U$$

Στην συνθήκη αυτή μία από τις δύο πολιτικές έχουν μηδενική επίδοση στο κριτήριο. Τότε ουσιαστικά δεν υπάρχει αλληλεπίδραση, αφού η μηδενική επίδοση της μιας δεν επιδρά καθόλου κι έτσι δεν υπάρχει εξάρτηση από το άθροισμα αλληλεπιδράσεων. Έτσι για την επίδοση του συνδυασμού απλά προστίθενται οι δυο επιδόσεις, ούτως ώστε να είναι ίση με τη μη μηδενική επίδοση.

- Συνθήκη 6

$$\text{Αν } x_{i1}^L > 0 \text{ και } x_{i2}^L < 0 \text{ ή}$$

$$x_{i1}^L < 0 \text{ και } x_{i2}^L > 0 \text{ τότε}$$

$$x_{i3}^L = x_{i1}^L + x_{i2}^L + \rho i_i * \max(x_{i1}^L, x_{i2}^L)$$

Ο υπολογισμός είναι ίδιος και για τα
πάνω άκρα:

$$\text{Αν } x_{i1}^U > 0 \text{ και } x_{i2}^U < 0 \text{ ή}$$

$$x_{i1}^U < 0 \text{ και } x_{i2}^U > 0 \text{ τότε}$$

$$x_{i3}^U = x_{i1}^U + x_{i2}^U + \rho i_i * \max(x_{i1}^U, x_{i2}^U)$$

Στην συνθήκη αυτή εξετάζεται η περίπτωση ετερόσημων επιδόσεων των δυο πολιτικών σε ένα κριτήριο. Αν η το άθροισμα αλληλεπιδράσεων είναι αρνητικό, τότε μειώνεται το άθροισμα των δυο επιδόσεων αφαιρώντας του την κανονικοποιημένη αλληλεπίδραση πολλαπλασιασμένη με τη μεγαλύτερη (τη θετική δηλαδή) επίδοση για την εξαγωγή της επίδοσης του συνδυασμού των πολιτικών. Αν το άθροισμα αλληλεπιδράσεων είναι θετικό, τότε ενισχύεται το άθροισμα των επιδόσεων των δυο πολιτικών με την ίδια τιμή.

Αξιολόγηση επιδόσεων και αλληλεπίδρασης πολιτικών

Τα προβλήματα λήψεως αποφάσεων, όπως αυτό που εξετάζεται, είναι η διαδικασία εύρεσης της καλύτερης και πιο συμφέρουσας εναλλακτικής λύσης, της ιδανικής λύσης δηλαδή. Όταν τα κριτήρια είναι πολλαπλά, η «**πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων**» (**MCDM: Multiple Criteria Decision Making**) ανάγεται σε μια πολύπλοκη και δυναμική διαδικασία. Η διαδικασία αναφέρεται να αποτελείται από δυο σκέλη, ένα «διοικητικό» κι ένα «μηχανικό». Το «διοικητικό» σκέλος είναι στην ουσία η επιλογή στόχων και η επιλογή μιας εναλλακτικής, ή ακόμα και η απόρριψη της λύσης που προτείνεται από το «μηχανικό», διαδικαστικό, κομμάτι της διαδικασίας. Το «μηχανικό» σκέλος αυτό είναι η μέθοδος εύρεσης της βέλτιστης λύσης. Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση όλων των λύσεων και την εύρεση της ιδανικής, βάσει των κριτηρίων.

Ένα πρόβλημα πολυκριτηριακής λήψεως αποφάσεων σε μορφή πίνακα δείχνει ως εξής:

Πίνακας 7: πρόβλημα πολυκριτηριακής λήψεως αποφάσεων

	Εναλλακτικές λύσεις	
Κριτήρια	Επιδόσεις λύσεων ανά κριτήριο	Κριτηρίων Βάρη

Ο παραπάνω πίνακας εκφράζει δηλαδή ότι **κάθε εναλλακτική λύση έχει μία επίδοση ανά κριτήριο και κάθε κριτήριο έχει ένα βάρος**. Οι εναλλακτικές λύσεις είναι οι μεμονωμένες πολιτικές είτε ο συνδυασμός τους λαμβάνοντας υπ' όψιν την αλληλεπίδραση τους. Τα κριτήρια έχουν δοθεί, όπως και ο τρόπος που προκύπτουν τα απόλυτα βάρη τους. Στα παραδοσιακά προβλήματα πολυκριτηριακής λήψεως αποφάσεων οι επιδόσεις και τα βάρη δίνονται με ακριβή αριθμητική τιμή. Στην προκειμένη περίπτωση τα βάρη έχουν ακριβή αριθμητική τιμή, αλλά όπως εξηγήθηκε στην προηγούμενη παράγραφο οι επιδόσεις των εναλλακτικών λύσεων ανά κριτήριο δίνονται σε μορφή διαστημάτων, για καλύτερη αναπαράσταση και ορισμό του προβλήματος και της λύσης.

Η μέθοδος αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθεί αναπτύχθηκε από τους Hwang και Yoon. Ονομάζεται **Technique for order performance by similarity to ideal solution (TOPSIS)**, ή Τεχνική για την ιεράρχηση απόδοσης βάσει ομοιότητας με την ιδανική λύση. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ιδέα ότι η ιδανική λύση πρέπει να έχει τη μικρότερη δυνατή απόσταση από τη θετική ιδανική λύση και τη μεγαλύτερη δυνατή απόσταση από την αρνητική ιδανική λύση. Μία παρόμοια αντίληψη έχει διατυπωθεί και από την μελέτη του Zeleny (1982). Η TOPSIS αρχικά επίλυε προβλήματα με ακριβείς τιμές. Ωστόσο η αρχική μέθοδος επεκτάθηκε πρόσφατα από τους Abo-sinna και Amer

για τη λύση μη γραμμικών προβλημάτων και από τον Chen για τη λύση προβλημάτων σε ασαφές περιβάλλον. Τέλος αναπτύχθηκε από τον G.R. Jahanshahloo (2006) και τον S.Gιονί μια παραλλαγή της μεθόδου TOPSIS για δεδομένα ορισμένα σε μορφή διαστημάτων. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται και στο εργαλείο ECPI για την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων και της αλληλεπίδρασης των πολιτικών και περιγράφεται παρακάτω.

2.10.1

Μέθοδος TOPSIS για δεδομένα σε διαστήματα

Όπως προαναφέρθηκε ένα πρόβλημα πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων μπορεί να δοθεί με τη μορφή ενός πίνακα. Ο παρακάτω πίνακας δόθηκε και στην παράγραφο 2.9 «Επιδόσεις των μεμονωμένων πολιτικών και του συνδυασμού τους ανά Κριτήριο» αλλά στη θέση του αθροίσματος αλληλεπιδράσεων υπάρχουν τα (απόλυτα) βάρη των κριτηρίων W_i . Ο παρακάτω πίνακας είναι στην ουσία ο πίνακας των πολυκριτηριακών συστημάτων για την περίπτωση που εξετάζεται:

Πίνακας 8: Πρόβλημα ECPI

Κριτήρια	Επιδόσεις Πολιτικών και Συνδυασμού πολιτικών ανά Κριτήριο			Βάση Κριτηρίων
	Policy 1	Policy 2	Policy combination	Criteria Weights
Criterion i	$[x_{i1}^L, x_{i1}^U]$	$[x_{i2}^L, x_{i2}^U]$	$[x_{i3}^L, x_{i3}^U]$	W_i
·	·	·	·	·
·	·	·	·	·
·	·	·	·	·
Criterion (n-1)	$[x_{(n-1)1}^L, x_{(n-1)1}^U]$	$[x_{(n-1)2}^L, x_{(n-1)2}^U]$	$[x_{(n-1)3}^L, x_{(n-1)3}^U]$	W_{n-1}
Criterion n	$[x_{n1}^L, x_{n1}^U]$	$[x_{n2}^L, x_{n2}^U]$	$[x_{n3}^L, x_{n3}^U]$	W_n

Αφού στο εξεταζόμενο πρόβλημα έχουμε 3 εναλλακτικές επιλογές, δηλαδή α) τη μία πολιτική μεμονωμένη, β) την άλλη πολιτική μεμονωμένη, ή γ) το συνδυασμό τους με την μεταξύ τους αλληλεπίδραση, η μέθοδος θα παρουσιαστεί για την επιλογή μεταξύ τριών επιλογών. Επίσης όπως αναφέρθηκε οι επιδόσεις δίνονται με τη μορφή διαστημάτων και όχι ακριβών τιμών. Παρουσιάζονται τώρα παρακάτω τα βήματα της μεθόδου TOPSIS για δεδομένα σε διαστήματα, για την επιλογή μεταξύ τριών εναλλακτικών λύσεων

Πρώτα υπολογίζονται οι κανονικοποιημένες τιμές των άκρων των διαστημάτων των επιδόσεων ανά κριτήριο σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$\bar{n}_{ij}^L = \frac{x_{ij}^L}{\sum_{j=1}^3 \sqrt{(x_{ij}^L)^2 + (x_{ij}^U)^2}} \quad , i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, 3 \quad (1)$$

$$\bar{n}_{ij}^U = \frac{x_{ij}^U}{\sum_{j=1}^3 \sqrt{(x_{ij}^L)^2 + (x_{ij}^U)^2}} \quad , i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, 3 \quad (2)$$

Τώρα το διάστημα $[\bar{n}_{ij}^L, \bar{n}_{ij}^U]$ αντικαθιστά το διάστημα $[x_{ij}^L, x_{ij}^U]$, με κανονικοποιημένα άκρα. Αυτό έγινε για να έχουν τα άκρα τιμές στο διάστημα $[0,1]$.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν και τη διαφορετική σημασία του κάθε κριτηρίου, πολλαπλασιάζονται τα κανονικοποιημένα άκρα με το **βάρος του αντίστοιχου κριτηρίου**, στο οποίο αντιστοιχούν:

$$\bar{v}_{ij}^L = w_i \bar{n}_{ij}^L \quad , i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, 3 \quad (3)$$

$$\bar{v}_{ij}^U = w_i \bar{n}_{ij}^U \quad , i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, 3 \quad (4)$$

Τώρα πλέον τα διαστήματα έχουν τις τιμές: $[\bar{v}_{ij}^L, \bar{v}_{ij}^U]$.

Στη συνέχεια υπολογίζονται η **θετική ιδανική λύση** \bar{A}^+ και η **αρνητική ιδανική λύση** \bar{A}^- ως εξής:

$$\bar{A}_j^+ = (\max_j \bar{v}_{ij}^U \mid i) \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, 3 \quad (5)$$

$$\bar{A}_j^- = (\min_j \bar{v}_{ij}^L \mid i) \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, 3 \quad (6)$$

Σημειώνεται ότι σε όλες τις επιδόσεις, οι τιμές εισάγονται με το σκεπτικό ότι η μεγαλύτερη τιμή αντιπροσωπεύει καλύτερη επίδοση. Οπότε για αυτό όλα τα κριτήρια θεωρούνται κριτήρια «οφέλους» και όχι κριτήρια «κόστους». Για αυτό το λόγο η **θετική ιδανική λύση είναι η το μέγιστο πάνω άκρο των επιδόσεων ανά πολιτική** και η **αρνητική ιδανική λύση είναι το ελάχιστο κάτω άκρο των επιδόσεων ανά πολιτική**.

Ο διαχωρισμός \bar{d}_j^+ της κάθε εναλλακτικής από τη θετική ιδανική λύση και \bar{d}_j^- της κάθε εναλλακτικής από την αρνητική ιδανική λύση μπορεί να βρεθεί με τη βοήθεια του τύπου της Ευκλείδειας απόστασης για n -διαστάσεις:

$$\bar{d}_j^+ = \left[\sum_{i=1}^n (\bar{v}_{ij} - \bar{A}_j^+)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, 3 \quad (7)$$

$$\bar{d}_j^- = \left[\sum_{i=1}^n (\bar{v}_{ij} - \bar{A}_j^-)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, 3 \quad (8)$$

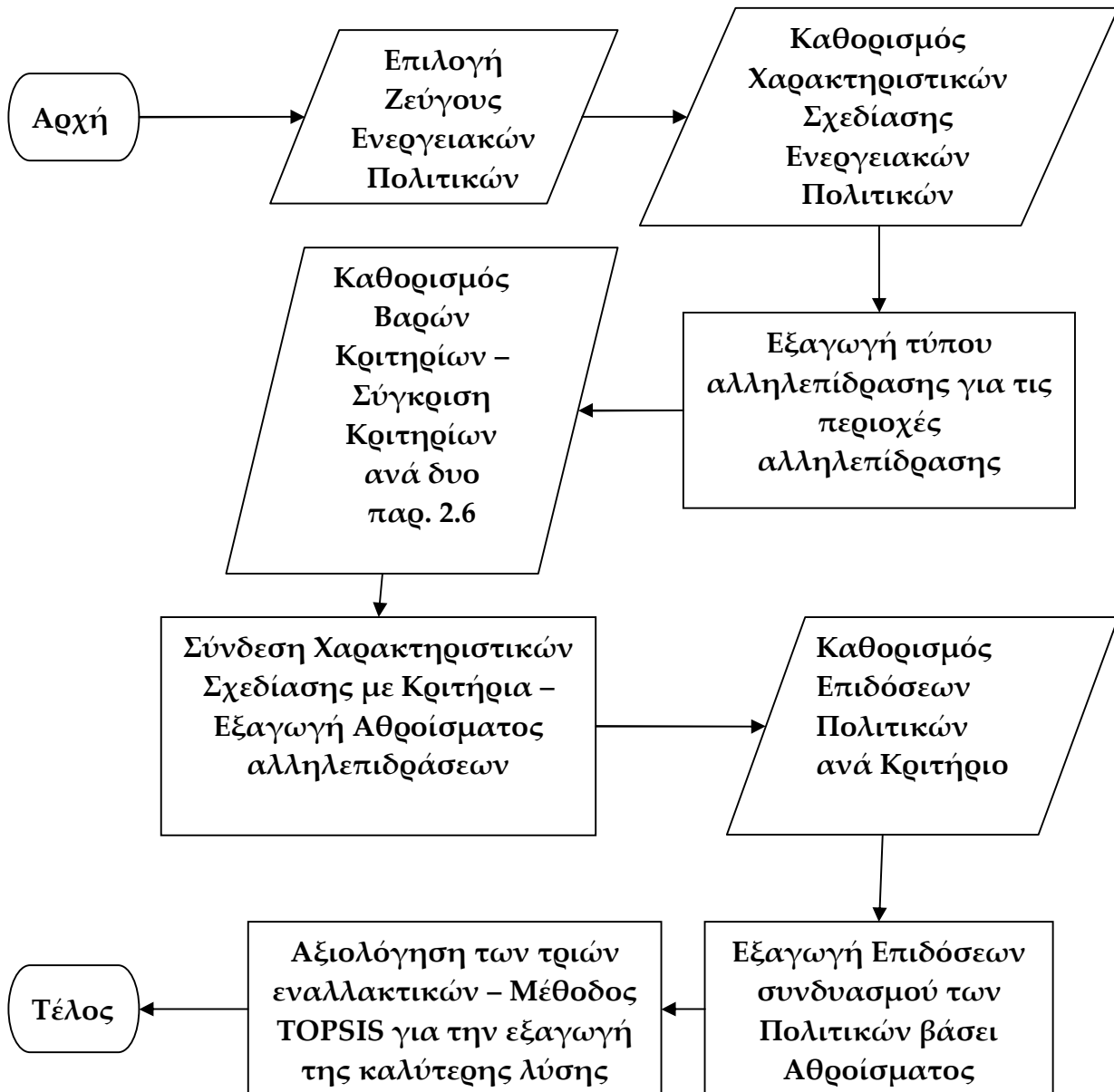
Τέλος ένας **συντελεστής εγγύτητας**, ή αλλιώς **η σχετική απόσταση**, με την ιδανική λύση, για να πραγματοποιηθεί η ιεράρχηση των εναλλακτικών, μπορεί να δοθεί από τον παρακάτω τύπο:

$$\bar{R}_j = \frac{\bar{d}_j^-}{\bar{d}_j^- + \bar{d}_j^+} \quad j = 1, \dots, 3 \quad (9)$$

Όσο πιο κοντά στο 1 είναι ο παραπάνω συντελεστής, η εναλλακτική απέχει λιγότερο από την θετική ιδανική λύση και περισσότερο από την αρνητική ιδανική λύση. Έτσι οι εναλλακτικές ιεραρχούνται με καλύτερη αυτήν με το συντελεστή \bar{R}_j πιο κοντά στην τιμή 1.

Διάγραμμα ροής μελέτης αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών

Σχ.9: Διάγραμμα ροής μελέτης αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών



Το διάγραμμα ροής της προηγούμενης σελίδας συνοψίζει την πορεία της μελέτης και αξιολόγησης της αλληλεπίδρασης ενός ζεύγους ενεργειακών πολιτικών. Ουσιαστικά δείχνει πως συνδέονται μεταξύ τους τα περιεχόμενα των παραγράφων **2.1-2.10**.

Πρώτο βήμα είναι η επιλογή των δυο πολιτικών των οποίων η αλληλεπίδραση θα εξεταστεί (**2.1**). Αφού επιλεγούν οι πολιτικές εξάγονται από τη βάση δεδομένων (**2.2**) τα χαρακτηριστικά σχεδίασής τους. Αυτά φυσικά είναι γενικά και μπορούν να αλλάξουν. Από αυτά μπορεί να εξαχθεί ο τύπος αλληλεπίδρασης για τις περιοχές σχεδίασης του συνδυασμού των πολιτικών (παρ. **2.2**: *σε κάθε χαρακτηριστικό σχεδίασης των μεμονωμένων πολιτικών αντιστοιχεί μία περιοχή αλληλεπίδρασης για το συνδυασμό των πολιτικών*). Σειρά έχει η σειρά προτίμησης των κριτηρίων (παρ. **2.6**: «**Σύγκριση Κριτηρίων ανά δυο**») και ο υπολογισμός των απολύτων βαρών για το σύνολο των κριτηρίων. Με τα μέχρι τώρα δεδομένα μπορεί να υπολογιστεί και το άθροισμα αλληλεπιδράσεων για το κάθε κριτήριο (**2.8**) βάσει του πίνακα βαθμού επιρροής των χαρακτηριστικών σχεδίασης- περιοχών αλληλεπίδρασης στα κριτήρια. Επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός των επιδόσεων των δυο μεμονωμένων πολιτικών ανά κριτήριο (**2.9**). Αυτές είναι σε μορφή διαστημάτων για μεγαλύτερη αξιοπιστία κι ευκολία. Από τις επιδόσεις των δυο μεμονωμένων πολιτικών ανά κριτήριο, και το κανονικοποιημένο άθροισμα αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο, υπολογίζονται και οι επιδόσεις του συνδυασμού των πολιτικών σύμφωνα με την παράγραφο **2.9** και τους τύπους **(1) - (9)**. Πλέον υπάρχουν διαθέσιμες οι επιδόσεις των δυο μεμονωμένων πολιτικών, του συνδυασμού τους, τα απόλυτα βάρη των κριτηρίων καθώς και το κανονικοποιημένο άθροισμα αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο. Μπορούν λοιπόν να εφαρμοστούν οι **Συνθήκες 1-6** της παραγράφου **2.10.1** για τον υπολογισμό του παράγοντα εγγύτητας με την ιδανική λύση, και κατά συνέπεια την εύρεση της βέλτιστης λύσης, βάσει όλων των παραπάνω δεδομένων.

3

Ανάπτυξη εργαλείου μελέτης αλληλεπίδρασης Ενεργειακών Πολιτικών (ECPI tool)

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη της παραπάνω μεθοδολογίας πραγματοποιείται σε ένα εργαλείο για το νομοθέτη, το εργαλείο ECPI. Το εργαλείο ECPI είναι λοιπόν ένα διαδραστικό σύστημα επικοινωνίας με το χρήστη του, εισάγει δεδομένα από αυτόν και του παρέχει την κατάλληλη λύση σύμφωνα με τις προτιμήσεις του. Προγραμματίζεται δηλαδή για να παρέχει συμβουλευτικό ρόλο και να υποδεικνύει τη σωστή λήψη αποφάσεων. Για αυτούς τους λόγους το ECPI αναπτύχθηκε ως ένα **έμπειρο σύστημα (expert system)**. Τα έμπειρα συστήματα είναι προγράμματα σε υπολογιστή που προσομοιώνουν την ύπαρξη «ειδικών» σε ένα θέμα για το οποίο έχουν προγραμματιστεί και παρέχουν την συμβουλή των «ειδικών» αυτών. Προγραμματίζονται σε περιβάλλον αμφίδρομης επικοινωνίας με το χρήστη τους και προσαρμόζουν τα αποτελέσματα στις προτιμήσεις του.

Αφού λοιπόν εξηγηθούν στην ενότητα αυτή οι αρχές και η αρχιτεκτονική των έμπειρων συστημάτων, στη συνέχεια παρουσιάζεται το εργαλείο ECPI όπως αυτό αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα δημιουργίας έμπειρων συστημάτων **XpertRule Knowledge Builder**. Παρουσιάζεται η ροή του προγράμματος βήμα προς βήμα και εξηγούνται τα δεδομένα που εμφανίζονται στην κάθε οθόνη της εφαρμογής του εργαλείου ECPI. Επίσης υποδεικνύεται η σύνδεση της ροής της εφαρμογής του εργαλείου ECPI με τα σκέλη της μεθοδολογίας που παρουσιάστηκε στην **Ενότητα 2**.

Τέλος παρουσιάζεται κι ένα κομμάτι της ανάπτυξης του εργαλείου ECPI σαν ένα πρόγραμμα υπολογιστή, με τη μορφή οθονών από το πρόγραμμα **XpertRule** ή με αλγόριθμους. Εξηγείται συνοπτικά ο τρόπος σχεδιασμού του και δίνεται το στίγμα του προγραμματιστικού υπόβαθρου, πίσω από την όψη του εργαλείου.

3.1 Έμπειρα συστήματα

Το **έμπειρο σύστημα** (Riley 1995) είναι ένα σύστημα λογισμικού το οποίο υποκαθιστά το έργο ενός ή περισσότερων ειδικών (experts), για την επίλυση ενός προβλήματος. Τα έμπειρα συστήματα είναι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης και δημιουργούν μια βάση γνώσης (knowledge base) για να οδηγηθούν στην παραγωγή συμπερασμάτων. Η πιο κοινή μορφή ενός έμπειρου συστήματος είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή, με ένα σύνολο κανόνων, που αναλύει τις πληροφορίες και τις παραμέτρους για ένα τύπο προβλημάτων, οι οποίες συνήθως εισάγονται από το χρήστη, και προτείνει δράσεις ή λύσεις. Το έμπειρο σύστημα μπορεί ακόμα να παρέχει και μαθηματική ανάλυση του προβλήματος.

Έτσι η ιδέα πίσω από τη δημιουργία έμπειρων συστημάτων είναι ότι αυτά δίνουν τη δυνατότητα σε πολλούς ανθρώπους να επωφεληθούν από τη γνώση ενός «ειδικού» (ESTA 1993). Τέλος άλλη μια περιγραφή των έμπειρων συστημάτων (Siller 1992) είναι η εξής:

α. «Ένα έξυπνο πρόγραμμα υπολογιστή το οποίο χρησιμοποιεί γνώση και διαδικασίες εξαγωγής συμπερασμάτων για την επίλυση προβλημάτων δύσκολων αρκετά ώστε να απαιτούν ανθρώπινη ειδίκευση και εμπειρία.»

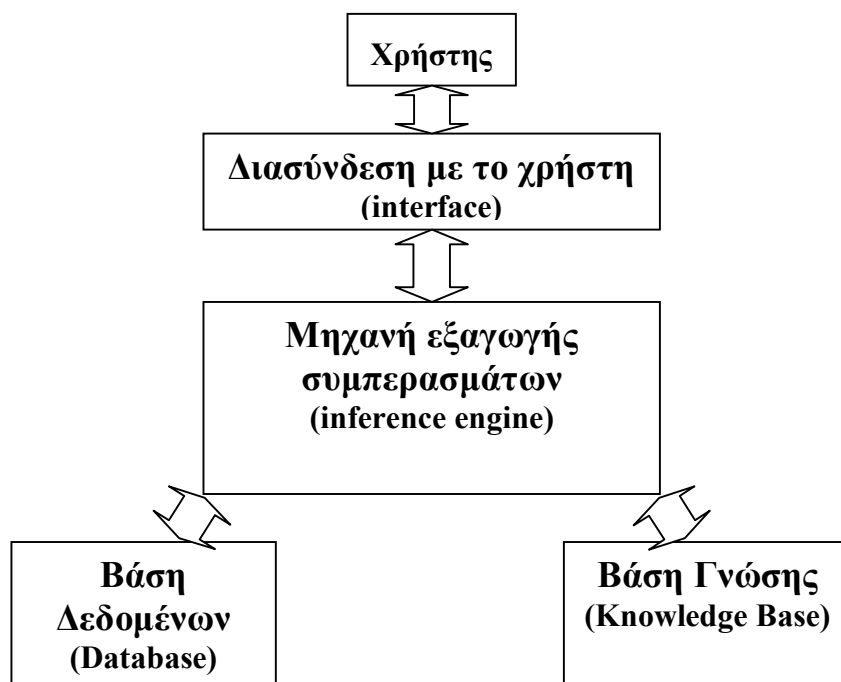
β. «... ένα πρόγραμμα υπολογιστή που εκτελεί μια εργασία την οποία συνήθως εκτελεί κάποιος ειδικός ή κάποιος σύμβουλος, και για την ολοκλήρωση της χρησιμοποιεί *ευρετική* (μέθοδος ενεργειών με βάση τις κτηθείσες εμπειρίες) γνώση.

3.1.1 Δομή ενός έμπειρου συστήματος

Τα έμπειρα συστήματα αποτελούνται από τέσσερις βασικές συνιστώσες οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- Βάση γνώσης (knowledge base)
- Βάση δεδομένων (database)
- Μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων (inference engine)
- Διασύνδεση με το χρήστη (interface)

Η δομή ενός έμπειρου συστήματος γραφικά είναι:



Σχ.10: Έμπειρο Σύστημα

Βάση Γνώσης

Στη βάση γνώσης του συστήματος είναι αποθηκευμένη η γνώση που του έχει εισάγει ο σχεδιαστής /προγραμματιστής ή αλλιώς ο ειδικός (expert). Αυτή είναι η γνώση την οποία χρησιμοποιεί για να εξάγει συμπεράσματα και να κάνει υπολογισμούς. Στη βάση γνώσης υπάρχουν τέσσερις κυρίως τύποι αντικειμένων:

- Κλάσεις : Ο όρος αυτός εκφράζει τα σύνολα των αντικειμένων που εμφανίζουν κοινές ιδιότητες, αφού συχνά κάποια αντικείμενα μοιράζονται τις ίδιες ιδιότητες με κάποια άλλα.
- Χαρακτηριστικά: Τα χαρακτηριστικά είναι οι ιδιότητες των αντικείμενων. Παριστάνουν το είδος της γνώσης που περιέχεται στη βάση γνώσης. Ανήκουν στα αντικείμενα ή στις κλάσεις.
- Διαδικασίες: Με τις διαδικασίες διενεργούνται αριθμητικές ή και λογικές πράξεις για την εξαγωγή αποτελεσμάτων ή αποθηκεύονται τιμές.
- Κανόνες: Το σύστημα οδηγείται σε συμπεράσματα μέσα από διάφορους κανόνες. Οι κανόνες αυτοί μπορεί να είναι σε δένδρική μορφή που αναπαριστά τις λογικές πράξεις ή το σύνολο των κανόνων που προσομοιώνει τη λογική των «ειδικών».

Βάση Δεδομένων

Ακόμη ένα σημαντικό κομμάτι ενός έμπειρου συστήματος είναι η βάση δεδομένων. Η βάση δεδομένων όπως προαναφέραμε είναι μια ποσότητα από εργαζόμενη μνήμη όπου αποθηκεύονται τα τρέχοντα αποτελέσματα της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος. Μέσα στη βάση δεδομένων καταγράφονται όλα τα γνωστά γεγονότα ενώ προστίθενται όσα καινούργια παράγονται από τη διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων. Επίσης, η βάση δεδομένων αποθηκεύει και τη λίστα των κανόνων οι οποίοι έχουν εξετασθεί και έχουν πυροδοτηθεί, διατηρώντας έτσι μια αλληλουχία η οποία μπορεί να δοθεί ως εξήγηση της διαδικασίας αιτιολόγησης αργότερα αν ο χρήστης το ζητήσει.

Μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων

Η μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων είναι ένα πρόγραμμα, ένα σύνολο αλγορίθμων, το οποίο μπορεί να εξάγει συμπεράσματα από μια βάση γνώσης. Είναι η λογική των έμπειρων συστημάτων, η οποία χρησιμοποιεί τη γνώση που βρίσκεται στη βάση γνώσης για τα σχηματίζει συμπεράσματα. Η μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων εκτελεί τους κανόνες που βρίσκονται στη βάση γνώσης, και τις πράξεις και τις συνθήκες που αυτοί εκπροσωπούν.

Ειδικότερα, υπάρχουν δυο μέθοδοι για αναζήτηση και εξαγωγή των συμπερασμάτων: η ορθή αλυσίδα συλλογισμού (forward chaining) και η ανάστροφη αλυσίδα συλλογισμού (backward chaining).

Η ορθή ή ευθεία αλυσίδα συλλογισμού προχωρεί από τις υποθέσεις προς τα συμπεράσματα και για αυτό χαρακτηρίζεται ως “οδηγούμενη από τα δεδομένα” (data-driven). Γραφικά, μπορούμε να φανταστούμε ότι στο δίκτυο κινούμαστε από τα αριστερά προς τα δεξιά.

Η ανάστροφη αλυσίδα συλλογισμού προχωρεί από ένα συμπέρασμα πίσω στις υποθέσεις για να εξετάσει αν τα δεδομένα αυτά υποστηρίζουν το συμπέρασμα, γι’ αυτό χαρακτηρίζεται ως “οδηγούμενη από το στόχο” (driven by the target). Γραφικά, είναι σαν να κινούμαστε από τα δεξιά προς τα αριστερά.

Διασύνδεση με το χρήστη

Η λειτουργία της διασύνδεσης με το χρήστη είναι να αποτελεί το συνδετικό κρίκο μεταξύ του χρήστη και της μηχανής εξαγωγής συμπερασμάτων. Μέσω του περιβάλλοντος της διασύνδεσης ο χρήστης εισάγει πληροφορίες, μέσω απαντήσεων σε ερωτήσεις που του υποβάλλονται από σύστημα. Όλες οι τιμές ελέγχονται από το σύστημα για την εγκυρότητα τους και η διασύνδεση ενημερώνει το χρήστη σχετικά.

3.1.2

Στοιχεία αβεβαιότητας σε έμπειρα συστήματα

Ένα πλεονέκτημα των έμπειρων συστημάτων έναντι άλλων προγραμμάτων είναι η δυνατότητα τους να χρησιμοποιούν στοιχεία αβεβαιότητας ή αλλιώς συντελεστές βεβαιότητας (certainty factor: cf). Αυτά εισάγουν την ανθρώπινη λογική, η οποία πολλές φορές δεν καταλήγει σε συμπεράσματα με 100% βεβαιότητα. Αυτό προσομοιώνεται με τους συντελεστές βεβαιότητας, οι οποίοι είναι όμοιοι με ποσοστά, μιμούνται όμως την ανθρώπινη αμφιβολία στη δικαιολόγηση και δεν ακολουθούν μαθηματικούς ορισμούς για υπολογισμό πιθανοτήτων.

Για την εφαρμογή του ECPI εργαλείου δεν χρησιμοποιήθηκαν τέτοιες μέθοδοι των έμπειρων συστημάτων και ως εκ τούτου δε θα αναλυθούν περαιτέρω.

3.1.3

Εφαρμογές έμπειρων συστημάτων

Από τα παραπάνω φαίνεται ξεκάθαρα η δυνατότητα των έμπειρων συστημάτων να παρέχουν γνώση και λύσεις με εύκολο τρόπο και χωρίς από ένα σημείο και μετά την ανθρώπινη εμπλοκή «ειδικών». Γι αυτό το λόγο βρίσκουν ποικίλες εφαρμογές σε πολλούς τομείς. Μερικοί από αυτούς είναι η ιατρική, οι τραπεζικές υπηρεσίες, η παραγωγή, οι ανθρώπινοι πόροι κ.α.

Για παράδειγμα από τον τομέα των τραπεζικών υπηρεσιών τα έμπειρα συστήματα έχουν ευρεία εφαρμογή στην έκδοση δανείων με υποθήκη, καθώς με τη χρήση ενός τέτοιου συστήματος η τράπεζα μπορεί να δώσει μια άμεση απάντηση, καθώς υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες για την έκδοση αυτών των δανείων. Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η βοήθεια του λειτουργικού συστήματος Windows, η οποία καθοδηγεί το χρήστη μέσω του προβλήματος που έχει παρατηρήσει αυτός, σε πιθανές λύσεις του. Τέλος δίνεται κι ένα παράδειγμα από τον τομέα της Ιατρικής, από ένα έμπειρο σύστημα το PXDES, ένα σύστημα για ασθένεια των πνευμόνων και την απόφαση για εγχείρηση ή όχι, για να γίνει πιο σαφής η μορφή των κανόνων σε ένα έμπειρο σύστημα. Ένα σύστημα κανόνων του PXDES λοιπόν φαίνεται ως εξής:

```
IF forced volume capacity is high
AND Bronchoscopy results are positive
AND local symptoms are present
THEN surgery is probably necessary
IF Metastasis is present
OR Contraindications to surgery exist
THEN surgery is probably not appropriate
```

Εφαρμογή έμπειρων συστημάτων στην ανάλυση και επιλογή πολιτικών

Ο τομέας της ανάλυσης και επιλογής πολιτικών είναι ένας πολύπλοκος τομέας ο οποίος συνδυάζει ανθρώπινη εμπειρία και γνώση. Για την επιλογή πολιτικών αλλά και για τα αποτελέσματα τους εμπλέκονται πολυάριθμοι παράγοντες, δύσκολα ελέγξιμοι και υπολογίσιμοι από έναν «ειδικό», χωρίς τη βοήθεια ενός εργαλείου με την ίδια αποθηκευμένη γνώση, αλλά πολύ μεγαλύτερη υπολογιστική δυνατότητα και ισχύ. Με τη χρησιμοποίηση έμπειρων συστημάτων η γνώση και εμπειρία από άλλες περιπτώσεις μεταφέρονται εύκολα με τη χρήση του συστήματος. Η συσσωρευμένη γνώση οδηγεί σε καλύτερες μελλοντικές στρατηγικές, οι οποίες συνεχώς βελτιώνονται με τη δημιουργία καινούριας γνώσης. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα χρήσης έμπειρων συστημάτων στην ανάλυση κι επιλογή πολιτικών, όπως είναι το Policy Arguer (POLI) του Charles Taber το οποίο αναπαράγει τα αποτελέσματα της εξωτερικής πολιτικής των Η.Π.Α. στην Ασία και τις πιθανές αντιδράσεις στην εξωτερική πολιτική. Ένα άλλο είναι το IPEX για την αξιολόγηση και επιλογή πολιτικών ασφάλισης.

Επομένως σύμφωνα με όλα τα παραπάνω το εργαλείο ECPI αναπτύχθηκε σαν ένα έμπειρο σύστημα, το οποίο χρησιμοποιεί την εμπειρία και γνώση των σχεδιαστών του για την μελέτη αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών.

Υλοποίηση εργαλείου ECPI/ Ανάλυση βήμα προς βήμα

Αφού εξηγήθηκαν η γενική ιδέα πίσω από το εργαλείο ECPI, αναλύθηκαν οι τύποι αλληλεπίδρασης, παρουσιάστηκαν οι πολιτικές και τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται στο εργαλείο και εξηγήθηκαν τα έμπειρα συστήματα και η χρήση τους για το συγκεκριμένο εργαλείο, τώρα θα παρουσιαστεί και το ίδιο το εργαλείο και πως αυτό πραγματοποιήθηκε.

Η υλοποίηση του εργαλείου έγινε στο πρόγραμμα **XpertRule Knowledge Builder**. Αυτό είναι ένα πρόγραμμα για δημιουργία βάσεων γνώσεων και έμπειρων συστημάτων σε περιβάλλον Windows. Η επιλογή του προγράμματος έγινε από το **εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του Εθνικού Μετσοβείου Πολυτεχνείου** και έχει χρησιμοποιηθεί και στο παρελθόν για αρκετές εφαρμογές. Το πρόγραμμα διαθέτει όλες τις δυνατότητες για τη δημιουργία γνώσης, αποθήκευσης της και χρησιμοποίησής της, καθώς και για τη δημιουργία κανόνων για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Το γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας με το χρήστη είναι σε μορφή παραθύρων.

Σε αυτό το σημείο θα ξεκινήσει η αναλυτική περιγραφή της υλοποίησης. Θα επιδειχτούν όλες οι οθόνες επικοινωνίας με το χρήστη του προγράμματος-αποφασίζοντα και θα εξηγηθούν τα δεδομένα τους. Η υλοποίηση του εργαλείου βασίζεται στη μεθοδολογία της **Ενότητας 2**. Οι διαδικασίες και οι υπολογισμοί που γίνονται στο πρόγραμμα βασίζονται επακριβώς στα όσα έχουν ήδη περιγραφεί.

Για να ξεκινήσει η εφαρμογή του εργαλείου πρέπει να είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή το **Runtime** του πακέτου XpertRule. Ανοίγοντας την εφαρμογή από το περιβάλλον του Runtime η πρώτη οθόνη που διακρίνει ο χρήστης είναι η εξής:

Οθόνη 1: “Energy and Climate Policy Interactions Decision Support Tool”

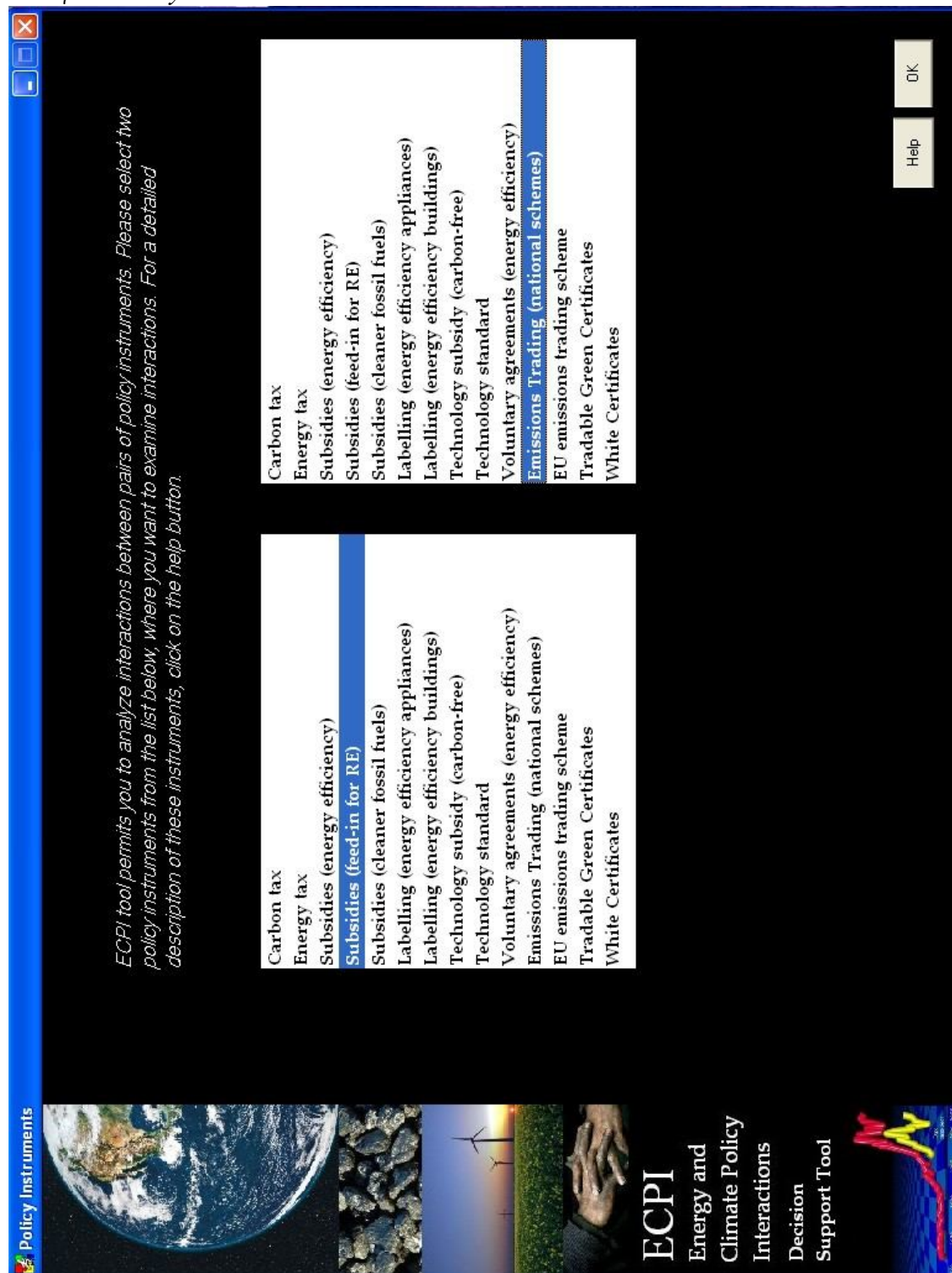


Έχει τίτλο “**Energy and Climate Policy Interactions Decision Support Tool**” και σε αυτή παρουσιάζεται το λογότυπο του ECPI εργαλείου. Πατώντας το πλήκτρο **OK** ο χρήστης οδηγείται στην επόμενη οθόνη για την επιλογή πολιτικών, ενώ με το πλήκτρο **Exit** μπορεί να τελειώσει την εφαρμογή.

Επιλογή πολιτικών και χαρακτηριστικών σχεδίασης

Η παρακάτω οθόνη ακολουθεί κι έχει τίτλο **“Policy Instruments”**. Ο χρήστης καλείται να επιλέξει τις δυο πολιτικές των οποίων την αλληλεπίδραση θέλει να εξετάσει. Σε δυο στήλες αναγράφονται οι πολιτικές. Οι πολιτικές είναι αυτές που έχουν παρουσιαστεί στην παράγραφο 2.1 και πατώντας το πλήκτρο **Help** ανοίγει ένα παράθυρο βοήθειας με την περιγραφή των πολιτικών όπως έγινε στην προηγούμενη παράγραφο, στην αγγλική.

Οθόνη 2: “Policy Instruments”



Επιλέγοντας δυο πολιτικές και πατώντας το πλήκτρο **OK** το ανοίγει το επόμενο

παράθυρο:

Οθόνη 3: “Areas of Policy Interaction”

The second step of ECPI tool consists of breaking down policy instruments into their design characteristics. Design characteristics refer to parameters that describe several functions of an instrument, in terms of a measure identification, objectives pursued, scope, market creation, financing, timing, and institutional setup. We provide you with template characteristics for the policy instruments you selected. If you wish to modify some characteristics please click on the boxes below. For a detailed description of these characteristics, click on the help button.

Areas of PI (Policy Interaction)	Subsidies (feed-in for RE)	Emissions Trading (national schemes)
Application	Voluntary Mandatory	Voluntary Mandatory
Level of targets	Low High	High
Energy	primary final	primary final
Obligated entities	Producers Industry Suppliers End users	Producers Industry Suppliers End users
Market flexibility for entities	Opt in Opt out	Opt in Opt out
Linking Commodities	EUA wHc TGC Allowance CHP certificate	EUA wHc TGC Allowance CHP certificate
Commodity liquidity	Yes No	Yes No
Cost recovery	full tariff limited tariff	full tariff limited tariff
Technologies	Fossil fuel RE Nuclear All Energy efficiency	Fossil fuel RE Nuclear All Energy efficiency
Additionality	Yes No	Yes No
Institutional setup	1 2 3	1 2 3

Αυτή η οθόνη ονομάζεται “Areas of Policy Interaction” και αναφέρεται στις πολιτικές και τα χαρακτηριστικά τους. Στην κάθετη πρώτη στήλη “Areas of PI” αναγράφονται οι περιοχές αλληλεπίδρασης των πολιτικών όπως εξηγούνται στην παράγραφο 2.2 «Βάση Δεδομένων ενεργειακών πολιτικών / Χαρακτηριστικά σχεδίασης ενεργειακών πολιτικών / Περιοχές αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών» και ξανά ονομαστικά είναι:

Scope, Level of targets, Application, Target groups (obligated entities), Energy, Market flexibility, Linking commodities, Commodity liquidity, Cost recovery, Technologies, Additionality, Institutional setup.

Οι άλλες δυο στήλες αντιστοιχούν σε μια πολιτική η κάθε μια, η οποία γράφεται στην αρχή της στήλης (εδώ **Emissions trading (national schemes)** και **Subsidies (feed-in for RE)**). Κάτω από την κάθε πολιτική ο χρήστης επιλέγει για την κάθε περιοχή αλληλεπίδρασης, ή αλλιώς για το κάθε χαρακτηριστικό σχεδίασης, τις αντίστοιχες τιμές για την κάθε πολιτική. Επιλέγει δηλαδή με ποιο τρόπο σκέφτεται να εφαρμόσει την κάθε πολιτική. Οι τιμές έχουν αναλυθεί στη παράγραφο **2.2**, όπως και ο τύπος αλληλεπίδρασης που αυτές προκαλούν στην κάθε περιοχή αλληλεπίδρασης.

Για κάθε επιλεγμένη πολιτική από την προηγούμενη οθόνη **“Policy Instruments”** υπάρχουν προεπιλεγμένες τιμές από τη βάση δεδομένων των πολιτικών (Σχ.8 παρ. **2.2**) που εμφανίζονται σε αυτήν την οθόνη.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι τιμές στη βάση δεδομένων είναι γενικές και αφορούν σε μια απλή εφαρμογή της κάθε πολιτικής, οπότε ο χρήστης έχει προφανώς τη δυνατότητα να αλλάζει αυτές τις τιμές μέσα από αυτήν την οθόνη.

Το εισαγωγικό κείμενο της οθόνης αναγράφει, περιγράφοντας τα παραπάνω:

*“The second step of ECPI tool consists of breaking down policy instruments from the database into their **design characteristics**. Design characteristics refer to parameters that describe several functions of an instrument, in terms of a measure identification, objectives pursued, scope, market creation, financing, timing, and institutional setup. We provide you with template characteristics for the policy instruments you selected. If you wish to modify some characteristics please click on the boxes below. For a detailed description of these characteristics, click on the help button.”*

Πατώντας το πλήκτρο **OK** στην οθόνη **“Areas of Policy Interaction”** υποβάλλονται οι τιμές και το εργαλείο ξεκινά ορισμένους υπολογισμούς για την αλληλεπίδραση, οι οποίοι παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο.

Τύπος αλληλεπίδρασης/ Σύνδεση περιοχών αλληλεπίδρασης με τα κριτήρια

Η οθόνη που ακολουθεί τιτλοφορείται “**Control Scr:PI report**” και έχει τη λειτουργία της οθόνης αναφοράς. Παρουσιάζει δηλαδή ορισμένα ενδιάμεσα αποτελέσματα από τη λειτουργία του εργαλείου μέχρι τώρα.

Οθόνη 4: “Control Scr:PI report”

Based on the previously submitted policy characteristics, the interactions of the Areas of Policy Interaction for the policy combination are extracted.

Areas of Policy Interaction	interaction
Application	complementary
Level of targets	overlapping
Energy	complementary
Obligated entities	overlapping
Market flexibility for entities	overlapping
Linking commodities	overlapping
Cost recovery	overlapping
Technologies	complementary
Additionality	overlapping
Institutional setup	complementary

Based on the Areas of Policy interaction and the significance of each area to the presented criteria, a policy interaction sum is extracted for each evaluation criterion presented below. For a detailed description of the criteria involved, click on the help button.

Criteria	Policy Interaction
Innovation cycle	-8
Diffusion of existing technologies	-5
Increase of environmental awareness	0
Employment	-3
Market competition	-2
Business opportunities and trade	-3
Competitiveness	-5
Governmental revenues	-4
Reduction GHG emissions	-3
Reduction Energy intensity	-4
Security of supply	-3
Compliance costs	-9
Transaction costs	-12
Administration costs	-2

The policy interaction sum is a measure of how the two policy instruments interact, concerning each Criterion. It is extracted by the characteristics of each policy at the areas of policy interaction. Negative values mean negative interaction, overlap.

ECPI
Energy and
Climate Policy
Interactions
Decision
Support Tool

Αφού έχουν υποβληθεί στο εργαλείο οι δυο πολιτικές και τα χαρακτηριστικά σχεδίασης τους εξάγεται ο τύπος αλληλεπίδρασης για κάθε περιοχή αλληλεπίδρασης. Ο τύπος αλληλεπίδρασης εξάγεται βάσει όσων έχουν εξηγηθεί για τις περιοχές αλληλεπίδρασης και τον τύπο αλληλεπιδράσεων στην παράγραφο 2.2. Έτσι σε κάθε περιοχή αλληλεπίδρασης από την προηγούμενη οθόνη αντιστοιχεί και ένας τύπος αλληλεπίδρασης: **overlapping**, **complementary** ή **indifferent**, δηλαδή επικαλυπτόμενη, συμπληρωματική ή αδιάφορη αλληλεπίδραση.

Στην οθόνη τα αποτελέσματα για κάθε περιοχή αλληλεπίδρασης φαίνονται στη στήλη “**interaction**” δεξιά από τη στήλη “**Areas of Policy Interaction**” για τις περιοχές αλληλεπίδρασης. Το εισαγωγικό κείμενο που τις περιγράφει είναι το παρακάτω:

“Based on the previously submitted policy characteristics, the interactions of the Areas of Policy Interaction for the policy combination are extracted”

Έχοντας το πρόγραμμα στη διάθεση του τις πολιτικές και τα χαρακτηριστικά σχεδίασης καθώς και τον πίνακα των επιρροών των περιοχών αλληλεπίδρασης στα κριτήρια (2.7: «**Σύνδεση περιοχών αλληλεπίδρασης με Κριτήρια**»), μπορεί από τώρα να εξάγει και το **άθροισμα των αλληλεπιδράσεων** με τη διαδικασία που έχει περιγραφεί στην παράγραφο αυτή.

Στο κάτω μισό της οθόνης εμφανίζονται τα Κριτήρια “**Criteria**” και δίπλα στο κάθε κριτήριο το άθροισμα αλληλεπιδράσεων “**PI sum**” όπως προκύπτει από τα δεδομένα και τη διαδικασία που έχει περιγραφεί στην παράγραφο 2.7. Το εισαγωγικό κείμενο που τα περιγράφει είναι το παρακάτω:

“Based on the Areas of Policy interaction and the significance of each area to the presented criteria, a policy interaction sum is extracted for each evaluation criterion presented below. For a detailed description of the criteria involved, click on the help button.”

Με το πάτημα του **OK** το πρόγραμμα συνεχίζει.

Η επόμενη οθόνη που εμφανίζεται είναι η παρακάτω:

Οθόνη 5 “Intervals Definition”

Criteria

Innovation cycle

Diffusion of existing technologies

Increase of environmental awareness

Employment

Market competition

Business opportunities and trade

Competitiveness

Governmental revenues

Reduction GHG emissions

Reduction Energy intensity

Security of supply

Compliance costs

Transaction costs

Administration costs

Impact

very Negative --

Lower Upper 0 3

Negative -

Lower Upper 3 5

No impact 0

Lower Upper 5 8

Positive +

Lower Upper 8 11

very Positive ++

Lower Upper 11 14

Intervals Definition

ECPI
Energy and
Climate Policy
Interactions
Decision
Support Tool

Η οθόνη αυτή έχει τίτλο “**Intervals Definition**” και σε αυτήν ζητείται από το χρήστη να καθορίσει τα διαστήματα για τα κριτήρια, τα οποία αυτός θεωρεί ως καλύτερη, καλή, αδιάφορη, κακή και χειρότερη επίδοση. Σε μια στήλη αριστερά αναγράφονται όλα τα κριτήρια όπως έχουν εξηγηθεί στην παράγραφο 2.4. Δίπλα στα κριτήρια υπάρχουν κενά διαστήματα για να συμπληρώσει ο χρήστης τα διαστήματα τιμών που αντιστοιχούν στις επιδόσεις των δυο μεμονωμένων πολιτικών. Το μέγεθος της κλίμακας είναι ελεύθερο για το χρήστη και μπορεί να χρησιμοποιήσει και θετικές και αρνητικές τιμές.

Για παράδειγμα, για τις πολιτικές που ο χρήστης θέλει να εφαρμόσει μπορεί να θεωρεί ως αδιάφορη επίδοση το διάστημα $[0,1]$ ενώ η μέγιστη θετική επίδοση μπορεί να είναι στο διάστημα $[10,15]$. Ανάλογα συμπληρώνονται και τα υπόλοιπα διαστήματα.

Τα σύμβολα στην οθόνη εξηγούν ακριβώς αυτό:

- -- για το διάστημα της χειρότερης επίδοσης (**very Negative**)
- - για το διάστημα της κακής επίδοσης (**Negative**)
- 0 για το διάστημα της αδιάφορης επίδοσης (**No impact**)
- + για το διάστημα της καλής επίδοσης (**Positive**)
- ++ για το διάστημα της καλύτερης επίδοσης (**very Positive**)

Τα **Lower** και **Upper** που βρίσκονται κάτω από τα παραπάνω σύμβολα στην οθόνη αναφέρονται στο κάτω και πάνω άκρο κάθε διαστήματος. Το εισαγωγικό κείμενο για το χρήστη στην οθόνη είναι το παρακάτω:

“Prior to assessing your selected policy instruments, please define the intervals for the criteria in the table below. Intervals determine the range in numerical terms of each value of a criterion and permits you thus to set your own evaluation framework range. For a detailed description of the criteria involved, click on the help button.”

Με το πλήκτρο **OK** εμφανίζεται ένα βοηθητικό κείμενο που αναφέρει όλα τα παραπάνω, ενώ πατώντας το πλήκτρο **OK** υποβάλλονται οι τιμές και το σύστημα εμφανίζει την επόμενη οθόνη “**Policies Impact**”:

In this step we ask you to set performances of criteria for assessing the policy instruments you have selected. The performance of each criterion for policy instruments is provided here as a template and is based on studies and experts' opinions. If you consider that the performance of a criterion should be different, please justify and adapt accordingly. For a detailed description of the criteria involved, click on the help button.

Criteria

- Innovation cycle
- Diffusion of existing technologies
- Increase of environmental awareness
- Employment
- Market competition
- Business opportunities and trade
- Competitiveness
- Governmental revenues
- Reduction GHG emissions
- Reduction Energy intensity
- Security of supply
- Compliance costs
- Transaction costs
- Administration costs

Subsidies (feed-in for RE)

Emissions Trading (national schemes)

Help Back OK

ECPI
Energy and
Climate Policy
Interactions
Decision
Support Tool

Στην οθόνη αυτή εμφανίζονται όπως και πριν τα κριτήρια στην αριστερή στήλη. Οι επόμενες δυο στήλες έχουν σαν τίτλο τις πολιτικές που έχουν επιλεγεί. Κάτω από τις πολιτικές υπάρχουν τα σύμβολα --, -, 0, +, ++ για κάθε κριτήριο και κάθε πολιτική. Αυτά τα σύμβολα αναφέρονται στα προηγούμενα διαστήματα που καθορίστηκαν από το χρήστη. Δηλαδή στην προηγούμενη οθόνη “**Intervals Definition**” καθορίστηκαν για τα κριτήρια ποιες επιδόσεις θεωρούνται χειρότερες, κακές, αδιάφορες, καλές και καλύτερες.

Τώρα τσεκάροντας για την κάθε πολιτική το αντίστοιχο κουμπί (radio button) με τα παραπάνω σύμβολα (- -, -, 0, +, ++) ορίζεται η επίδοση της πολιτικής για το κριτήριο που αντιστοιχεί το κουτάκι στο διάστημα που καθορίστηκε στην προηγούμενη οθόνη για το συγκεκριμένο σύμβολο.

Δηλαδή αν στην οθόνη “**Intervals Definition**” καθορίστηκε ως χειρότερη επίδοση για τα κριτήρια το διάστημα [-8,-5] και για την πολιτική *Emissions Trading* για το κριτήριο *Employment* είναι τσεκαρισμένο το κουτάκι (radio button) “--”, αυτό σημαίνει ότι η επίδοση της πολιτικής αυτή στο κριτήριο *Employment* είναι στο διάστημα [-8,-5]. Η οθόνη εξηγείται στο χρήστη με το κείμενο:

“In this step we ask you to set performances of criteria for assessing the policy instruments you have selected. The performance of each criterion for policy instruments is provided here as a template and is based on studies and experts' opinions. If you consider that the performance of a criterion should be different, please justify and adapt accordingly. For a detailed description of the criteria involved, click on the help button.”

Πατώντας **OK** στην οθόνη “**Intervals Definition**” υποβάλλονται οι επιδόσεις των πολιτικών ανά κριτήριο και το πρόγραμμα προχωράει στο επόμενο βήμα.

Ιεράρχηση κριτηρίων και υπολογισμός βαρών/ Σύγκριση κριτηρίων ανά δυο

Το επόμενο βήμα είναι η ιεράρχηση των κριτηρίων και ο υπολογισμός των βαρών τους. Αυτή γίνεται όπως ακριβώς έχει αναλυθεί στην παράγραφο **2.6: «Μέθοδος σύγκρισης των κριτηρίων ανά δυο»**. Όπως είχε περιγραφεί σε αυτή την παράγραφο πρώτα ζητείται από το χρήστη μια αυθόρμητη ιεράρχηση των κριτηρίων, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του. Αυτό πραγματοποιείται στην επόμενη οθόνη με τίτλο “**Ranking of Criteria**”, όπου ζητείται από το χρήστη η ιεράρχηση των δεκατεσσάρων κριτηρίων εισάγοντας μια τιμή στη λίστα δεξιά από κάθε κριτήριο:

Οθόνη 7 “Ranking of Criteria”

This step requires ranking the significance of each criterion in the decision policy making. Please Rank the 14 criteria in the table below in descending order (1 is the most and 14 the least preferred) according to your preferences. Choose a criterion only from the dropdown list of the white cell. Please verify that you have not used the same rank for more than one criteria. For a detailed description of the criteria involved, click on the help button.

Criteria	rank
Innovation cycle (invention - innovation - diffusion)	1
Diffusion of existing technologies	5
Increase of environmental awareness	10
Employment	6
Market competition	12
Business opportunities and trade	2
Competitiveness	3
Governmental revenues	9
Reduction of GHG emissions	8
Reduction of Energy intensity	7
Security of Supply	13
Compliance cost	4
Transaction costs	14
Administration costs	1

Help Back OK

Ranking of Criteria

ECPI
Energy and
Climate Policy
Interactions
Decision
Support Tool

Σε αυτήν την οθόνη αναγράφονται πάλι τα κριτήρια στην αριστερή στήλη και στη δεξιά, υπό τον τίτλο “rank” μπορεί ο χρήστης να καθορίσει την ιεραρχία του κάθε κριτηρίου, ξεκινώντας από το πιο σημαντικό με την τιμή 1. Η περιγραφή στο χρήστη δίνεται ως εξής:

“This step requires ranking the significance of each criterion in the decision policy making. Please Rank the 14 criteria in the table below in descending order (1 is the most and 14 the least preferred) according to your preferences. Choose a criterion only from the dropdown list of the white cell. Please verify that you have not used the same rank for more than one criteria. For a detailed description of the criteria involved, click on the help button.”

Η ιεράρχηση εμφανίζεται στην επόμενη οθόνη “**Ranking of Criteria**”

Οθόνη 8 “Ranking of Criteria”

The ranking you provided in this step is presented below. If you need to modify your selection order, please click on the Back button.

Your Ranking is

1. Administration costs
2. Business opportunities and trade
3. Competitiveness
4. Compliance costs
5. Diffusion of existing technologies
6. Employment
7. Reduction Energy intensity
8. Reduction GHG emissions
9. Governmental revenues
10. Increase of environmental awareness
11. Innovation cycle
12. Market competition
13. Security of supply
14. Transaction costs

If you want to make changes to your Ranking of criteria please hit the 'Back' button.

Ranking of Criteria

ECPI
Energy and
Climate Policy
Interactions
Decision
Support Tool

Αφού λοιπόν ο χρήστης υποβάλλει μια αυθόρμητη ιεράρχηση σειρά έχει η **σύγκριση των κριτηρίων ανά δύο**:

Οθόνη 9 “Criteria Pairwise Comparison”

Criteria Pairwise Comparison

This phase consists of three steps. We ask you to express your preferences with a pairwise comparison of criteria. Please read carefully the instructions for each step below.

1 Please define with tick which criterion is more important than the other one from each pair of criteria.

2 Please express how much more important is the preferred criterion towards the other one (from equally preferred to very strongly preferred)

3 Please read carefully the instructions for each step below.

Criteria

comparisons	Criteria	Selection	Preference	Value
1.	Innovation cycle	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
2.	Diffusion of existing technologies	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
3.	Increase of environmental awareness	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
4.	Employment	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
5.	Market competition	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
6.	Business opportunities and trade	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
7.	Business opportunities and trade Competitiveness	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
8.	Competitiveness Governmental revenues	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
9.	Governmental revenues Reduction GHG emissions	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
10.	Reduction GHG emissions Reduction Energy intensity	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
11.	Reduction Energy intensity Security of supply	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
12.	Security of supply Compliance costs	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
13.	Compliance costs Transaction costs	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0
14.	Transaction costs Administration costs	<input type="checkbox"/>	Equally preferred	1.0

ECPI
Energy and Climate Policy Interactions Decision Support Tool

Στην οθόνη αυτή, “Criteria Pairwise Comparison” τα κριτήρια είναι χωρισμένα σε ζεύγη με τον εξής τρόπο: το 1^ο με το 2^ο, το 2^ο με το 3^ο, το 3^ο με το 4^ο κ.ο.κ. Δεξιά από το κάθε κριτήριο υπάρχει ένα κουτάκι επιλογής. Στο κουτάκι επιλογής επιλέγεται ποιο από τα δυο κριτήρια προτιμάται, ή αλλιώς ποιο θεωρείται πιο σημαντικό, από το χρήστη. Έπειτα υπάρχει η επιλογή του φραστικού βαθμού προτίμησης, όπου η κάθε φραστική δήλωση αντιστοιχεί σε ένα σχετικό βάρος. Δίνεται άλλη μια φορά η φραστική κλίμακα (Πίνακας 4) με τις αντίστοιχες αριθμητικές τιμές, όπως δόθηκε στην παράγραφο 2.6:

Εξ' ίσου προτιμώμενο	Equally preferred	1
Σχεδόν εξ' ίσου προτιμώμενο	Almost equally preferred	0.9
Μετρίως προτιμώμενο	Moderately preferred	0.6 - 0.8
Ισχυρά προτιμώμενο	Strongly preferred	0.3 - 0.5
Πολύ ισχυρά προτιμώμενο	Very strongly preferred	0.1 - 0.2

Υπενθυμίζεται ότι η τιμή αυτή είναι το ποσοστό του περισσότερο προτιμώμενου κριτηρίου που αντιστοιχεί στο λιγότερο προτιμώμενο. Επίσης ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τις τιμές αυτές αν επιθυμεί μέσα από το κενό κουτί που είναι μετά την λεκτική έκφραση προτιμήσεως και αναγράφει την αντίστοιχη αριθμητική. Στη συνέχεια εκτελούνται οι πράξεις για την εξαγωγή των απολύτων βαρών, βάσει των δεδομένων που εισάγονται στην οθόνη “**Criteria Pairwise Comparison**” και της μεθοδολογίας που έχει περιγραφεί στην παράγραφο 2.6.

Η οθόνη “**Criteria Pairwise Comparison**” είναι χωρισμένη σε κάθετες στήλες. Στην πρώτη στήλη είναι τα κριτήρια. Δεξιά από τα κριτήρια είναι το περιγραφόμενο ως πρώτο βήμα (**step 1**) της οθόνης, τα κουτάκια επιλογής των πολιτικών δηλαδή. Δεξιά από τα κουτάκια επιλογής βρίσκεται η φραστική κλίμακα έκφρασης προτίμησης των του ενός κριτηρίου έναντι του άλλου (**step 2**). Και δεξιά από την φραστική κλίμακα βρίσκεται η αντίστοιχη αριθμητική, για την οποία δίνεται η δυνατότητα επεξεργασίας (**step 3**). Όλα τα παραπάνω εξηγούνται στο χρήστη ως εξής:

“This phase consists of three steps. We ask you to express your preferences with a pairwise comparison of criteria. Please read carefully the instructions for each step below.

Step 1	Step 2	Step 3
<i>Please define with tick which criterion is more important than the other from each pair of criteria.</i>	<i>Please express how much more important is the preferred criterion towards the other one (from equally preferred to very strongly preferred)</i>	<i>If you want to change the default values for the degrees, please change them in the white boxes.”</i>

Αφού λοιπόν δημιουργηθεί και η ιεραρχία της σύγκρισης ανά δυο η οθόνη 9 “**Criteria Pairwise Comparison**” που ακολουθεί είναι για έλεγχο και διόρθωση. Σε αυτήν εμφανίζονται τα απόλυτα βάρη που υπολογίστηκαν και η αντίστοιχη ιεράρχηση, όπως και η προηγούμενη αυθόρμητη ιεράρχηση που είχε γίνει στην οθόνη “**Ranking of Criteria**”. Με το πλήκτρο **Back** ο χρήστης μπορεί να γυρίσει στις προηγούμενες οθόνες και να αλλάξει τις προτιμήσεις του, με το πλήκτρο **Help** εμφανίζεται το βοηθητικό κείμενο ενώ πατώντας **OK** το πρόγραμμα συνεχίζει παρακάτω στην επόμενη οθόνη.

Η επόμενη οθόνη ονομάζεται κι αυτή “**Criteria Pairwise Comparison**” και περιέχει τα αποτελέσματα των προηγούμενων οθονών ως προς την ιεράρχηση των κριτηρίων. Αριστερά παρουσιάζονται τα κριτήρια όπως ιεραρχήθηκαν με τη σύγκριση ανά δυο, και δίπλα γράφονται τα απόλυτα βάρη τους όπως υπολογίστηκαν. Δεξιότερα γράφονται τα κριτήρια ιεραρχημένα αυθόρμητα από το χρήστη από την οθόνη “**Ranking of Criteria**”. Ο χρήστης ρωτάται αν είναι ικανοποιημένος από την ιεράρχηση κι επίσης μπορεί να συγκρίνει τα αποτελέσματα των δυο μεθόδων. Τέλος παροτρύνεται να πατήσει το πλήκτρο “**Back**” και να επιστρέψει στην ιεράρχηση αν τα αποτελέσματα δεν τον ικανοποιούν. Τα παραπάνω περιγράφονται στην οθόνη ως:

“In the tables below we perform a consistency check with your preferences based on the ranking and pairwise comparison methods that you filled in. On the left side we demonstrate the pairwise method and the final ranking extracted from that, and on the right hand the initial ranking. If there is a substantial discrepancy between both results and you are satisfied with the results from pairwise comparisons, please continue to the next step, but if you prefer your initial ranking you can click on the Back button and perform once more the pairwise comparison.”

Θόβη 10: “Criteria Pairwise Comparison”

Criteria Pairwise Comparison

In the tables below we perform a consistency check with your preferences based on the ranking and pairwise comparison methods that you filled in. On the left side we demonstrate the pairwise method and the final ranking extracted from that, and on the right hand the initial ranking. If there is a substantial discrepancy between both results and you are satisfied with the results from pairwise comparisons, please continue to the next step, but if you prefer your initial ranking you can click on the Back button and perform once more the pairwise comparison.

Pairwise Ranking	Weights	Previous user Ranking
1. Administration costs	0.071	1. Administration costs
2. Transaction costs	0.071	2. Business opportunities and trade
3. Compliance costs	0.071	3. Competitiveness
4. Security of supply	0.071	4. Compliance costs
5. Reduction Energy intensity	0.071	5. Diffusion of existing technologies
6. Reduction GHG emissions	0.071	6. Employment
7. Governmental revenues	0.071	7. Reduction Energy intensity
8. Competitiveness	0.071	8. Reduction GHG emissions
9. Business opportunities and trade	0.071	9. Governmental revenues
10. Market competition	0.071	10. Increase of environmental awareness
11. Employment	0.071	11. Innovation cycle
12. Increase of environmental awareness	0.071	12. Market competition
13. Diffusion of existing technologies	0.071	13. Security of supply
14. Innovation cycle	0.071	14. Transaction costs

ECPI
Energy and Climate Policy Interactions Decision Support Tool

Η επόμενη σελίδα παρουσιάζει τις μέχρι τώρα πληροφορίες που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα και αυτές που έχουν υπολογιστεί από το πρόγραμμα μέχρι τώρα. Ο τίτλος της είναι “Collected Data” και είναι η παρακάτω:

Οθόνη 11 “Collected Data”

In these tables we present you an overview of the results of this ECPI tool run, based on the values you have filled in. On the upper left side are the criteria with the intervals assigned to them after the evaluation of each stand alone policy instrument. On the down left side are the weights you attributed to each criterion from the pairwise comparison. On the bottom right are the complementarities and overlaps of the combined policy instruments on the grounds of comparison of their design characteristics. Finally, on the up right is the policy interaction sum, which links the values of criteria with the complementarities and overlaps of the design characteristics.

Criteria	impact	Subsidies (feed-in for RE)		Emissions Trading (national schemes)		Policy Interaction Sum
		min	max	min	max	
Innovation cycle		8	11	5	8	-8
Diffusion of existing technologies		5	8	8	11	-5
Increase of environmental awareness		5	8	5	8	0
Employment		3	5	5	8	-3
Market competition		5	8	5	8	-2
Business opportunities and trade		5	8	3	5	-3
Competitiveness		5	8	5	8	-5
Governmental revenues		5	8	5	8	-4
Reduction GHG emissions		5	8	5	8	-3
Reduction Energy intensity		5	8	11	14	-4
Security of supply		0	3	5	8	-3
Compliance costs		5	8	5	8	-9
Transaction costs		5	8	5	8	-12
Administration costs		5	8	5	8	-2

Criteria Pairwise Ranking	Weights	Areas of Policy Interaction	Interaction
1. Administration costs	0.071	Application	complementary
2. Transaction costs	0.071	Level of targets	overlapping
3. Compliance costs	0.071	Energy	complementary
4. Security of supply	0.071	Obligated entities	overlapping
5. Reduction Energy intensity	0.071	Market flexibility for entities	overlapping
6. Reduction GHG emissions	0.071	Linking commodities	overlapping
7. Governmental revenues	0.071	Cost recovery	complementary
8. Competitiveness	0.071	Technologies	overlapping
9. Business opportunities and trade	0.071	Additionality	complementary
10. Market competition	0.071	Institutional setup	complementary
11. Employment	0.071		
12. Increase of environmental awareness	0.071		
13. Diffusion of existing technologies	0.071		
14. Innovation cycle	0.071		

Στην οθόνη, στο πάνω μισό της, εμφανίζονται οι πολιτικές που έχουν επιλεγεί καθώς και οι επιδόσεις τους ανά κριτήριο, όπως αυτές καθορίστηκαν με τη μορφή διαστημάτων (**impact: min max**). Επίσης φαίνεται και το άθροισμα αλληλεπιδράσεων ανά κριτήριο (**Policy Interaction Sum**).

Στο κάτω μισό της οθόνης φαίνεται η ιεραρχία των κριτηρίων (**Criteria Pairwise Ranking**), βάσει της σύγκρισης ανά δυο, και τα αντίστοιχο απόλυτο βάρος (**Weights**) κάθε κριτηρίου. Η αυθόρμητη ιεράρχηση δεν λαμβάνεται καθόλου υπ' όψιν και υπάρχει για λόγους εξοικείωσης με τα κριτήρια και τις προτιμήσεις του χρήστη, όπως έχει προαναφερθεί και στην παράγραφο **2.6**. Επίσης αναγράφονται και οι περιοχές αλληλεπίδρασης (**Areas of Policy Interaction**) και ο αντίστοιχος τύπος αλληλεπίδρασης για κάθε περιοχή αλληλεπίδρασης (interaction), όπως είχαν αναγραφεί και στην οθόνη 4 "**Control Scr:PI Report**". Με το πλήκτρο **Back** μπορεί ο χρήστης να επανέλθει στις προηγούμενες οθόνες και να αλλάξει όποια δεδομένα επιθυμεί. Η οθόνη περιγράφεται στο χρήστη ως εξής:

"In these tables we present you an overview of the results of this ECPI tool run, based on the values you have filled in. On the upper left side are the criteria with the intervals assigned to them after the evaluation of each stand alone policy instrument. On the down left side are the weights you attributed to each criterion from the pairwise comparison. On the bottom right are the complementarities and overlaps of the combined policy instruments on the grounds of comparison of their design characteristics. Finally, on the up right is the policy interaction sum, which links the values of criteria with the complementarities and overlaps of the design."

Με το πλήκτρο **OK** το πρόγραμμα προχωράει στην επόμενη οθόνη:

Αξιολόγηση επιδόσεων και αλληλεπίδρασης πολιτικών/ Μέθοδος TOPSIS

Η επόμενη οθόνη είναι και η τελευταία του εργαλείου ECPI:

Οθόνη 11: “Result”

In the final step we present you a derived indicator in terms of final score of policy instruments based on the evaluation criteria. Each policy instrument and their combination have a value, where the maximum is 1. The policy instrument with the highest number can be considered more recommended for the design areas, criteria weights and policy effects. If one of the two instruments has higher score than the combined scheme, then the conclusion is that it is preferable to leave the policy instruments as stand alone without attempting integrating them. For more information on this step, please click on the Help button.

Relative Distances (TOPSIS)		
Subsidies (feed-in for RE)	Emissions Trading (national schemes)	Combination of the two policies
0.5172	0.6159	0.3761

The use of **Emissions Trading (national schemes)** is recommended for the design Areas, Criteria weights and Policy Effects over Criteria submitted.

Result

ECPI
Energy and
Climate Policy
Interactions
Decision
Support Tool

Έχει τίτλο “**Result**” και εμφανίζει τις τρεις εναλλακτικές λύσεις: την μια πολιτική μεμονωμένη (εδώ **Emissions Trading (national schemes)**), την άλλη πολιτική μεμονωμένη (εδώ **Tradable Green Certificates**) και το συνδυασμό τους (**combination of the two policies**) υπό τον τίτλο **Relative Distances (TOPSIS)**.

Για να εμφανιστεί η συγκεκριμένη οθόνη έχουν υπολογιστεί πρώτα οι επιδόσεις ανά κριτήριο του συνδυασμού των πολιτικών, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο «Επιδόσεις των μεμονωμένων πολιτικών και του συνδυασμού τους ανά Κριτήριο» και σύμφωνα με τις Συνθήκες 1 ως 6. Στη συνέχεια εκτελούνται οι σχέσεις (1) – (9) της παραγράφου 2.10.2 για τον υπολογισμό της απόστασης TOPSIS, ή αλλιώς του συντελεστή εγγύτητας. Η καλύτερη λύση έχει συντελεστή πιο κοντά στο 1, κι έτσι ακριβώς από κάτω εμφανίζεται το κείμενο που προτείνει τη λύση με τη μικρότερη απόσταση TOPSIS από το 1 ως την βέλτιστη επιλογή, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά σχεδίασης, τα βάρη των κριτηρίων και τις επιδόσεις των πολιτικών που έχουν υποβληθεί. Αυτή μπορεί να είναι είτε ο συνδυασμός των πολιτικών είτε η μία από τις δυο πολιτικές, όποια προκύπτει ως καλύτερη λύση βάσει των δεδομένων. Τα παραπάνω περιγράφονται στην οθόνη ως:

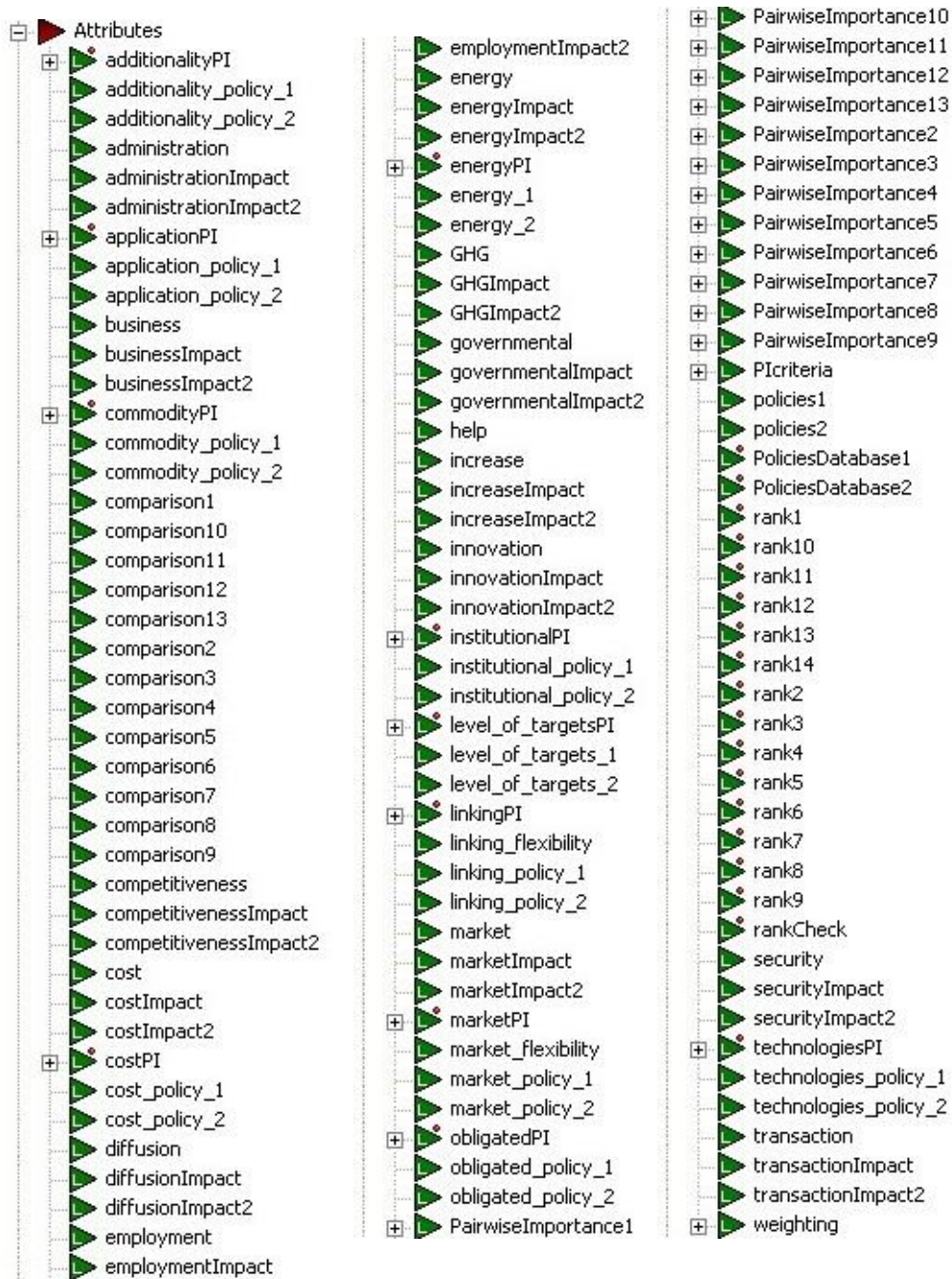
“In the final step we present you a derived indicator in terms of final score of policy instruments based on the evaluation criteria. Each policy instrument and their combination have a value, where the maximum is 1. The policy instrument with the highest number can be considered more recommended for the design areas, criteria weights and policy effects. If one of the two instruments has higher score than the combined scheme, then the conclusion is that it is preferable to leave the policy instruments as stand alone without attempting integrating them. For more information on this step, please click on the Help button.”

Σχεδιασμός του ECPI εργαλείου με το πρόγραμμα XpertRule Knowledge Builder

Ο σχεδιασμός του εργαλείου ECPI έγινε στο πρόγραμμα **XpertRule Knowledge Builder**. Πιο συγκεκριμένα, το πακέτο του XpertRule περιλαμβάνει το Runtime, στο οποίο γίνεται η εκτέλεση των προγραμμάτων που δημιουργούνται (3.2.1-3.2.7) και τον Developer στον οποίο γίνεται ο σχεδιασμός και προγραμματισμός (ανάπτυξη) των προγραμμάτων. Σε αυτό το κεφάλαιο δε θα επεκταθεί σε μεγάλη λεπτομέρεια η ανάπτυξη του εργαλείου, καθώς κάτι τέτοιο θα απαιτούσε την εξήγηση όλων των αλγορίθμων, την παρουσίαση όλων των αντικειμένων, την εμφάνιση όλων των δένδρων αποφάσεων κλπ. Απλά θα δοθεί μια συνοπτική περιγραφή της ανάπτυξης για να ερμηνευθεί καλύτερα ο σχεδιασμός του εργαλείου και η υλοποίηση της μεθοδολογίας της **Ενότητας 2** σε προγραμματιστικό περιβάλλον. Επίσης θα περιγραφούν ορισμένα χρήσιμα αντικείμενα για την καλύτερη κατανόηση και επίδειξη του σχεδιασμού των οθονών και της γενικότερης ροής του προγράμματος όπως περιγράφηκε αναλυτικά στις παραγράφους 3.2.1-3.2.7.

Τα αντικείμενα γνώσης είναι τα αντικείμενα αναπαράστασης της γνώσης που αποθηκεύεται στο έμπειρο σύστημα. Αυτά στο πρόγραμμα **XpertRule Knowledge Builder** είναι δένδρα αποφάσεων, λίστες, μεταβλητές, πίνακες κ.α. Συνολικά σχεδιάστηκαν τα παρακάτω αντικείμενα γνώσης για να παραστήσουν τον απαιτούμενο χώρο για την υλοποίηση των διαδικασιών:

Σχ.11: Αντικείμενα Γνώσης

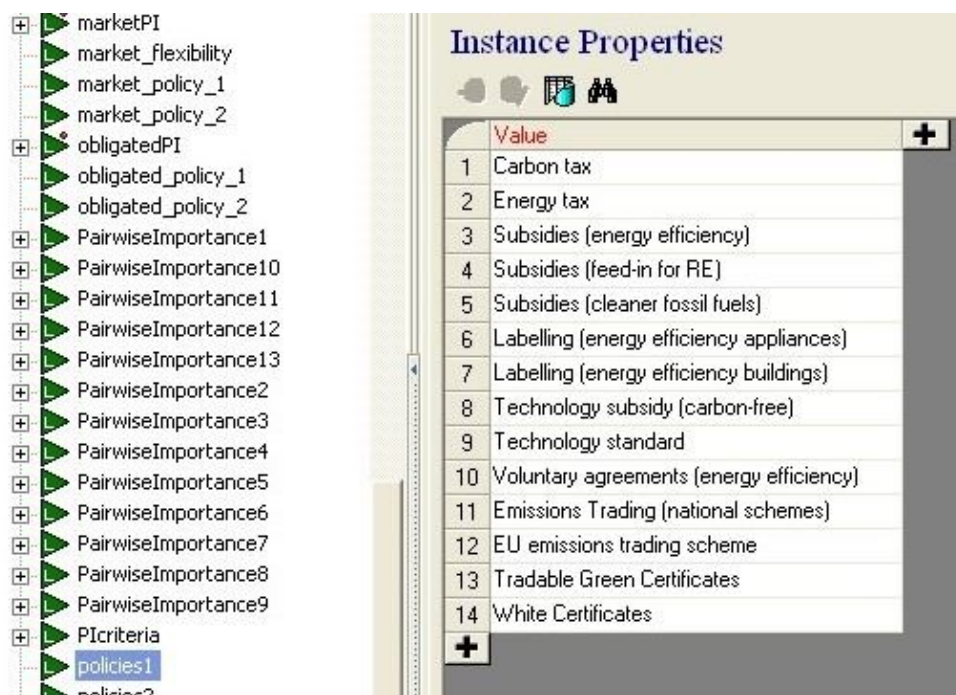


Κάποια από αυτά είναι δένδρα απόφασης, κάποια άλλα λίστες και πίνακες. Τα περιεχόμενα τους μπορεί να είναι αριθμητικά, συμβολοσειρές, λογικές συναρτήσεις κ.α. Στα παραπάνω αντικείμενα βρίσκονται αυτά που περιέχουν και αποθηκεύουν τα ζητούμενα δεδομένα για την υλοποίηση της μεθοδολογίας που παρουσιάζεται στις παραγράφους 2.1-2.11.

Ορισμένα επιλεγμένα αντικείμενα γνώσης παρουσιάζονται παρακάτω:

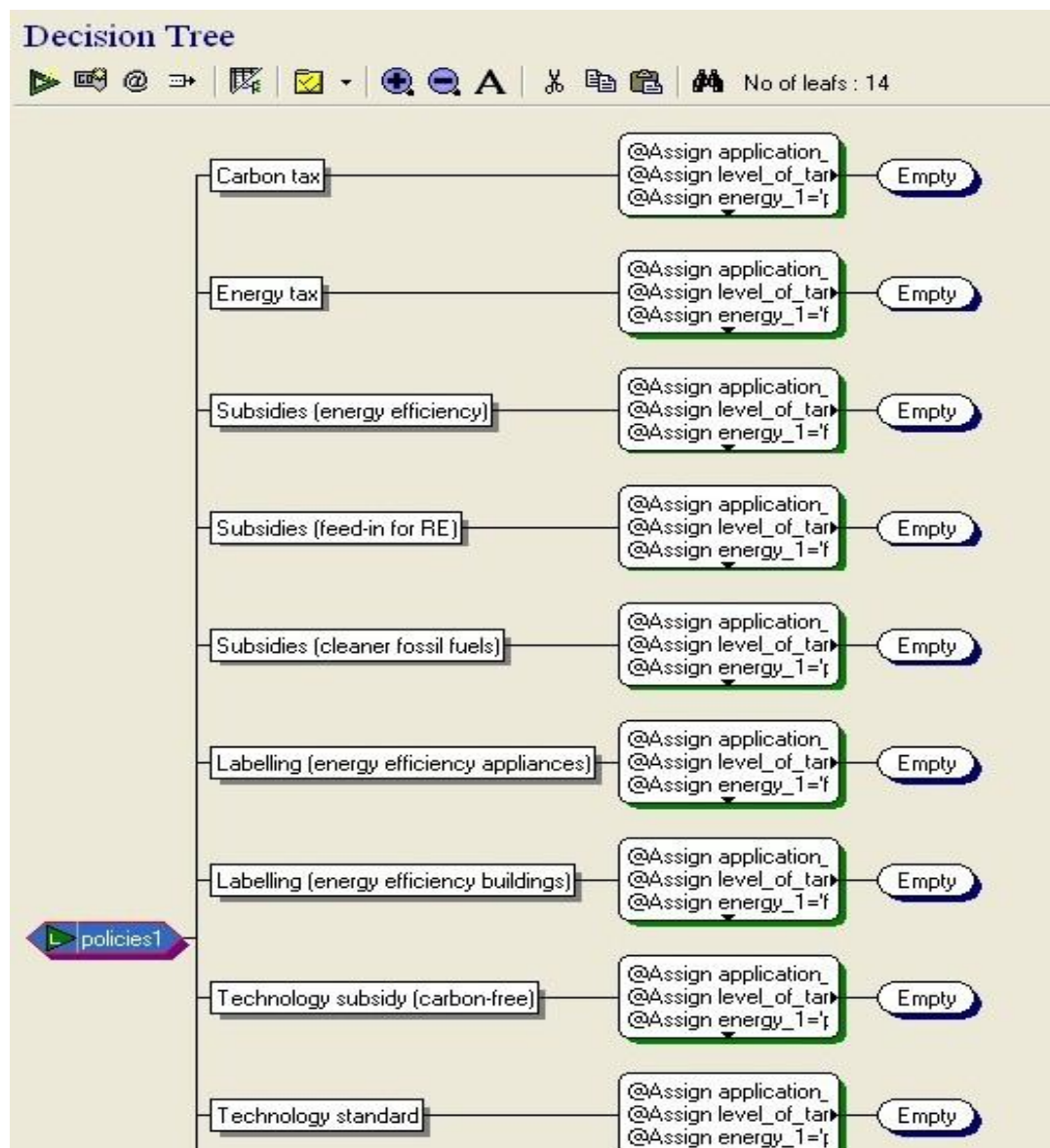
Τα αντικείμενα γνώσης πίσω από την επιλογή των πολιτικών για την **οθόνη 2 “Policy Instruments”** είναι τα **policies1** και **policies2**. Το αντικείμενο γνώσης για την επιλογή της πρώτης πολιτικής (**policies1**) είναι ένα αντικείμενο λίστας και περιέχει και αποθηκεύει όλες τις δυνατές επιλογές για την επιλογή της πολιτικής:

Σχ.12: Αντικείμενο policies1



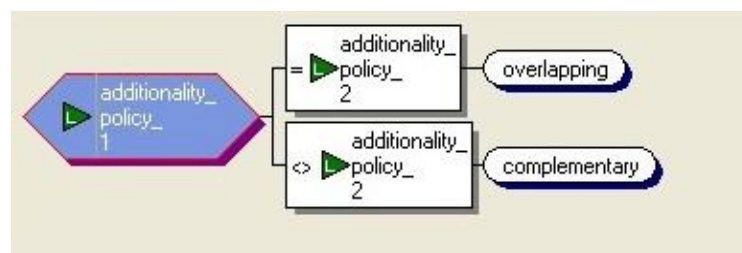
Στην **οθόνη 3: “ Areas of Policy Interaction”** εμφανίζονται οι εξ’ ορισμού τιμές για τα χαρακτηριστικά σχεδίασης της κάθε πολιτικής. Το αντικείμενο γνώσης που θέτει τις τιμές των χαρακτηριστικών σχεδίασης, όπως αυτές είναι αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων, είναι ένα δένδρο αποφάσεων, το οποίο είναι αποθηκευμένο στο ίδιο αντικείμενο **policies1** ή **policies2** και αποφασίζει τις τιμές για κάθε χαρακτηριστικό σχεδίασης ανάλογα με την πολιτική:

Σχ.13: Δένδρο αποφάσεων policies1



Στο δένδρο αυτό ανάλογα με την επιλεγμένη πολιτική, ακολουθεί ένα σύνολο εντολών που αναθέτουν τις αντίστοιχες τιμές της βάσης δεδομένων στα αντικείμενα γνώσης των χαρακτηριστικών σχεδίασης των πολιτικών.

Παράλληλα στην ίδια οθόνη ο τύπος αλληλεπίδρασης αποφασίζεται από ισάριθμα δένδρα αποφάσεων με την ίδια μορφή. Το παρακάτω δένδρο είναι το αντικείμενο **additionality_policy_1** για τον τύπο αλληλεπίδρασης στην περιοχή αλληλεπίδρασης για την επιπροσθετικότητα (additionality).



Σχ.14: Δένδρο απόφασης για τον τύπο αλληλεπίδρασης στην περιοχή αλληλεπίδρασης για την επιπροσθετικότητα (additionality)

Στο δένδρο αυτό φαίνεται πως αν η επιπροσθετικότητα για την μία πολιτική

(**addittonality_policy_1**) έχει ίδια τιμή με την επιπροσθετικότητα για την άλλη πολιτική (**addittonality_policy_2**), τότε η περιοχή αλληλεπίδρασης είναι επικαλυπτόμενη, ενώ σε άλλη περίπτωση είναι συμπληρωματική.

Για τον υπολογισμό του αθροίσματος αλληλεπιδράσεων χρησιμοποιείται ο **πίνακας 5** της παραγράφου 2.7. Αυτός είναι αποθηκευμένος στο αντικείμενο **PIcriteria** κι έχει την παρακάτω μορφή:

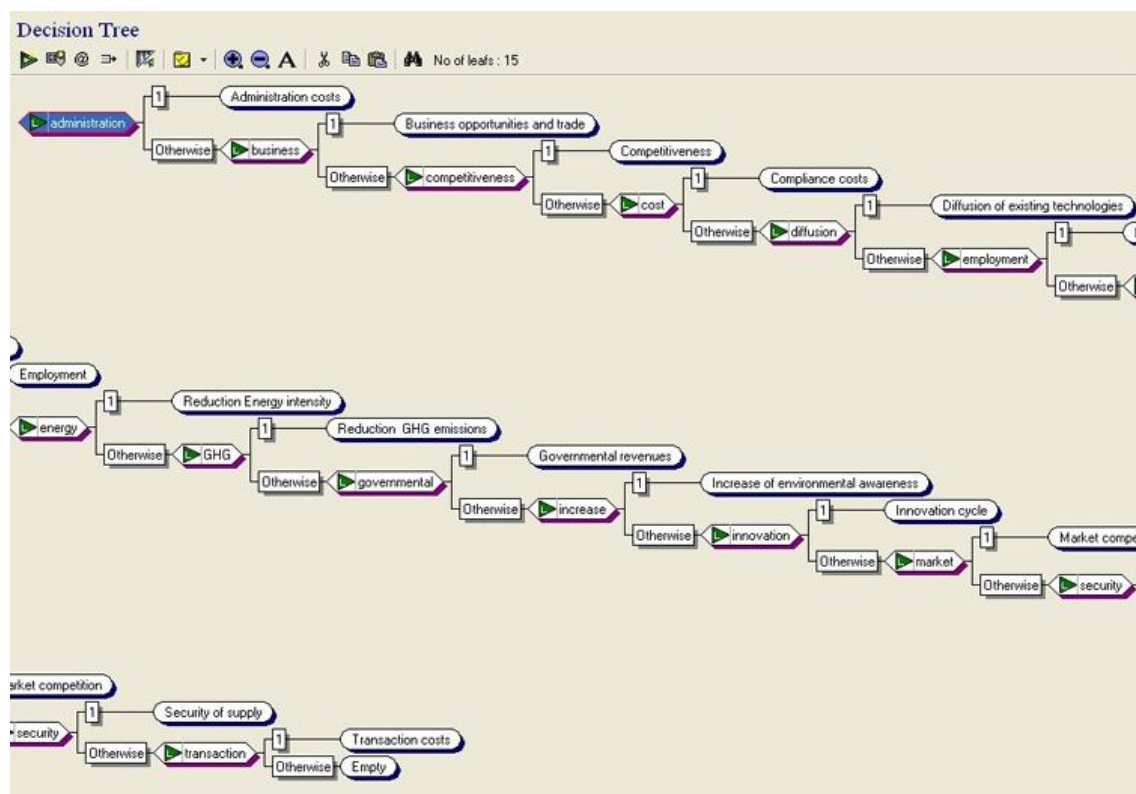
Σχ.15: βαθμοί επιρροής Περιοχών Αλληλεπίδρασης στα Κριτήρια, αντικείμενο **PIcriteria**

Instance Properties		innovation	diffusion	increase	employment	market	business	competitiveness	governmental	GHG	energy	security	cost	transaction	administration
1	application	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2
2	level_of_targets	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	1
3	energy	1	0	2	2	0	2	1	0	2	2	1	1	0	2
4	obligated	2	0	2	2	0	2	1	1	0	2	1	2	2	2
5	market	2	2	0	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1
6	linking	1	1	0	1	0	2	2	1	1	1	1	2	2	1
7	commodity	0	0	0	1	2	2	1	1	1	1	0	2	2	1
8	cost	2	2	2	2	0	1	2	1	0	0	1	2	0	0
9	technologies	0	0	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	0	0
10	additionality	2	0	0	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2
11	institutional	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2
12	TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Οι τιμές **D**, **I** και **X** έχουν αντικατασταθεί από τις αντίστοιχες αριθμητικές τιμές που χρησιμοποιούνται στο εργαλείο **2, 1, 0**.

Προχωρώντας την εφαρμογή παρακάτω υπάρχει η **οθόνη 7: “Ranking of Criteria”**. Παρακάτω φαίνεται ένα κομμάτι του δένδρου αποφάσεων, όπως δημιουργήθηκε στον Developer, που δημιουργεί την ιεραρχία των κριτηρίων, όταν πάρει σαν είσοδο το “rank” από την οθόνη “Ranking of Criteria”:

Σχ.16: Ιεράρχηση κριτηρίων



Στο παραπάνω δένδρο έχει δημιουργηθεί ένα αντικείμενο γνώσης για κάθε θέση ιεραρχίας, και ανάλογα με το κριτήριο που έχει το βαθμό ιεραρχίας αυτό, εμφανίζεται το κατάλληλο κριτήριο στο αντίστοιχο αντικείμενο γνώσης.

Τα δεδομένα τα οποία δεν περιγράφηκαν στην παράγραφο αυτή έχουν τη μορφή μεταβλητών ή έχουν μικρότερη σημασία στη ροή του προγράμματος. Σε κάθε περίπτωση όμως η παρουσίαση είναι ενδεικτική του σχεδιασμού και δεν έχει το ρόλο της αναλυτικής περιγραφής του προγραμματισμού όσο την εξοικείωση με τον τρόπο προγραμματισμού και την όψη της χρήσης του **Developer** του **XpertRule**.

Οι διαδικασίες (Procedures) αποτελούν την καρδιά του προγραμματισμού ενός έμπειρου συστήματος. Είναι οι ακολουθίες των εντολών, ή αλλιώς οι αλγόριθμοι, που επεξεργάζονται τα αντικείμενα γνώσης και εξάγουν αποτελέσματα. Σε αυτές υλοποιούνται οι συνθήκες, οι αριθμητικές πράξεις, οι λογικές πράξεις, τα άλματα στη ροή του προγράμματος κ.α. Στο σχεδιασμό του ECPI εργαλείου διαδικασίες χρησιμοποιήθηκαν για την ιεράρχηση των κριτηρίων, για τη σύγκριση ανά δύο, για την υλοποίηση της μεθόδου TOPSIS για δεδομένα σε διαστήματα, για τον υπολογισμό των διαστημάτων των επιδόσεων, για την εξαγωγή των αθροισμάτων αλληλεπιδράσεων καθώς και για την υλοποίηση άλλων μικρότερων δευτερευουσών και εσωτερικών διεργασιών του προγράμματος.

Οι διαδικασίες που σχεδιάστηκαν είναι οι παρακάτω:

Σχ.17: Διαδικασίες



Κάθε μια από αυτές είχε και ένα ξεχωριστό και συγκεκριμένο ρόλο στην υλοποίηση του εργαλείου.

Παρακάτω παρουσιάζονται κι εξηγούνται συνοπτικά ως προς τη λειτουργία οι αλγόριθμοι των πιο **σημαντικών** από αυτών. Η λεπτομερής τους εξήγηση και παρουσίαση όλων θα απαιτούσε πολύ χώρο και η γνωστοποίηση της θα ήταν χρήσιμη στην περίπτωση αναβάθμισης του εργαλείου.

Η πρώτη αξιολογή διαδικασία λαμβάνει χώρα στην **οθόνη 6 “Policies Impact”** όπου δημιουργείται ο πίνακας των επιδόσεων των μεμονωμένων πολιτικών σύμφωνα με τα σύμβολα (- -, -, 0, +, ++) όπως εξηγούνται στην παράγραφο 3.2.4. Η διαδικασία είναι η **createTOPSISmatrix** και είναι η παρακάτω, όπως αυτή γράφεται στο περιβάλλον του XpertRule. Να σημειωθεί ότι οι διαδικασίες έχουν γραφεί στον ψευδοκώδικα του περιβάλλοντος XpertRule, ο οποίος μεταφράζεται στη γλώσσα Visual Basic από το περιβάλλον. Δηλαδή οι ακόλουθες διαδικασίες δεν είναι γραμμένες σε κάποια γνωστή γλώσσα προγραμματισμού, παρά μόνο σε ψευδοκώδικα.

createTOPSISmatrix

```
@For count1=1 to 14
  @If PoliciesImpactmatrix[count1,1]='- -'
  @Assign TOPSISmatrix[count1,1]=ImpactLower[count1,1]
  @Assign TOPSISmatrix[count1,2]=ImpactUpper[count1,1]
  @Endif
  @If PoliciesImpactmatrix[count1,1]='-'
  @Assign TOPSISmatrix[count1,1]=ImpactLower[count1,2]
  @Assign TOPSISmatrix[count1,2]=ImpactUpper[count1,2]
  @Endif
  @If PoliciesImpactmatrix[count1,1]='0'
  @Assign TOPSISmatrix[count1,1]=ImpactLower[count1,3]
  @Assign TOPSISmatrix[count1,2]=ImpactUpper[count1,3]
  @Endif
  @If PoliciesImpactmatrix[count1,1]='+'
  @Assign TOPSISmatrix[count1,1]=ImpactLower[count1,4]
  @Assign TOPSISmatrix[count1,2]=ImpactUpper[count1,4]
  @Endif
  @If PoliciesImpactmatrix[count1,1]='++'
  @Assign TOPSISmatrix[count1,1]=ImpactLower[count1,5]
  @Assign TOPSISmatrix[count1,2]=ImpactUpper[count1,5]
  @Endif
@Next count1

@For count2=1 to 14
  @If PoliciesImpactmatrix[count2,2]='- -'
  @Assign TOPSISmatrix[count2,3]=ImpactLower[count2,1]
  @Assign TOPSISmatrix[count2,4]=ImpactUpper[count2,1]
  @Endif
  @If PoliciesImpactmatrix[count2,2]='-'
  @Assign TOPSISmatrix[count2,3]=ImpactLower[count2,2]
  @Assign TOPSISmatrix[count2,4]=ImpactUpper[count2,2]
  @Endif
  @If PoliciesImpactmatrix[count2,2]='0'
  @Assign TOPSISmatrix[count2,3]=ImpactLower[count2,3]
  @Assign TOPSISmatrix[count2,4]=ImpactUpper[count2,3]
  @Endif
  @If PoliciesImpactmatrix[count2,2]='+'
  @Assign TOPSISmatrix[count2,3]=ImpactLower[count2,4]
  @Assign TOPSISmatrix[count2,4]=ImpactUpper[count2,4]
  @Endif
  @If PoliciesImpactmatrix[count2,2]='++'
  @Assign TOPSISmatrix[count2,3]=ImpactLower[count2,5]
  @Assign TOPSISmatrix[count2,4]=ImpactUpper[count2,5]
  @Endif
@Next count2
```

Αναλυτική περιγραφή των μεταβλητών και του τρόπου λειτουργίας δεν κρίνεται σκόπιμο να γίνει σε αυτήν την παρουσίαση, παρά μόνο ότι δημιουργείται ο πίνακας TOPSISmatrix, για τις τιμές των διαστημάτων των επιδόσεων των μεμονωμένων πολιτικών.

Στην προηγούμενη παράγραφο παρουσιάστηκε το δένδρο για την αυθόρμητη ιεράρχηση των κριτηρίων. Για τη σύγκριση ανά δυο όμως απαιτείται μια σειρά διαδικασιών ούτως ώστε αυτή να πραγματοποιηθεί και να υπολογιστούν και τα απόλυτα βάρη. Πρώτα υπολογίζονται οι **τιμές σύγκρισης**. Υπενθυμίζεται ότι το αποτέλεσμα της σύγκρισης επιθυμείται πάντοτε στη μορφή του πρώτου στη σειρά κριτηρίου ως ποσοστό του δεύτερου. Η αντίστοιχη διαδικασία είναι η **PairwiseComparison** στην οποία είναι διακριτές οι 13 συγκρίσεις που πραγματοποιούνται:

PairwiseComparison

```
@If comparison1='I'  
    @Assign relative1[1,1]=1/PairwiseImportance1.intensity  
@Endif  
@If comparison1='II'  
    @Assign relative1[1,1]=PairwiseImportance1.intensity  
@Endif  
  
@If comparison2='I'  
    @Assign relative1[2,1]=1/PairwiseImportance2.intensity  
    @Endif  
    @If comparison2='II'  
        @Assign relative1[2,1]=PairwiseImportance2.intensity  
    @Endif  
  
@If comparison3='I'  
    @Assign relative1[3,1]=1/PairwiseImportance3.intensity  
    @Endif  
    @If comparison3='II'  
        @Assign relative1[3,1]=PairwiseImportance3.intensity  
    @Endif  
  
@If comparison4='I'  
    @Assign relative1[4,1]=1/PairwiseImportance4.intensity  
@Endif  
@If comparison4='II'  
    @Assign relative1[4,1]=PairwiseImportance4.intensity  
@Endif  
  
@If comparison5='I'  
    @Assign relative1[5,1]=1/PairwiseImportance5.intensity  
    @Endif  
@If comparison5='II'  
    @Assign relative1[5,1]=PairwiseImportance5.intensity  
@Endif  
  
@If comparison6='I'  
    @Assign relative1[6,1]=1/PairwiseImportance6.intensity  
    @Endif  
@If comparison6='II'  
    @Assign relative1[6,1]=PairwiseImportance6.intensity  
@Endif  
  
@If comparison7='I'  
    @Assign relative1[7,1]=1/PairwiseImportance7.intensity  
    @Endif  
    @If comparison7='II'  
        @Assign relative1[7,1]=PairwiseImportance7.intensity  
    @Endif  
  
@If comparison8='I'  
    @Assign relative1[8,1]=1/PairwiseImportance8.intensity  
    @Endif  
    @If comparison8='II'  
        @Assign relative1[8,1]=PairwiseImportance8.intensity  
    @Endif  
  
@If comparison9='I'  
    @Assign relative1[9,1]=1/PairwiseImportance9.intensity  
    @Endif  
@If comparison9='II'  
    @Assign relative1[9,1]=PairwiseImportance9.intensity  
@Endif  
  
@If comparison10='I'
```

```

    @Assign relative1[10,1]=1/PairwiseImportance10.intensity
    @Endif
    @If comparison10='II'
        @Assign relative1[10,1]=PairwiseImportance10.intensity
    @Endif

    @If comparison11='I'
        @Assign relative1[11,1]=1/PairwiseImportance11.intensity
        @Endif
        @If comparison11='II'
            @Assign relative1[11,1]=PairwiseImportance11.intensity
        @Endif

    @If comparison12='I'
        @Assign relative1[12,1]=1/PairwiseImportance12.intensity
        @Endif
        @If comparison12='II'
            @Assign relative1[12,1]=PairwiseImportance12.intensity
        @Endif

    @If comparison13='I'
        @Assign relative1[13,1]=1/PairwiseImportance13.intensity
        @Endif
        @If comparison13='II'
            @Assign relative1[13,1]=PairwiseImportance13.intensity
        @Endif

```

Στη διαδικασία αυτή γίνεται ακριβώς το παραπάνω, δηλαδή υπολογίζονται οι αναλογίες, ή τιμές σύγκρισης, στη μορφή του πρώτου στη σειρά κριτηρίου ως ποσοστό του δεύτερου. Στη συνέχεια υπολογίζονται τα σχετικά βάρη και τα απόλυτα βάρη σύμφωνα με τη μεθοδολογία της παραγράφου 2.6 και με τη διαδικασία **Procedure1**:

Procedure1

```

@Assign weighting.relativeW[1] = 1
@Assign weighting.relativeW[2] = weighting.relativeW[1]/relative1[1,1]
@Assign weighting.relativeW[3] = weighting.relativeW[2]/relative1[2,1]
@Assign weighting.relativeW[4] = weighting.relativeW[3]/relative1[3,1]
@Assign weighting.relativeW[5] = weighting.relativeW[4]/relative1[4,1]
@Assign weighting.relativeW[6] = weighting.relativeW[5]/relative1[5,1]
@Assign weighting.relativeW[7] = weighting.relativeW[6]/relative1[6,1]
@Assign weighting.relativeW[8] = weighting.relativeW[7]/relative1[7,1]
@Assign weighting.relativeW[9] = weighting.relativeW[8]/relative1[8,1]
@Assign weighting.relativeW[10] =
weighting.relativeW[9]/relative1[9,1]
@Assign weighting.relativeW[11] =
weighting.relativeW[10]/relative1[10,1]
@Assign weighting.relativeW[12] =
weighting.relativeW[11]/relative1[11,1]
@Assign weighting.relativeW[13] =
weighting.relativeW[12]/relative1[12,1]
@Assign weighting.relativeW[14] =
weighting.relativeW[13]/relative1[13,1]

@Assign weighting.relativeW[15]= 0

@For count = 1 To 14
@Assign weighting.relativeW[15] = weighting.relativeW[15] +
weighting.relativeW[count]
@Next count

@Assign weighting.absW[15]= 0

```

```

@For count = 1 To 14
@Assign weighting.absW[count] =
weighting.relativeW[count]/weighting.relativeW[15]
@Assign weighting.absW[15]=weighting.absW[15] + weighting.absW[count]
@Next count

```

Στη συνέχεια ιεραρχούνται τα κριτήρια βάσει των απόλυτων βαρών τους σε μία λίστα, για τη χρησιμοποίηση της λίστας παρακάτω:

pairwiseRank

```

@For count1=1 to 14
@Assign AbsWeights[count1,1]=weighting.absW[count1]
@Next count1

@For countrank=1 to 14

@Assign max=weighting.absW[1]
@Assign countmax=1

@For count=1 to 14
@If weighting.absW[count] > max
@Assign max=weighting.absW[count]
@Assign countmax=count
@Endif
@Next count

@If countrank=1 @Assign rank1=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[1,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=2 @Assign rank2=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[2,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=3 @Assign rank3=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[3,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=4 @Assign rank4=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[4,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=5 @Assign rank5=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[5,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=6 @Assign rank6=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[6,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=7 @Assign rank7=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[7,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=8 @Assign rank8=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[8,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=9 @Assign rank9=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[9,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=10 @Assign rank10=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[10,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=11 @Assign rank11=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[11,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=12 @Assign rank12=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[12,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=13 @Assign rank13=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[13,2]=weighting.absW[countmax] @Endif
@If countrank=14 @Assign rank14=weighting.Value[countmax] @Assign
relative1[14,2]=weighting.absW[countmax] @Endif

@Assign weighting.absW[countmax]=0

@Next countrank

```

Η διαδικασία στον Developer για τον υπολογισμό των επιδόσεων του συνδυασμού των πολιτικών, με τη χρήση των **συνθηκών 1-6** της παραγράφου «**Επιδόσεις των μεμονωμένων πολιτικών και του συνδυασμού τους ανά Κριτήριο**», είναι ο παρακάτω αλγόριθμος **CreateCombiTOPSIS**. Σε αυτόν όπου εκτελούνται οι συνθήκες αυτές για την εξαγωγή των άκρων των διαστημάτων των επιδόσεων του συνδυασμού των πολιτικών:

CreateCombiTOPSIS

```

@For count1=1 to 14

    @If (TOPSISmatrix[count1,1]>0) and (TOPSISmatrix[count1,3]>0) and
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]>=0)
        @Assign
TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,3]+(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,3])
        @If TOPSISmatrix[count1,3]<TOPSISmatrix[count1,1]
            @Assign
TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,1]+(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,1])
        @Endif
    @Endif
    @If (TOPSISmatrix[count1,2]>0) and (TOPSISmatrix[count1,4]>0) and
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]>=0)
        @Assign
TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,4]+(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,4])
        @If TOPSISmatrix[count1,4]<TOPSISmatrix[count1,2]
            @Assign
TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,2]+(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,2])
        @Endif
    @Endif

    @If (TOPSISmatrix[count1,1]>0) and (TOPSISmatrix[count1,3]>0) and
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]<0)
        @Assign
TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,1]+(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,1])
        @If TOPSISmatrix[count1,3]>TOPSISmatrix[count1,1]
            @Assign
TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,3]+(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,3])
        @Endif
    @Endif
    @If (TOPSISmatrix[count1,2]>0) and (TOPSISmatrix[count1,4]>0) and
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]<0)
        @Assign
TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,2]+(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,2])
        @If TOPSISmatrix[count1,4]>TOPSISmatrix[count1,2]
            @Assign
TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,4]+(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,4])
        @Endif
    @Endif

    @If (TOPSISmatrix[count1,1]<0) and (TOPSISmatrix[count1,3]<0) and
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]>=0)
        @Assign TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,1]
        @If TOPSISmatrix[count1,3]<TOPSISmatrix[count1,1]
            @Assign TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,3]
        @Endif
    @Endif

```

```

    @If (TOPSISmatrix[count1,2]<0) and (TOPSISmatrix[count1,4]<0) and
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]>0)
    @Assign TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,2]
    @If TOPSISmatrix[count1,4]<TOPSISmatrix[count1,2]
    @Assign TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,4]
    @Endif
@Endif

    @If (TOPSISmatrix[count1,1]<0) and (TOPSISmatrix[count1,3]<0) and
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]<0)
    @Assign TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,1]-
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,1])
    @If TOPSISmatrix[count1,3]<TOPSISmatrix[count1,1]
    @Assign TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,3]-
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,3])
    @Endif
@Endif

    @If (TOPSISmatrix[count1,2]<0) and (TOPSISmatrix[count1,4]<0) and
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]<0)
    @Assign TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,2]-
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,2])
    @If TOPSISmatrix[count1,4]<TOPSISmatrix[count1,2]
    @Assign TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,4]-
(NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,4])
    @Endif
@Endif

    @If (TOPSISmatrix[count1,1]=0) or (TOPSISmatrix[count1,3]=0)
    @Assign
TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,1]+TOPSISmatrix[count1,3]
    @Endif
    @If (TOPSISmatrix[count1,2]=0) or (TOPSISmatrix[count1,4]=0)
    @Assign
TOPSISmatrix[count1,6]=TOPSISmatrix[count1,2]+TOPSISmatrix[count1,4]
    @Endif

    @If (TOPSISmatrix[count1,1]*TOPSISmatrix[count1,3]<0)
    @Assign
TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,1]+TOPSISmatrix[count1,3]+(
NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,1])
    @If TOPSISmatrix[count1,3]>TOPSISmatrix[count1,1]
    @Assign
TOPSISmatrix[count1,5]=TOPSISmatrix[count1,1]+TOPSISmatrix[count1,3]+(
NormalizedPI_multWeights[1,count1]*TOPSISmatrix[count1,3])
    @Endif
@Endif

@Next count1

```

Στη συνέχεια κανονικοποιούνται όλες οι επιδόσεις (διαδικασία **normalizeTOPSISmatrix**) και υπολογίζονται οι σχετικές αποστάσεις από την ιδανική λύση (διαδικασία **CalculateDistances**), με τη μέθοδο TOPSIS όπως αυτή αναλύθηκε στην παράγραφο «**Μέθοδος TOPSIS για δεδομένα σε διαστήματα**» και τις σχέσεις (1)-(9). Οι σχέσεις αυτές προγραμματίστηκαν ως εξής στον Developer:

normalizeTOPSISmatrix

```
@For count1=1 to 14
@Assign
CriteriaTPSsums[count1,1]=SQRT(SQR(TOPSISmatrix[count1,1])+SQR(TOPSISmatrix[count1,3])+SQR(TOPSISmatrix[count1,2])+SQR(TOPSISmatrix[count1,4])+SQR(TOPSISmatrix[count1,5])+SQR(TOPSISmatrix[count1,6]))
@Next count1

@For count2=1 to 6
  @For count3=1 to 14
    @Assign TOPSISmatrix[count3,count2]=
TOPSISmatrix[count3,count2]/CriteriaTPSsums[count3,1]
  @Next count3
@Next count2

@For count4=1 to 14
  @For count5=1 to 6
    @Assign
TOPSISmatrix[count4,count5]=AbsWeights[count4,1]*TOPSISmatrix[count4,count5]
  @Next count5
@Next count4
```

CalculateDistances

```
@For count1=1 to 14
@Assign TOPSISmatrix[15,1]=SQR(TOPSISmatrix[count1,1]-TOPSISmatrix[count1,8])+TOPSISmatrix[15,1]
@Assign TOPSISmatrix[15,2]=SQR(TOPSISmatrix[count1,2]-TOPSISmatrix[count1,7])+TOPSISmatrix[15,2]
@Assign TOPSISmatrix[15,3]=SQR(TOPSISmatrix[count1,3]-TOPSISmatrix[count1,8])+TOPSISmatrix[15,3]
@Assign TOPSISmatrix[15,4]=SQR(TOPSISmatrix[count1,4]-TOPSISmatrix[count1,7])+TOPSISmatrix[15,4]
@Assign TOPSISmatrix[15,5]=SQR(TOPSISmatrix[count1,5]-TOPSISmatrix[count1,8])+TOPSISmatrix[15,5]
@Assign TOPSISmatrix[15,6]=SQR(TOPSISmatrix[count1,6]-TOPSISmatrix[count1,7])+TOPSISmatrix[15,6]

@Next count1

@For count2=1 to 6
@Assign TOPSISmatrix[15,count2]=SQRT(TOPSISmatrix[15,count2])
@Next count2

@Assign TOPSISmatrix[16,1]=TOPSISmatrix[15,2]/(TOPSISmatrix[15,2]+TOPSISmatrix[15,1])
@Assign TOPSISmatrix[16,3]=TOPSISmatrix[15,4]/(TOPSISmatrix[15,3]+TOPSISmatrix[15,4])
@Assign TOPSISmatrix[16,5]=TOPSISmatrix[15,6]/(TOPSISmatrix[15,5]+TOPSISmatrix[15,6])
```

Τέλος η επιλογή της βέλτιστης λύσης βάσει της απόστασης από το 1 γίνεται από τη διαδικασία **defineSOLUTION**:

defineSOLUTION

```
@Assign TOPSISmatrix[16,2]=TOPSISmatrix[16,1]
@If TOPSISmatrix[16,3]>TOPSISmatrix[16,2]
    @Assign TOPSISmatrix[16,2]=TOPSISmatrix[16,3]
@Endif
@If TOPSISmatrix[16,5]>TOPSISmatrix[16,2]
    @Assign TOPSISmatrix[16,2]=TOPSISmatrix[16,5]
@Endif




@If TOPSISmatrix[16,2]=TOPSISmatrix[16,1]
    @Assign SOLUTIONv=policies1
@Endif
@If TOPSISmatrix[16,2]=TOPSISmatrix[16,3]
    @Assign SOLUTIONv=policies2
@Endif
@If TOPSISmatrix[16,2]=TOPSISmatrix[16,5]
    @Assign SOLUTIONv='the combination of the two policies'
@Endif
```

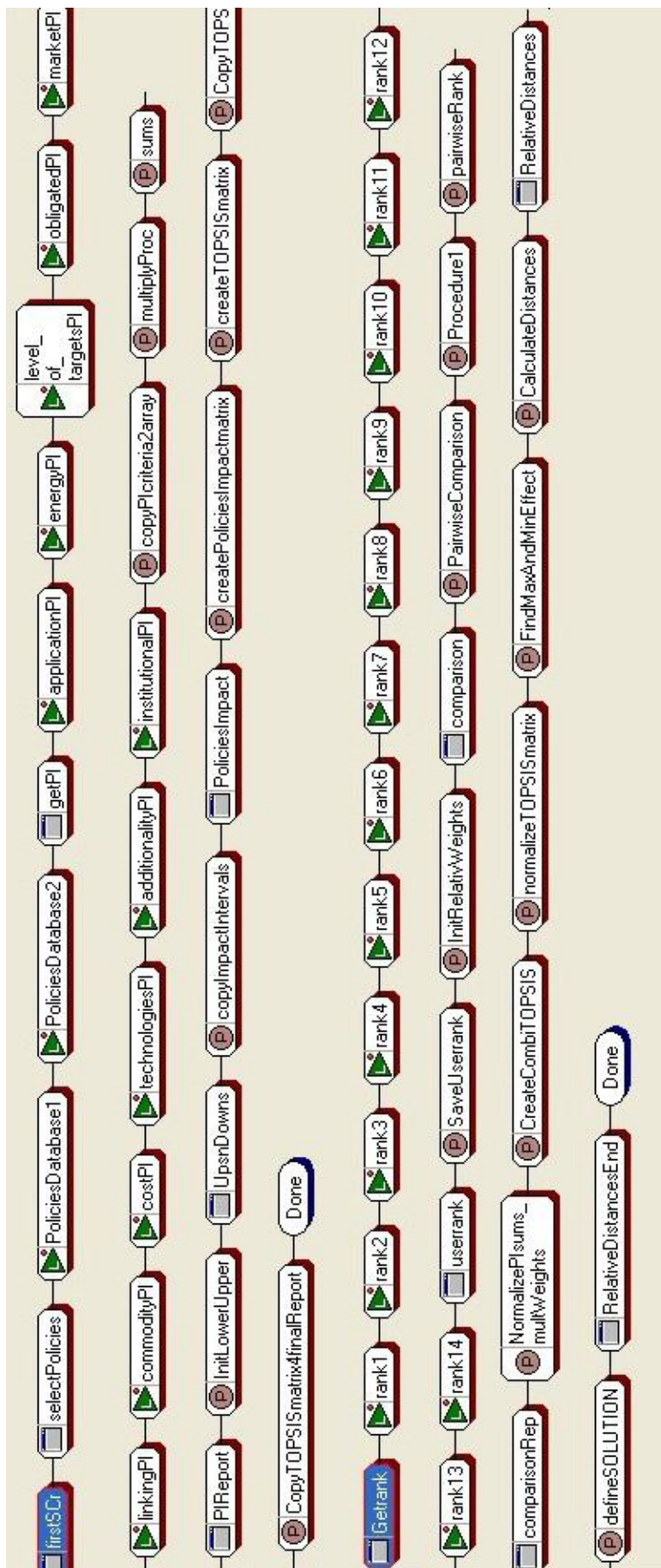
Αυτές ήταν οι πιο κύριες διαδικασίες για την ανάπτυξη του εργαλείου ECPI. Υπάρχουν και πολλές δευτερεύουσες διαδικασίες, όπως και άλλες διεργασίες οι οποίες δεν παρουσιάζονται.

3.3.3

Ροή Προγράμματος

Η σχεδίαση του εργαλείου ECPI πραγματοποιήθηκε με αντικείμενα γνώσης, δένδρα αποφάσεων, διαδικασίες, οθόνες επικοινωνίας με το χρήστη κλπ. Όλα αυτά τα παραπάνω εκτελούνται με μια συγκεκριμένη χρονική σειρά το ένα μετά το άλλο. Τα άλματα και οι διακλαδώσεις κρύβονται είτε μέσα στις διαδικασίες είτε μέσα στα δένδρα αποφάσεων. Και από τα δυο δείγματα έχουν παρουσιαστεί στις προηγούμενες παραγράφους.

Η παρακάτω ροή που παρουσιάζεται απεικονίζει τις οθόνες που εμφανίζονται στο χρήστη, με το εικονίδιο , και αντιστοιχούν στις οθόνες 1-12 των παραγράφων 3.2.1-3.2.7, τις διαδικασίες που εκτελούνται με το εικονίδιο , και τα δένδρα αποφάσεων με το εικονίδιο . Όλα είναι τοποθετημένα σε χρονική σειρά και εκτελούνται σειριακά. Σημειώνεται ότι στις προηγούμενες παραγράφους παρουσιάστηκαν δείγματα των δένδρων αποφάσεων και των διαδικασιών.



Σχ.18: Ροή προγράμματος

4

Συμπεράσματα – Προοπτικές

Στην τελευταία αυτή ενότητα αναλύεται η χρήση του εργαλείου ECPI. Εξάγονται διάφορα συμπεράσματα από τη χρήση του καθώς και διάφορες προοπτικές επέκτασης του.

Από τη χρήση του εργαλείου ECPI μπορούν να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα για το νομοθέτη. Μέσα από το εργαλείο προκύπτουν χρήσιμα δεδομένα προς μελέτη που αφορά την αλληλεπίδραση των ενεργειακών πολιτικών και τον καθορισμό του βέλτιστου μίγματος ενεργειακών πολιτικών για αποδοτικότερη επίτευξη στόχων. Το εργαλείο ECPI συνιστά παράλληλα ένα εργαλείο ελέγχου της υπάρχουσας ενεργειακής πολιτικής κι ένα εργαλείο σχεδιασμού μελλοντικών λύσεων.

Αρχικά ο χρήστης του εργαλείου εύκολα αντιλαμβάνεται τη σημασία των χαρακτηριστικών σχεδίασης των πολιτικών. Τα χαρακτηριστικά σχεδίασης είναι αυτά τα οποία καθορίζουν τελικά πόσο αλληλεπιδρούν δυο ενεργειακές πολιτικές. Εάν σε δυο ενεργειακές πολιτικές ελεγχθούν κατάλληλα τα χαρακτηριστικά σχεδίασης και προσεγγιστεί ένας διαφορετικός τρόπος θέσπισης τους μπορούν να παρατηρηθούν θεαματικά αποτελέσματα στη μείωση της αλληλεπίδρασης. Οπότε το θέμα της σωστής ενεργειακής σχεδίασης επεκτείνεται όχι μόνο στη σωστή επιλογή ενεργειακών πολιτικών αλλά και στη σωστή παράλληλη εφαρμογή τους. Ο νομοθέτης με τη χρήση του εργαλείου είναι πλέον σε θέση να μπορεί να εκτιμήσει την αλληλεπίδραση των ενεργειακών πολιτικών και σε επίπεδο χαρακτηριστικών και να διορθώσει-βελτιστοποιήσει τη σχεδίαση τους. Η παρατήρηση των τελικών αλλά και των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων βοηθάει στον έλεγχο του βαθμού εξάρτησης της αλληλεπίδρασης από τα διάφορα χαρακτηριστικά σχεδίασης των πολιτικών.

Ακόμη μέσα από το εργαλείο αναδεικνύεται ένας τρόπος θέσπισης βαρών των κριτηρίων, η σύγκριση ανά δυο. Η μέθοδος εφαρμόζεται δίνοντας στο χρήστη μεγάλη ελευθερία καθορισμού των προτιμήσεων του. Παράλληλα είναι εύχρηστη και γρήγορη. Έτσι το ζύγισμα των προτιμήσεων του χρήστη παρέχει πολύ αξιόπιστα και ακριβή αποτελέσματα, αλλά και έντονη ευελιξία. Από πειραματική χρήση του πριν την εφαρμογή στο εργαλείο ECPI οι ερωτηθέντες εξέφρασαν σε μεγάλο βαθμό ικανοποιημένοι από τη μέθοδο και την απόδοση των προτιμήσεων τους, που με άλλη μέθοδο ίσως δεν μπορούσε να εξαχθεί. Επομένως και η σύγκριση ανά δυο συνιστά ένα πολύτιμο εργαλείο για τον υπολογισμό βαρών σε κριτήρια, και γενικά για τον πλήρη καθορισμό και ιεράρχηση των προτιμήσεων σε ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα.

Επίσης μέσα από την λειτουργία του εργαλείου δεν προκύπτουν μόνο συμπεράσματα ως προς την αλληλεπίδραση των πολιτικών, αλλά τα αποτελέσματα αφορούν και τις μεμονωμένες πολιτικές. Δηλαδή στο τέλος η αξιολόγηση γίνεται και για τις τρεις εναλλακτικές λύσεις (οι δυο μεμονωμένες πολιτικές και ο συνδυασμός τους) όπου προτείνεται και ποια από τις δυο μεμονωμένες πολιτικές θα ήταν καλύτερη για το συγκεκριμένο πρόβλημα. Δηλαδή ο χρήστης μπορεί να αξιολογήσει τη μεμονωμένη εφαρμογή των δυο πολιτικών που εισάγει, βάσει της σχετικής απόστασης της μεθόδου TOPSIS που υπολογίζεται για αυτές στο εργαλείο ECPI. Αλλιώς όποια πολιτική έχει σχετική απόσταση πιο κοντά στο 1 είναι και αυτή που ικανοποιεί καλύτερα τα κριτήρια, βάσει των βαρών τους, με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σχεδίασης της.

Συνοπτικά το εργαλείο ECPI συνιστά ένα πολύ χρήσιμο εφόδιο στα χέρια των νομοθετών. Έχει ποιοτικό αλλά και αριθμητικό χαρακτήρα, παρέχοντας στον ειδικό μια άποψη της ενδεχόμενης αλληλεπίδρασης των πολιτικών που θέλει να εφαρμόσει. Έχει μεγάλο θεωρητικό και υποστηρικτικό υπόβαθρο ούτως ώστε τα αποτελέσματα του να περιέχουν μεγάλη αξιοπιστία. Είναι ένα απαραίτητο βοηθητικό εργαλείο ενεργειακού σχεδιασμού, με το οποίο μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά η αποδοτικότητα της εφαρμοζόμενης ενεργειακής πολιτικής.

Η ανάπτυξη του εργαλείου και της μεθοδολογίας έχει αρκετές προοπτικές επέκτασης και περαιτέρω αξιοποίησης στο μέλλον. Το πεδίο είναι αρκετά ευρύ και το πρόβλημα χάραξης της ενεργειακής πολιτικής θα ενταθεί στο μέλλον, καθώς δεν προβλέπεται ύφεση των ενεργειακών και περιβαλλοντικών προβλημάτων. Έτσι λοιπόν μια μελέτη και μια εφαρμογή αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών θα είναι πάντα χρήσιμη.

Το εργαλείο στην παρούσα μορφή του έχει ήδη πολλές προοπτικές. Είναι ένα χρησιμότερο όργανο μέτρησης της αλληλεπίδρασης στα χέρια του ειδικού, ο οποίος είναι σε θέση να εξάγει συμπεράσματα, αριθμητικά και ποιοτικά, για αποτελέσματα τα οποία μέχρι τώρα υπολόγιζε διαισθητικά και εμπειρικά. Αποτελεί ένα εργαλείο επιχειρηματολογίας για την ελαχιστοποίηση του πλήθους των ενεργειακών πολιτικών και τη χρησιμοποίηση λίγων και σωστά σχεδιασμένων.

Ως προς το εργαλείο, ήδη υπάρχει πλάνο ανάπτυξης της εφαρμογής σε διαδικτυακό τόπο, ούτως ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμη και αξιοποιήσιμη από ένα μεγάλο κοινό. Έτσι θα μπορέσει να αξιολογηθεί και να παρουσιαστεί από πολλούς ενδιαφερόμενους. Η λειτουργία του εργαλείου στο διαδίκτυο κρίνεται ως απαραίτητη.

Επίσης μπορούν στο εργαλείο να συμπεριληφθούν ορισμένα καινούρια χαρακτηριστικά. Πολύ χρήσιμη λειτουργία θα ήταν η δημιουργία και αποθήκευση άλλων πολιτικών για την μελέτη αλληλεπίδρασης τους. Έτσι ο χρήστης θα είχε στη διάθεση του μια απεριόριστη «δεξαμενή» πολιτικών. Επίσης χρήσιμη θα ήταν και η δυνατότητα εισαγωγής και νέων κριτηρίων ή χαρακτηριστικών σχεδίασης.

Η μεθοδολογία της μελέτης τώρα μπορεί να επεκταθεί για περισσότερες από δυο πολιτικές. Υπάρχει περιθώριο ανάπτυξης της για μελέτη αλληλεπίδρασης πιο πολύπλοκων μιγμάτων ενεργειακών πολιτικών. Κάτι τέτοιο θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο καθώς με το εργαλείο θα μπορούσαν να ερευνηθούν και να βελτιστοποιηθούν στο σύνολο τους τα μίγματα ενεργειακών πολιτικών κρατών. Πλέον το εργαλείο θα ήταν εφικτό να στηρίζει τον ενεργειακό σχεδιασμό σε πολλούς τομείς ταυτόχρονα, εξετάζοντας την αλληλεπίδραση πολλών πολιτικών. Κάτι τέτοιο απαιτεί βέβαια αρκετή έρευνα στη μεθοδολογία, καθώς αυξάνεται εκθετικά η πολυπλοκότητα του προβλήματος.

Ακόμη μπορεί να μελετηθεί η εισαγωγή στο εργαλείο της πρότασης λύσεων. Επεκτείνοντας την εξεύρεση της ιδανικής λύσεως ανάμεσα από τις τρεις εναλλακτικές λύσεις, θα προτείνεται και μια βελτιωμένη λύση με ακόμα καλύτερη απόδοση. Παράλληλα με τις πολιτικές που εξετάζει ο χρήστης, το εργαλείο θα επεξεργάζεται και άλλες παρόμοιες, με σχετικά αποτελέσματα, και στο τέλος θα υπολογίζει και για τις παρόμοιες επιλογές την απόδοση, προτείνοντας και την καλύτερη από τις ευρύτερες εναλλακτικές λύσεις.

Τέλος μέσα από τις δοκιμές του εργαλείου από ειδικούς και νομοθέτες θα προκύψουν καινούρια δεδομένα και συμπεράσματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των υπολογισμών. Η εμπειρία και η γνώμη των ειδικών μπορούν να μεταφραστούν αριθμητικά και αλγοριθμικά ούτως ώστε να μεγιστοποιηθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Η πρωτοτυπία του εργαλείου το καθιστά βάση για μελέτη και ανάπτυξη στον τομέα της αλληλεπίδρασης ενεργειακών πολιτικών. Στο κρίσιμο περιβαλλοντικό και ενεργειακό σταυροδρόμι των παρόντων χρόνων είναι απαραίτητες τέτοιες εφαρμοσμένες μελέτες,

υποσχόμενες ποικίλα χρήσιμα συμπεράσματα, πρόσφορο έδαφος για έρευνα αλλά και βελτιωμένη απόδοση και αποτελέσματα για τις ήδη εφαρμοζόμενες ενεργειακές πολιτικές.

Βιβλιογραφία

- Arrow, K. J., 1958. Tinbergen on economic policy. *Journal of the American Statistical Association*. 53(281), 89-97.
- Belton, V., Stewart, T. J., 2002. *Multiple Criteria Decision Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Blyth, W., Bossi, M., 2004. Linking non-EU domestic emissions trading schemes with the EU emissions trading scheme. OECD/ International Energy Agency, Paris, France.
- Blyth, W., Lefevre, N., 2004. *Energy Security and Climate Change interactions: An assessment framework*. OECD/ International Energy Agency, Paris, France.
- Bohringer, C., Koschel, H., Moslener, U., 2006. Efficiency losses from overlapping economic instruments in European Carbon emissions regulation. Task 4 of EU TAXBEN project,.
- Boots, M., 2003. Green Certificates and Carbon Trading in the Netherlands. *Energy Policy*. 31(1), 43-50.
- Boots, M.G., Schaeffer, G. de Zoeten, C., 2001. The interaction of tradable instruments in renewable energy and climate change markets. ECN-C—01-048, the Netherlands.
- Carbon Trust, 2004. *European Emissions Trading Scheme: Implications for industrial competitiveness*. UK
- Grafakos, S., Zevgolis, D., 2007. Weighting of criteria in ECPI model. Discussion paper in NTUA, available at <http://www.rug.nl/edrec>, the Netherlands.
- Gunningham, N., Gabrosky, P., 1989. *Smart regulation: Designing Environmental Policy*. Clarendon Press, Oxford, UK.
- Haites, E., Mullins, F., 2001. Linking domestic and industry greenhouse gas emissions trading systems. *International Emissions Trading Association*. Toronto, Canada.
- Hajkowicz, S., Young, M., Wheeler, S., MacDonald, D. H., Young, D., 2000. *Supporting Decisions, Understanding Natural Resource Management Assessment Techniques*. A report to the Land and Water Resources Research and Development Corporation. CSIRO Land and Water, Australia.
- Harrison, D., Sorrell, S., Klevnas, P. Foss, A.. 2005. Interactions of the EU ETS with Green and White Certificate schemes. Report by National Economic Research Associates prepared for DG Environment. European Commission, Brussels.

International Energy Agency, 2002. Dealing with climate change: policies and measures in IEA member countries. OECD/IEA, Paris.

IPCC, 2001. Climate Change 2001: Mitigation, Contribution of Working Group III to the third assessment report of the Intergovernmental Panel of Climate Change.

IPCC, 2007. Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Johnstone, N., 2003. The Use of Tradable Permits in Combination with Other Policy Instruments. Working Party on National Environmental Policy. OECD, Paris.

Keeney, R., 1982. Decision Analysis: An overview. *Operations Research*. 30(5), 803-838.

Lindblom, C. E., 1958. Tinbergen on Policy-Making. *The Journal of political economy*. 66(6), 531-538.

Majone, G., 1989. Evidence, Argument and Persuasion in the policy process, Yale University Press, New Haven and London.

Morthorst, P., 2001. Interactions of a tradable green certificate market with a tradable permits market. *Energy Policy* 29(5), 345-353.

OECD, 1997. Evaluating economic instruments for environmental policy. (ed. Smith and Vos). OECD, Paris.

OECD, 2001. Environmentally related taxes in OECD countries: issues and strategies. OECD, Paris.

OECD, 2003. Voluntary approaches for environmental policy: Effectiveness, efficiency and usage in policy mixes. OECD, Paris.

Oikonomou, V., Jepma, C.J., 2007. A framework on interactions of climate and energy policy instruments. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 1381-2386 (Print) 1573-1596 (Online).

Oikonomou, V., Jepma, C.J., 2006. A Qualitative Methodology on Analyzing Climate Change and Energy Policy Instruments. University of Groningen, Energy Delta Research Centre (EDReC), the Netherlands.

Oikonomou, V., Patel, M., 2004. An inventory of innovative policies and measures for energy efficiency. Phase I of the EU SAVE "White and Green" project, Copernicus Institute, Utrecht University, the Netherlands.

- Peterson, G., Brown, T., 1998. Economic Valuation by the method of paired comparison with emphasis on evaluation of the transitivity axiom. *Land Economics*. 74(2), 240–261.
- Reinaud, J., 2004. Industrial competitiveness under the European Emissions Trading Scheme.
- International Energy Agency information paper. Paris.
- Saaty, T.L., 1980. *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T.L., 1987. Concepts, theory, and techniques rank generation, preservation and reversal in the analytic hierarchy decision process. *Decision sciences*. 18, 157 – 177.
- Sijm, J., 2003. Interactions of the EU Emissions trading Directive with climate policy instruments in the Netherlands. ECN-C—03-096, the Netherlands.
- Sijm, J., van Drill, A.W.N., 2003. The interaction between the EU Emissions trading scheme and other energy policy instruments in the Netherlands. ECN-C—03-060, the Netherlands.
- Smith, S., 1999. The compatibility of tradable permits with other environmental policy instruments, *Implementing domestic tradable permits for environmental protection*. OECD, Paris.
- Sorrell, S., 2003. Interaction in EU Climate Policy INTERACT project, Project No. EVK2-CT-2000-0067.
- Strager, M., Rosenberger, R., 2006. Incorporating stakeholder preferences for land conservation: weights and measures in spatial MCA. *Ecological Economics*. 58, 79-92
- Tinbergen, J., 1952. *On the theory of economic policy*, North Holland Publishing, Amsterdam. Tinbergen, J., 1954. *Centralization and Decentralization in Economic Policy*, North-Holland Publishing, Amsterdam.
- Tversky, A., 1969. Intransitivity of Preferences. *Psychology Review*. 76, 31-38.
- M.A. Abo-Sinna, A.H. Amer, Extensions of TOPSIS for multi-objective large-scale nonlinear programming problems, *Applied Mathematics and Computation* 162 (2005) 243–256.
- C.T. Chen, Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets and Systems* 114 (2000) 1–9.
- S.J. Chen, C.L. Hwang, *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, 1992.

L. Duckstein, S. Opricovic, Multiobjective optimization in river basin development, *Water Resources Research* 16 (1) (1980) 14–20.

J.S. Dyer, P.C. Fishburn, R.E. Steuer, J. Wallenius, S. Zionts, Multiple criteria decision making, Multiattribute utility theory: The next ten years, *Management Science* 38 (5) (1992) 645–654.

C.L. Hwang, K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*, Springer, Berlin Heidelberg, 1981.

Y.J. Lai, T.Y. Liu, C.L. Hwang, TOPSIS for MODM, *European Journal of Operational Research* 76 (3) (1994) 486–500.

M. Zeleny, *Multiple Criteria Decision Making*, McGraw-Hil, New York, 1982.

Carbon Tax http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_tax

Energy Policy of the European Union
http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_policy_of_the_European_Union

European Union Emission Trading Scheme
http://en.wikipedia.org/wiki/EU_ETS

International Energy Association Databases:

Global Renewable Energy Policies and Measures

<http://www.iea.org/textbase/pm/grindex.aspx>

Energy Efficiency Policies and Measures

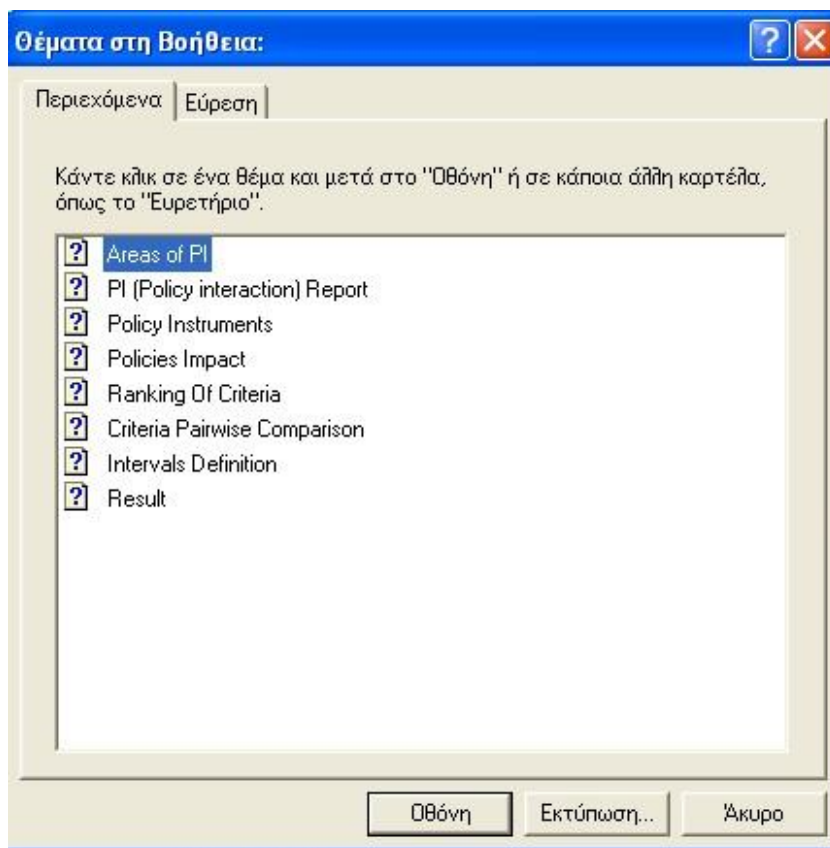
<http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=pm>

Addressing Climate Change Policies and Measures

http://www.iea.org/textbase/pm/index_clim.html

Παράρτημα I: Help File

Αναφέρθηκε πολλές φορές στην παρουσίαση η εμφάνιση του βοηθητικού κειμένου Help File με το πάτημα του πλήκτρου Help στις οθόνες που το περιλαμβάνουν. Αυτό το κείμενο περιέχει πληροφορίες για τις πολιτικές, τα κριτήρια, την αξιολόγηση και άλλα χρήσιμα δεδομένα για το χρήστη. Εδώ παρουσιάζεται όπως εμφανίζεται με το πάτημα του πλήκτρου Help στην οθόνη. Οι τίτλοι αντιστοιχούν στις οθόνες του προγράμματος και σε κάθε οθόνη προκύπτει η αντίστοιχη οθόνη του Help. Επίσης ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί μέσα από τα περιεχόμενα. Το βοηθητικό κείμενο δημιουργήθηκε σαν πρόγραμμα WinHelp, δηλαδή βοήθεια του λειτουργικού συστήματος Windows. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι όλα τα στοιχεία του βοηθητικού κειμένου έχουν αναλυθεί σε μεγαλύτερο βάθος και λεπτομέρεια σε όλα τα προηγούμενα κεφάλαια αυτού του κειμένου.



Areas of PI	
<p>ECPI Decision Support Tool includes the following characteristics of policy instruments:</p>	
Design characteristic	Description
Application	The option for a policy target group to participate or not in the instrument's objective accomplishment (Voluntary), or when no such option exist (Mandatory)
Level of targets	Level of target expressed in terms of High or Low stringency and ambition level
Energy	Targeting Primary sources of energy (e.g. oil, fossil fuels) leads to substitution effect between them and hence to cleaner production, while targeting Final energy use stimulates energy efficiency and reduction of energy use
Obligated entities	Entities that comprise the target group that undertakes the fulfilment of the target, distinguished in: Energy producers, energy intensive Industry, Energy suppliers, and End-users
Market flexibility for entities	The optional choice of excluding (Opt-out) or including (Opt-in) some entities in the course of time of the policy cycle. If opting for in or out, then flexibility is Yes, while in any other case is No
Linking commodities	Type of commodity generated and traded in a parallel to product market, distinguished in: EUA, WhC, TGC, emissions Allowance, CHP certificate. If both instruments include certificate mechanisms and a form of interchangeability between them is desired, then linking is Yes, while even only one does not, the linking is No
Commodity liquidity	For each commodity provisions for banking and borrowing titles for the next compliance period determine the extra liquidity in the market. If at least banking or borrowing, or both are allowed then liquidity is Yes, while in any other case is No
Cost recovery	The way that the target group recovers induced policy costs. There is Limited or Full cost recovery in the form of energy market tariffs and is determined by market structure and market's degree of liberalization
Technologies	Technologies addressed and eligible for the target fulfilment, distinguished in: Fossil fuel, RE, Nuclear, All technologies, Energy efficiency products
Additionality	Effect of policy if the target group would take actions independently of other policies and measures, and these investments would not have taken place in the absence of the specific policy. If additionality is required then Yes, while in case that all actions are eligible, then No

Αρχείο Επεξεργασία Σελιδοδείκτης Επιλογές Βοήθεια

Περιεχόμενα Ευρετήριο Πίσω Εξτύπωση << >>

PI (Policy interaction) Report

Initially each policy instrument addresses direct and indirect targets, which are reflected in sets of criteria and subcriteria that demonstrate their fulfilment or not. Criteria originate from various fields of human activity and their respective objectives, namely addressing energy, environment, and economy and they reflect direct targets. Subcriteria in general are purely descriptive and refer to indirect targets, while they are merely used as elements of understanding of the formulation of original criteria (i.e. parameters that influence the significance of primary criteria).

ECPI Decision Support Tool includes the following evaluation criteria of policy instruments:

Criterion	Explanation	Comments
Innovation Cycle	Innovation, Invention and Diffusion of new technologies can be enhanced through policy	A positive sign refers to an increase in innovation activity
Employment	New positions in sectors through policy	A positive sign refers to an increase in employment opportunities
Increase of environmental awareness	All economic actors become more environmental aware through policy	A positive sign refers to an increase in environmental awareness
Market competition	Compatibility with market liberalization and transparency that enhance competition through policy	A positive sign refers to an increase in market competition
Compliance costs	Direct costs for obligated parties that need to fulfil policy goals	A positive sign refers to a decrease in compliance costs
Security of supply	Non interruption and security of energy supply through policy	A positive sign refers to an increase in security of supply
Governmental revenues	Revenues generated through policy that can be redistributed for an environmental or other cause	A positive sign refers to an increase in governmental revenues
Reduction of GHG emissions	Reduction of emissions through policy, taking into account rebound effects, free riders and Baumol effects	A positive sign refers to an increase in reduction of GHG emissions
Administration costs	Costs required from public bodies for implementing a policy	A positive sign refers to a decrease in administration costs
Competitiveness	Effects on market prices (RE versus fossil fuel, CO ₂ , electricity, gas) due to policy	A positive sign refers to an increase in competitiveness (e.g. cheaper RE)
Transaction costs	Search, information, negotiation, approval, monitoring, insurance costs undertaken by obligated parties due to policy	A positive sign refers to a decrease in transaction costs
Reduction of energy intensity	Reduction of energy use as input for a given output in total economy due to policy	A positive sign refers to a decrease in energy intensity
Diffusion of existing technologies	Besides innovation, diffusion of existing efficient technologies in stock due to policy	A positive sign refers to an increase in diffusion of existing technologies
Business opportunities and trade	Enhancement of trade (national or international) and of investment opportunities (beyond the direct policy goals) due to policy	A positive sign refers to an increase in business opportunities and trade

Αρχείο Επεξεργασία Σελιδοδείκτης Επιλογές Βοήθεια Περιεχόμενα Ευρετήριο Πίσω Εγτύπωση << >>	
<h2>Policy Instruments</h2>	
<p>ECPI Decision Support Tool includes the following policy instruments:</p>	
Policy instrument	Description
Carbon tax	This tax can be imposed on an input of production (e.g. fossil fuels, oil). A carbon tax is an excise tax imposed on the carbon content of fossil fuels; therefore, it addresses directly CO ₂ emissions. This tax can drive emitters towards internalizing their negative externality and enable other more efficient or 'cleaner' technologies into penetrating in the energy market. It can be applied to Energy producers, Industry, and end-users.
Energy tax	Energy taxes are excise taxes aimed at both fossil fuels and carbon free sources of energy production (or consumption) with an exemption of renewable energy sources. They resemble more to sale taxes imposed on energy suppliers (or producers) and do not focus on CO ₂ emissions reduction, in fact they rather aim at fostering energy efficiency through increased costs in energy supply and consumption. It can be applied to Energy producers, Energy Suppliers, Industry, and end-users.
Subsidies (energy efficiency)	In the presence of energy taxes, energy efficiency actions are rewarded by a decrease in the tax basis that market parties are due to pay, in the form of an indirect subsidy. It can be applied to Energy producers, Energy Suppliers, Industry, and end-users.
Subsidies (feed-in for RE)	These subsidies are distributed to market parties that use or produce RE sources in their energy mix. A well known form of these subsidies is the feed-in tariffs that address specific RE technologies. They aim at paying back the financial burden incurred by employing more expensive RE technologies. They can be applied to Energy producers, Energy Suppliers, and end-users.
Subsidies (cleaner fossil fuels)	In the presence of carbon taxes, energy efficiency actions or use of 'cleaner' fossil fuels can lead to a decrease in the tax basis that market parties are due to pay (in the form of indirect subsidies). It can be applied to Energy Suppliers, Industry, and end-users.
Labelling (energy efficiency appliances)	This concerns the Energy Labelling Directive, the EU Energy Star programme and the proposed framework for Eco-design of End-use Equipment. In addition, in some countries eco-labelling schemes are used that include energy use to some extent. They can be applied to Industry.
Labelling (energy efficiency buildings)	It refers to national labelling schemes for buildings, where the energy label increases the awareness about the energy consumption of a building. The labelling standards can be either prescriptive (e.g. prescribing the maximum heat transmission through walls) or are performance-based (giving requirements for the overall energy performance of the building). In most cases, it is substituted by the Energy Performance Buildings Directive, unless if it targets at national specific building codes or improved energy efficiency in the built environment. It can be applied to Industry and end-users.
Technology standard	Standardisation is an instrument that is widely used in industry in order to ensure product quality and product and process safety. Possibly the most promising way of implementing standards in industry would be to prescribe minimum energy efficiency standards (or maximum energy levels) for horizontal technologies, especially for motors and drives. On the EU level, the Directive on Integrated Pollution Prevention and Control is a typical technology standard. They can be applied to Energy producers and Industry.
Voluntary agreements (energy efficiency)	There are four types of voluntary agreements: a) Unilateral commitments made by polluters (or energy intensive users), b) Private agreements between polluters and pollutees, c) Agreements negotiated between industry and public authorities on improving energy efficiency, d) Agreements developed by public authorities to which individual firms are invited to participate and decide on their energy efficiency improvement. Another distinction is between negotiated agreements and unilateral commitments by market players. The former are bilateral agreements between authorities and market players that have an obligatory character of fulfilling the obligations set. They can be applied to Energy producers, Energy Suppliers, and Industry.
Emission Trading (national schemes)	Emission trading refers to national schemes targeting at GHG emission reductions. They demand from participating sectors to improve their overall performance and reduce their GHG emissions, or purchase emission allowances. They are in principle not linked internationally, while they can be mandatory of voluntary. They can be applied to Energy producers, and Industry.
EU emissions trading scheme	The EU ETS is a mandatory cap and trade emissions trading scheme running for two periods (2005-2008 and 2008-2012). It applies to all EU member states and demands from energy producers and energy intensive industry sectors to reduce their GHG emissions, or purchase emission allowances for their non-covered emissions. It is applied to Energy producers, and Industry.
Tradable Green Certificates	In a green certificate system producers of green electricity receive a certificate for each pre-defined unit of electricity produced from renewable sources. Similar cases stand also for suppliers (where certificates represent the amount of RE supplied) and on end users (where certificates represent the amount of RE consumed). The mechanism of green certificates is based on targets for the share of renewable energy in the various Member States and on the tradability of certificates. It can be applied to Energy producers, Energy Suppliers, and end-users.
White Certificates	The concept is that energy suppliers or distributors must fulfil specific energy saving targets by implementing energy efficiency measures towards their clients within a specific timeframe. Energy suppliers or distributors that save more energy than their targets can sell these surplus energy efficiency equivalents in the form of TWC to suppliers/distributors that cannot fulfil their targets. It can be applied to Energy Suppliers.

Αρχείο Επεξεργασία Σελιδοδείκτης Επιλογές Βοήθεια

Περιεχόμενα Ευρετήριο Πίσω Εξτύπωση << >>

Policies Impact

Initially each policy instrument addresses direct and indirect targets, which are reflected in sets of criteria and subcriteria that demonstrate their fulfilment or not. Criteria originate from various fields of human activity and their respective objectives, namely addressing energy, environment, and economy and they reflect direct targets. Subcriteria in general are purely descriptive and refer to indirect targets, while they are merely used as elements of understanding of the formulation of original criteria (i.e. parameters that influence the significance of primary criteria).

ECPI Decision Support Tool includes the following evaluation criteria of policy instruments:

Criterion	Explanation	Comments
Innovation Cycle	Innovation, Invention and Diffusion of new technologies can be enhanced through policy	A positive sign refers to an increase in innovation activity
Employment	New positions in sectors through policy	A positive sign refers to an increase in employment opportunities
Increase of environmental awareness	All economic actors become more environmental aware through policy	A positive sign refers to an increase in environmental awareness
Market competition	Compatibility with market liberalization and transparency that enhance competition through policy	A positive sign refers to an increase in market competition
Compliance costs	Direct costs for obligated parties that need to fulfil policy goals	A positive sign refers to a decrease in compliance costs
Security of supply	Non interruption and security of energy	A positive sign refers to an increase in

Αρχείο Επεξεργασία Σελιδοδείκτης Επιλογές Βοήθεια

Περιεχόμενα Ευρετήριο Πίσω Εξτύπωση << >>

Ranking Of Criteria

Initially each policy instrument addresses direct and indirect targets, which are reflected in sets of criteria and subcriteria that demonstrate their fulfilment or not. Criteria originate from various fields of human activity and their respective objectives, namely addressing energy, environment, and economy and they reflect direct targets. Subcriteria in general are purely descriptive and refer to indirect targets, while they are merely used as elements of understanding of the formulation of original criteria (i.e. parameters that influence the significance of primary criteria).

ECPI Decision Support Tool includes the following evaluation criteria of policy instruments:

Criterion	Explanation	Comments
Innovation Cycle	Innovation, Invention and Diffusion of new technologies can be enhanced through policy	A positive sign refers to an increase in innovation activity
Employment	New positions in sectors through policy	A positive sign refers to an increase in employment opportunities
Increase of environmental awareness	All economic actors become more environmental aware through policy	A positive sign refers to an increase in environmental awareness
Market competition	Compatibility with market liberalization and transparency that enhance competition through policy	A positive sign refers to an increase in market competition
Compliance costs	Direct costs for obligated parties that need to fulfil policy goals	A positive sign refers to a decrease in compliance costs
Security of supply	Non interruption and security of energy	A positive sign refers to an increase in

Αρχείο Επεξεργασία Σελιδοδείκτης Επιλογές Βοήθεια

Περιεχόμενα Ευρετήριο Πίσω Εγτύπωση << >>

Criteria Pairwise Comparison

This phase consists of three steps. We ask you to express your preferences with a pairwise comparison of criteria. Please read carefully the instructions for each step below.

<p>Step 1 Please define with tick which criterion is more important than the other from each pair of criteria.</p>	<p>Step 2 Please express how much more important is the preferred criterion towards the other one (from equally preferred to very strongly preferred)</p>	<p>Step 3 If you want to change the default values for the degrees, please change them in the white boxes. Note that the ranges should be: Very strongly (0.1-0.2), Strongly (0.3-0.5), Moderately (0.6-0.7), Almost equally (0.9)</p>
---	--	---

Αρχείο Επεξεργασία Σελιδοδείκτης Επιλογές Βοήθεια

Περιεχόμενα Ευρετήριο Πίσω Εγτύπωση << >>

Intervals Definition

Initially each policy instrument addresses direct and indirect targets, which are reflected in sets of criteria and subcriteria that demonstrate their fulfilment or not. Criteria originate from various fields of human activity and their respective objectives, namely addressing energy, environment, and economy and they reflect direct targets. Subcriteria in general are purely descriptive and refer to indirect targets, while they are merely used as elements of understanding of the formulation of original criteria (i.e. parameters that influence the significance of primary criteria).

ECPI Decision Support Tool includes the following evaluation criteria of policy instruments:

Criterion	Explanation	Comments
Innovation Cycle	Innovation, Invention and Diffusion of new technologies can be enhanced through policy	A positive sign refers to an increase in innovation activity
Employment	New positions in sectors through policy	A positive sign refers to an increase in employment opportunities
Increase of environmental awareness	All economic actors become more environmental aware through policy	A positive sign refers to an increase in environmental awareness
Market competition	Compatibility with market liberalization and transparency that enhance competition through policy	A positive sign refers to an increase in market competition
Compliance costs	Direct costs for obligated parties that need to fulfil policy goals	A positive sign refers to a decrease in compliance costs
Security of supply	Non interruption and security of energy supply through policy	A positive sign refers to an increase in security of supply

Αρχείο Επεξεργασία Σελιδοδείκτης Επιλογές Βοήθεια

Περιεχόμενα Ευρετήριο Πίσω Εγτύπωση << >>

Result

After completion and definition of criteria values, the tool incorporates the weighting factors assigned to each criterion. Through multiplying these weighting factors with each criterion value we reproduce new 'weighted' values for these parameters, which reflect now policymakers' preferences. Adding up horizontally each series of weighted values, we come up with three aggregate relative values, representing respectively aggregated weighted sums. These sums function as an indicator in the ECPI tool that demonstrates the added value of integrating policy instruments.