



00140624

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ	
ΑΡ. ΕΠΙ.	40624
COMP.	26169 ή 22877
ΤΑΞΗ:	363. F ΓΛΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΓΧΟΣ

«ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΧΩΡΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ  
ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ»

Η εργασία υποβάλλεται για τη μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο  
την απόκτηση του διπλώματος  
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

από  
ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΕΩΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ: ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ και ΤΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ: ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΓΛΥΚΟΓΙΑΝΝΗ ANNA

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΔΑΝΑΗ ΔΙΑΚΟΥΛΑΚΗ



ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2002

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της εργασίας με θέμα «ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΧΩΡΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΟΥΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ», αποτελεί η κατάταξη 30 χωρών σε 4 κατηγορίες της μήτρας περιβαλλοντικής επίδοσης.

Στο πρώτο (1<sup>ο</sup>) κεφάλαιο το οποίο είναι και εισαγωγικό, αποσαφηνίζεται η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης, των δεικτών και της χρησιμότητάς τους. Στο δεύτερο (2<sup>ο</sup>) κεφάλαιο περιγράφονται τα μοντέλα περιβαλλοντικών δεικτών ευρωπαϊκών και διεθνών οργανισμών, καθώς και οι προσπάθειες που έχουν πραγματοποιηθεί για τη σύνθεση περιβαλλοντικών δεικτών από αντίστοιχους φορείς. Στο τρίτο (3<sup>ο</sup>) κεφάλαιο παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο στο οποίο βασίστηκε η παρούσα εργασία, δηλαδή περιγράφονται οι πολυκριτηριακές μέθοδοι ELECTRE-TRI και η ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ και η μέθοδος υπολογισμού αντικειμενικών συντελεστών βαρύτητας CRITIC. Στο τέταρτο (4<sup>ο</sup>) κεφάλαιο αναλύονται οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση και στο πέμπτο (5<sup>ο</sup>) παρατίθενται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής των δυο πολυκριτηριακών μεθόδων. Τέλος στο έκτο (6<sup>ο</sup>) και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της από την προσπάθεια κατάταξης των χωρών καθώς και γενικότερα συμπεράσματα που αφορούν τη χρησιμότητα της συγκριτικής αξιολόγησης των χωρών σχετικά με την περιβαλλοντική τους επίδοση.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	
2.1. Ανάπτυξη και χρήση δεικτών.....	7
2.2. Μεθοδολογία χρήσης δεικτών.....	10
2.3. Μοντέλα και τυπολογία δεικτών	
2.3.1. Μοντέλο PSR του ΟΟΣΑ.....	11
2.3.2. Μοντέλο DPSIR του ΕΟΠ.....	14
2.3.3. Τυπολογία των δεικτών του ΕΟΠ.....	18
2.3.4. Δείκτες του ΟΗΕ.....	21
2.3.5. Δείκτες της ΠΤ.....	23
2.4. Σύνθεση Δεικτών Αειφορίας	
2.4.1. Η αναγκαιότητα της σύνθεσης δεικτών.....	24
2.4.2. Δείκτες ΔΑΕ και ΔΠΕ.....	26
2.4.3. Κάρτες Περιβαλλοντικής Επίδοσης ΕΟΠ.....	32
2.4.4. Περιβαλλοντικό Βαρόμετρο.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	
3.1. Οι απαιτήσεις της ανάλυσης.....	38
3.2. Ανάπτυξη μεθοδολογικού πλαισίου	
3.2.1. Άξονες αξιολόγησης.....	41
3.3. Γενικά	
3.3.1. Ταξινόμηση μεθόδων.....	45
3.3.2. Προβληματική Πολυκριτηριακής Ανάλυσης.....	47
3.3.3. Κριτήρια και ψευδοκριτήρια.....	50
3.4. Η πολυκριτηριακή μέθοδος ταξινόμησης ELECTRE- TRI	
3.4.1. Γενική περιγραφή.....	54
3.4.2. Εφαρμογή της μεθόδου.....	57
3.5. Πολυκριτηριακή σύνθεση με βάση τη θεωρία της Χρησιμότητας	
3.5.1. Γενική περιγραφή.....	58
3.5.2. Ανά κριτήρια έκφρασης προτίμησης.....	60
3.5.3. Εφαρμογή της μεθόδου.....	64
3.6. Μέθοδος Critic.....	68
3.6.1 Γενική περιγραφή.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΧΩΡΩΝ ΣΤΟΥΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ	
4.1. Γενικά.....	75

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ

4.1. Γενικά.....	75
4.2. Δείκτες πίεσης.....	79
4.3. Δείκτες οικο- αποδοτικότητας/ απόκρισης.....	98

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

5.1. Αποτελέσματα μεθόδου Electre- tri.....	112
5.2. Αποτελέσματα συνάρτησης Χρησιμότητας.....	123

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	135
-------------------	-----

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

1. Δείκτες κλειδιά του ΟΟΣΑ
2. Δείκτες και αριθμός χωρών του ΔΠΕ
3. Η αντιφατικότητα της πληροφορίας
4. Δείκτες πίεσης, επιδόσεις και κατάταξη- Το παράδειγμα της Ελλάδας
5. Δείκτες απόκρισης επιδόσεις και κατάταξη- Το παράδειγμα της Ελλάδας
6. Οι χώρες που συμμετείχαν στη συγκριτική αξιολόγηση
7. Δείκτες πίεσης
8. Δείκτες απόκρισης
9. Κατάταξη χωρών σύμφωνα με τις επιδόσεις τους στους δείκτες πίεσης
10. Κατάταξη χωρών σύμφωνα με τις επιδόσεις τους στους δείκτες απόκρισης
- 11α. Παράμετροι ELECTRE- TRI- δείκτες απόκρισης
- 11β. Παράμετροι ELECTRE- TRI- δείκτες πίεσης
- 12 α. Αποτελέσματα ELECTRE- TRI, βασικό σενάριο- δείκτες πίεσης
- 12β. Αποτελέσματα ELECTRE- TRI, βασικό σενάριο- δείκτες απόκρισης
- 13 α. Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας ELECTRE- TRI, απαισιόδοξη κατάταξη- δείκτες πίεσης
- 13 β. Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας ELECTRE- TRI, απαισιόδοξη κατάταξη- δείκτες απόκρισης
- 13 γ. Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας ELECTRE- TRI, αισιόδοξη κατάταξη- δείκτες πίεσης
- 13 δ. Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας ELECTRE- TRI, απαισιόδοξη κατάταξη- δείκτες απόκρισης
14. Συνολικά αποτελέσματα ELECTRE- TRI
15. Συντελεστές βαρύτητας στα κριτήρια απόκρισης (CRITIC)
16. Συντελεστές βαρύτητας στα κριτήρια πίεσης (CRITIC)
17. Σύγκριση των αποτελεσμάτων των 2 μεθόδων

18 α. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ELECTRE- TRI

18 β. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

1. Το μοντέλο DPSIR για τη σύνταξη εκθέσεων περιβαλλοντικής επίδοσης
2. Δείκτες , εργαλεία και πληροφορία που προκύπτουν από το μοντέλο DPSIR
3. Δείκτες Πίεσης
4. Δείκτες Απόκρισης
5. Μήτρα Περιβαλλοντικών Επιδόσεων
- 6.1. α. Επιλογή
- 6.2. α. Κατάταξη
- 6.2. Απόλυτη Σύγκριση
- 6.3. Ψευδοκριτήρια
7. Μορφές καμπυλόγραμμων συναρτήσεων
8. Σιγμοειδής καμπύλη
9. Τα τρία είδη σιγμοειδών
10. Κατάταξη χωρών στη μήτρα Περιβαλλοντικών Επιδόσεων

### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

1. Υπολογισμός συνολικής επίδοσης στους δείκτες απόκρισης
2. Υπολογισμός συνολικής επίδοσης στους δείκτες πίεσης
3. Διασπορά επιδόσεων στους δείκτες πίεσης και απόκρισης
4. Απεικόνιση αποτελεσμάτων ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία αύξηση τόσο του αριθμού όσο και της έντασης των περιβαλλοντικών προβλημάτων αποτελεί γεγονός τις τελευταίες δεκαετίες. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα υφίστανται σε τοπικό, περιφερειακό και διεθνές επίπεδο. Η συνειδητοποίηση της σοβαρότητας των επιπτώσεων (π.χ. στη δημόσια υγεία), της υπέρβασης των ορίων αντοχής των οικοσυστημάτων, της μη ανιστρεψιμότητας τους και της απειλής που υφίσταται η ίδια η αναπτυξιακή διαδικασία, προέκυψε η ευαισθητοποίηση των τοπικών κοινοτήτων, η κινητοποίηση της διεθνούς κοινότητας και η ενεργοποίηση των εθνικών κυβερνήσεων.

Στα πλαίσια της δραστηριοποίησης των κοινοτήτων όλων των επιπέδων εμπίπτει και η διαμόρφωση συγκεκριμένης πολιτικής για την εξομάλυνση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Σημαντικό εργαλείο για τον σχεδιασμό της πολιτικής γενικότερα, αποτελούν οι δείκτες εφόσον κρίνεται απαραίτητη η παρακολούθηση της πορείας ενός προβλήματος.

Η αειφόρος ή αλλιώς βιώσιμη ανάπτυξη θα μπορούσε να οριστεί ως η ανάπτυξη στα πλαίσια της οποίας επιτυγχάνεται μεγιστοποίηση της ευημερίας των σημερινών γενεών που δεν οδηγεί σε μείωση της ευημερίας των επόμενων γενεών.

Η αναπτυξιακή αυτή οδός απαιτεί τη μείωση των αρνητικών εξωτερικών επιβαρύνσεων, οι οποίες ευθύνονται για την εξάντληση των φυσικών πόρων και την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Η αειφόρος ανάπτυξη επίσης απαιτεί τη διασφάλιση των δημοσίων εκείνων αγαθών που είναι απαραίτητα για την διατήρηση



της οικονομικής ανάπτυξης, όπως είναι εκείνα που παράγονται από τα οικοσυστήματα, ένα υγιές περιβάλλον καθώς και κοινωνική συνοχή. Η βιώσιμη ανάπτυξη επίσης τονίζει τη σημασία της ικανότητας αντιμετώπισης μελλοντικών κινδύνων, ακόμα και όταν η πιθανότητα εμφάνισής τους, το μέγεθος και οι επιπτώσεις τους δεν είναι σαφώς καθορισμένα. (ΟΟΣΑ, 2001)

Πέρα όμως από τον ορισμό αυτό, η αειφόρος ανάπτυξη χρησιμοποιείται πλέον ευρύτατα στο χώρο της πολιτικής. Έτσι, ενσωματώνεται στην έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης το ενδιαφέρον για την θεώρηση της έννοιας της ευημερίας του ανθρώπου, και για τον καθορισμό των στόχων της οικονομικής αποδοτικότητας, της κοινωνικής ανάπτυξης και της προστασίας του περιβάλλοντος. Στην έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης επίσης συνυπολογίζεται η σημασία του μακροχρόνιου υπολογισμού ή πρόβλεψης των επιπτώσεων των σημερινών ανθρωπίνων ενεργειών, και μια διεθνή συνεργασία μεταξύ των χωρών προκειμένου να υπάρξουν βιώσιμες λύσεις. Τα παραπάνω στοιχεία έκαναν τη βιώσιμη ανάπτυξη το στόχο – κλειδί για τη διαμόρφωση των εθνικών και τοπικών πολιτικών, καθώς και για τις διεθνείς σχέσεις των χωρών στον εικοστό πρώτο (21<sup>ο</sup>) αιώνα. (ΟΟΣΑ 2001)

Στη διαδικασία διαμόρφωσης και εφαρμογής των περιβαλλοντικών πολιτικών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η άρρηκτη και συνήθως αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της διαφύλαξης του φυσικού περιβάλλοντος.

Έτσι πρέπει η διαμόρφωση πολιτικών να στηρίζεται στη λογική της βιώσιμης ανάπτυξης, βάσει της οποίας είναι αναγκαία η αποσύνδεση της οικονομικής ανάπτυξης από την κατασπατάληση φυσικών πόρων και την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος.

Προκειμένου να υιοθετηθεί μια πλέον κατάλληλη και αποδοτική περιβαλλοντική πολιτική σε κάθε χώρα για κάθε ζήτημα που αφορά την περιβαλλοντική προστασία, απαιτείται αναλυτική και προσεκτική μελέτη όλων των συμβαλλόμενων παραμέτρων με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων, γνώση, εμπειρία και ορθολογική κρίση από τους εκάστοτε αποφασίζοντες.

Στα πλαίσια της διαμόρφωσης πολιτικής από τους αποφασίζοντες, θα πρέπει επίσης να συνυπολογίζεται το γεγονός ότι τα περιβαλλοντικά ζητήματα πρέπει να αξιολογούνται και συνεπώς να αντιμετωπίζονται τόσο σε τοπικό και εθνικό επίπεδο όσο και σε διεθνή κλίμακα.

Η διαμόρφωση μιας αποδοτικής τελικά περιβαλλοντικής πολιτικής δεν αποτελεί εύκολο έργο. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία για τον σχεδιασμό μιας περιβαλλοντικής πολιτικής αποτελεί η χρήση των δεικτών περιβαλλοντικής επίδοσης.

Οι δείκτες περιβαλλοντικής επίδοσης άρχισαν να αναπτύσσονται τις δυο τελευταίες δεκαετίες κατά τη διάρκεια των οποίων αποδείχθηκε και χρησιμότητά τους στο σχεδιασμό περιβαλλοντικής πολιτικής. Επίσης τα τελευταία χρόνια λαμβανομένη υπόψη της διεθνοποιημένης υφής των περιβαλλοντικών προβλημάτων και συνεπώς και της ανάγκης κοινής περιβαλλοντικής πολιτικής, γίνεται προσπάθεια σύγκρισης μεταξύ των χωρών σχετικά με τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις.

Τα πεδία χρήσης και αξιοποίησης των δεικτών είναι τα εξής:

- Η παροχή χρήσιμης πληροφορίας στους αποφασίζοντες ώστε να εντοπίσουν τα δυνατά και αδύναμα σημεία της εκάστοτε πολιτικής
- Η ενημέρωση των πολιτών
- Η καθοδήγηση προς τις σωστές πολιτικές αποφάσεις
- Η αξιολόγηση της επιτευχθείσας προόδου
- Η σύγκριση ή η ύπαρξη σημείου αναφοράς όσον αφορά επιχειρήσεις, τομείς και χώρες
- Η κοινοποίηση της κατάστασης και η προτροπή για βελτίωση (name & fame-name & shame)

Στο Συμβούλιο Κορυφής του Γκέτεμποργκ, τον Ιούνιο του 2001, οι κατευθύνσεις της Λισσαβόνας ολοκληρώνονται και διατυπώνεται πλέον η Ευρωπαϊκή Στρατηγική για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη με την σαφή προσθήκη και εξειδίκευση της περιβαλλοντικής διάστασης, ενώ επιβιβιώνεται η ανάγκη συστηματικής παρακολούθησης της προόδου των χωρών-μελών για την επίτευξη των στόχων της. Έτσι σε κάθε εαρινό Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα ελέγχεται η πορεία προς τη βιώσιμη ανάπτυξη των Κρατών- Μελών, καθώς επίσης γίνεται προσπάθεια σύνθεσης δεικτών ώστε να πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ αυτών. Στα πλαίσια της αυτής της προσπάθειας δημιουργήθηκε ο Πίνακας επιδόσεων των Κρατών Μελών, ο οποίος ουσιαστικά δεν αποτελεί σύνθεση δεικτών και θα αναλυθεί λεπτομερέστερα σε επόμενο κεφάλαιο. Επίσης έχουν ήδη πραγματοποιηθεί και κάποιες άλλες απόπειρες σύνθεσης δεικτών με σκοπό την ταξινόμηση των χωρών, όπως είναι ο Δείκτης Περιβαλλοντικών Επιδόσεων, το Περιβαλλοντικό Βαρόμετρο στις Φιλανδικές κοινωνότητες, που θα γίνει επίσης εκτενέστερη αναφορά παρακάτω.

Πώς μπορεί να πραγματοποιηθεί η σύνθεση των δεικτών και η σύγκριση των χωρών δεδομένης της πληθώρας των δεικτών και της αντιφατικότητας της πληροφορίας που αυτοί μεταφέρουν;

Σκοπός της σύγκρισης μεταξύ των χωρών είναι η απεικόνιση της τρέχουσας πραγματικότητας με τη μεγαλύτερη δυνατή αντικειμενικότητα και αξιοπιστία. Η έμφαση στην ποσοτική ή/ και ποιοτική απόδοση της προόδου ή της αδυναμίας κάποιων χωρών σε συγκεκριμένα περιβαλλοντικά ζητήματα συμβάλει ιδιαίτερα στην κατάλληλη προσαρμογή και διαφοροποίηση μιας κοινής πολιτικής για την επίλυση τους.

Στόχος της παρούσας εργασίας, η συγκριτική αξιολόγηση τριάντα χωρών- μελών του ΟΟΣΑ (Οικονομικός Οργανισμός για τη Συνεργασία και την Ανάπτυξη) χρησιμοποιώντας δείκτες περιβαλλοντικής επίδοσης και μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης. Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός κρίθηκε απαραίτητη η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου, το οποίο επιτρέπει:

- α) τη σύνθεση όσο το δυνατό περισσότερων δεικτών
- β) την αξιολογική ταξινόμηση των χωρών
- γ) την ανάδειξη των δυνατών και αδύνατων στοιχείων της περιβαλλοντικής επίδοσής τους

Επίσης η επιλογή των δεικτών αποτελεί προγενέστερο στάδιο και απαραίτητη προϋπόθεση για τη σύνθεση των δεικτών. Η επιλογή των δεικτών δεν αποτελεί εύκολη υπόθεση, δεδομένων των περιορισμών που τίθενται εξαιτίας της έλλειψης στοιχείων, της ανομοιογένειας των μονάδων μέτρησης από διάφορους οργανισμούς και της πληθώρας των δεικτών. Η επιλογή της μεθόδου πολυκριτηριακής ανάλυσης αποτέλεσε επίσης σημαντικό στάδιο για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν τις πιέσεις που ασκούνται στο περιβάλλον από τις εξεταζόμενες χώρες καθώς και την απόκριση τους για την μείωση της έντασης των προβλημάτων. Οι πολυκριτηριακές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγκριτική αξιολόγηση των επιλεγμένων χωρών είναι η



ELECTRE TRI η οποία ανήκει στην κατηγορία τεχνικών ανάλυσης σχέσεων υπεροχής και η UTILITY FUNCTION που ανήκει στην κατηγορία αναλυτική συνθετικής προσέγγισης.

Η δομή της παρούσας μελέτης έχει ως εξής:

- Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους περιβαλλοντικούς δείκτες και στους δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης, στη χρησιμότητα των δεικτών ως χρήσιμα εργαλεία για την διαμόρφωση βιώσιμης πολιτικής. Επίσης περιγράφονται τα μοντέλα περιβαλλοντικών δεικτών οργανισμών που εργάζονται στο εν λόγω αντικείμενο, καθώς και οι απόπειρες σύνθεσης περιβαλλοντικών δεικτών που έχουν πραγματοποιηθεί από αντίστοιχους φορείς.
- Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της εργασίας όσον αφορά την πολυκριτηριακή ανάλυση.
- Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τις επιδόσεις των χωρών στους επιλεγμένους περιβαλλοντικούς δείκτες.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των δυο πολυκριτηριακών μεθόδων.
- Και τέλος στο έκτο κεφάλαιο γίνεται η διεξαγωγή συμπερασμάτων με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

### 2.1. Ανάπτυξη και χρήση δεικτών

Στη διάρκεια των δυο τελευταίων δεκαετιών έχουν παραχθεί πλήθος μελετών, εκθέσεων και καταλόγων που αφορούν περιβαλλοντικούς δείκτες. Οι βασικότεροι φορείς που έχουν έργο να επιδείξουν στον εν λόγω τομέα είναι κυρίως διεθνείς και τοπικοί οργανισμοί. Ο ΟΟΣΑ υπήρξε πρωτοπόρος τόσο στην δημιουργία κατάλογων περιβαλλοντικών όσο και στον υπολογισμό τους. Επίσης η ΠΤ και ο ΟΗΕ έχουν επιτελέσει σημαντικό έργο, ενώ ο ΕΟΠ από το 1999 εκδίδει την ετήσια έκθεση δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συμπεριλαμβάνοντας στους υπολογισμούς των δεικτών και τις υπό ένταξη χώρες.

Η βασικότερη λειτουργία των δεικτών είναι η παροχή της δυνατότητας επικοινωνίας μέσω της ανταλλαγής πληροφορίας. Η θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος είναι ένα παράδειγμα ενός δείκτη που χρησιμοποιείται συχνά, καθώς παρέχει σημαντική πληροφορία για την φυσική κατάσταση του σώματος. Παρόμοια, οι περιβαλλοντικοί δείκτες παρέχουν πληροφορία για φαινόμενα τα οποία θεωρούνται βασικά ή/ και σημαντικά για την περιβαλλοντική ποιότητα.

Οι δείκτες χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια και είναι ευρέως διαδεδομένοι για την παρακολούθηση οικονομικών μεγεθών και κοινωνικών φαινομένων π.χ. το ΑΕΠ, το ποσοστό ανεργίας και το ποσοστό αύξησης του πληθυσμού ελέγχονται ευρέως. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ποσοτικοποίηση της προόδου σε σχέση με συγκεκριμένους στόχους ή απλώς για

την απεικόνιση μιας κατάστασης σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ταυτόχρονα αποτελούν επιβοηθητικό στοιχείο για την χάραξη μιας εθνικής στρατηγικής για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Προσδίδουν σημασία στα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη φύση τους. Με την λογική αυτή, διαφέρουν από τα πρωτογενή στοιχεία ή τις στατιστικές, ενώ ταυτόχρονα αποτελούν το συνδυαστικό κρίκο μεταξύ μιας λεπτομερούς βάσης δεδομένων και της ερμηνευμένης πληροφορίας.

Η αποτελεσματική επικοινωνία απαιτεί απλότητα. Οι δείκτες καλούνται πάντα να απλοποιούν μια περίπλοκη πραγματική κατάσταση. Επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες πτυχές οι οποίες θεωρούνται σχετικές με το εξεταζόμενο θέμα και για τις οποίες υπάρχει πληροφορία διαθέσιμη. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες συνδέουν τις πτυχές αυτές που θεωρούνται βασικές και σημαντικές για την αλληλοσυσχέτιση μεταξύ των έμβιων φυσικών ειδών και των αβιοτικών συστατικών του περιβαλλοντικού συστήματος (ΟΟΣΑ 2001).

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες χρησιμοποιούνται για δυο βασικούς σκοπούς:

- α) Για την υποστήριξη της διαδικασίας διαμόρφωσης πολιτικής
- β) Για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση πολιτών

Σχετικά με την διαμόρφωση πολιτικής, οι δείκτες συμβάλουν:

1. Στην παροχή πληροφορίας σχετικής με τα περιβαλλοντικά προβλήματα, προκειμένου να γίνει εφικτή από τους αποφασίζοντες η αξιολόγηση της σοβαρότητάς τους.
2. Στην υποστήριξη της βελτίωσης της πολιτικής και της υιοθέτησης προτεραιοτήτων, καθορίζοντας του παράγοντες κλειδιά που προκαλούν πιέσεις στο περιβάλλον.

### 3. Στον έλεγχο των αποτελεσμάτων των πολιτικών πρωτοβουλιών.

Επίσης η ενσωμάτωση των τομεακών πολιτικών στους περιβαλλοντικούς δείκτες είναι πολύ σημαντική, εφόσον παρακολουθείται η πορεία και των δυο συνιστωσών και κρίνεται η πρόοδος που επιτυγχάνεται στην προσπάθεια αποσύνδεσής τους. Αν οι τομεακές πολιτικές γίνουν περισσότερο βιώσιμες ως αποτέλεσμα θα υπάρξουν σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα του περιβάλλοντος και στην πρόοδο προς τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Επιπρόσθετα οι περιβαλλοντικοί δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δυναμικό εργαλείο για την ολοκληρωμένη και εμπειριστατωμένη ενημέρωση των πολιτών όσον αφορά τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Η παραγωγή και προαγωγή πληροφορίας σχετικά με τις κινητήριες δυνάμεις, τις επιπτώσεις και την πολιτική απόκριση, αποτελεί κοινή στρατηγική για την ενδυνάμωση της υποστήριξης των πολιτών για τα μέτρα που πρόκειται να ληφθούν.

Ανεξάρτητα από το στόχο τους οι περιβαλλοντικοί δείκτες θα πρέπει να πληρούν κάποιες βασικές προϋποθέσεις:

1. Θα πρέπει καταγράφουν την πρόοδο που συντελείται διαχρονικά και είναι απαραίτητο να συνδέονται με ζητήματα και ερωτήσεις πολιτικής, π.χ. οι δείκτες θα πρέπει να συνοδεύονται από επεξήγηση των λόγων που αναπτύχθηκαν.
2. Θα πρέπει να είναι λίγοι αριθμητικά και οι χρήστες τους θα πρέπει να συνηθίσουν στον τρόπο παρουσίασής τους και τη σημασία τους π.χ. επεξήγηση του μηνύματος που δίνουν και της σημασίας του.
3. Θα πρέπει να επιδιώκεται συνδέονται με επίσημους ή ανεπίσημους στόχους ή ακόμα και ενδεικτικές τιμές αναφοράς. Συνδεόμενοι με στόχους οι δείκτες

γίνονται εργαλεία διαχείρισης, ενώ ταυτόχρονα οι δράσεις των αποφασιζόντων και των εκτελεστών γίνονται μετρήσιμες.

## 2.2. Μεθοδολογία χρήσης δεικτών

Η μεθοδολογία που ακολουθείται στη χρήση των περιβαλλοντικών δεικτών έχει ως εξής:

1. Στην εισαγωγή αναφέρεται ο σκοπός χρήσης του δείκτη, η σχέση του με την διαμόρφωση πολιτικής την ποιότητα του περιβάλλοντος ή/ και τη βιώσιμη ανάπτυξη.
2. Στην συνέχεια γίνεται περιγραφή της μεθοδολογίας μέτρησης του δείκτη καθώς και κάποιες διευκρινήσεις σχετικά με το μοντέλο, το είδος της πληροφορίας και τον υπολογισμό του.
3. Επίσης γίνεται και κάποια εκτίμηση όσον αφορά τα στοιχεία που υπάρχουν σε εθνικό και διεθνές επίπεδο σχετικά με τον δείκτη.
4. Σχολιασμός της πληροφορίας που μεταφέρει ο δείκτης και
5. Τέλος προτείνονται πηγές για επιπρόσθετη μελέτη και πληροφορία σχετικά με το δείκτη και γίνονται αναφορές σε διάφορα άλλα σημεία επαφής.

Οι δείκτες αποτελούν εργαλείο, το οποίο μπορεί να υποδείξει την πορεία προς τη βιώσιμη ανάπτυξη και να καταδείξει αν οδηγούμαστε προς την σωστή κατεύθυνση ή όχι.



Οι αποφασίζοντες προκειμένου να οδηγηθούν στην κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης είναι απαραίτητο να έχουν στη διάθεσή τους πληροφορία. Η πληροφορία πρέπει να είναι διαθέσιμη για να απεικονίζει την τρέχουσα κατάσταση, να σκιαγραφεί τις υπάρχουσες τάσεις και να τονίζει τα σημεία (τους τομείς) όπου υπάρχουν πιέσεις. Επίσης η πληροφορία είναι απαραίτητη διότι δείχνει τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων και των πολιτικών που κατά καιρούς εφαρμόζονται. Οι αποφασίζοντες χρειάζονται κάποια ανατροφοδότηση (feedback) όσον αφορά τα αποτελέσματα των πολιτικών ώστε οι δράσεις τους να επιταχυνθούν ή να επιβραδυνθούν. Επίσης η πληροφορία είναι αναγκαία προκειμένου να αποσαφηνίζονται τα σημαντικά επιτεύγματα ή οι αποτυχίες σε τομείς που διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην πρόοδο.

Ο προσδιορισμός ενός κατάλληλου συνόλου δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης, τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών, δεν είναι εύκολος δεδομένου του εύρους των ζητημάτων που συνδέονται με την έννοια της αειφορίας. Αναπόφευκτα, δεν θα υπάρχουν διαθέσιμα όλα τα επιθυμητά δεδομένα και υπάρχει ο κίνδυνος να εκτιμάμε ότι είναι ευκολότερο προς εκτίμηση παρά ότι είναι σημαντικό. Αυτό πρέπει να αποφεύγεται, αν επιθυμούμε να αναπτύξουμε ισχυρούς δείκτες που θα παρέχουν ακριβείς ενδείξεις. Έχει μεγαλύτερη σημασία να είναι κατά προσέγγιση σωστοί (με ελλειπείς δείκτες για κάποια θέματα) παρά εσφαλμένα με ακρίβεια (με πλήρεις δείκτες για εξελίξεις μικρής σημασίας).

## **2.3. Μοντέλα και τυπολογία δεικτών**

### **2.3.1. Δείκτες PSR του ΟΟΣΑ**

Το μοντέλο που χρησιμοποιεί ο ΟΟΣΑ για την ταξινόμηση των περιβαλλοντικών δεικτών είναι το PSR (Pressure- State- Response), αποτελεί τη βάση για το μοντέλο DPSIR του ΕΟΠ το οποίο περιγράφεται παρακάτω. Ο ΟΟΣΑ, με την υποστήριξη



των κρατών- μελών του, υπήρξε πρωτοπόρος για μακρύ χρονικό διάστημα στο πεδίο των περιβαλλοντικών δεικτών με την ανάπτυξη και την έκδοση του πρώτου καταλόγου περιβαλλοντικών δεικτών και την χρήση του σε εθνικές εκθέσεις περιβάλλοντος.

Κατά την διάρκεια της δεκαετίας του '90, δόθηκε μεγάλη σημασία στους περιβαλλοντικούς δείκτες και χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε πολλές χώρες του ΟΟΣΑ.

Η αυξανόμενη χρήση δεικτών για την παρακολούθηση της κατάστασης του περιβάλλοντος και τη διαμόρφωση πολιτικής, αποδείχθηκε ότι αποτελεί πολύ χρήσιμο εργαλείο. Κατά συνέπεια σημειώνεται ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για ένα μειωμένο αριθμό κατάλληλων δεικτών που επελέγησαν από μεγαλύτερους καταλόγους, με σκοπό την ενημέρωση της κοινωνίας των πολιτών και την ευρύτερη επικοινωνία με το κοινό.

Προκειμένου να ικανοποιηθεί η απαίτηση αυτή, ο ΟΟΣΑ καθιέρωσε μια σύντομη λίστα περιβαλλοντικών δεικτών- κλειδιά, η οποία βασίστηκε σε παρελθοντική δουλειά και σε ήδη επιτευχθείσα ομοφωνία. Προέρχονται από τον κατάλογο κεντρικών δεικτών (Core set of environmental indicators) των εκδόσεων 1991, 94, 98, 2001, και από τα αποτελέσματα της συνόδου του ΟΟΣΑ στη Ρώμη το Δεκέμβριο του 1999, όπου πραγματοποιήθηκε συζήτηση για την εν λόγω λίστα δεικτών.

Προκειμένου για την επιλογή των δεικτών- κλειδιά ελήφθησαν υπόψη τα εξής κριτήρια:

- Η συσχέτισή τους με την πολιτική σύμφωνα με τις κυριότερες προκλήσεις της επόμενης δεκαετίας. Πιο συγκεκριμένα, οι δείκτες σχετίζονται τόσο με ζητήματα

πολιτικής όσο και με φυσικούς πόρους και αποθέματα, ενώ δείκτες περιγραφής των τομεακών τάσεων δεν συμπεριλαμβάνονται.

- Το αναλυτικό τους σθένος
- Την δυνατότητα ποσοτικοποίησής τους. Τα απαραίτητα στοιχεία σε χρονοσειρές υπάρχουν σχεδόν για όλες τις χώρες του ΟΟΣΑ. Στην περίπτωση που γίνονται ή πρόκειται να γίνουν βελτιώσεις όσον αφορά την πληρότητα των στοιχείων ή την ανάπτυξη νέων μεθοδολογιών, προτείνονται ενδιάμεσοι δείκτες.

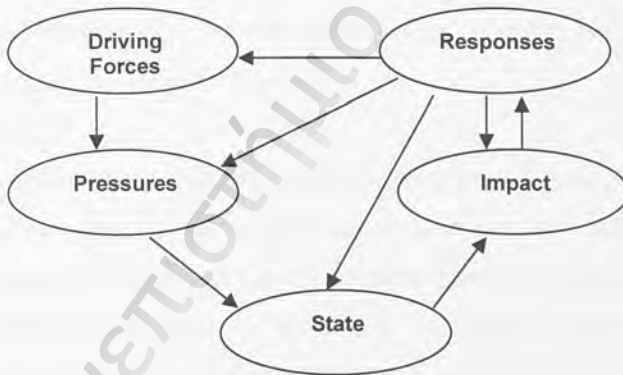
<b>ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ</b>	<b>ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ</b>
<i>Κλιματική αλλαγή</i>	<b>1.</b> Ένταση εκπομπών CO <sub>2</sub>
<i>Η στιβάδα του όζοντος</i>	<b>2.</b> Δείκτες φαινόμενης κατανάλωσης ουσιών που προκαλούν μείωση της στιβάδας του όζοντος (ODS- Ozone Depleting Substances)
<i>Ποιότητα ατμόσφαιρας</i>	<b>3.</b> Ένταση εκπομπών SO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub>
<i>Παραγωγή αποβλήτων</i>	<b>4.</b> Ένταση παραγωγής αστικών απορριμμάτων
<i>Ποιότητα νερού</i>	<b>5.</b> % Πληθυσμού που εξυπηρετείται από βιολογικούς καθαρισμούς
<b>ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ</b>	<b>ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ</b>
<i>Αποθέματα νερού</i>	<b>6.</b> Ένταση χρήσης των υδάτινων αποθεμάτων
<i>Δασικά αποθέματα</i>	<b>7.</b> Ένταση χρήσης των δασικών αποθεμάτων
<i>Ιχθυαποθέματα</i>	<b>8.</b> Ένταση χρήσης των ιχθυαποθεμάτων
<i>Ενεργειακά αποθέματα</i>	<b>9.</b> Ένταση της χρήσης ενέργειας
<i>Βιοπαικτικότητα</i>	<b>10.</b> Απειλούμενα είδη

ΠΙΝΑΚΑΣ 1- Δείκτες- κλειδιά του ΟΟΣΑ (2001)

### 2.3.2 Μοντέλο DPSIR του ΕΟΠ

Ο ΕΟΠ από το 1999, άρχισε να εκδίδει ετήσιες εκθέσεις δεικτών αειφορίας (Environmental Signals), πραγματοποιώντας έτσι σημαντική προσπάθεια για τη δημιουργία ενός σημείου αναφοράς, καταγράφοντας τις εξελίξεις, παρακολουθώντας την πρόοδο και την απόσταση από τους στόχους της βιωσιμότητας. Το μοντέλο DPSIR βασίστηκε στο μοντέλο PSR του ΟΟΣΑ, το οποίο περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Μέχρι σήμερα, οι περισσότερες εκθέσεις περιβαλλοντικών δεικτών περιλαμβάνουν ομάδες δεικτών που περιέχουν φυσικές, βιολογικές ή χημικές παραμέτρους. Γενικά, απεικονίζουν μια αναλυτική προσέγγιση των σχέσεων μεταξύ του περιβαλλοντικού και του ανθρώπινου συστήματος (σχ. 1).



Σχήμα 1. Το μοντέλο DPSIR για τη σύνταξη περιβαλλοντικών εκθέσεων

**D:** Οι δείκτες που αφορούν τις Κινητήριες Δυνάμεις (driving forces) περιγράφουν την κοινωνική, δημογραφική και οικονομική ανάπτυξη των κοινωνιών και τις ανάλογες αλλαγές στον τρόπο ζωής, σε όλα τα επίπεδα κατανάλωσης και παραγωγής. Οι πρωταρχικές Κινητήριες δυνάμεις είναι η πληθυσμιακή αύξηση και η ανάπτυξη των αναγκών και των δραστηριοτήτων των ατόμων.

**P:** Οι δείκτες Πίεσης (pressure) περιγράφουν την εξέλιξη των διαφόρων εκπομπών, τους φυσικούς και βιολογικούς παράγοντες, τη χρήση των φυσικών πόρων και της γης. Οι πιέσεις προέρχονται από την κοινωνία, μεταφέρονται και μετεξελίσσονται σε διάφορες φυσικές διαδικασίες και τελικά εμφανίζονται ως αλλαγές στην κατάσταση του περιβάλλοντος.

**S:** Οι δείκτες Κατάστασης (state) περιγράφουν την ποιότητα και την ποσότητα των φυσικών φαινομένων (π.χ. θερμοκρασία), των βιολογικών φαινομένων (π.χ. ιχθυοπαθήματα) και των χημικών φαινομένων (π.χ. συγκεντρώσεις ατμοσφαιρικού CO<sub>2</sub>) σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

**I:** Οι δείκτες Επιπτώσεων (impacts) μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε συγκεκριμένες περιπτώσεις στις οποίες οι συνέπειες είναι εμφανείς και τεκμηριωμένες. Για παράδειγμα η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να προκαλέσει θέρμανση του πλανήτη (πρωτογενές αποτέλεσμα), στη συνέχεια θα υπάρξει πιθανόν αύξηση της θερμοκρασίας (δευτερογενές αποτέλεσμα) και άνοδος του επιπέδου της επιφάνειας της θάλασσας (τριτογενές αποτέλεσμα) και τελικά να οδηγήσει στην εξαφάνιση κάποιων ειδών και να μειωθεί η βιοποικιλότητα.

**R:** Οι δείκτες της Απόκρισης (Response), αναφέρονται στην απόκριση ομάδων και ατόμων στην κοινωνία, καθώς και στις προσπάθειες της κυβέρνησης για πρόληψη,



αποκατάσταση και βελτίωση των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον ή την υιοθέτηση αλλαγών.

Σύμφωνα με το παρόν μοντέλο ανάλυσης, η οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη ασκούν Πιέσεις (Pressures) στο περιβάλλον, πράγμα που συνεπάγεται αλλαγές στην Κατάσταση (State) του περιβάλλοντος, όπως είναι η ποιότητα των οικοσυστημάτων, η διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων και η βιοποικιλότητα.

Οι μεταβολές στην κατάσταση του περιβάλλοντος οδηγούν στη δημιουργία Επιπτώσεων (Impacts) στην ανθρώπινη υγεία, στα οικοσυστήματα και στα υλικά. για τη πρόληψη και τη μείωση των μεταβολών στην κατάσταση του περιβάλλοντος και των πιέσεων είναι αναγκαία η αντίδραση (Response) των ανθρώπινων κοινωνιών, η οποία ανατροφοδοτεί τις Κινητήριες δυνάμεις (Driving Forces), ή την Κατάσταση ή τις Επιπτώσεις απευθείας, μέσω της πραγματοποίησης τους.

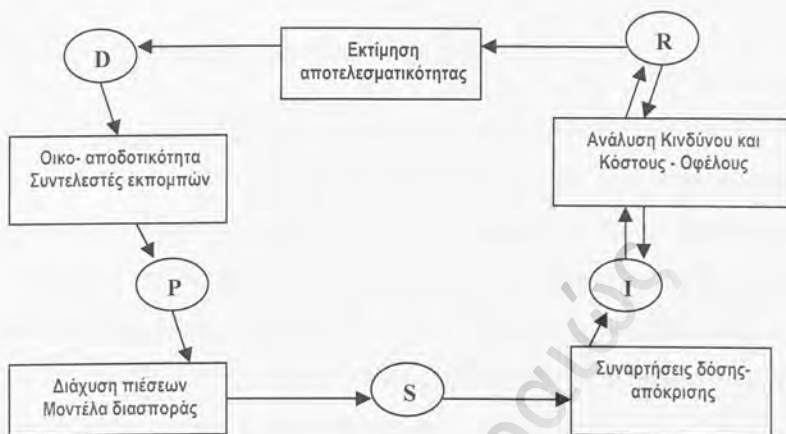
Προφανώς, η πραγματικότητα εξαιτίας της έντονης πολυπλοκότητάς της, δεν μπορεί να αποδοθεί επακριβώς από τις απλές σχέσεις αιτίου- αιτιατού στις αναλύσεις συστημάτων. Υπάρχουν αυθαιρεσίες στον διαχωρισμό μεταξύ του περιβαλλοντικού και του ανθρώπινου συστήματος και επιπλέον, πολλές από τις σχέσεις μεταξύ των δυο συστημάτων δεν έχουν γίνει επαρκώς κατανοητές ή είναι δύσκολο να αποδοθούν στο πλαίσιο ενός απλού μοντέλου. Παρόλα αυτά, από τη σκοπιά της πολιτικής, κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη σαφούς και συγκεκριμένης πληροφορίας όσον αφορά:

1. τις Κινητήριες Δυνάμεις
2. τις επερχόμενες περιβαλλοντικές Πιέσεις πάνω
3. στην Κατάσταση του Περιβάλλοντος και



4. τις Επιπτώσεις που απορρέουν από τις αλλαγές στην ποιότητα του περιβάλλοντος και
5. την Απόκριση των κοινωνιών σχετικά με τις αλλαγές αυτές.

Προκειμένου να ικανοποιηθεί η ανάγκη για πληροφορία, οι περιβαλλοντικοί δείκτες θα πρέπει να περιλαμβάνουν και να εκφράζουν όλα τα στοιχεία της αιτιολογικής αλυσίδας που συσχετίζουν τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους και τις κοινωνικές ευθύνες που πηγάζουν από τις επιπτώσεις αυτές. Η χρησιμότητα του μοντέλου DPSIR έγκειται στη δυνατότητα περιγραφής των σχέσεων μεταξύ της αρχικής αιτίας και των επιπτώσεων των περιβαλλοντικών προβλημάτων, αλλά προκειμένου να γίνουν κατανοητές και οι δυναμικές του, πρέπει να δοθεί έμφαση στους συνδετικούς κρίκους μεταξύ των στοιχείων του μοντέλου. Για παράδειγμα, η σχέση μεταξύ των Κινητήριων Δυνάμεων και των Πιέσεων από τις οικονομικές δραστηριότητες αφορά την οικο- αποδοτικότητα της τεχνολογίας. Η οικο-αποδοτικότητα βελτιώνεται όταν λιγότερες Πιέσεις προέρχονται από περισσότερες Κινητήριες Δυνάμεις. Ομοίως, η σχέση μεταξύ των Επιπτώσεων στους ανθρώπους ή/ και στα οικοσυστήματα και της Κατάστασης του περιβάλλοντος εξαρτάται από την ικανότητα αφομοίωσης των μεταβολών και τα κατώφλια του οικοσυστήματος. Οι κοινωνικές Ευθύνες που προκύπτουν από τις Επιπτώσεις εξαρτώνται από το πώς γίνονται αντιληπτές οι επιπτώσεις αυτές και πώς αξιολογούνται. Επίσης, τα αποτελέσματα από την προώθηση Αντιδράσεων στις Κινητήριες Δυνάμεις εξαρτώνται από τον τρόπο εφαρμογής και την αποτελεσματικότητα των λαμβανόμενων μέτρων (σχ.2).



Σχήμα 2. Δείκτες εργαλεία και πληροφορία που προκύπτουν από το μοντέλο DPSIR

### 2.3.3 Τυπολογία των δεικτών του ΕΟΠ

Εκτός από τη διάκριση που στηρίζεται στο μοντέλο DPSIR, ο ΕΟΠ προχώρησε και σε μια περαιτέρω ταξινόμηση των δεικτών με βάση τα ερωτήματα στα οποία κάθε δείκτης απαντά. Έτσι οι δείκτες του ΕΟΠ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις ομάδες οι οποίες αντιστοιχούν στις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Τι συμβαίνει στο φυσικό περιβάλλον και στον άνθρωπο; (Ομάδα Α- Περιγραφικοί Δείκτες)
- Ποια η σημασία; (Ομάδα Β- Δείκτες Επίδοσης)
- Βελτιωνόμαστε; (Ομάδα Γ- Δείκτες Αποδοτικότητας)
- Βελτιωνόμαστε συνολικά; (Ομάδα Δ- Δείκτες συνολικής Ευημερίας)

## **ΟΜΑΔΑ Α- ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (Descriptive)**

Οι περιγραφικοί δείκτες εκφράζουν την εξέλιξη των μεταβλητών αλλά δεν συνδέονται με συγκεκριμένους στόχους πολιτικής. Ποιοτικοί στόχοι για τους περιγραφικούς δείκτες μπορεί βέβαια να περιλαμβάνονται σε εκθέσεις για την κατάσταση του περιβάλλοντος. Οι περιγραφικοί δείκτες μπορεί να αναφέρονται σε ένα μεγάλο πλήθος περιβαλλοντικών προβλημάτων και να αφορούν οποιαδήποτε από τις κατηγορίες DPSIR. Επίσης, μπορούν να είναι απλοί δηλαδή να αναφέρονται σε μια μεταβλητή όπως είναι π.χ. η ενεργειακή κατανάλωση.

Μερικά παραδείγματα περιγραφικών δεικτών είναι:

- Αριθμός επιβατικών αυτοκινήτων
- Ευτροφισμός λιμνών
- Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα
- Αριθμός πτηνών που έχουν μολυνθεί από πετρελαιοκηλίδες

## **ΟΜΑΔΑ Β- ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ (Performance)**

Οι δείκτες επίδοσης αντίθετα με τους περιγραφικούς, περιλαμβάνουν ή συνδέονται με ποσοτικούς στόχους. Επίσης οι δείκτες επίδοσης συγκρίνουν την παρούσα πραγματική κατάσταση με κάποια άλλη κατάσταση αναφοράς. Μετρούν την απόσταση μεταξύ της τρέχουσας περιβαλλοντικής κατάστασης και της επιθυμητής

(στόχος). Οι δείκτες επίδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση των αλλαγών στις περιβαλλοντικές πιέσεις ή την κατάσταση του περιβάλλοντος.

Οι περισσότερες χώρες και διεθνείς οργανισμοί μετρούν με τους δείκτες επίδοσης την πρόοδό τους σχετικά με κάποιους περιβαλλοντικούς στόχους όπως είναι για παράδειγμα:

- Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και οι στόχοι για μείωση εκπομπών που έχουν τεθεί από το πρωτόκολλο του Κιότο.
- Οι μεταβολές στο ποσοστό νιτρικών και φωσφορικών στα νερά σε σχέση με τους αντίστοιχους στόχους.

#### **ΟΜΑΔΑ Γ- ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (Efficiency)**

Οι δείκτες αποδοτικότητας προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο μια κοινωνία ή ένας τομέας της οικονομίας χρησιμοποιεί τους διαθέσιμους πόρους συνδέοντας τις εισροές ή τα απόβλητα μιας δραστηριότητας με τις εκροές ή το επιτυγχανόμενο αποτέλεσμα.

Έτσι η περιβαλλοντική αποδοτικότητα ενός έθνους μπορεί να αποδοθεί σε όρους επιπέδων εκπομπών και αποβλήτων ανά μονάδα του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ). Η ενεργειακή αποδοτικότητα των αυτοκινήτων μπορεί να περιγραφεί ως η ποσότητα του καταναλισκόμενου καυσίμου ανά άτομο και ανά διανυόμενο χιλιόμετρο. Εκτός από του δείκτες αποδοτικότητας μιας μεταβλητής έχουν παραχθεί και αθροιστικοί.

Χαρακτηριστικοί δείκτες αποδοτικότητας είναι:

- Ενεργειακή κατανάλωση στις επιβατομεταφορές ανά επιβατοχιλιόμετρο.



- Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά μονάδα ΑΕΠ κλπ.

#### **ΟΜΑΔΑ Δ- ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΥΗΜΕΡΙΑΣ (Total welfare)**

Οι δείκτες αυτοί μετρούν τη συνολική βιωσιμότητα μιας κοινωνίας επιχειρώντας να προσδιορίσουν ένα είδος «Πράσινου ΑΕΠ». Ένας δείκτης που ανήκει στην κατηγορία αυτή είναι ο Δείκτης Βιώσιμης Οικονομικής Ευημερίας (ISEW- Index of Sustainable Economic Welfare). Οι δείκτες της συνολικής ευημερίας δεν αποτελούν ακόμα όμως αντικείμενο εργασίας της ΕΟΠ, οπότε δεν θα αναφερθούμε περαιτέρω.

(8)

#### **2.3.4. Δείκτες του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ)**

Ο ΟΗΕ έχει δημιουργήσει ένα αναλυτικό πλαίσιο, του οποίου η χρησιμότητά έγκειται στη οργάνωση του συνόλου των δεικτών. Έτσι για τους οικονομικούς δείκτες, το σύστημα των Εθνικών Λογαριασμών αποτελεί ένα παράδειγμα μοντέλου, το οποίο βασίζεται θεωρητικά στο οικονομικό σύστημα, και επικεντρώνεται γενικά σε αποδεκτές έννοιες, ορισμούς και κατηγοριοποιήσεις. Παρόμοιο και γενικά αποδεκτό και αναλυτικό μοντέλο δεν υπάρχει για τους δείκτες που αφορούν τη βιώσιμη ανάπτυξη. Παρόλα αυτά έχει επιλεγεί ένα μοντέλο του τύπου Κινητήριες Δυνάμεις- Κατάσταση Περιβάλλοντος- Αντιδράσεις (DSR- Driving Forces- State- Responses).

Το μοντέλο DSR υιοθετήθηκε από τον ΟΗΕ με βάση το ευρύτερα αποδεκτό μοντέλο Πιέσεις- Κατάσταση Περιβάλλοντος- Αντιδράσεις (PSR, Pressure- State- Response) που αφορά περιβαλλοντικούς δείκτες. Στο μοντέλο DSR, ο όρος Πίεση έχει αντικατασταθεί από τις Κινητήριες Δυνάμεις προκειμένου να αποδοθούν με

μεγαλύτερη ακρίβεια οι κοινωνικοί, οικονομικοί και οι θεσμικοί δείκτες. Η χρήση του όρου Κινητήριες Δυνάμεις αφήνει ανοιχτό το ενδεχόμενο, οι επιπτώσεις στη βιώσιμη ανάπτυξη να είναι θετικές ή αρνητικές.

Το μοντέλο DSR αποτελεί ουσιαστικά μια μήτρα που ενσωματώνει τρία είδη δεικτών οριζόντια και διαφορετικές διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης κάθετα. Οι δείκτες Κινητήριες Δυνάμεις συμπεριλαμβάνουν τις ανθρώπινες δραστηριότητες, τις διεργασίες και τα πρότυπα που επηρεάζουν τη διαδικασία της βιώσιμης ανάπτυξης.

Οι δείκτες που αφορούν την Κατάσταση του Περιβάλλοντος αναφέρονται στην επίτευξη ή μη της βιώσιμης ανάπτυξης και οι δείκτες που αφορούν τις Αντιδράσεις τονίζουν πολιτικές επιλογές και άλλου είδους αντιδράσεις σχετικά με την προσπάθεια πραγμάτωσης της βιώσιμης ανάπτυξης.

Το μοντέλο DSR αποτελεί επίσης μια σύμπτυξη- παραλλαγή του μοντέλου DPSIR της ΕΕΑ. Η ακριβής συσχέτιση των δεικτών με το μοντέλο DSR δεν αποτέλεσε κριτήριο για την επιλογή τους.

Η χρήση του μοντέλου DSR δεν συνεπάγεται απαραίτητα ότι μπορεί μέσω αυτού να καθοριστούν σχέσεις αιτίου- αποτελέσματος μεταξύ των δεικτών που αφορούν τις Κινητήριες Δυνάμεις, την Κατάσταση του Περιβάλλοντος και τις Αντιδράσεις. Επίσης το μοντέλο θα πρέπει να θεωρείται ως μια μέθοδος κατηγοριοποίησης των δεικτών προκειμένου να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των παραγωγών και χρηστών του μοντέλου. Παρόλα αυτά, εφόσον συλλέγονται και αναλύονται χρονοσειρές στοιχείων για τους δείκτες αυτούς, πρότυπα και σχέσεις μπορεί να προκύψουν τονίζοντας συσχετίσεις και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δεικτών. Η εμπειρία επίσης μπορεί να αποδείξει ότι κάποιοι δείκτες δεν δίνουν την επιθυμητή πληροφορία όσον αφορά την βιώσιμη ανάπτυξη και συνεπώς δεν έχουν χρησιμότητα και το αντίθετο.

### 2.3.5. Δείκτες της Παγκόσμιας Τράπεζας (ΠΤ)

Η ΠΤ δεν κατηγοριοποιεί του δείκτες με βάση κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο όπως ο ΕΟΠ, ο ΟΟΣΑ, ή ο ΟΗΕ αλλά παραθέτει ένα κατάλογο δεικτών και ταξινομεί τους δείκτες με βάση τις θεματικές ενότητες που αφορούν.

Οι βασικότερες θεματικές ενότητες σύμφωνα με τις οποίες είναι ταξινομημένοι οι δείκτες στην ΠΤ είναι οι παρακάτω:

- Πληθυσμός και Δημογραφία
- Εργατικό δυναμικό και απασχόληση
- Φτώχεια και κατανομή του εισοδήματος
- Εκπαίδευση
- Υγεία
- Περιβάλλον
- Οικονομία
- Αγορές
- Διεθνείς σύνδεσμοι πληροφοριών

Όσον αφορά την κατηγορία Περιβάλλον, αυτή διασπάται στις ακόλουθες υποκατηγορίες:

- Χρήσεις γης και αγροτική παραγωγή
- Παραγωγή και χρήση ενέργειας
- Αστικοποίηση

- Εκπομπές
- Αντίστοιχοι αντισταθμιστικοί παράγοντες

Επίσης σύμφωνα με το Little Green Data Book 2001, από το οποίο χρησιμοποιήθηκαν ήδη υπολογισμένοι δείκτες και στοιχεία στο υπολογιστικό μέρος της παρούσης εργασίας, έχουν ταξινομηθεί οι δείκτες που αφορούν το πρόγραμμα δράσης για την περιβαλλοντική στρατηγική/ στις εξής κατηγορίες:

- Γεωργία
- Δάση
- Βιοποικιλότητα
- Ενέργεια
- Εκπομπές και ρύπανση
- Ποσότητα - χρήση νερού και υγιεινή
- Αθροιστικοί Εθνικοί Λογαριασμοί

## **2.4. Σύνθεση δεικτών αειφορίας**

### **2.4.1. Η αναγκαιότητα της σύνθεσης δεικτών**

Γενικά, εφόσον οι δείκτες που αφορούν τις τρεις συνιστώσες της βιώσιμης ανάπτυξης έχουν αναπτυχθεί επαρκώς, η επόμενη προσέγγιση θα μπορούσε να αποτελεί την επιλογή κάποιων ομάδων δεικτών σχετικών με τις συνιστώσες αυτές, προκειμένου να εκτιμηθεί η πορεία προς την αειφορία. Κάθε δείκτης παρέχει συνήθως ένα πολύ μικρό κομμάτι πληροφορίας σχετικά με ένα περιβαλλοντικό ζήτημα. Επιπλέον κάθε χώρα εμφανίζει διαφορετικές επιδόσεις σε επιμέρους δείκτες ανάλογα με τις πολιτικές που έχει προωθήσει και την αποτελεσματικότητά τους, τα κλιματολογικά ή γεωμορφολογία χαρακτηριστικά, καθώς και ανάλογα με το επίπεδο και τις κατευθύνσεις της αναπτυξιακής διαδικασίας.



Εξαιτίας λοιπόν της πληθώρας των δεικτών και της αντιφατικότητας της πληροφορίας που αυτοί μεταφέρουν, δημιουργείται η ανάγκη για πιο σφαιρική και συμπυκνωμένη πληροφόρηση ως προς τις περιβαλλοντικές επιδόσεις. Προκειμένου λοιπόν να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να γίνει σύνθεση των δεικτών αειφορίας, η οποία αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη στις διακρατικές συγκρίσεις. Η σύνθεση των δεικτών και η ύστερη αξιολόγηση των χωρών, αποτελεί σημαντικό βήμα για τη σύγκριση μεταξύ τους. Οι συγκρίσεις των χωρών παράγουν αξιολογητή πληροφορία, τη χρησιμότητα της οποίας επωφελούνται τόσο οι αποφασίζοντες όσο και οι πολίτες, εφόσον η πρόοδος μιας χώρας εκτιμάται σχετικά με τις επιδόσεις άλλων χωρών. Επίσης, διευκολύνουν την αναγνώριση μεγάλων χασμάτων μεταξύ των επιδόσεων διαφόρων χωρών και εξηγούν τους λόγους για τους οποίους λαμβάνονται κάποια μέτρα.

Τα εμπόδια που παρουσιάζονται στην προσπάθεια σύνθεσης δεικτών είναι:

- η πολλαπλότητα και η αντιφατικότητα της πληροφορίας
- η χρήση διαφορετικών μονάδων μέτρησης
- η διαφορετική σπουδαιότητα ζητημάτων ή επιμέρους πτυχών τους

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε προσπάθεια σύνθεσης διαφόρων περιβαλλοντικών δεικτών, με στόχο την συγκριτική αξιολόγηση των χωρών σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις τους. Οι δείκτες που συμπεριλήφθησαν στη σύνθεση αυτή αφορούν είτε τις πιέσεις που ασκούν οι χώρες στο περιβάλλον (pressures), είτε την οικο- αποδοτικότητα (eco- efficiency) και την απόκριση/ απόκριση (response) των χωρών για την επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων. Οι δείκτες που σχετίζονται με τις πιέσεις που ασκούνται στο περιβάλλον αποτελούν την πρώτη υπο- ομάδα σύνθεσης ενώ εκείνοι που αφορούν την οικο- αποδοτικότητα και την απόκριση των χωρών αποτελεί τη δεύτερη υπο-ομάδα. Έτσι εξετάστηκαν οι επιδόσεις των χωρών με κριτήριο τους δείκτες της πρώτης υπο- ομάδας σε πρώτη

φάση, ενώ στη δεύτερη φάση εξετάστηκαν με βάση του δείκτες που ανήκουν στη δεύτερη υπο- ομάδα. Τέλος έγινε συγκερασμός των αποτελεσμάτων ώστε να παραχθεί το περιβαλλοντικό προφίλ κάθε χώρας.

Μελετώντας τα διαθέσιμα στοιχεία αλλά και τις επιδόσεις των χωρών σε διάφορους δείκτες εύλογα διεξάγεται το συμπέρασμα ότι η ταξινόμηση των χωρών αποτελεί δύσκολο έργο. Οι επιδόσεις μιας χώρας διαφέρουν σημαντικά από δείκτη σε δείκτη, καθιστώντας την ταξινόμησή της, όσον αφορά την περιβαλλοντική της ταυτότητα, σχεδόν αδύνατη. Εξετάζοντας λοιπόν τις επιδόσεις των χωρών στο σύνολο των δεικτών, δίνοντας διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας (σημαντικότητας) σε κάθε έναν από αυτούς, η κατάταξη των χωρών καθίσταται ευκολότερη και περισσότερο αντικειμενική και δίκαιη.

Μέχρι σήμερα οι απόπειρες που έχουν πραγματοποιηθεί για σύνθεση δεικτών είναι λίγες και παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω.

#### **2.4.2. Δείκτες Αειφορικής (ΔΑΕ) και Περιβαλλοντικής επίδοσης (ΔΠΕ)**

##### **Η προσέγγιση**

Η ομάδα εργασίας των πανεπιστημίων Yale και Columbia δημιούργησε τον ΔΠΕ, ο οποίος αποτελεί συνέχεια της δουλειάς που είχε προηγηθεί για τη δημιουργία του ΔΑΕ. Τόσο ο ΔΠΕ όσο και ο ΔΑΕ αποτελούν άμεσες απαντήσεις στο ευρύ χάσμα που παρατηρείται μεταξύ των κυβερνητικών δεσμεύσεων που αφορούν την επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων και την ισχνή ικανότητα απολογισμού των πραγματικών συνθηκών σε σχέση με αυτούς τους στόχους.

Ο ΔΑΕ αρχικά απευθυνόταν στους αποφασίζοντες, σε όσους ασχολούνταν με τα κοινά και στους αναλυτές, οι οποίοι επιθυμούσαν να συγκρίνουν τις χώρες σχετικά με την περιβαλλοντική τροχιά τους σε μακροχρόνιο επίπεδο. Ο ΔΑΕ χρησιμοποιεί τα

καλύτερα δυνατά τρέχοντα δεδομένα για να αποσαφηνίσει ποιές χώρες βρίσκονται σε σχετικά καλό επίπεδο όσον αφορά την βιωσιμότητα της αναπτυξιακής διαδικασίας μακροσκοπικά και ποιές όχι.

Ο ΔΠΕ, σε αντίθεση με τον ΔΑΕ, ανταποκρίνεται σε άλλου είδους ανάγκη. Επιτρέπει τις διακρατικές συγκρίσεις όσον αφορά τις πρόσφατες προσπάθειες για τη διαχείριση ενός στενού πλαισίου κοινών στόχων, σχετικά με την ποιότητα της ατμόσφαιρας και των υδατικών πόρων, της κλιματικής αλλαγής και την προστασία των οικοσυστημάτων.

Τα προσεκτικά οριοθετημένα αποτελέσματα του ΔΠΕ αποτελούν αξιόλογο σημείο αναφοράς για τον ΔΑΕ, ο οποίος καλύπτει ένα ευρύτερο φάσμα καταστάσεων οι οποίες απαιτούνται για την μέτρηση των μακροχρόνιων περιβαλλοντικών προοπτικών. Ο ΔΠΕ, δίνει τη δυνατότητα ύπαρξης σημείου αναφοράς της προόδου που σημειώνεται προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι άμεσοι στόχοι που τίθενται από την πολιτική, προάγει την κριτική όσον αφορά την περιβαλλοντική αποδοτικότητα, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον αποσαφινισμό σημαντικών διαφορών στην επίδοση, οι οποίες μπορούν να προειδοποιήσουν σε περίπτωση που χρειάζεται κάποια παρέμβαση ή διερεύνηση.

#### **Τα βασικότερα συμπεράσματα της προσέγγισης**

Παρατηρήθηκε ότι ενώ η εξεύρεση περιβαλλοντικής πληροφορίας συναντά πολλά εμπόδια και περιορισμούς, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας διαφωτιστικών μέτρων επίδοσης. Παρ' όλους τους προρρηθέντες περιορισμούς, οι προσπάθειες για την ανάπτυξη χρήσιμων περιβαλλοντικών δεικτών επίδοσης, υπόσχονται τη επιτάχυνση του ελέγχου της ρύπανσης και την ενίσχυση των αποφάσεων για τη διαχείριση των φυσικών πόρων με πιο αξιόπιστες και αναλυτικές μεθοδολογίες.



Η δημιουργία μέτρων επίδοσης επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ χωρών. Διαφωτίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι κυβερνήσεις επιτυγχάνουν τους σημαντικούς στόχους μιας πολιτικής και διαχειρίζονται τις ανταλλαγές μεταξύ ανταγωνιστικών στόχων.

Επίσης οι δείκτες αυτοί επιτρέπουν την διεξαγωγή εμπειρικής έρευνας όσον αφορά την κινητήρια δύναμη της περιβαλλοντικής επίδοσης. Τέτοιου είδους έρευνα συνιστά ζωτικό πεδίο για ανάλυση της μελλοντικής πολιτικής, εάν πρόκειται να βελτιώσουμε την ικανότητά μας για επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων διαχρονικά.

Έχει παρατηρηθεί, ότι πολλές χώρες διαρκώς αποδεικνύονται αποδοτικότερες από άλλες σε ένα μεγάλο αριθμό δεικτών. Ειδικότερα, οι Σκανδιναβικές χώρες επιτυγχάνουν πολύ υψηλές επιδόσεις.

Τέλος, πρέπει να τονισθεί ότι η έλλειψη σειράς δεδομένων αποτελεί σημαντικό περιορισμό στην ολοκληρωμένη χρησιμοποίηση του ΔΠΕ ως αναλυτικό εργαλείο. Έτσι, η δημιουργία ενός συστηματικού περάσματος σε βασικά μέτρα για την περιβαλλοντική επίδοση πρέπει να αποτελεί διεθνή προτεραιότητα.

Τα συγκριτικά εθνικά μέτρα για την περιβαλλοντική επίδοση είναι εκπληκτικά σπάνια. Πάρ' όλο που η άποψη ότι η μέτρηση της περιβαλλοντικής αποδοτικότητας βοηθά σημαντικά στη λήψη αποφάσεων έχει καλά τεκμηριωθεί, παρόλα αυτά ενώ και οι εθνικοί περιβαλλοντικοί δείκτες που επιτρέπουν διακρατικές συγκρίσεις επίσης συμβάλουν, έχουν παραβλέψει την μέτρηση της αποδοτικότητας. Στον αντίποδα, το πεδίο περιβαλλοντικών δεικτών κυριαρχείται σε μεγάλο βαθμό από μια μεγάλη συλλογή πολυτοπίκων περιβαλλοντικών δεικτών, οι οποίοι όμως δεν προσφέρονται για την μέτρηση της περιβαλλοντικής αποδοτικότητας. Μια πρόσφατη μελέτη για την παραγωγή δεικτών βιωσιμότητας (World Economic Forum 2002, Levy 2002, Prescott- Allen 2001, Consultative Group for Sustainable Development Indicators



2001) πέτυχε την συσχέτιση αυτών των περιβαλλοντικών δεικτών έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις για τη μέτρηση των τάσεων βιωσιμότητας. Παρ' όλα αυτά, οι ευρύτεροι αυτοί δείκτες βιωσιμότητας δεν μπορούν να υποκαταστήσουν τους δείκτες αποδοτικότητας που μετρούν επακριβώς τα τρέχοντα αποτελέσματα, τα οποία απευθύνονται στον έλεγχο της ρύπανσης και τις προκλήσεις της διαχείρισης των φυσικών πόρων. Συνδυάζονται στοιχεία που εκτείνονται ριζοσπαστικά σε διαφορετικές χρονοσειρές, υπογραμμίζοντας τις περιστάσεις, την ευαισθησία στην πολιτική παρέμβαση, και τη συσχέτιση με συγκεκριμένα αποτελέσματα.

Οι Περιβαλλοντικοί Δείκτες Επίδοσης χρειάζεται να εστιάσουν στενότερα σε μετρήσεις που διαφέρουν αισθητά χρόνο με το χρόνο. Θα πρέπει να στοχεύσουν σε θέματα που είναι ευαίσθητα στην παρέμβαση αποφασίζοντων. Προκειμένου να είναι χρήσιμοι, θα πρέπει να είναι στενά συνδεδεμένοι με συγκεκριμένα αποτελέσματα που εμπίπτουν ξεκάθαρα στο πεδίο των ενδιαφερόντων τόσο των κυβερνήσεων όσο και των πολιτών γενικότερα. Επίσης οι δείκτες Επίδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μηχανισμός για τον έλεγχο των αποφασιζόντων όσον αφορά τις επιλογές τους και τα αποτελέσματα που αυτές επιφέρουν. Οι ευρύτεροι δείκτες βιωσιμότητας είναι λιγότερο προσαρμόσιμοι σε αυτό

Δείκτης	Μεταβλητή	Αριθμός χωρών που χρησιμοποιούνται	
		Τέλη 1980 περίπου	Τέλη 1990
Ποιότητα ατμόσφαιρας	Συγκέντρωση SO <sub>2</sub>	30	24 (1997)
	Συγκέντρωση NO <sub>x</sub>	27	28 (1997)
	Συγκέντρωση μολύβδου	18	16 (1997)
	TSP	27	24 (1997)
	Διαλυμένο οξυγόνο	33	34 (1997)
Ποιότητα Υδατικών Πόρων	Συγκεντρώσεις φωσφόρου	30	30 (1997)
	Ρύπανση υδάτων (BOD)	91	91 (1995)
	Οικονομική αποδοτικότητα του άνθρακα (εκπομπές CO <sub>2</sub> / ΑΕΠ)	140	140 (1998)
Κλιματική αλλαγή	Οικονομική απόδοση του τρόπου ζωής (εκπομπές CO <sub>2</sub> / κεφαλήν)	-	140 (1998)
	Προστατευόμενες περιοχές (%)	-	220 (1998)
Προστασία εδαφών	Απόθεση απορριμμάτων σε χωματερές ανά κατοικημένη περιοχή	-	29 (1992- 97)
	Ποσοστό ανακύκλωσης χαρτιού	27	27 (1997)
	Ποσοστό ανακύκλωσης γυαλιού	24	23 (1997)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Δείκτες και αριθμός χωρών του ΔΠΕ

Οι παραπάνω δείκτες επιλέχθηκαν διότι πληρούν τα ακόλουθα κριτήρια σχεδιασμού:

- Ανταποκρίνονται ουσιαστικά στο βασικό θέμα της ερώτησης
- Τα μετρούμενα φαινόμενα σχετίζονται άμεσα με την θεώρηση και την πραγμάτωση περιβαλλοντικών στόχων, πράγμα που σημαίνει ότι συνδέονται με τη διαδικασία της ποσοτικοποίησης.
- Οι διαθέσιμες μετρήσεις αφορούν τουλάχιστον είκοσι χώρες και έτσι υπάρχει η δυνατότητα ουσιαστών συγκρίσεων.
- Επίσης οι διαθέσιμες μετρήσεις αφορούν τόσο το 1990 όσο και το πρόσφατο παρελθόν, κι έτσι υπάρχει η δυνατότητα να διαφανεί η βελτιωτική πορεία κάποιας χώρας (με την εξαίρεση των προστατευόμενων περιοχών και της απόθεσης απορριμμάτων σε χωματερές, δείκτες οι οποίοι πληρούν τα παραπάνω κριτήρια εκτός από το τέταρτο εφόσον στοιχεία για την παλαιότερες περιόδους δεν είναι διαθέσιμα).

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης, οι παραπάνω δείκτες είναι οι μοναδικοί που πληρούν τα παραπάνω κριτήρια. Μελλοντικά όμως, υπάρχει η φιλοδοξία να καλυφθούν τα «κενά» της μελέτης, πράγμα που θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη συνεργασία των μελετητών με περιβαντολόγους, συλλέκτες δεδομένων, κυβερνήσεις και διεθνείς οργανισμούς και να δημιουργηθούν νέες μετρήσεις που θα πληρούν τα παραπάνω κριτήρια.

Για κάθε μια από τις μεταβλητές που απαριθμούνται στον παραπάνω πίνακα, χρησιμοποιούνται τόσο πρόσφατα δεδομένα όσο και ποσοστά μεταβολής κι έτσι μετράται η αλλαγή από το 1990. Κάθε δείκτης λοιπόν μπορεί να παρουσιαστεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους: η τρέχουσα κατάσταση, το ποσοστό μεταβολής, και μια μεταβλητή που συμπεριλαμβάνει την τρέχουσα κατάσταση και το ποσοστό μεταβολής.

Πολύ λίγες ήταν οι χώρες που διέθεταν στοιχεία για όλες τις μεταβλητές των τεσσάρων δεικτών επίδοσης, κι αυτός ήταν ο λόγος που κάθε δείκτης υπολογίστηκε ξεχωριστά, καλύπτοντας όσες περισσότερες χώρες ήταν δυνατό. Για ένα πολύ μικρό αριθμό υπάρχει η δυνατότητα να συναθροιστούν όλες οι μεταβλητές των δεικτών και να παραχθεί μια συνολική μέτρηση της περιβαλλοντικής επίδοσης, αλλά οι πιο ουσιαστικές συγκρίσεις θα ήταν μεταξύ συγκεκριμένων δεικτών, ή διαμέσου ενός επιλεγμένου υποσυνόλου. Μετρώντας το συνολικό δείκτη για κάθε κατηγορία, συγκρίνονται το τρέχον επίπεδο επίδοσης με την πληροφορία που παράγεται σχετικά με το ρυθμό μεταβολής της επίδοσης. Έγιναν και πειραματισμοί με εναλλακτικές μεθόδους προκειμένου να διασταυρωθούν οι μετρήσεις, επιλέγοντας έναν αλγόριθμο ο οποίος «ζυγίζει» τον όρο που εκφράζει τη μεταβολή σύμφωνα με τη αξία του τρέχοντος όρου που εκφράζει την επίδοση.

Όσον αφορά τον υπολογισμό του ΔΠΕ δεν πρέπει να παραβλεφθούν κάποια αδύνατα σημεία της μελέτης σχετικά με τις επιδόσεις μέτρησης ορισμένων επιμέρους δεικτών, οι οποίοι αποτέλεσαν στοιχεία σύνθεσης του αθροιστικού δείκτη.

Οι επιμέρους δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της συνολικής ποιότητας της ατμόσφαιρας μετρήθηκαν σε μικρογραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ). Συνεπώς δεν μετράται συγκέντρωση με την συνηθισμένη έννοια του όρου, δηλαδή ανά κυβικό μέτρο αέρα ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Εύλογο είναι λοιπόν να ευνοούνται κάποιες χώρες μεγάλης έκτασης ενώ να αδικούνται οι μικρότερες π.χ. ΗΠΑ και Βέλγιο.

#### **2.4.3 Κάρτες Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΕΟΠ)**

Οι κάρτες επίδοσης των Ευρωπαϊκών χωρών δημιουργήθηκαν προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στα Environmental Signals 2002. Οι κάρτες επίδοσης σχεδιάστηκαν με σκοπό να αποδώσουν την σχετική περιβαλλοντική επίδοση των Κρατών Μελών της ΕΕ και να δημιουργήσουν ένα σημείο αναφοράς βάσει του



οποίου να υπολογίζεται η μελλοντική πρόοδος. Επίσης παράγεται σημαντική πληροφορία για τους αποφασίζοντες της οποίας η αφομοίωση είναι σχετικά εύκολη, και προστίθεται το στοιχείο της «ομότιμης πίεσης» (peer pressure) στη διαδικασία της έκδοσης της έκθεσης των δεικτών.

Η ΕΟΠ για τις ανάγκες των Environmental Signals 2000, ανέπτυξε για πρώτη φορά μια κάρτα επίδοσης που συνόψιζε τις επιδόσεις των χωρών σχετικά με ένα μεγάλο αριθμό δεικτών, οι οποίοι αφορούσαν κυρίως τις πιέσεις που ασκούνταν στο περιβάλλον και οι επιδόσεις αφορούσαν τη μείωση στις εκπομπές ή της χρήσης φυσικών πόρων. Η κατηγοριοποίηση του βαθμού προόδου έγινε χρησιμοποιώντας τα χαμογελαστά πρόσωπα (smiley faces). Παρόλα αυτά οι επιδόσεις δεν αποδίδονταν με ιδιαίτερα ευδιάκριτο τρόπο.

Για την ανάπτυξη των καρτών επίδοσης δόθηκε έμφαση στις τρεις παρακάτω επιλογές και όχι στη σύνθεση δεικτών:

1. στις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν
2. στη μεθοδολογία μέτρησης της βελτίωσης και
3. στον τρόπο με τον οποίο η σχετική πρόοδος θα αποδοθεί σαν επίδοση

Ο Peter Bosch (2001) όρισε τρεις προσεγγίσεις για την εκτίμηση της προόδου σχετικά με την περιβαλλοντική επίδοση:

- την απόσταση από το στόχο (distance- to- target)
- τη σύγκριση επίδοσης σχετικά με το μέσο όρο και
- τη σύγκριση επίδοσης σχετικά με την καλύτερη και την χειρότερη επίδοση των χωρών που εξετάζονται

Τα βασικά αποτελέσματα της ανάπτυξης των καρτών επιδόσεων ήταν τα εξής:

- η σύγκριση των επιδόσεων σχετικά με το μέσο όρο ευνόησε: τη Γερμανία, την Αγγλία και το Λουξεμβούργο, οι οποίες βελτίωσαν σημαντικά τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις κατά τη δεκαετία του 1990
- οι απόλυτες συγκρίσεις των περιβαλλοντικών επιδόσεων ευνόησαν τις Βόρειες χώρες και την Αυστρία
- με εξαίρεση τη μέτρηση της επίδοσης σχετικά με την απόσταση από το στόχο (distance-to-target), οι λοιπές μέθοδοι ως «φτωχότερες» χώρες όσον αφορά την περιβαλλοντική επίδοση ανέδειξαν την Ελλάδα, την Ισπανία, την Πορτογαλία και τη Ιρλανδία.
- η χρήση της μεθόδου απόσταση από τον στόχο, δείχνει ότι όλες οι χώρες σκοράρουν χαμηλά, διότι η πραγμάτωση των περισσότερων στόχων έχει προγραμματιστεί για αρκετά χρόνια αργότερα. Επίσης με τη μέθοδο αυτή αδικούνται χώρες όπως η Δανία, η οποία έχει θέσει αρκετά φιλόδοξους στόχους.

### Οι δείκτες

Για τη δημιουργία των καρτών επίδοσης του 2002, επιλέχθηκαν επτά (7) μεταβλητές/δείκτες, από τους οποίους οι πέντε (5) αφορούν δείκτες πίεσης και οι δυο (2) κινητήριες δυνάμεις και αντιδράσεις. Αναλυτικότερα οι δείκτες είναι:

- Ποσοστό εκτάσεων βιολογικών καλλιεργειών στο σύνολο της έκτασης της χώρας
- Ποσοστό συμβολής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή
- Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου
- Εκπομπές ρύπων οξύνισης
- Εκπομπές αερίων που ευθύνονται για τη μείωση της στοιβάδας του όζοντος
- Συνολική άντληση νερού
- Παραγωγή αστικών απορριμμάτων

#### 2.4.4. Περιβαλλοντικό Βαρόμετρο

Το Περιβαλλοντικό Βαρόμετρο, το οποίο χάριν συντομίας στο εξής θα αναφέρεται ως ΠΒ, στις Φιλανδικές κοινότητες παρουσιάστηκε το Μάρτιο του παρόντος έτους στην Κοπεγχάγη, στα πλαίσια της ένατης συνάντησης εργασίας ομάδας εμπειρογνομόνων του ΕΟΠ σχετικά με τη σύνταξη περιβαλλοντικών εκθέσεων.

Ο στόχος της μελέτης είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος δεικτών για τη μέτρηση της προόδου και της επιτυχίας της περιβαλλοντικής πολιτικής στις Φιλανδικές κοινότητες.

Ο βασικός σκοπός του ΠΒ είναι να περιγράψει την επιτυχία της περιβαλλοντικής πολιτικής των κοινότητες και να τις κινητοποιήσει προς τη στρατηγική της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η χρησιμότητα του ΠΒ έγκειται στη αυτο- εκτίμηση της περιβαλλοντικής πολιτικής και στην συγκριτική αξιολόγηση των κοινοτήτων.

Το ΠΒ αποτελείται από δυο δείκτες (indexes) που περιλαμβάνουν 27 δείκτες (indicators). Η βαρύτητα των δεικτών αυτών έχει υπολογιστεί με βάση εκτιμήσεις ειδικής ομάδας εμπειρογνομόνων.

Ο πρώτος δείκτης (index) μετρά την πρόοδο που συντελέστηκε σχετικά με το μέσο όρο των κοινοτήτων του Finnish. Ο δεύτερος δείκτης (index) απεικονίζει τη ποσοστιαία μεταβολή των δεικτών στην κοινότητα. Η σύγκριση αρχικά έγινε μεταξύ των ετών 1997 και 1999.

Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη:

1. Η ποιότητα της ατμόσφαιρας στα αστικά κέντρα.
2. Ο αριθμός των ατόμων που ζουν σε περιοχές με υψηλά επίπεδα θορύβου.
3. Η ποιότητα του πόσιμου νερού
4. Ποσότητα απορριμμάτων που παράγεται στην κοινότητα
5. Ποσότητα απορριμμάτων που αποτίθεται ανεξέλεγκτα
6. Κατανάλωση νερού
7. Εκπομπές οργανικών από τη βιομηχανία, τις ιχθυοκαλλιέργειες και τις τοπικές εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών.
8. Κατανάλωση καυσίμων
9. Κατανάλωση καυσίμων που έχουν προέλθει από ΑΠΕ
10. Ιδιωτική και δημόσια κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
11. Εκπομπές από τη χρήση καυσίμων
12. Αριθμός αυτοκινήτων
13. Κυκλοφοριακή συμφόρηση σε κεντρικούς και μη κεντρικούς δρόμους
14. Απόσταση (κατά προσέγγιση) από τη δουλειά στο σπίτι
15. Τρόποι χρήσης γης
16. Ποσοστό έκτασης βιολογικών καλλιεργειών
17. Ποσοστό στόχων του προγράμματος Natura 2000 οι οποίοι έχουν επιτευχθεί
18. Κατάσταση της τοπικής Agenda 21
19. Συμφωνία με την καμπάνια για την κλιματική αλλαγή
20. Συμφωνία για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας
21. Περιβαλλοντικά Πιστοποιητικά
22. Πραγματοποίηση περιβαλλοντικών απογραφών
23. Πραγματοποίηση δημιουργίας συστήματος περιβαλλοντικών απογραφών
24. Χαρτογράφηση των περιοχών που έχουν ρυπανθεί
25. Πρόσκτηση Περιβαλλοντικών εδαφών
26. Μέθοδοι για τη συμμετοχή των πολιτών



27. Ποσοστό πολιτών που χρησιμοποιούν τα εκλογικά τους δικαιώματα στις κοινοτικές εκλογές

Στην τελική μελέτη τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη μορφή χάρτη. Οι κοινότητες ταξινομούνται σε τέσσερις ομάδες διαφορετικού χρωματισμού:

Το πράσινο αντιπροσωπεύει την πρόοδο και το κόκκινο την κάμψη.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

### 3.1. Οι απαιτήσεις της ανάλυσης

Όπως έχει προαναφερθεί το αντικείμενο της παρούσας εργασίας αφορά τη σύγκριση των χωρών που επιλέχθηκαν (28 χώρες του ΟΟΣΑ καθώς η Κίνα και η Ινδία) με βάση τις περιβαλλοντικές επιδόσεις τους.

Ο στόχος της σύγκρισης αυτής, είναι να αξιολογηθεί η πρόοδος ή η καθυστέρηση που εμφανίζει μια χώρα σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της έναντι μιας άλλης. Η συγκριτική αξιολόγηση των χωρών με βάση κάποιους περιβαλλοντικούς δείκτες δεν αποτελεί εύκολο έργο, καθώς η πληροφορία που μεταφέρουν αυτοί χαρακτηρίζεται από έντονη αντιφατικότητα. Προκειμένου να γίνει σαφές το πρόβλημα που παρουσιάστηκε στην μελέτη, δίνεται παρακάτω ένα σχετικό παράδειγμα.

Σειρά κατάταξης	Παραγωγή αστικών απορριμμάτων κατά κεφαλήν	Εκπομπές SO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν
1	MEX	SWE
2	POL	AUT
3	TUR	ITA
4	IN	MEX
5	CHI	NZL
6	NZL	KOR
7	SWE	ESP
8	CZE	NDL
9	GRC	FIN
10	ESP	FRA
11	JNP	DNK
12	KOR	CR.R
13	FIN	IN
14	PRT	LUX
15	DEU	CHI
16	ITA	TUR
17	BEL	SWI
18	UK	HUN
19	HUN	BEL
20	CAN	JNP
21	AUS	ISL
22	DEN	USA

23	<b>NDL</b>	<b>POL</b>
24	<b>FRA</b>	<b>DEU</b>
25	<b>LUX</b>	<b>PRT</b>
26	<b>NOR</b>	<b>NOR</b>
27	<b>SWI</b>	<b>GRC</b>
28	<b>ISL</b>	<b>UK</b>
29	<b>A</b>	<b>CAN</b>
30	<b>USA</b>	<b>A</b>

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Η αντιφατικότητα της πληροφορίας

Σύμφωνα με την κατάταξη που παρουσιάζεται στον πίνακα με βάση τις επιδόσεις των χωρών στους συγκεκριμένους δείκτες, παρατηρείται ότι δεν μπορούν να διεξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα όσον αφορά το περιβαλλοντικό προφίλ του αναπτυξιακού μοντέλου κάθε χώρας. Βέβαια πρέπει να τονισθεί, ότι δεν παρουσιάζεται το ίδιο πρόβλημα για όλες τις χώρες, π.χ. είναι ξεκάθαρο ότι η το Μεξικό και η Αυστραλία καταλαμβάνουν σταθερά μια από τις πρώτες και τελευταίες θέσεις αντίστοιχα, ενώ η Ελλάδα, η Πολωνία και η Γερμανία παρουσιάζουν ασαφή εικόνα.

Προκειμένου να δειχθεί με περισσότερη σαφήνεια η αντιφατικότητα των πληροφοριών που παρέχονται μέσω των δεικτών και συνεπώς η δυσκολία ταξινόμησης των χωρών, παρατίθενται ως παράδειγμα οι πίνακες των επιδόσεων της Ελλάδας στους δείκτες πίεσης και στους δείκτες οικο- αποδοτικότητας και αντιδράσεων.

Δείκτες Πίεσης	Ελλάδα	Μέσος όρος χωρών	Σειρά κατάταξης
Π1. Εκπομπές NOx κατά κεφαλήν	35	40,4	15
Π2. Εκπομπές SO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν	65	31,9	26
Π3. Εκπομπές CO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν	8,3	6,8	14
Π4. Ανάληψη νερού σχετικά με τα συνολικά αποθέματα	10,2	21,5	14
Π5. Παραγωγή αστικών απορριμμάτων κατά κεφαλήν	370	468,6	9
Π6. Κατανάλωση λιπασμάτων	1709	2188,6	16
Π7. Χρήση φυτοφαρμάκων	0,3	0,4	14
Π8. Ποσοστό μεταβολής της δασικής έκτασης	-0,9	-0,3	4
Π9. Ποσοστό απειλούμενων θηλαστικών ως προς το σύνολο	15	20,8	11
Π10. Ποσοστό απειλούμενων πτηνών ως προς το σύνολο	3	4,7	20
Π11. Ποσοστό Αρδευόμενης έκτασης ως προς το σύνολο της καλλιεργήσιμης έκτασης	36,1	25,3	26
Π12. Πρωτογενής ενεργειακή ζήτηση κατά κεφαλήν	2565	4220,3	8

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Δείκτες πίεσης- επιδόσεις- κατάταξη το παράδειγμα της Ελλάδας

Όπως προκύπτει από τον πίνακα για τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της Ελλάδας όσον αφορά τους δείκτες πίεσης, η σύγκριση και η κατάταξη της εν λόγω χώρας σε μια κατηγορία δεν είναι δυνατή εφόσον οι επιδόσεις της έρχονται σε αντίθεση. Το ίδιο παρατηρείται και στον επόμενο πίνακα, όπου φαίνονται οι επιδόσεις της χώρας μας στους δείκτες απόκρισης.

Δείκτες Οικο- αποδοτικότητας και Απόκρισης	Ελλάδα	Μέσος όρος χωρών	Σειρά κατάταξης
Ο1. Ποσοστό επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος στο σύνολο των επενδύσεων	1,7	2,7	29
Ο2. Ποσοστό εξυπηρετούμενων πολιτών από εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών	45	60,3	23
Ο3. Ποσοστό προστατευόμενων περιοχών στη συνολική έκταση της χώρας	3,6	11,7	28
Ο4. Ποσοστό ανακύκλωσης γυαλιού	26	48,1	21
Ο5. Ποσοστό χρήσης ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	6	12,6	16
Ο6. Ποσοστό βιολογικών καλλιεργειών στο σύνολο της καλλιεργήσιμης έκτασης	0,72	2,3	20
Ο7. Ποσοστιαία μεταβολή CO <sub>2</sub> (90-98)	-12,7	-20,6	25
Ο8. Ενεργειακή ένταση της οικονομίας	0,2	0,2	18

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Δείκτες απόκρισης- επιδόσεις- κατάταξη το παράδειγμα της Ελλάδας



Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η διεξαγωγή ενός ενιαίου, αξιόπιστου και αντιπροσωπευτικού δείκτη απαιτεί από τον αναλυτή μεγάλη προσοχή και προσπάθεια.

### 3.2. Ανάπτυξη Μεθοδολογικού πλαισίου

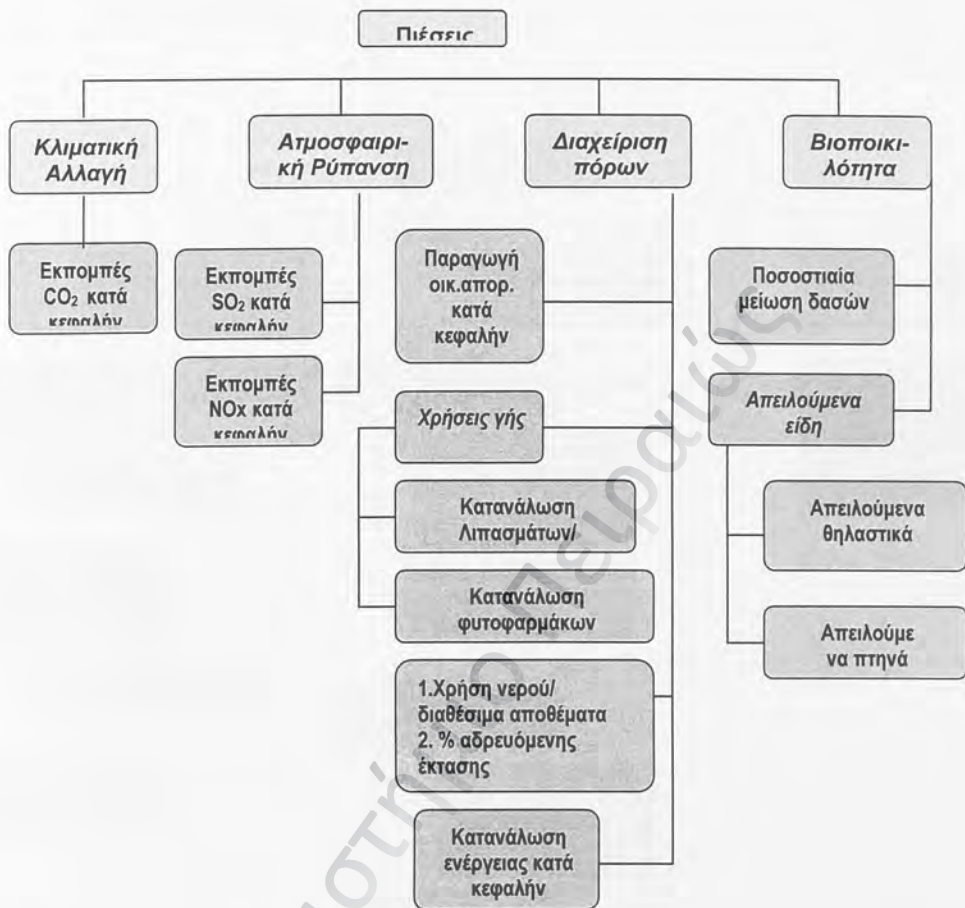
#### 3.2.1 Άξονες αξιολόγησης

Οι κατηγορίες των δεικτών που επιλέχθηκαν αφορούν τις **Πιέσεις** που δέχεται το περιβάλλον και την **Απόκριση** των ανθρωπίνων κοινωνιών. Η επιλογή των δεικτών πίεσης και απόκρισης πραγματοποιήθηκε εφόσον:

- αποτελούν τα βασικότερα στοιχεία σε όλα τα μοντέλα που έχουν προταθεί από του Διεθνείς Οργανισμούς, τα οποία έχουν ήδη αναφερθεί και αναλυθεί (ΕΟΠ, ΟΟΣΑ, ΟΗΕ).
- παρουσιάζουν τη μικρότερη δυνατή εξάρτηση από τοπικές (κλιματολογικές, γεωμορφολογικές) ιδιαιτερότητες.
- υπάρχουν σχετικά πολλά διαθέσιμα στοιχεία

**Οι δείκτες πίεσης** που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη επιλέχθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τα βασικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν από τις πιέσεις που ασκούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα στο φυσικό περιβάλλον:

1. Κλιματική αλλαγή
2. Ατμοσφαιρική ρύπανση
3. Διαχείριση Φυσικών πόρων
4. Βιοποικιλότητα

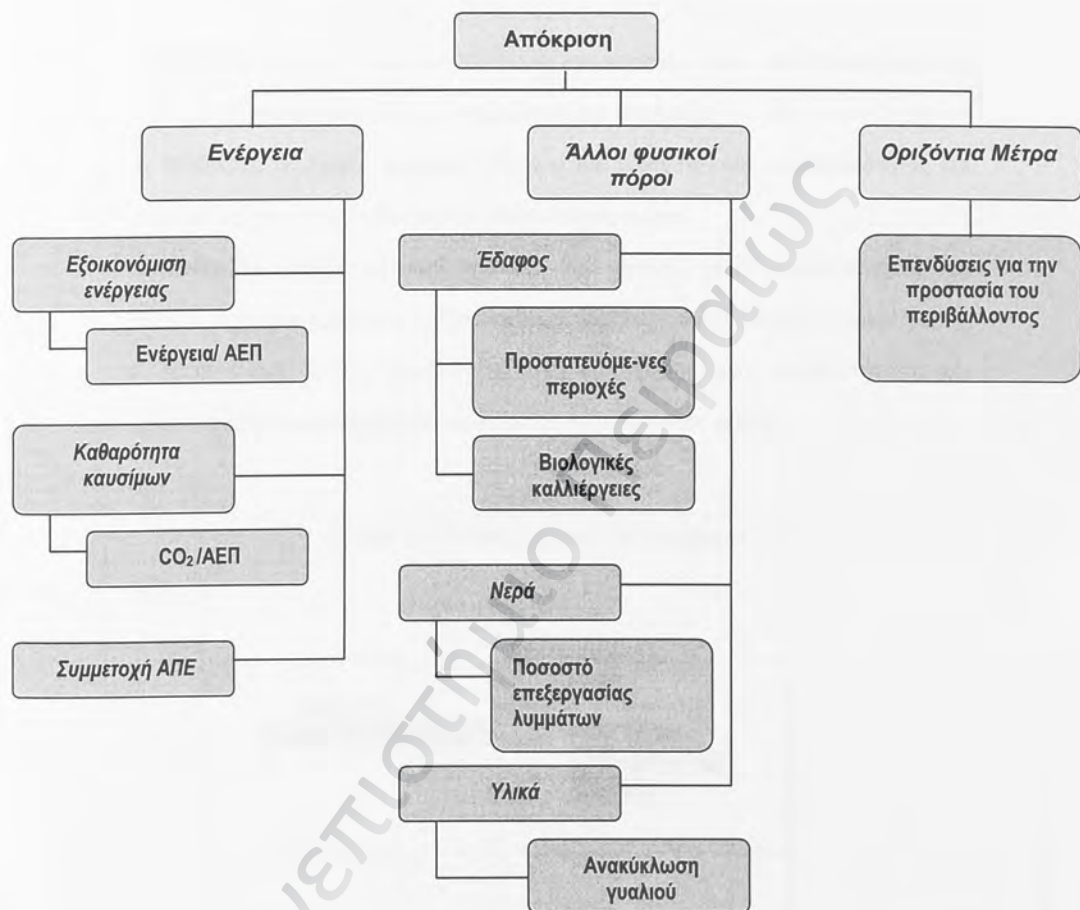


Σχήμα 3 - Δείκτες Πίεσης

Οι δείκτες οικο- αποδοτικότητας και απόκρισης επιλέχθηκαν με βάση τους κυριότερους τομείς στους οποίους πραγματοποιήθηκαν παρεμβάσεις για τη διατήρηση και την προστασία του περιβάλλοντος:

1. Ενέργεια
2. Άλλοι φυσικοί πόροι

### 3. Μείωση ρύπανσης



Σχήμα 4- Δείκτες Απόκρισης

Εφόσον επιλέχθηκαν οι δείκτες, έγινε προσπάθεια τοποθέτησης των χωρών στη μήτρα βιωσιμότητας με βάση τις επιδόσεις των χωρών στους δείκτες αυτούς. Έτσι οι χώρες κατατάσσονται σε τέσσερις ομάδες οι οποίες έχουν ως εξής:

1. **ΑΠΕΙΛΗ:** Χώρες υψηλών πιέσεων και χαμηλής οικο- αποδοτικότητας και απόκρισης χαρακτηρίζονται ως μη- βιώσιμα αναπτυγμένες.
2. **ΠΡΟΚΛΗΣΗ:** Χώρες χαμηλών πιέσεων και χαμηλής οικο- αποδοτικότητας και απόκρισης χαρακτηρίζονται ως αναπτυσσόμενες χώρες.
3. **ΕΝΤΑΣΗ:** Χώρες υψηλών πιέσεων και υψηλής οικο- αποδοτικότητας και απόκρισης χαρακτηρίζονται ως βιομηχανοποιημένες ή αναπτυγμένες χώρες.
4. **ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ:** Χώρες χαμηλών πιέσεων και υψηλής οικο- αποδοτικότητας και απόκρισης χαρακτηρίζονται ως βιώσιμα αναπτυγμένες χώρες.



Σχήμα 5- Μήτρα περιβαλλοντικών επιδόσεων



### 3.3. Γενικά

#### 3.3.1. Ταξινόμηση μεθόδων

Αφού εκτιμηθούν οι επιδόσεις των εναλλακτικών επιλογών ως προς τα κριτήρια που επιλέξαμε για το πρόβλημα, το ερώτημα που τίθεται, είναι με ποιόν τρόπο από τις μερικές αυτές επιδόσεις θα προκύψει μια συνολική επίδοση για κάθε εναλλακτική λύση, που θα επιτρέψει την ιεράρχησή τους ή την ομαδοποίησή τους σε ενδιαφέρουσες και μη ενδιαφέρουσες λύσεις.

Οι διάφορες μέθοδοι Πολυκριτηριακής Υποστήριξης της Λήψης Απόφασης για διακριτά σύνολα εναλλακτικών λύσεων διακρίνονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες, που χαρακτηρίζονται από διαφορετική 'φιλοσοφία' προσέγγισης του πολυκριτηριακού προβλήματος :

- Μέθοδοι που βασίζονται στη **θεωρία της χρησιμότητας** (value and utility theory approaches).
- Μέθοδοι που βασίζονται στην **ανάλυση των σχέσεων υπεροχής** (outranking approaches).
- Μέθοδοι που βασίζονται στην **ανάλυση προτίμησης** (preference disaggregation analysis).
- Μέθοδοι που βασίζονται στην **αναλυτική ιεράρχηση** (Analytical Hierarchy Process).

Η αλήθεια είναι πως οι μέθοδοι που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία είναι περισσότερο διαδεδομένες στην πράξη, μια και το θεωρητικό τους υπόβαθρο είναι

ευκολότερα κατανοητό από τους εμπλεκόμενους φορείς και οι 2 τελευταίες μέθοδοι εντάσσονται στην κατηγορία μεθόδων χρησιμότητας.

Μια διαδικασία αξιολόγησης και ιεράρχησης εναλλακτικών επιλογών περιλαμβάνει διάφορα στάδια. Το πρώτο στάδιο αφορά την ανάπτυξη μιας μήτρας αξιολόγησης, δηλαδή την επιλογή κατάλληλων κριτηρίων αξιολόγησης και την εκτίμηση των επιδόσεων της κάθε εναλλακτικής επιλογής ως προς τα κριτήρια αυτά. Το στάδιο αυτό, το οποίο είναι και το σημαντικότερο όλης της διαδικασίας, χαρακτηρίζεται και ως φάση δόμησης του προβλήματος (problem's structuring).

Η επιλογή των κριτηρίων αξιολόγησης απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να αντικατοπτρίζει στο μέγιστο δυνατό βαθμό τον προβληματισμό των εμπλεκόμενων φορέων. Και αυτό γιατί στην περίπτωση που θα δοθεί μεγαλύτερο βάρος στον μηχανισμό μιας συγκεκριμένης πολυκριτηριακής μεθόδου και μικρότερη στο πρώτο στάδιο, το αποτέλεσμα θα είναι η περιορισμένη αποδοχή των όποιων αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τους εμπλεκόμενους φορείς και τους αποφασίζοντες.

Η χρήση της μεθόδου της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης έχει σα στόχο της την επίλυση διλημάτων που προκύπτουν από αντιμαχόμενους στόχους. Ο αποφασίζων δηλαδή, καλείται να επιλέξει μέσα από ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών εκείνη ή εκείνες που θεωρεί βέλτιστες. Εφόσον οι στόχοι είναι αλληλοσυγκρουόμενοι δεν υπάρχει μια επιλογή που να παρουσιάζει άριστη επίδοση σε κάθε στόχο. Γι αυτό είναι αναγκαίος κάποιος συμβιβασμός μεταξύ των αλληλοσυγκρουόμενων στόχων. Ο αποφασίζων λοιπόν, πρέπει να επιλέξει τον στόχο ή τους στόχους που επιθυμεί να μεγιστοποιήσει αλλά και τις αντισταθμιστικές απώλειες που είναι διατεθειμένος να δεχθεί ως προς τους άλλους στόχους. Στα πλαίσια της προσπάθειας αναζήτησης μιας συμβιβαστικής λύσης χρησιμοποιούνται οι Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Ανάλυσης.

### 3.3.2 Προβληματική Πολυκριτηριακής Ανάλυσης

Κάθε πρόβλημα λήψης απόφασης ορίζεται με βάση τη γενικότερη συλλογιστική ή προβληματική που ακολουθείται κατά την επίλυση του. Διακρίνονται τέσσερις διαφορετικές προβληματικές:

- Η προβληματική της επιλογής
- Η προβληματική της κατάταξης και
- Η προβληματική της ταξινόμησης
- Η προβληματική εκμάθησης ή περιγραφής

οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν τον αποφασίζοντα στον τρόπο με τον οποίο θα ορίσει το πρόβλημα.

→Σύμφωνα με την προβληματική της επιλογής, από το σύνολο των επιλογών επιλέγεται ένα υποσύνολο που περιέχει τις καλύτερες επιλογές ή τις πιο ικανοποιητικές.

→Σύμφωνα με προβληματική της κατάταξης, οι επιλογές κατατάσσονται σε προκαθορισμένες κατηγορίες.

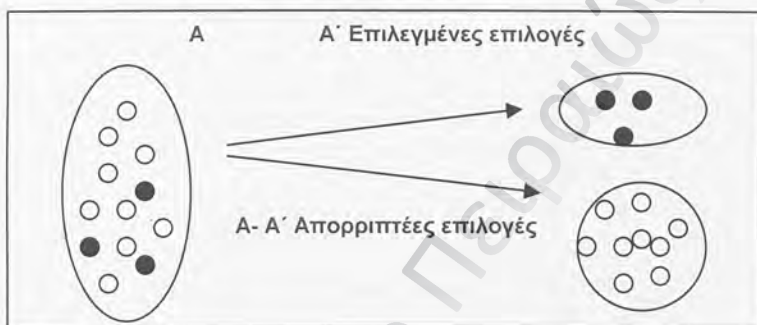
→Σύμφωνα με προβληματική της ταξινόμησης, οι επιλογές ταξινομούνται σε τάξεις ισοδυναμίας, ορισμένες με τρόπο πλήρη ή μερικό.

→Σύμφωνα με την προβληματική εκμάθησης ή περιγραφής οι επιλογές ταξινομούνται ή ιεραρχούνται έτσι ώστε να βοηθήσουν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων ως προς τις συνολικές επιδόσεις τους. (V. Belton)

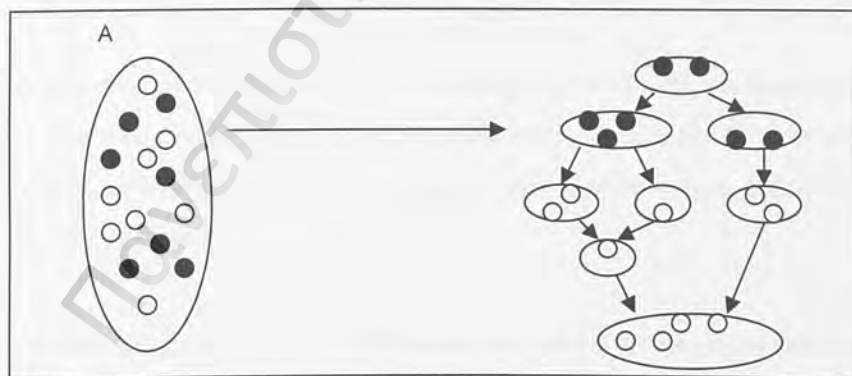
Στην παρούσα εργασία ενδιαφέρουν οι δυο τελευταίες προβληματικές, δηλαδή εκείνες της ταξινόμησης και εκμάθησης ή περιγραφής.

Η σύγκριση μεταξύ των επιλογών μπορεί να είναι σχετική ή απόλυτη, διαφοροποίηση που αφορά στον τρόπο που θεωρούνται οι εναλλακτικές επιλογές αλλά και στο αποτέλεσμα που αναμένουμε από την ανάλυση.

Στην περίπτωση της **σχετικής σύγκρισης**, οι επιλογές συγκρίνονται μεταξύ τους η μία με την άλλη και τα αποτελέσματα εκφράζονται χρησιμοποιώντας τις συγκριτικές έννοιες καλύτερη ή χειρότερη επιλογή. Η επιλογή ή η κατάταξη αποτελούν τυπικά παραδείγματα σχετικής σύγκρισης (βλ. Σχήματα 6.1α και 6.1.β).



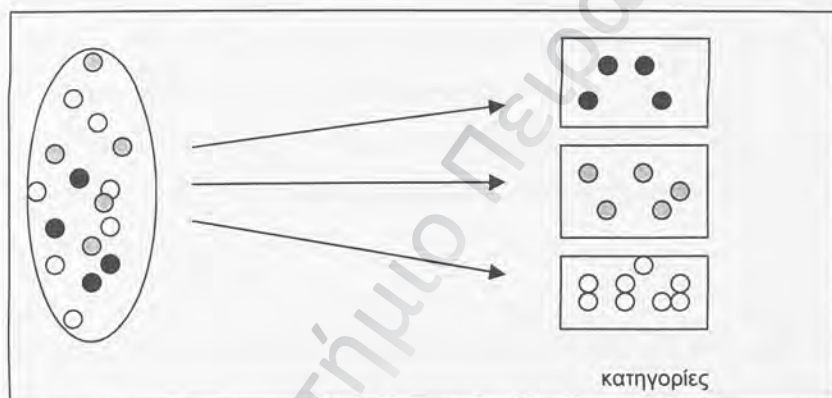
Σχήμα 6.1.α Επιλογή



Σχήμα 6.1.β Κατάταξη



Στη δεύτερη περίπτωση, της **απόλυτης σύγκρισης**, κάθε επιλογή εξετάζεται ανεξάρτητα από τις άλλες, ώστε να οριστεί η πραγματική αξία της μέσω της σύγκρισης με κάποιες επιλογές αναφοράς, που οριοθετούν κατηγορίες κατάταξης. Η κάθε επιλογή τοποθετείται σε μία από τις προϋπάρχουσες κατηγορίες κατάταξης. Η τοποθέτηση μίας επιλογής  $a_k$  σε κάποια από τις κατηγορίες προκύπτει από τις επιδόσεις της  $a_k$  στα κριτήρια και από τους κανόνες που ορίζουν την κατηγορία (η τοποθέτηση αυτή δεν επηρεάζει την κατηγορία στην οποία θα τοποθετηθεί μία οποιαδήποτε άλλη επιλογή) (Σχήμα 6.2)



Σχήμα 6.2: Απόλυτη Σύγκριση

Μεγάλο πλήθος μεθόδων και από τις δυο κατηγορίες έχουν προταθεί και εφαρμοστεί σε αναλύσεις. Μερικές από αυτές είναι οι: μέθοδοι της οικογένειας PROMETHEE και μέθοδοι της οικογένειας ELECTRE, στην οποία περιλαμβάνονται και οι ELECTRE-TRI και ELECTRE III.

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται πολλά πραγματικά προβλήματα που έχουν επιλυθεί με Πολυκριτηριακές Μεθόδους Ανάλυσης, σε διάφορους τομείς, όπως:

- Αξιολόγηση αιτήσεων για δανειοδότηση ή υποτροφία

- Εκτίμηση του κινδύνου αποτυχίας σε επιχειρήσεις
- Ιατρικές διαγνώσεις
- Επιλογή χωροθέτησης μονάδων κλπ.

### 3.3.3 Κριτήρια και Ψευδοκριτήρια

Στις Πολυκριτηριακές Μεθόδους Ανάλυσης, όπως αναφέρθηκε, γίνεται σύγκριση των επιλογών (είτε σχετική σύγκριση των επιλογών μεταξύ τους ανά ζεύγη, είτε σύγκριση των επιλογών με φανταστικές επιλογές που χρησιμοποιούνται ως επιλογές αναφοράς). Η σύγκριση των επιλογών βασίζεται στις συνέπειες και τα χαρακτηριστικά τους. Ονομάζουμε **κριτήριο** μία πραγματική συνάρτηση  $g$ , που λαμβάνει υπόψη της ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.

Συγκεκριμένα, το κριτήριο  $g$  είναι μία πραγματική συνάρτηση, τέτοια ώστε η σύγκριση οποιουδήποτε ζεύγους επιλογών  $a$  και  $b$  να βασίζεται στη σύγκριση των τιμών  $g(a)$  και  $g(b)$ .

Η κατεύθυνση προτίμησης σε κάποιο κριτήριο μπορεί να είναι αύξουσα ή φθίνουσα. Στην πρώτη περίπτωση, όσο υψηλότερη είναι η τιμή  $g(a)$ , τόσο καλύτερη είναι η επιλογή  $a$  ως προς το κριτήριο  $g$ , ενώ στη δεύτερη περίπτωση ισχύει το αντίθετο. Στα παρακάτω, θα υποθέσουμε ότι η κατεύθυνση προτίμησης είναι αύξουσα για όλα τα κριτήρια.

Σε ιδανικές συνθήκες, για να μπορέσει να γίνει σύγκριση μεταξύ δύο επιλογών  $a$  και  $b$  που ανήκουν στο σύνολο των επιλογών  $A$ , το κάθε κριτήριο θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε:

- $g(a)=g(b) \Rightarrow aI_g b$  ( $1\alpha$ )
- $g(a)>g(b) \Rightarrow aP_g b$  ( $1\beta$ )

όπου  $I_g$  και  $P_g$  δείχνουν σχέσεις αδιαφορίας και σαφούς προτίμησης, αντίστοιχα, μεταξύ των  $a$  και  $b$  ως προς το κριτήριο  $g$ .

Στην πράξη, όμως, η τιμή που παίρνει η κάθε μεταβλητή ως προς ένα ορισμένο κριτήριο είναι δύσκολο να καθοριστεί με ακρίβεια. Επομένως, μία μικρή τιμή της διαφοράς  $g(a)-g(b)$  μπορεί να σημαίνει ότι βρισκόμαστε σε κατάσταση αδιαφορίας. Επιπλέον, ακόμα και όταν η διαφορά δε φαίνεται να είναι αμελητέα, δεν είναι βέβαιο ότι βρισκόμαστε σε κατάσταση σαφούς προτίμησης.

Για το λόγο αυτό, θεωρούμε ένα πιο γενικό μοντέλο κριτηρίου στο οποίο η συνάρτηση  $g$  ορίζεται με τρόπο ώστε:

- $g(a) \geq g(b) \Rightarrow a S_g b$  (1)

όπου  $a S_g b$  σημαίνει ότι το  $a$  ιεραρχεί στο  $b$ , ή αλλιώς "το  $a$  είναι τουλάχιστον τόσο καλό όσο το  $b$ " ως προς το κριτήριο  $g$ .

Για να εξαλειφθεί ο κίνδυνος τα αποτελέσματα να περιέχουν σφάλματα λόγω της αβεβαιότητας και της ανακρίβειας των δεδομένων, χρησιμοποιούνται συχνά **κατώφλια διαφοροποίησης** τα οποία ορίζουν τα όρια ανάμεσα στις καταστάσεις αδιαφορίας και σαφούς προτίμησης. Έτσι, εισάγονται δύο νέες τιμές, οι  $q$  και  $p$  ώστε:

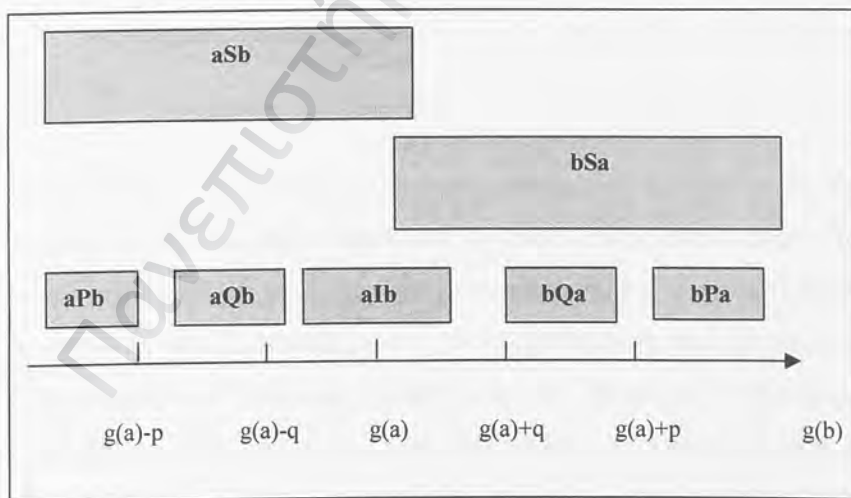
- $|g(a)-g(b)| \leq q \Rightarrow a I_g b$  (2α)
- $q < g(a)-g(b) \leq p \Rightarrow a Q_g b$  (2β)
- $g(a)-g(b) > p \Rightarrow a P_g b$  (2γ)

όπου  $Q_g$  δηλώνει κατάσταση ασθενούς προτίμησης ως προς το κριτήριο  $g$ . Η κατάσταση ασθενούς προτίμησης είναι μία ενδιάμεση κατάσταση που δηλώνει κατάσταση αναποφασιστικότητας ανάμεσα στην αδιαφορία και τη σαφή προτίμηση.

Οι τιμές  $q$  και  $p$  ονομάζονται κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης, αντιστοίχως. Αν έχουμε τις επιλογές  $a$  και  $b_h$  (επιλογή αναφοράς), τότε, το κατώφλι αδιαφορίας  $q_j(b_h)$  εκφράζει τη μέγιστη τιμή της διαφοράς των επιδόσεων,  $g_j(a) - g_j(b_h)$ , για την οποία η  $a$  και  $b_h$  συνδέονται με μια σχέση αδιαφορίας ως προς το κριτήριο  $j$  και το κατώφλι προτίμησης  $p_j(b_h)$  εκφράζει την ελάχιστη τιμή της διαφοράς  $g_j(a) - g_j(b_h)$  για την οποία η  $a$  κυριαρχεί της  $b_h$ , ή αλλιώς είναι σαφώς προτιμώμενη αυτής.

Εκτός από τα κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης ορισμένες φορές χρησιμοποιείται και το κατώφλι *neto*,  $v$ , το οποίο εκφράζει την ελάχιστη διαφορά  $g_j(b_h) - g_j(a)$  για την οποία δεν ισχύει η σχέση  $aSb_h$ .

Οι τιμές τους ποικίλουν ανάλογα με την περίπτωση και ο καθορισμός των τιμών είναι ένα δύσκολο πρόβλημα (Σχήμα 6.3).



Σχήμα 6.3 Ψευδο- κριτήρια



Πρέπει να τονίσουμε, εδώ, ότι είναι ουτοπικό να προσπαθήσουμε να δώσουμε στα κατώφλια διαφοροποίησης «πραγματικές τιμές». Τα κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης πρέπει να λάβουν «λογικές τιμές», των οποίων οι επιπτώσεις θα μελετηθούν μέσω ανάλυσης ευαισθησίας, κατά την οποία μελετάται η επίπτωση στο αποτέλεσμα της μεταβολής διαφόρων παραμέτρων.

Το μοντέλο του πραγματικού κριτηρίου που παρουσιάστηκε αρχικά, (1), αντιστοιχεί στην περίπτωση όπου  $q=r=0$ . Το γενικό μοντέλο κριτηρίου, (2), όπου  $q \geq 0$  και  $r \geq 0$ , καλείται ψευδο-κριτήριο. Δύο άλλες ενδιαφέρουσες περιπτώσεις είναι το ημικριτήριο, όπου  $q=r$  και το προ-κριτήριο, όπου  $q=0$ .

Για να διαμορφωθεί σωστά το σύνολο των κριτηρίων πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Το σύνολο των κριτηρίων πρέπει να χαρακτηρίζεται από :

- πληρότητα: να καλύπτονται οι βασικές διαστάσεις του προβλήματος
- μη επικάλυψη: να μη μετρούνται δυο φορές κάποια χαρακτηριστικά
- διαφάνεια: να είναι κατανοητές οι διαστάσεις αξιολόγησης και ο τρόπος μέτρησης των επιδόσεων στους αποφασίζοντες
- περιορισμένο μέγεθος: να είναι εφικτή η διάκριση της σχετικής τους βαρύτητας.

Η σημαντικότητα των κριτηρίων αξιολογείται υποκειμενικά και αντικειμενικά και εκφράζεται από το **συντελεστή βαρύτητας** που αποδίδεται σε καθένα κριτήριο. Το **υποκειμενικό στοιχείο αναφέρεται στον αποφασίζοντα και το σύστημα αξιών ή κριτηρίων που έχει διαμορφώσει, ενώ το αντικειμενικό στον πλούτο της πληροφορίας που μεταφέρει το κάθε κριτήριο**. Μέτρο της αντικειμενικής βαρύτητας των κριτηρίων είναι η διασπορά των επιδόσεων των επιλογών σε αυτά.

Μεγάλη διασπορά σημαίνει ότι το συγκεκριμένο κριτήριο μεταφέρει μεγάλο ποσό πληροφορίας και επομένως θα πρέπει να λάβει μεγάλο συντελεστή βαρύτητας.

Σε ένα πρόβλημα πολυκριτηριακής υποστήριξης αποφάσεων η έμφαση αποδίδεται στον καθορισμό των υποκειμενικών συντελεστών βαρύτητας, καθώς ο αποφασίζων παίζει κυρίαρχο ρόλο.

Αφού εκτιμηθούν, ή εντοπιστούν οι επιδόσεις των εναλλακτικών επιλογών ως προς τα κριτήρια που επιλέξαμε για το πρόβλημα, το ερώτημα που τίθεται, είναι με ποιό τρόπο από τις μερικές αυτές επιδόσεις θα προκύψει μια συνολική επίδοση για κάθε εναλλακτική λύση, που θα επιτρέψει την ιεράρχησή τους ή την ομαδοποίησή τους σε ενδιαφέρουσες και μη ενδιαφέρουσες λύσεις.

### **3.4. Η πολυκριτηριακή μέθοδος ταξινόμησης ELECTRE- TRI**

#### **3.4.1. Γενική περιγραφή**

Η πολυκριτηριακή μέθοδος Electre- tri χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση ενός συνόλου εναλλακτικών επιλογών  $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_j\}$  σε κατηγορίες οι οποίες έχουν προκαθοριστεί, με βάση τις επιδόσεις τους σε μια σειρά  $n$  κριτηρίων  $g_1, g_2, \dots, g_n$ . Η ταξινόμηση μιας εναλλακτικής επιλογής, έστω  $a_k$ , σε μια συγκεκριμένη κατηγορία προκύπτει από τη σύγκριση των επιδόσεών της σε όλα τα κριτήρια, με τα όρια (profiles) τα οποία έχουν καθοριστεί και ορίζουν τις κατηγορίες. Είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι στη συγκεκριμένη μέθοδο, η ταξινόμηση προκύπτει από την απόλυτη αξιολόγηση κάθε μιας εναλλακτικής λύσης, χωρίς να επηρεάζεται από την ταξινόμηση των υπολοίπων.

Η ταξινόμηση πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Σχηματίζεται καταρχήν μια σχέση επικράτησης (S) που χαρακτηρίζει τον τρόπο με τον οποίο οι εναλλακτικές επιλογές συγκρίνονται με τα όρια των κατηγοριών που έχουν προκαθοριστεί.
2. Με βάση τη σχέση επικράτησης γίνεται η τελική ταξινόμηση κάθε εναλλακτικής επιλογής σε μια συγκεκριμένη κατηγορία.

Η υπόθεση που αρχικά σχηματίζεται είναι  $aSb_h$  που σημαίνει ότι η εναλλακτική επιλογή  $a$  είναι τουλάχιστον το ίδιο καλή με το  $b_h$ , όπου  $b_h$  το ανώτερο όριο της κατηγορίας  $C_h$  και το κατώτερο όριο της  $C_{h+1}$ .

Οι παράμετροι οι οποίες χρησιμοποιούνται στο σχηματισμό της σχέσης επικράτησης είναι:

- Τα όρια μεταξύ των κατηγοριών ( $b_1, b_2, \dots, b_p$ )
- Οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων ( $k_1, k_2, \dots, k_n$ )
- Τα κατώφλια προτίμησης [ $\rho_j(b_h)$ ] για κάθε κριτήριο  $j$
- Τα κατώφλια αδιαφορίας [ $\alpha_j(b_h)$ ] για κάθε κριτήριο  $j$

Ο σχηματισμός της σχέσης επικράτησης ακολουθεί τα εξής στάδια:

1. Ο υπολογισμός των επιμέρους δεικτών συμφωνίας  $c_j(a, b_h)$  και  $c_j(b_h, a)$  για κάθε κριτήριο  $j=1, 2, \dots, n$ . Ο δείκτης  $c_j(a, b_h)$  και  $c_j(b_h, a)$  εκφράζει σε ποιο βαθμό ισχύει η υπόθεση «η επιλογή  $a$  τουλάχιστον το ίδιο καλή με το  $b_h$ » (ή αντίστοιχα η υπόθεση  $b_h$  τουλάχιστον το ίδιο καλό με την  $a$ ) για κάθε κριτήριο  $j$ .

2. Υπολογισμός του συνολικού δείκτη συμφωνίας  $c_j(a, b_h)$  (και  $c_j(b_h, a)$ ) που εκφράζει το βαθμό στον οποίο το σύνολο των κριτηρίων συμφωνούν με την υπόθεση  $aSb_h$

(και  $b_h Sa$  αντίστοιχα). Στο συγκεκριμένο υπολογισμό λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων.

3. Υπολογισμός των επιμέρους δεικτών ασυμφωνίας  $d_j(a, b_h)$  (και  $d_j(b_h, a)$ ) για κάθε κριτήριο. Οι συγκεκριμένοι δείκτες εκφράζουν σε ποιο βαθμό το κριτήριο  $g_j$  αντιτίθεται στην υπόθεση  $aSb_h$  (και  $b_h Sa$  αντίστοιχα).

4. Σχηματισμός της πρώτης θέσης επικράτησης με βάση τους δείκτες αξιοπιστίας  $\sigma(a, b_h)$  (και  $\sigma(b_h, a)$ ). Κατά τον υπολογισμό του  $\sigma(a, b_h)$  λαμβάνεται υπόψη τόσο ο συνολικός δείκτης συμφωνίας όσο και οι επιμέρους δείκτες ασυμφωνίας και πιο συγκεκριμένα ισχύει:

α)  $\sigma(a, b_h) = c(a, b_h)$  όταν κανένα κριτήριο δεν παρουσιάζει ασυμφωνία

β)  $\sigma(a, b_h) = 0$  όταν για ένα κριτήριο  $i$  το οποίο παρουσιάζει ασυμφωνία και ισχύει  $d_i(a, b_h) = 1$ .

γ)  $\sigma(a, b_h) < c(a, b_h)$  όταν ένα κριτήριο παρουσιάζει ασυμφωνία και ισχύει  $c(a, b_h) < d_i(a, b_h) < 1$ .

Επομένως ο δείκτης αξιοπιστίας αντιστοιχεί στο δείκτη ασυμφωνίας όπως αυτός αποδυναμώνεται από τα πιθανά φαινόμενα ασυμφωνίας.

5. Σχηματισμός σαφούς σχέσης επικράτησης. Στο συγκεκριμένο στάδιο ορίζεται η τιμή για μια ακόλουθη μεταβλητή  $\lambda$  ( $0.45 \leq \lambda \leq 1$ ). Αν ισχύει  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  συνεπάγεται ότι  $aSb_h$ . Ακολουθεί λοιπόν η σύγκριση των δεικτών αξιοπιστίας  $\sigma(a, b_h)$  και  $\sigma(b_h, a)$  με το όριο  $\lambda$ . Από τη σύγκριση προκύπτει μια από τις ακόλουθες τέσσερις σχέσεις:

- Αδιαφορία:  $a \parallel b_h$  όταν  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  και  $\sigma(a, b_h) \leq \lambda$
- Προτίμηση του  $a$ :  $a > b_h$  όταν  $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$  και  $\sigma(a, b_h) < \lambda$



- Προτίμηση του :  $a < b_n$  όταν  $\sigma(a, b_n) < \lambda$  και  $\sigma(a, b_n) \geq \lambda$
- Ασυγκρισσιμότητα:  $aR b_n$  όταν  $\sigma(a, b_n) < \lambda$  και  $\sigma(a, b_n) < \lambda$

Αφού προσδιοριστεί η σχέση κάθε εναλλακτικής επιλογής με καθένα από τα όρια  $b_n$  που ορίζουν τις κατηγορίες ακολουθεί το στάδιο ταξινόμησης, η οποία πραγματοποιείται με βάση δυο διαδικασίες: την «αισιόδοξη» και την «απαισιόδοξη»

- ♦ Κατά την «αισιόδοξη» διαδικασία η εναλλακτική επιλογή  $a$  ταξινομείται στην κατηγορία  $C_{n+1}$  εάν το  $b_n$  είναι το πρώτο όριο για το οποίο ισχύει  $b_n < a$ , εξετάζοντας τα όρια σε μια φθίνουσα σειρά ενώ,
- ♦ Κατά την «απαισιόδοξη» διαδικασία η εναλλακτική επιλογή  $a$  ταξινομείται στην κατηγορία  $C_n$  εάν  $b_n$  το πρώτο όριο για το οποίο ισχύει  $b_n > a$ , εξετάζοντας τα όρια σε μια αύξουσα σειρά.

Ταξινόμηση μιας εναλλακτικής επιλογής σε διαφορετικές κατηγορίες με βάση τις δυο διαδικασίες προκύπτει στην περίπτωση ασυγκρισσιμότητας της επιλογής με ένα ή περισσότερα όρια (profiles)  $b_n$

### 3.4.2. Εφαρμογή της μεθόδου

Σκοπός της παρούσα εργασία είναι η διεξαγωγή ταξινόμηση των 28 επιλεγμένων χωρών- μελών του ΟΟΣΑ καθώς και της Κίνας και Ινδίας, με βάση τις επιδόσεις τους όσον αφορά τις δυο επίσης επιλεγμένες κατηγορίες περιβαλλοντικών δεικτών. Αρχικά έγινε ομαδοποίηση των χωρών σύμφωνα με τις επιδόσεις τους στους δείκτες πίεσης (pressure). Ορίστηκαν λοιπόν καταρχήν δυο κατηγορίες ταξινόμησης, ανάλογες με αυτές της μήτρας περιβαλλοντικών επιδόσεων.

#### 1. Υψηλής πίεσης

#### 2. Χαμηλής πίεσης

Στη συνέχεια ορίστηκαν τιμές για τα όρια μεταξύ των δυο κατηγοριών, τα κατώφλια προτίμησης, τα κατώφλια αδιαφορίας καθώς και για τους συντελεστές βαρύτητας. Το επόμενο βήμα αφορά την ταξινόμηση των ίδιων χωρών βάσει τις επιδόσεις τους όσον αφορά τους δείκτες οικο- αποδοτικότητας (eco- efficiency) ή/ και απόκρισης (response). Όπως και στην πρώτη ταξινόμηση ορίστηκαν δυο κατηγορίες, ανάλογες με τη μήτρα περιβαλλοντικής επίδοσης.

1. Χαμηλής οικο- αποδοτικότητας ή/ και απόκρισης
2. Υψηλής οικο- αποδοτικότητας ή/ και απόκρισης

Στη συνέχεια επίσης ορίστηκαν τιμές για τα όρια μεταξύ των δυο κατηγοριών, τα κατώφλια προτίμησης, τα κατώφλια αδιαφορίας καθώς και για τους συντελεστές βαρύτητας.

### **3.5. Πολυκριτηριακή σύνθεση με βάση τη θεωρία της ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ**

#### **3.5.1 Γενική περιγραφή**

Σκοπός της πολυκριτηριακής θεωρίας της χρησιμότητας (multiattribute utility theory) είναι η μοντελοποίηση και αναπαράσταση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα μέσω μιας συνάρτησης χρησιμότητας η οποία συνθέτει όλα τα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης. Εάν  $Z_1$  και  $Z_2$  είναι τα επιμέρους κριτήρια ή στόχοι, και  $u_i(Z_i)$  οι επιμέρους συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων, τότε η συνολική χρησιμότητα εκφράζεται από μια συνάρτηση  $u(Z_1, Z_2)$ , η μορφή της οποίας πρέπει να προσδιοριστεί.

Στόχος των μεθόδων της κατηγορίας αυτής είναι να 'εκμαιευτούν' από τους φορείς, μέσω κατάλληλων ερωτήσεων, οι συναρτήσεις χρησιμότητας, οι οποίες υπακούουν

σε μια σειρά από μαθηματικά αξιώματα. Θεωρείται ότι οι συναρτήσεις αυτές προϋπάρχουν στο μυαλό του φορέα και οι ερωτήσεις που τίθενται έχουν ως σκοπό να τις 'αποκαλύψουν'. Κατόπιν υπολογίζεται με τη χρήση των συναρτήσεων, η χρησιμότητα της κάθε εναλλακτικής αντικαθιστώντας την μονοδιάστατη συνάρτηση χρησιμότητας σε κάθε κριτήριο στην συνολική συνάρτηση. Στην συνέχεια επιλέγονται οι εναλλακτικές με την μεγαλύτερη χρησιμότητα.

Σύμφωνα με την θεωρία της χρησιμότητας όλες οι εναλλακτικές επιλογές είναι συγκρίσιμες με την έννοια ότι σε δυο δεδομένες εναλλακτικές, η μια ή η άλλη προτιμάται αυστηρά ή και οι δυο παρουσιάζονται σαν ισοδύναμες για να προτιμηθούν (choice-indifferent). Πρέπει να σημειώσουμε εδώ πως στις μεθόδους αυτές δεν υφίσταται η έννοια της *αδυναμίας σύγκρισης* (incomparability), ούτε η έννοια της *ασθενούς προτίμησης* (weak preference).

Οι επιμέρους συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων  $u_i(\cdot)$  αναπαριστούν την αξία των εναλλακτικών επιλογών σύμφωνα με το σύστημα προτιμήσεων / αξιών του αποφασίζοντα. Η πλέον διαδεδομένη μορφή συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας είναι η προσθετική :

$$u(Z_1, Z_2) = p_1 u_1(Z_1) + p_2 u_2(Z_2)$$

όπου  $p_1$  και  $p_2$  είναι τα βάρη των κριτηρίων.

Στις μεθόδους που στηρίζονται στην θεωρία της χρησιμότητας, γίνεται χρήση συναρτήσεων μερικής χρησιμότητας και του συνδυασμού τους, που βασίζεται στις συνολικές προτιμήσεις (global preferences) του εμπλεκόμενου φορέα. Έτσι τελικά δεν οδηγούμαστε μόνο σε μια "απλή" σύνθεση (αθροιστική ή πολλαπλασιαστική), αλλά σε σύνθεση που βασίζεται στη δομή της συνολικής προτίμησης του φορέα.

Η κατηγορία αυτή μεθόδων αναλύεται στην συνέχεια όσον αφορά στις συναρτήσεις έκφρασης προτίμησης (συναρτήσεις μερικής χρησιμότητας) που χρησιμοποιούνται στην πολυκριτηριακή ανάλυση.

### 3.5.2. Ανά κριτήρια έκφρασης προτίμησης

Προκειμένου να κανονικοποιηθούν οι τιμές των επιδόσεων των εναλλακτικών επιλογών στα κριτήρια και να παίρνουν τις τιμές απο μηδέν έως ένα  $[0,1]$  γίνεται απαραίτητη η χρήση μιας γραμμικής συνάρτησης. Έτσι τις τιμές μηδέν θα πάρουν οι επιδόσεις που ταυτίζονται με την επίδοση του μη-ιδανικού σημείου (χειρότερη επίδοση) και ένα οι επιδόσεις που συμπίπτουν με αυτή του ιδανικού (καλύτερη επίδοση). Όλες οι ενδιάμεσες επιδόσεις θα έχουν τιμές μεταξύ του μηδέν και του ένα. Με τον τρόπο αυτό διαμορφώνεται ανά κριτήριο η έκφραση της προτίμησης της εναλλακτικής βάσει της απόστασης της από το ιδανικό και μη-ιδανικό σημείο. Η αξιολόγηση λοιπόν διευκολύνεται σημαντικά καθώς θα επιδιώκεται η μεγιστοποίηση της συνολικής απόδοσης των εναλλακτικών.

Κατόπιν της κανονικοποίησης των τιμών των επιδόσεων μπορεί να πάρει μέρος μια διαδικασία αύξησης της διαχωριστικής ικανότητας του κάθε κριτηρίου χωριστά, δηλαδή της αύξησης του πληροφοριακού περιεχομένου του κάθε κριτηρίου. Οι συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται γι αυτόν τον σκοπό μπορεί να είναι :

- ✓ **Καμπυλόγραμμες**
- ✓ **Σιγμοειδείς**

Και οι δυο κατηγορίες συναρτήσεων περιέχουν κάποιες παραμέτρους ώστε ανάλογα με την τιμή τους, να είναι ευέλικτες σε κάθε σύνολο τιμών που θα



εφαρμοστούν διασπείροντας τις τιμές όπου παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση τους.

### ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Η γραμμική συνάρτηση που χρησιμοποιείται για την διαμόρφωση της έκφρασης προτίμησης μιας εναλλακτικής σε κάθε κριτήριο αξιολόγησης είναι η εξής :

$$d_i^k = \frac{x_i^k - x_i^*}{x_i^* - x_i^{\dagger}}$$

όπου  $x_i^k$  η αρχική επίδοση της εναλλακτικής  $k$  στο κριτήριο  $i$ ,  $x_i^*$  η χειρότερη επίδοση στο κριτήριο  $i$ , και  $x_i^{\dagger}$  η καλύτερη επίδοση των εναλλακτικών στο κριτήριο  $i$ .

Είναι φανερό πως η εναλλακτική με την καλύτερη επίδοση θα πάρει την τιμή ένα ενώ η εναλλακτική με την χειρότερη επίδοση θα πάρει την μηδενική τιμή. Οι ενδιάμεσες επιδόσεις μεταξύ της χειρότερης και της καλύτερης θα κατανεμηθούν στο διάστημα  $[0,1]$ . (Zeleny,1982)

### ΚΑΜΠΥΛΟΓΡΑΜΜΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

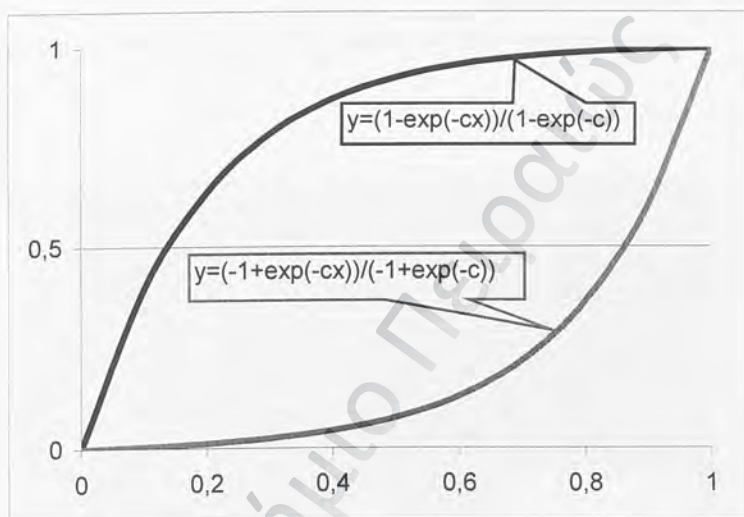
Οι επιμέρους συναρτήσεις χρησιμότητας με την μορφή καμπύλης που αυξάνουν την διαχωριστική ικανότητα των κριτηρίων αξιολόγησης μπορούν να είναι της μορφής :

$$U(x) \sim -e^{-cx} \Leftrightarrow r(x) = c > 0$$

$$U(x) \sim e^{-cx} \Leftrightarrow r(x) = c < 0$$

Οι διαφοροποιήσεις στην τιμή του  $c$  αλλά και στην μορφή της συνάρτησης, δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα που μπορούν να εξυπηρετήσουν διαφορετικές κατανομές τιμών των επιδόσεων.

Η μορφή των καμπυλόγραμμων αυτών συναρτήσεων φαίνεται στο σχήμα 7 :



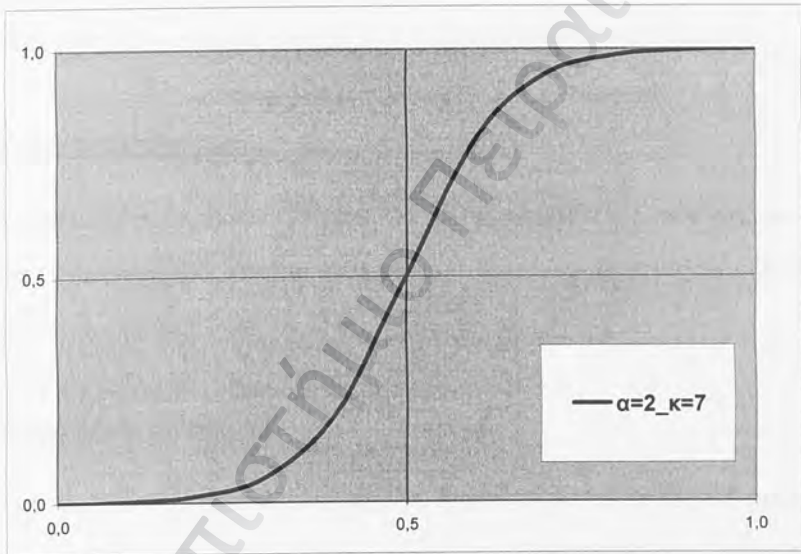
Σχήμα7:Μορφές καμπυλόγραμμων συναρτήσεων

Για παράδειγμα η καμπύλη που έχει τα κοίλα προς τα κάτω, μπορεί να χρησιμεύσει αυξάνοντας την διαχωριστική ικανότητα ενός κριτηρίου στο οποίο οι τιμές είναι συσσωρευμένες μεταξύ 0 και 0,5. Το αντίθετο πετυχαίνει η καμπύλη με τα κοίλα προς τα πάνω δηλαδή αύξηση της διαχωριστικής ικανότητας του κριτηρίου για συσσώρευση τιμών πάνω από το 0,5.

## ΣΙΓΜΟΕΙΔΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Εκτός από τις καμπυλόγραμμες συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται προκειμένου να αυξηθεί η εγγενής πληροφορία των κριτηρίων, υπάρχουν και συναρτήσεις, διπαραμετρικές, που δίνουν σιγμοειδείς καμπύλες και παρουσιάζουν μεγάλη ευελιξία σε ένα πλήθος από διαφορετικές κατανομές τιμών επιδόσεων στα κριτήρια.

Μια χαρακτηριστική τέτοια καμπύλη παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα :



Σχήμα 8: Σιγμοειδής καμπύλη

Οι σιγμοειδείς καμπύλες διαφοροποιούνται με δύο παραμέτρους, την  $\alpha$  και την  $k$  όπου μετατοπίζουν την καμπύλη ή αλλάζουν την κλίση της αντίστοιχα.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι σιγμοειδείς καμπύλες εφόσον προέκυψε η ανάγκη χρησιμοποίησης της εγγενούς πληροφορίας των κριτηρίων-

δεικτών για την συγκεκριμενοποίηση της κατάταξης των χωρών σχετικά με το περιβαλλοντικό προφίλ τους.

### **3.5.3 Εφαρμογή της μεθόδου**

Για την κατηγοριοποίηση των χωρών με βάση τη μήτρα βιωσιμότητας που περιγράφηκε παραπάνω στην παράγραφο 2.3.5, πρέπει να συνδεθούν διαφορετικοί δείκτες πίεσης και οικο- αποδοτικότητα/ απόκρισης και να αποδωθούν σε ένα μοναδικό δείκτη, ο οποίος να απεικονίζει τη συνολική τιμή επίδοσης για κάθε χώρα σύμφωνα με τις δυο αυτές παραμέτρους. Για το σκοπό αυτό εφαρμόστηκε μια Άθροιστική Πολυκριτηριακή Προσέγγιση. Τα βασικά βήματα της μεθόδου είναι:

#### **Καθορισμός Κριτηρίων**

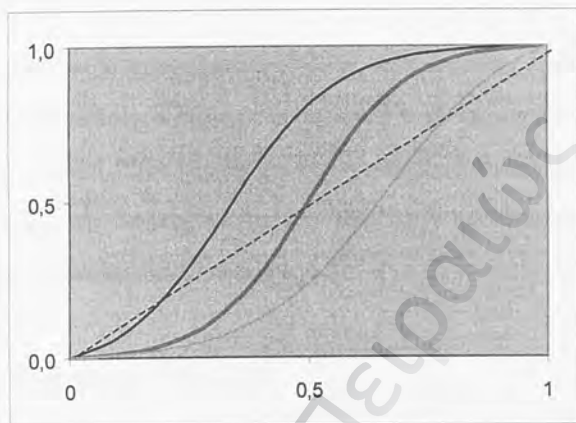
Η διαδικασία επιλογής των κριτηρίων- δεικτών περιγράφηκε στο τρίτο κεφάλαιο και αφορά τα ίδια ακριβώς κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν και για τη μέθοδο ELECTRE TRI.

#### **Υπολογισμός Επιδόσεων**

Κάθε κριτήριο σχετίζεται με μια αριθμητική κλίμακα βάσει της οποίας ο αντίστοιχος δείκτης μετράται. Παρόλα αυτά, προκειμένου να καταστεί εφικτή η επακόλουθη άθροιση είναι απαραίτητη η κατασκευή συγκρίσιμης κλίμακας. Η πιο κοινή μέθοδος για τη δημιουργία της κλίμακας αποτελεί ο καθορισμός δυο σημείων αναφοράς, όπως είναι το 0 και το 1, όπου το πρώτο αφορά τις χειρότερες επιδόσεις και το δεύτερο τις καλύτερες. Επίσης, μέσω της διαδικασίας κατασκευής κλίμακας συχνά γίνεται προσπάθεια απεικόνισης των προτιμήσεων των αποφασιζόντων ή άλλων φιλοδοξιών οι οποίες δεν μεταβάλλονται απαραίτητα με γραμμικό τρόπο μέσω αυξομειώσεων των αρχικών επιδόσεων. Για παράδειγμα, μια μικρή διαφορά στις χαμηλές επιδόσεις μπορεί να αξιολογηθεί ως μεγαλύτερη σχετικά με μια μικρή



διαφορά στις υψηλές επιδόσεις. Το παρακάτω γράφημα απεικονίζει τρεις διαφορετικούς τρόπους σιγμοειδών συναρτήσεων επίδοσης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.



Σχήμα 9: Τα τρία είδη σιγμοειδών

Όπου

1. για την μπλέ καμπύλη ισχύει  $a=3$ ,  $k=3$
2. για την ροζ καμπύλη ισχύει  $a=2$ ,  $k=5$
3. για την πορτοκαλί καμπύλη ισχύει  $a=1,5$ ,  $k=5$

Ο μαθηματικός τύπος για τον υπολογισμό της σιγμοειδούς καμπύλης δίνεται από την επόμενη εξίσωση, όπου το  $x$  αφορά τις κανονικοποιημένες επιδόσεις των χωρών στους δείκτες  $[0,1]$  και οι παράμετροι  $a$  και  $k$  καθορίζουν την κλίση και την ικανότητα διαφοροποίησης.

$$y = \frac{\frac{1}{1+e^{k(ax-1)}} - \frac{1}{1+e^{-k}}}{\frac{1}{1+e^{k(a-1)}} - \frac{1}{1+e^{-k}}}$$

Στην παρούσα ανάλυση η επιλογή ανάμεσα στις τρεις καμπύλες εξαρτάται από την συγκέντρωση των επιδόσεων προς τα κάτω, προς το κέντρο και προς την κορυφή της κλίμακας, ανάλογα. Έτσι, οι επιλεχθείσες συναρτήσεις επιδόσεων παρέχουν τη δυνατότητα καλύτερης διαφοροποίησης των επιδόσεων των διαφορετικών χωρών σε έναν συγκεκριμένο περιβαλλοντικό δείκτη.

### Καθορισμός συντελεστών βαρύτητας

Στις περισσότερες πραγματικές περιπτώσεις λήψης αποφάσεων, ο αποφασίζων μπορεί να αποδώσει διαφορετική σημαντικότητα στα διάφορα κριτήρια αξιολόγησης.

Συχνά όμως, είναι δύσκολη η διεξαγωγή των βαρών των κριτηρίων διότι ο αποφασίζων είναι πιθανό να μη δύναται ή να μην επιθυμεί να εκφράσει τις προτιμήσεις του, πράγμα που ισχύει στην παρούσα κατάσταση, εφόσον δεν τίθεται θέμα ανθρώπινης προτίμησης αλλά αποφυγής όλων των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για το λόγο αυτό, όλες οι πιέσεις που δέχεται το περιβάλλον καθώς και όλα τα στοιχεία που συνθέτουν την οικο- αποδοτικότητα- απόκριση θεωρούνται ίσης σημαντικότητας. Είναι προφανές ότι η απόδοση ίσων συντελεστών βαρύτητας αποτελεί απλώς μια αναλυτική υπόθεση σε σχέση με την πολυπλοκότητα που επικρατεί στο φυσικό περιβάλλον, όπου κανένας αποφασίζων ή ειδικός δεν είναι ικανός να κρίνει αντικειμενικά και αναμφισβήτητα την κατάσταση. Ο υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας στην παρούσα περίπτωση έγινε με τη χρήση της μεθόδου Critic, η οποία περιγράφεται αναλυτικά στην παράγραφο 3.6.

### Παραγωγή αθροιστικών επιδόσεων

Στο τελευταίο βήμα της αναλυτικής διαδικασίας οι επιδόσεις που καθορίστηκαν για κάθε δείκτη ξεχωριστά θα πρέπει να συνδεθούν προκειμένου να παραχθεί ένα εννιαίο μέτρο των πιέσεων και της οικο- αποδοτικότητας για κάθε χώρα. Η αθροιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται συνήθως στηρίζεται στις αθροιστικές συναρτήσεις που υποθέτουν ότι ο συνολικός δείκτης επίδοσης είναι το σταθμισμένο άθροισμα των υπο- στοιχείων του. Στην παρούσα ανάλυση ο δείκτης πίεσης  $p_i$  και ο δείκτης οικο- αποδοτικότητας  $e_i$  καθορίζονται για κάθε χώρα  $i$  μέσω των ακόλουθων τύπων αντίστοιχα:

$$p_i = \sum w_j sp_{ij}$$
$$e_i = \sum w_j se_{kj}$$

Όπου  $j, k = 1, \dots, n$

όπου:

$w_j$ : συντελεστής βαρύτητας των δεικτών πίεσης  $j$

$sp_{ij}$ : η επίδοση της χώρας  $i$  στον δείκτη πίεσης  $j$

$w_j$ : συντελεστής βαρύτητας των δεικτών οικο- αποδοτικότητας  $k$

$se_{kj}$ : η επίδοση της χώρας  $i$  στον δείκτη πίεσης  $k$

### 3.6 Μέθοδος CRITIC

Σύμφωνα με τον *Zeleny*, η σημαντικότητα ενός κριτηρίου είναι τόσο ιδιότητα του ίδιου του κριτηρίου όσο είναι και του αποφασίζοντα. Η δήλωση αυτή φανερώνει αυτό που ειπώθηκε και προηγουμένως ότι δηλαδή τα κριτήρια μπορούμε να τα δούμε σαν πηγές πληροφορίας και συνεπώς οι συντελεστές βαρύτητας αποτελούν το μέτρο της πληροφορίας που περιέχεται στο καθένα.

Ο *Zeleny* συνδέει αυτήν την ιδέα της πληροφορίας, με την διασπορά των τιμών στο συγκεκριμένο κριτήριο. Το μέτρο απόκλισης ή η “εντροπία” ως μέτρο της σημαντικότητας, προτάθηκαν προκειμένου να ποσοτικοποιήσουν την διασπορά των τιμών και έτσι να προκύψουν οι αντικειμενικοί συντελεστές βαρύτητας. Και οι δύο τεχνικές έδωσαν τόσο υψηλότερους συντελεστές βαρύτητας όσο πιο διαφοροποιημένες ήταν οι επιδόσεις των εξεταζόμενων επιλογών στο αντίστοιχο κριτήριο.

Ο ίδιος ο λόγος αν τον δούμε από την άλλη πλευρά, επιβεβαιώνει ότι ένα κριτήριο στο οποίο όλες οι εναλλακτικές επιλογές έχουν την ίδια επίδοση, δεν προσφέρει επιπλέον πληροφορία και είναι μη χρήσιμη η συμμετοχή του στην διαδικασία λήψης απόφασης.

Το πολυκριτηριακό πρόβλημα στο οποίο οι επιδόσεις των εναλλακτικών επιλογών σε όλα τα κριτήρια αξιολόγησης είναι σε πλήρη συμφωνία, δεν εκφράζει ενδιαφέρον μια και η επιλογή είναι προφανής. Σε τέτοια περίπτωση η προσθήκη ενός νέου κριτηρίου που θα δίνει μια διαφορετική ιεράρχηση στις επιλογές, προσθέτει σημαντικό ποσό πληροφορίας και αλλάζει δραστικά την κατάσταση λήψης απόφασης.



Η μέθοδος **CRITIC** προσφέρει άλλη μια διάσταση στην έννοια της πληροφορίας των κριτηρίων στην πολυκριτηριακή ανάλυση. Αυτή της αντιφατικότητας μεταξύ διαφορετικών κριτηρίων, που αποτελεί την θεμελιώδη έννοια της Πολυκριτηριακής Λήψης Απόφασης (MCDM) και τον πυρήνα κάθε κατάστασης λήψης απόφασης.

Η μέθοδος **CRITIC** αποτελεί λύση για τον προσδιορισμό αντικειμενικών συντελεστών βαρύτητας και βασίζεται σε δύο θεμελιώδεις έννοιες της Πολυκριτηριακής Λήψης Απόφασης (MCDM) : στην διάσπαρά των τιμών των επιδόσεων των επιλογών στο κάθε κριτήριο και στην αντιφατικότητα μεταξύ των κριτηρίων αξιολόγησης. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ πως ειδικά η δεύτερη έννοια, αυτή του συγκρουόμενου χαρακτήρα των κριτηρίων, είναι πολύ σημαντική στην περίπτωση σύγκρισης μεταξύ χωρών, μια και οι περιβαλλοντικοί δείκτες που χρησιμοποιούνται για τέτοιους σκοπούς είναι συχνά ισχυρά συσχετιζόμενοι.

Η μέθοδος ονομάστηκε **CRITIC** από τα αρχικά του **C**riteria **I**mportance **T**hrough **I**ntercriteria **C**orrelation (Σημαντικότητα κριτηρίων μέσω συσχέτισης μεταξύ των κριτηρίων) και όπως προαναφέρθηκε, σκοπό έχει τον προσδιορισμό αντικειμενικών συντελεστών βαρύτητας σχετικής σημαντικότητας σε προβλήματα Πολυκριτηριακής Λήψης Αποφάσεων. Οι συντελεστές που παράγονται, ενσωματώνουν τόσο την ένταση της αντίθεσης (για το κάθε κριτήριο) όσο και τον αντικρουόμενο χαρακτήρα των κριτηρίων μεταξύ τους. Ακόμη θα λέγαμε πως η μέθοδος στηρίζεται στην αναλυτική διερεύνηση της *μήτρας αξιολόγησης* προκειμένου να αντληθούν όλες οι πληροφορίες που περιέχονται στα κριτήρια.

### 3.6.1.Γενική περιγραφή

Για ένα σύνολο  $A$  που αποτελείται από  $n$  εναλλακτικές λύσεις και ένα δεδομένο σύστημα από  $m$  κριτήρια αξιολόγησης  $f_j$ , το πολυκριτηριακό πρόβλημα στην γενική του μορφή μπορεί να οριστεί ως ακολούθως :

$$\text{Max } \{ f_1(a), f_2(a), \dots, f_m(a) / a \in A \} \quad (1)$$

Για κάθε κριτήριο  $f_j$  αυτού του πολυκριτηριακού προβλήματος, ορίζεται μια συνάρτηση  $x_j$  που αντιστοιχεί στις τιμές του  $f_j$  για το διάστημα  $[0,1]$ . Αυτός ο μετασχηματισμός βασίζεται στην έννοια του *ιδανικού σημείου* (ideal point).

Έτσι η μεταβλητή  $x_{aj}$  που φαίνεται παρακάτω, φανερώνει τον βαθμό στον οποίο η εναλλακτική επιλογή  $a$  είναι κοντά στην ιδανική τιμή  $f_j^*$ , η οποία και είναι η καλύτερη επίδοση στο κριτήριο  $j$ , και τον βαθμό που βρίσκεται μακριά από την αντι-ιδανική τιμή  $f_j^-$ , που είναι και η χειρότερη επίδοση στο κριτήριο  $j$ . Τόσο η  $f_j^*$  όσο και η  $f_j^-$  έχουν επιτευχθεί από τουλάχιστον μία εναλλακτική επιλογή.

$$x_{aj} = \frac{f_j(a) - f_j^-}{f_j^* - f_j^-} \quad (2)$$

Με τον τρόπο αυτό η αρχική μήτρα αξιολόγησης, μετατρέπεται σε μια μήτρα από σχετικές επιδόσεις με γενική μορφή  $x_{ij}$ . Αν εξετάσουμε το  $j$  κριτήριο χωριστά, παράγεται το άνωσμα  $x_j$  που δείχνει τις επιδόσεις όλων των εναλλακτικών στο συγκεκριμένο κριτήριο.

$$x_j = (x_j(1), x_j(2), \dots, x_j(n)) \quad (3)$$

Το κάθε άνυσμα  $x_j$  χαρακτηρίζεται από τον συντελεστή διακύμανσης  $\sigma_j$  που ποσοτικοποιεί την ένταση της αντίθεσης του αντίστοιχου κριτηρίου. Έτσι ο συντελεστής διακύμανσης του  $x_j$  είναι ένα μέτρο της αξίας του κριτηρίου στην διαδικασία λήψης απόφασης. Είναι φανερό ότι οποιοσδήποτε άλλος δείκτης απόκλισης στις επιδόσεις - όπως η “εντροπία” ή η μεταβλητότητα (variance) - μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί του συντελεστή διακύμανσης.

Στη συνέχεια κατασκευάζεται μια συμμετρική μήτρα με διαστάσεις  $m \times m$  και στοιχεία της μορφής  $r_{jk}$ , που αποτελεί τον γραμμικό συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των ανυσμάτων  $x_j$  και  $x_k$ . Είναι φανερό ότι όσο πιο ασύμφωνες είναι οι επιδόσεις των εναλλακτικών στα κριτήρια  $j$  και  $k$ , τόσο μικρότερη η τιμή του  $r_{jk}$ . Με αυτήν την έννοια, το άθροισμα που παρουσιάζεται στην σχέση (4) αποτελεί μέτρο της σύγκρουσης που δημιουργείται από το κριτήριο  $j$ , σε σχέση με την κατάσταση λήψης απόφασης που ορίζεται από τα υπόλοιπα κριτήρια.

$$\sum_{k=1}^m (1 - r_{jk}) \quad (4)$$

Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman**  $R_{jk}^s$  μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί αντί του  $r_{jk}$ , προκειμένου να παρέχει ένα γενικότερο μέτρο της σχέσης μεταξύ των κριτηρίων, συνδέοντας τις σειρές κατάταξης που προκύπτουν από τα στοιχεία που περιέχονται στα ανύσματα  $x_j$  και  $x_k$ .

Όπως αναφέραμε και πρωτύτερα, τα προβλήματα Πολυκριτηριακής Λήψης Απόφασης (MCDM) σχετίζονται και με την ένταση της αντίθεσης και με το στοιχείο

αντιπαλότητας των κριτηρίων. Ως εκ τούτου το μέγεθος της πληροφορίας  $C_j$  που μεταφέρεται από το  $j$  κριτήριο μπορεί να προσδιοριστεί συνθέτοντας τις δύο έννοιες με την παρακάτω σχέση :

$$C_j = \sigma_j \cdot \sum_{k=1}^m (1 - r_{jk}) \quad (5)$$

Σύμφωνα λοιπόν με την ανάλυση που προηγήθηκε, όσο μεγαλύτερη η τιμή του  $C_j$  τόσο περισσότερη πληροφορία μεταφέρεται από το αντίστοιχο κριτήριο  $j$ , και τόσο υψηλότερη η σημαντικότητά του για την διαδικασία λήψης της απόφασης. Αντικειμενικοί συντελεστές βαρύτητας προκύπτουν, με την κανονικοποίηση αυτών των τιμών στη μονάδα, βάσει της σχέσης :

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^m C_k} \quad (6)$$

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ CRITIC

Αντικειμενικά βάρη που να ανταποκρίνονται στην σημαντικότητα των κριτηρίων μπορούν να υπολογιστούν με τη χρήση συμβατικών στατιστικών μεγεθών που χαρακτηρίζουν την μήτρα αξιολόγησης. Αυτά τα μεγέθη, αντιπροσωπεύουν σε μαθηματικούς όρους δυο θεμελιώδεις έννοιες της Πολυκριτηριακής Λήψης Απόφασης : την *διασπορά των τιμών* (contrast intensity) των επιδόσεων των εναλλακτικών σε κάθε ένα κριτήριο και τον *αντιφατικό χαρακτήρα* (conflict) των κριτηρίων αξιολόγησης μεταξύ τους. Η εξαγωγή , καθώς και η χρήση αυτών των



χαρακτηριστικών που είναι αποθηκευμένα σαν εγγενής πληροφορία στα δεδομένα που χαρακτηρίζουν το πολυκριτηριακό πρόβλημα , είναι ιδιαίτερα ευεργετική στην διαδικασία λήψης της απόφασης.

Έχει αποδειχθεί ότι οι αντικειμενικοί συντελεστές βαρύτητας που προέρχονται από την **CRITIC** εμφανίζονται να ενσωματώνουν την πληροφορία που μεταφέρεται από όλα τα κριτήρια που συμμετέχουν στο πολυκριτηριακό πρόβλημα. Οι αντικειμενικοί συντελεστές βαρύτητας, παρέχουν μια ενόραση στην φύση των διλημάτων που δημιουργούνται από τα συγκρουόμενα κριτήρια, αλλά και καθιστούν δυνατή την συγχώνευση αλληλοεξαρτώμενων κριτηρίων.

Η μέθοδος **CRITIC** μπορεί να βρει εφαρμογή σε ένα πλήθος πολυκριτηριακά προβλήματα προκειμένου να :

- Καθορίσει αντικειμενικούς συντελεστές βαρύτητας όταν δεν υπάρχει αποφασίζων.
- Να διευκολύνει τον αποφασίζοντα που θέλει να εκφράσει την άποψή του όσον αφορά στη σχετική σημαντικότητα των κριτηρίων.
- Μειώσει την υποκειμενική διάσταση που περιέχει κάθε διαδικασία λήψης απόφασης, συνθέτοντας υποκειμενικά και αντικειμενικά βάρη σε έναν δείκτη συνολικής σημαντικότητας.
- Να αποκλείσει τα κριτήρια που δεν είναι αξιόλογα, σε ένα πρωταρχικό στάδιο απόδοσης συντελεστών βαρύτητας (primary weighting) στα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση.

Τέλος θα προσθέταμε πως η μέθοδος **CRITIC** μπορεί πολύ εύκολα να μετατραπεί σε φόρμα αλγορίθμου. Έτσι μπορεί να εφαρμοστεί σε στάδιο πριν την απόφαση (predecision stage) , σαν υπορουτίνα όποιας πολυκριτηριακής μεθόδου ιεράρχησης, η οποία θα απαιτεί την εισαγωγή καθαρά ποσοτικών τιμών που να ανταποκρίνονται στην σχετική σημαντικότητα των κριτηρίων αξιολόγησης (Diakoulaki et al, 1995).

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΧΩΡΩΝ ΣΤΟΥΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ

### 4.1. Γενικά

Πριν ξεκινήσει η παρουσίαση των δεικτών και των διαγραμμάτων (scatter plots) των επιδόσεων των χωρών πρέπει να δοθεί έμφαση στην προσπάθεια που έγινε για την όσο το δυνατό μεγαλύτερη ομοιογένεια και πληρότητα των στοιχείων. Οι κυριότερες πηγές για τον υπολογισμό των δεικτών ή/ και για τη χρήση ήδη υπολογισμένων, που χρησιμοποιούνται στη μελέτη υπήρξαν η ΠΤ (WB- World Bank) και ο Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (OECD- Organization for Economic Cooperation and Development). Τα στοιχεία αυτά δεν υπήρξαν πλήρη για όλες τις χώρες και όλους τους δείκτες. Για μια προσεγγιστική εκτίμηση των δεικτών σε χώρες που δεν υπήρχαν τα σχετικά στοιχεία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της απλής και πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η μέθοδος αυτή περιγράφεται συνοπτικά στο πρώτο παράρτημα της εργασίας.

Οι χώρες και οι δείκτες που επιλέχθηκαν στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συνοπτικά στους δυο επόμενους πίνακες:

Δ/Δ	ΧΩΡΕΣ
1	Αυστρία
2	Τσεχία
3	Φιλανδία
4	Ελλάδα
5	Ουγγαρία
6	Πολωνία
7	Πορτογαλία
8	Ισπανία
9	Σουηδία
10	Ελβετία
11	Τουρκία
12	Αγγλία
13	Καναδάς
14	Κίνα
15	Δανία
16	Γαλλία
17	Ισλανδία
18	Ινδία
19	Ιταλία
20	Λουξεμβούργο
21	Μεξικό
22	Νέα Ζηλανδία
23	Αυστραλία
24	Βέλγιο
25	Γερμανία
26	Ιαπωνία
27	Κορέα
28	Ολλανδία
29	Νορβηγία
30	ΗΠΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Οι χώρες που συμμετέχουν στη συγκριτική αξιολόγηση



A/a	Δείκτες Πίεσης
P1	Εκπομπές NOx κατά κεφαλήν
P2	Εκπομπές SO2 κατά κεφαλήν
P3	Εκπομπές CO2 κατά κεφαλήν
P4	Ανάληψη νερού σχετικά με τα συνολικά αποθέματα
P5	Παραγωγή αστικών απορριμμάτων κατά κεφαλήν
P6	Κατανάλωση λιπασμάτων
P7	Χρήση φυτοφαρμάκων
P8	Ποσοστό μεταβολής της δασικής έκτασης
P9	Ποσοστό απειλούμενων θηλαστικών ως προς το σύνολο
P10	Ποσοστό απειλούμενων πτηνών ως προς το σύνολο
P11	Ποσοστό Αδρευόμενης έκτασης ως προς το σύνολο της καλλιεργήσιμης έκτασης
P12	Πρωτογενής ενεργειακή ζήτηση κατά κεφαλήν

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Δείκτες Πίεσης

A/a	Δείκτες Οικο- αποδοτικότητας και Απόκρισης
O1	Ποσοστό επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος στο σύνολο των επενδύσεων
O2	Ποσοστό εξυπηρετούμενων πολιτών από εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών
O3	Ποσοστό προστατευόμενων περιοχών στη συνολική έκταση της χώρας
O4	Ποσοστό ανακυκλώσεως γυαλιού
O5	Ποσοστό χρήσης ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
O6	Ποσοστό βιολογικών καλλιεργειών στο σύνολο της καλλιεργήσιμης έκτασης
O7	Ποσοστιαία μεταβολή CO2 (90-98)
O8	Ενεργειακή ένταση της οικονομίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Δείκτες Απόκρισης

Η πρώτη παράμετρος αφορά τις ανθρωπογενείς πιέσεις που δέχεται το περιβάλλον, οι οποίες είναι χαρακτηριστικές στις ανεπτυγμένες χώρες και συμπεριλαμβάνουν τις παραγωγικές διαδικασίες και τα καταναλωτικά πρότυπα, τα οποία σχετίζονται με τους ανάλογους οικονομικούς, κοινωνικούς, τεχνολογικούς και πολιτισμικούς παράγοντες.

Η δεύτερη παράμετρος αναφέρεται στην οικο- αποδοτικότητα των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, η οποία είναι αρχικά το αποτέλεσμα της εκάστοτε περιβαλλοντικής πολιτικής, των λαμβανόμενων μέτρων και της διαρκώς ανακτώμενης κοινωνικής περιβαλλοντικής συνείδησης.

Όσον αφορά τις υπόλοιπες παραμέτρους της περιβαλλοντικής επίδοσης υπάρχουν αντιμαχόμενες απόψεις, και ειδικά για τις κινητήριες δυνάμεις, την κατάσταση του περιβάλλοντος και τις επιπτώσεις, οι οποίες όπως έχει προαναφερθεί (βλ. παράγραφο 2.3.1) συνδέονται άμεσα με τις πιέσεις και την οικο-αποδοτικότητα, δεν προσδίδουν κάποια επιπρόσθετη ουσιώδη πληροφορία για την πρόοδο των χωρών όσον αφορά τη την πορεία προς τη βιωσιμότητα. Συνήθως, οι συνιστώσες αυτές εμφανίζονται πολύ ευαίσθητες στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε χώρας, όπως είναι οι μετεωρολογικές συνθήκες, η πληθυσμιακή ένταση κλπ. Για τους παραπάνω λόγους λοιπόν, δεν επιλέχθηκαν όλες οι κατηγορίες δεικτών παραμόνο εκείνες της πίεσης και της απόκρισης, τα άκρα δηλαδή της αλυσίδας PSR από το μοντέλο του ΟΟΣΑ, στο οποίο όπως έχει προαναφερθεί βασίστηκαν τα υπόλοιπα.

Η μορφή της κατηγοριοποίησης που επιλέχθηκε, απέχει από την παραγωγή μιας πλήρους ομαδοποίησης των εξεταζόμενων χωρών, όπως συμβαίνει και σε άλλες συγκριτικές αναλύσεις στη βιβλιογραφία. Η μονοδιάστατη παραγωγή ενός πίνακα επιδόσεων δεν ταιριάζει με τα πολυδιάστατα και ιδιαίτερα πολύπλοκα φαινόμενα που περιλαμβάνονται τόσο στην ανθρώπινη δραστηριότητα όσο και στις φυσικές διαδικασίες. Αντίθετα, η δισδιάστατη μορφή που υιοθετήθηκε στην παρούσα εργασία επιτρέπει την βαθύτερη κατανόηση των ισχυρών και αδύνατων σημείων των επιδόσεων των χωρών και έτσι αποκαλύπτονται οι ενδεδειγμένες πολιτικές προτεραιότητες.

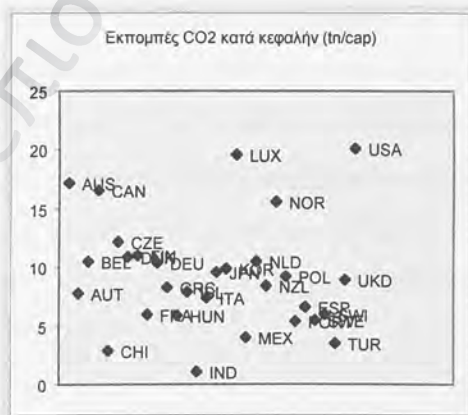
## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ

### 4.2. ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

#### 4.2.1. Εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά κεφαλήν

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Το CO<sub>2</sub> είναι το κύριο συστατικό του ατμοσφαιρικού αέρα, μαζί με το N<sub>2</sub>, το O<sub>2</sub>, τους υδρατμούς και το Ar. Η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> υπήρξε σχετικά σταθερή για αιώνες. Από το 1750 άρχισε να αυξάνει σημαντικά λόγω της πληθυσμιακής αύξησης και της βελτίωσης της ποιότητας ζωής, που υποστηρίχθηκε από την ενέργεια των καυσίμων, αρχικά του άνθρακα αργότερα του πετρελαίου και στη συνέχεια του αερίου, η καύση των οποίων απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα το CO<sub>2</sub>. Η αύξηση της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα παρεμποδίζει τη διάχυση των ανακλώμενων ακτινών του ηλίου δημιουργώντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που ευθύνεται για τη σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και την ενδεχόμενη κλιματική μεταβολή. Συνεπώς η παραγόμενη ποσότητα του CO<sub>2</sub> κατά κεφαλήν αποτελεί ίσως την πιο δυνατή απόδειξη της μη φιλικής προς το περιβάλλον ανάπτυξης.



Διάγραμμα 1: Διασπορά επιδόσεων CO<sub>2</sub> κατά κεφαλήν

### Ο δείκτης

Το CO<sub>2</sub> με μια συνεισφορά της τάξης του 80% αποτελεί το κυριότερο από τα έξι αέρια του θερμοκηπίου που ευθύνονται για την κλιματική μεταβολή. Ο δείκτης υπολογίζεται ως ο λόγος των συνολικών ετήσιων εκπομπών CO<sub>2</sub> προς το συνολικό πληθυσμό της χώρας και αποτελεί μέτρο της μέσης επιβάρυνσης που προκαλεί κάθε πολίτης στο πρόβλημα της κλιματικής μεταβολής.

### Επιδόσεις

Οι χώρες με τις μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι η Ινδία, η Κίνα και η Τουρκία, ενώ εκείνες με τις μεγαλύτερες εκπομπές είναι η Αυστραλία, το Λουξεμβούργο και οι ΗΠΑ. Η Ελλάδα βρίσκεται στην ενδέκατη θέση με παραγωγή 8.3 μέγα τόνων CO<sub>2</sub> κατά κεφαλήν, η οποία είναι ίση με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο.

Πηγή: ΟΟΣΑ (4)

## **4.2.2 Εκπομπές NO<sub>x</sub> κατά κεφαλήν (kg)**

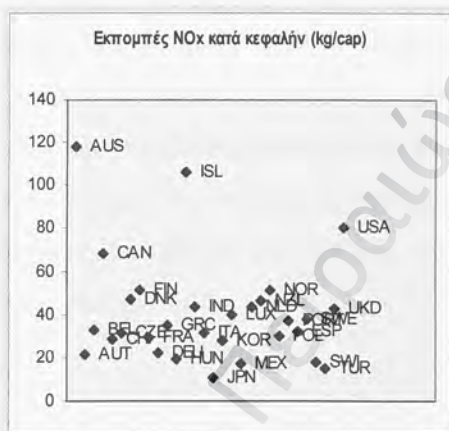
### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Τα δυο σημαντικότερα οξείδια του αζώτου που παράγονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι το μονοξείδιο και το διοξείδιο του αζώτου και το άθροισμά τους είναι γνωστό ως NO<sub>x</sub>. Οι βασικότερες πηγές εκπομπής των NO<sub>x</sub> είναι οι οδικές μεταφορές και οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εκπομπές NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, και η μετατροπή τους σε όξυνα υποκατάστατα ευθύνονται για το φαινόμενο της οξύνισης. Η όξινη βροχή προκαλεί δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα δάση και στις λίμνες, στα θαλάσσια και υδάτινα οικοσυστήματα, στο έδαφος και στα μνημεία. Η οξύνιση αποτελεί ακόμη ένα από τα βασικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα στην Ευρώπη.



### Ο δείκτης

Ο δείκτης που αφορά τις εκπομπές των NO<sub>x</sub> αποτελεί έναν από τους βασικούς δείκτες αποτύπωσης της ποιότητας της ατμόσφαιρας καθώς επίσης συμπεριλαμβάνεται στους δείκτες κλειδιά του ΟΟΣΑ για το φαινόμενο της οξύνισης, ενώ περιέχεται σε όλες τις εκθέσεις περιβαλλοντικών δεικτών του ΕΟΠ.



Διάγραμμα 2: Διασπορά επιδόσεων NO<sub>x</sub> κατά κεφαλήν

### Επιδόσεις

Η χώρα με τις υψηλότερες εκπομπές NO<sub>x</sub> κατά κεφαλήν είναι η Αυστραλία ακολουθεί η Ισλανδία και στη συνέχεια οι ΗΠΑ, πιθανότατα λόγω του αυξημένου αριθμού επιβατικών αυτοκινήτων, ενώ οι χώρες με το χαμηλότερο σκορ είναι η Τουρκία, το Μεξικό, η Ελβετία και η Ουγγαρία. Η Ελλάδα βρίσκεται στην δέκατη τέταρτη θέση με παραγωγή 35 κιλών NO<sub>x</sub> κατά κεφαλήν.

Πηγή: ΟΟΣΑ (4)

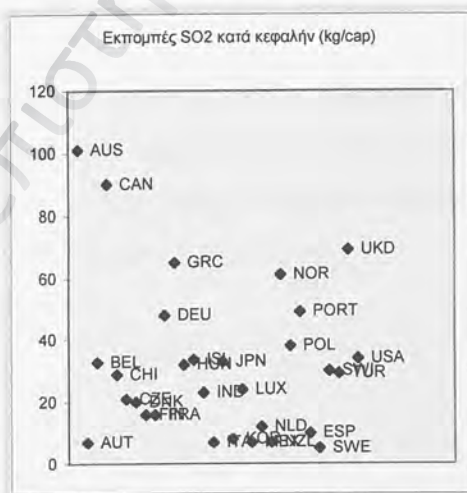
#### 4.2.3. Εκπομπές SO<sub>2</sub> κατά κεφαλήν

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η κυριότερη φυσική πηγή εκπομπής του θείου είναι το διμεθυλοσουλφίδιο, που παράγεται από το θαλάσσιο φυτοπλαγκτόν και οξειδώνεται σε SO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και το υδρόθειο που παράγεται στα ηφαιστεία. Όσον αφορά την κύρια πηγή εκπομπής που είναι αποτέλεσμα των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων δεν είναι άλλη από την καύση στερεών καυσίμων. Οι εκπομπές SO<sub>2</sub> συνεχίζουν να αυξάνουν παγκοσμίως, ενώ στην Ευρώπη παρουσίασαν μέγιστο στις αρχές της δεκαετίας του 1980 και στη συνέχεια άρχισαν να μειώνονται. Οι εκπομπές SO<sub>2</sub>, όπως έχει προαναφερθεί, συμβάλουν και εντείνουν το πρόβλημα της οξύνισης και έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία.

##### Ο δείκτης

Ο δείκτης υπολογίζεται ως ο λόγος των συνολικών ετήσιων εκπομπών SO<sub>2</sub> προς το συνολικό πληθυσμό της χώρας και αποτελεί μέτρο της μέσης επιβάρυνσης που προκαλεί κάθε πολίτης στο πρόβλημα οξύνισης.



Διάγραμμα3: Διασπορά επιδόσεων SO<sub>2</sub> κατά κεφαλήν

### Επιδόσεις

Οι χώρες που εμφανίζουν τις μεγαλύτερες εκπομπές όσον αφορά τις κατά κεφαλήν εκπομπές SO<sub>2</sub> είναι η Αυστραλία και ο Καναδάς ενώ οι χώρες με το χαμηλότερο είναι η Σουηδία, η Νέα Ζηλανδία, η Αυστρία, η Ιταλία και το Λουξεμβούργο. Η Ελλάδα βρίσκεται στην εικοστή θέση με παραγωγή SO<sub>2</sub> με 65 κιλά κατά κεφαλήν.

Πηγή: ΟΟΣΑ (4)

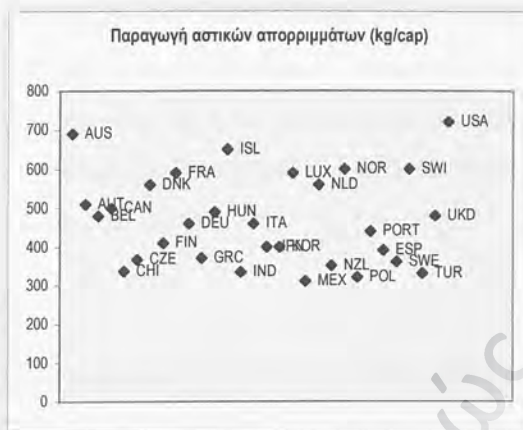
#### **4.2.4. Αστικά απορρίμματα κατά κεφαλήν (kg/ κάτοικο)**

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η αύξηση της παραγωγής των αστικών απορριμμάτων αποτελεί ένα από τα βασικά προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών. Η παραγωγή καταναλωτικών αγαθών απαιτεί άντληση φυσικών πόρων και η υπερκατανάλωση των πρώτων συνεπάγεται αύξηση της ποσότητας των αστικών απορριμμάτων. Από την παραγωγή αστικών απορριμμάτων προκύπτουν διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα, τα οποία αφορούν την διάθεση, επεξεργασία και απόθεση αυτών.

##### Ο δείκτης

Ο δείκτης υπολογίζεται ως ο λόγος των συνολικών ετήσιων ποσοτήτων παραγόμενων αστικών απορριμμάτων προς το συνολικό πληθυσμό της χώρας και αποτελεί μέτρο της μέσης επιβάρυνσης που προκαλεί κάθε πολίτης στο πρόβλημα της παραγωγής και διαχείρισης αστικών απορριμμάτων.



Διάγραμμα 4: Διασπορά επιδόσεων στην παραγωγή αστικών απορριμμάτων κατά κεφαλήν

### Επιδόσεις

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, οι χώρες που παράγονται οι μεγαλύτερες ποσότητες αστικών απορριμμάτων ανά κάτοικο είναι οι ΗΠΑ, η Αυστραλία και η Ισλανδία, ενώ οι χώρες με τη χαμηλότερη αντίστοιχη παραγωγή είναι το Μεξικό, η Πολωνία, ακολουθεί η Τουρκία, η Ινδία και η Κίνα. Επιβεβαιώνεται η άποψη ότι ο ανεπτυγμένος κόσμος παράγει περισσότερα απορρίμματα ενώ ο υποανάπτυκτος ή/και ο αναπτυσσόμενος παράγει τα λιγότερα. Η Ελλάδα βρίσκεται στην ένατη θέση της κατάταξης με παραγωγή αστικών απορριμμάτων 370 κιλά κατά κεφαλήν.

Πηγή: ΟΟΣΑ (4)

## **4.2.5. Βιοποικιλότητα**

### **4.2.5.1. Ποσοστό απειλούμενων ειδών πτηνών σε σχέση με τα γνωστά στη χώρα είδη**

#### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η προστασία των οικοσυστημάτων δεν έχει αποσυνδεθεί από την οικονομική ανάπτυξη παρόλες τις προειδοποιήσεις τόσο των ειδικών επιστημόνων όσο και των



περιβαλλοντικών οργανώσεων. Η απειλή από τη μόλυνση του περιβάλλοντος για τα οικοσμήματα και επομένως για τη χλωρίδα και την πανίδα είναι μεγάλη.

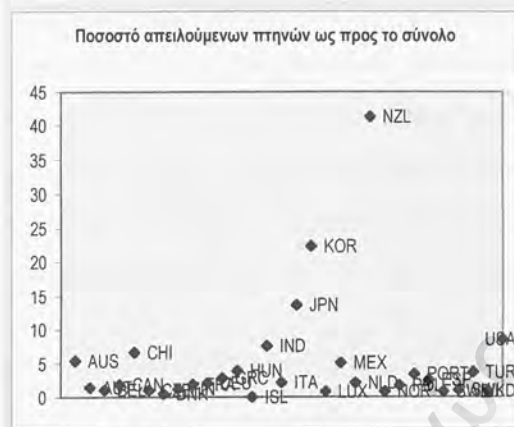
Η διατήρηση και η αποκατάσταση των οικοσυστημάτων προκειμένου να διασωθούν τα είδη που κατοικούν σε αυτά αποτελεί έναν από του βασικούς στόχους της πολιτικής για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

#### Ο δείκτης

Στην εργασία χρησιμοποιείται ως αντιπροσωπευτικός δείκτης όσον αφορά τη βιοποικιλότητα των χωρών, το ποσοστό των απειλούμενων πουλιών ως προς το σύνολο. Το ποσοστό αυτό υπολογίστηκε με βάση στοιχεία που αφορούσαν τα είδη των απειλούμενων πουλιών και τα είδη των συνολικά γνωστών πουλιών.

Τα είδη πουλιών που απειλούνται, αναφέρονται στο πλήθος των πτηνών που ταξινομήθηκαν από το World Conservation Union (IUCN) ως ευρισκόμενα σε κίνδυνο, ευάλωτα, σπάνια, απροσδιορίστου είδους, εκτός κινδύνου ή ανεπαρκώς γνωστά. (World Conservation Monitoring Center, (IUCN)). Τα στοιχεία αναφέρονται στο 2000.

Τα συνολικά γνωστά είδη πουλιών έχουν ταξινομηθεί για χώρες που περιλαμβάνονται στους τόπους αναπαραγωγής ή/ και τόπους ξεχειμωνιάσματος. (World Conservation Monitoring Center, (IUCN)). Τα στοιχεία αναφέρονται στο 1996.



Διάγραμμα 5: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό απειλούμενων πτηνών

### Επιδόσεις

Οι χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά απειλούμενων ειδών πουλιών είναι η Νέα Ζηλανδία (41%), ακολουθεί η Κορέα (22%) και η Ιαπωνία (13.6%), ενώ εκείνες με το χαμηλότερο ποσοστό είναι η Ισλανδία στην οποία δεν υπάρχουν απειλούμενα είδη, και ακολουθούν με ποσοστό 1% οι: Αυστρία, Βέλγιο, η Τσεχία, η Δανία, η Φιλανδία, το Λουξεμβούργο, η Νορβηγία, η Σουηδία, η Ελβετία και η Αγγλία. Η Ελλάδα βρίσκεται στην τέταρτη θέση με ποσοστό 3%.

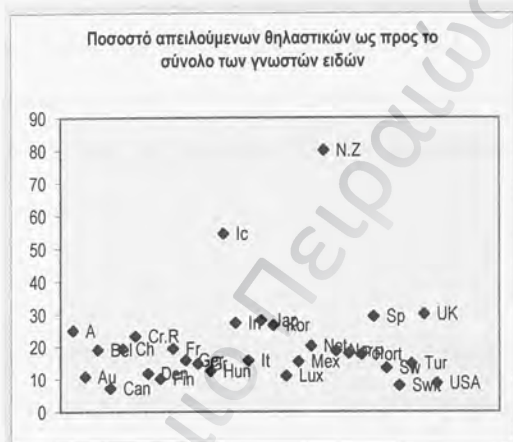
#### **4.2.5.2. Ποσοστό απειλούμενων ειδών θηλαστικών ως ποσοστό των συνολικά γνωστών ειδών.**

### Ο δείκτης

Στην εργασία χρησιμοποιείται ως αντιπροσωπευτικός δείκτης όσον αφορά τη βιοποικιλότητα των χωρών, το ποσοστό των απειλούμενων θηλαστικών ως προς το σύνολο των γνωστών ειδών που ζουν στη χώρα. Το ποσοστό αυτό υπολογίστηκε με βάση στοιχεία που αφορούσαν τα είδη των απειλούμενων θηλαστικών και τα είδη των συνολικά γνωστών θηλαστικών.

Στο σύνολο των ειδών των γνωστών θηλαστικών δεν περιλαμβάνονται οι φάλαινες (World Conservation Monitoring Center, IUCN). Τα στοιχεία είναι για το 1996.

Τα απειλούμενα είδη θηλαστικών αποτελούν τον αριθμό των θηλαστικών που έχουν ταξινομηθεί από το World Conservation Union (IUCN), και τα οποία κινδυνεύουν, είναι ευάλωτα, σπάνια και ακαθόριστα, εκτός κινδύνου ή ανεπαρκώς γνωστά. (World Conservation Monitoring Center, IUCN). Τα στοιχεία αφορούν το 2000.



Διάγραμμα 6: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό απειλούμενων θηλαστικών

### Επιδόσεις

Οι χώρες που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό όσον αφορά τα απειλούμενα είδη θηλαστικών είναι η Νέα Ζηλανδία (80%) και η Ισλανδία (55%) όπως παρατηρήθηκε και στον προηγούμενο δείκτη που αφορούσε το ποσοστό των απειλούμενων ειδών πουλιών. Οι χώρες με το χαμηλότερο ποσοστό είναι ο Καναδάς, ακολουθεί η Ελβετία και στη συνέχεια οι ΗΠΑ. Η Ελλάδα βρίσκεται στην όγδοη θέση με ποσοστό 15%.

Πηγή : World Bank (3)

#### 4.2.6. Ετήσιος ρυθμός μείωσης δασών

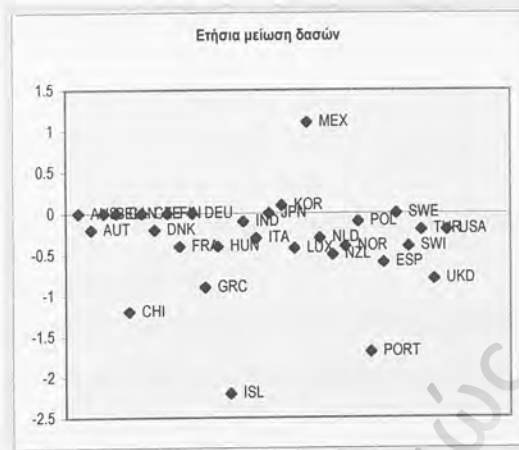
##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Τα δάση συμπεριλαμβάνονται στους σημαντικότερους φυσικούς πόρους τα οποία και απειλούνται από την υπερεκμετάλλευση και την κλιματική αλλαγή. Τα δάση συμβάλλουν στην ισορροπία των οικοσυστημάτων διαβίωσης σπάνιων ειδών πανίδας και χλωρίδας. Η ύπαρξη και ανάπτυξη δασών συντελεί στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου καθώς δεσμεύουν το CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας. Δασικές εκτάσεις ολοένα μειώνονται και η διατήρηση ή η αποκατάστασή τους αποτελούν επιτακτική ανάγκη. Τα δάση συμβάλλουν στην εξισορρόπηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, στη διατήρηση σπάνιων και μη ειδών της χλωρίδας και πανίδας, κλπ.

##### Ο δείκτης

Ο δείκτης που αφορά την ετήσια μείωση δασών, αναφέρεται στη μόνιμη μετατροπή των δασικών εκτάσεων σε ζώνες για άλλες χρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της καλλιέργειας για βοσκή, της μόνιμης καλλιέργειας, της εγκατάστασης αγροκτημάτων, αποικιών και της ανάπτυξης υποδομής. Οι αποψιλωμένες εκτάσεις δεν συμπεριλαμβάνουν πλημμυρισμένες εκτάσεις οι οποίες πρόκειται να αναγεννηθούν, ούτε εκτάσεις που αλλοιώνονται από την συλλογή καυσόξυλων, εκτάσεις που έχουν υποστεί όξυνση, ή εκτάσεις που έχουν αποψιλωθεί από πυρκαυδές. Οι αρνητικοί αριθμοί δείχνουν αύξηση των δασικών εκτάσεων. (Food and Agricultural Organization. Τα στοιχεία είναι για την περίοδο 1990- 2000).





Διάγραμμα 7: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό μείωσης δασών

### Επιδόσεις

Οι χώρες που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μείωση στα δάση τους είναι το Μεξικό (1.1) και ακολουθεί η Κορέα (με διαφορά μιας μονάδας), ενώ οι χώρες που παρουσιάζουν σταθερή εικόνα είναι: η Αυστραλία, το Βέλγιο, ο Καναδάς, η Τσεχία, η Φιλανδία, η Γερμανία, η Ιαπωνία και η Σουηδία. Οι χώρες στις οποίες αυξήθηκαν τα δάση (πιθανότατα λόγω αναδάσωσης) είναι: η Ισλανδία, η Πορτογαλία και η Κίνα. Η Ελλάδα βρίσκεται στην τέταρτη θέση της κατάταξης και παρουσιάζει αύξηση των δασικών της εκτάσεων κατά 0.9.

Πηγή: World Bank (3)

#### **4.2.7. Ποσοστό (%) αρδευόμενης έκτασης ως προς την καλλιεργήσιμη**

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η μείωση των υδάτινων αποθεμάτων αποτελεί σοβαρότατο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Η γεωργία φαίνεται σε πολλές χώρες να είναι ο βασικότερος καταναλωτής νερού. Είναι λοιπόν απαραίτητη η ορθολογική χρήση των υδάτινων

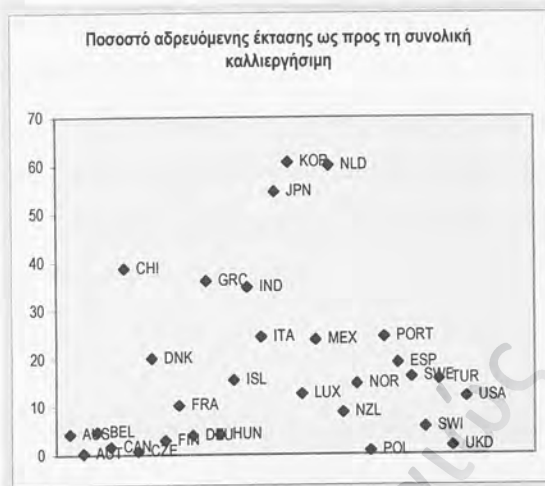
αποθεμάτων και ειδικότερα η μείωση του ποσοστού χρήσης νερού από τον τομέα της γεωργίας.

### Ο δείκτης

Προκειμένου να οριστεί και να επεξηγηθεί με ακρίβεια ο δείκτης κρίνεται σκόπιμη η αναφορά στους παρακάτω ορισμούς.

Αρδευόμενη γη: αναφέρεται σε περιοχές οι οποίες σκόπιμα τροφοδοτούνται με νερό, συμπεριλαμβανομένων των περιοχών που αρδεύονται με ελεγχόμενες πλημμύρες. Οι περιοχές που έχουν σοδειά αναφέρονται στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις και εκείνες που καλλιεργούνται μόνιμα (FAO). Τα στοιχεία είναι μέση τιμή των ετών 1996-98).

Αγροτική γη: η αγροτική γη αναφέρεται στην καλλιεργήσιμη έκταση, με μόνιμες καλλιέργειες, και μόνιμα λιβάδια (βοσκότοπους). Η καλλιεργήσιμη έκταση περιλαμβάνει και εκτάσεις με προσωρινές καλλιέργειες, προσωρινά λιβάδια προς θερισμό ή βοσκή, γη προς αγορά ή γη που χρησιμοποιείται ως πάρκο για παιδιά, ή γη σε αγρανάπαιση έχουν καθοριστεί από τον FAO. Τα στοιχεία αναφέρονται στο 1998. Η γη που δεν καλλιεργείται ως αποτέλεσμα αλλαγής του τύπου της καλλιέργειας δεν συμπεριλαμβάνεται. Η γη με μόνιμες καλλιέργειες είναι εκείνη που καλλιεργείται για μεγάλες περιόδους, όπως είναι ο καφές, το κακάο και το καουτσούκ και δεν χρειάζεται να φυτευτούν ξανά μετά από μια συγκομιδή. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει επίσης εκτάσεις με καλλιέργειες όπως λουλούδια, οπωροφόρα δέντρα, δέντρα όπως οι καστανιές, αμπέλια, αλλά αποκλείονται καλλιέργειες δένδρων για την εκμετάλλευση της ξυλείας. Ο προσωρινός βοσκότοπος είναι γη που χρησιμοποιείται για πέντε ή/ και περισσότερα χρόνια, οποίος μπορεί να καλλιεργείται ή όχι.



Διάγραμμα 8: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό αδρευόμενης έκτασης

### Επιδόσεις

Οι χώρες με το υψηλότερο ποσοστό είναι η Κορέα, η Ολλανδία και η Ιαπωνία, ενώ οι χώρες με το χαμηλότερο ποσοστό είναι η Αυστρία, η Πολωνία και Τσεχία, δηλαδή χώρες μεγάλης έκτασης ή/ και μεγάλης πληθυσμιακής πυκνότητας. Η Ελλάδα βρίσκεται στην εικοστή τέταρτη θέση της κατάταξης με ποσοστό 36.1%.

Η γεωργία είναι ο βασικός καταναλωτής νερού στην Ευρωπαϊκή Ένωση (30%). Μεταξύ των ετών 1980-96, το ποσοστό της αδρευόμενης έκτασης ως προς τη συνολική αυξήθηκε σημαντικά (15%) κυρίως στη Νότια Ευρώπη.

Πηγή: World Bank (3)

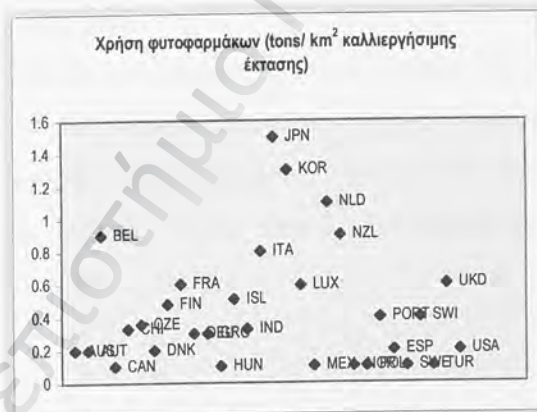
#### 4.2.8 Χρήση φυτοφαρμάκων (τόνοι ανά km<sup>2</sup> καλλιεργήσιμης έκτασης)

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η άμετρη χρήση φυτοφαρμάκων αποτελεί βασικό παράγοντα για την υποβάθμιση του εδάφους, θέτει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία άμεσα (αγρότες που τα χρησιμοποιούν) και έμμεσα (καταναλωτές των γεωργικών προϊόντων), τους υδροφόρους ορίζοντες και τα οικοσυστήματα.

##### Ο δείκτης

Ο δείκτης αυτός επομένως απεικονίζει το προφίλ του αγροτικού τομέα κάθε χώρας, μετρώντας τις ποσότητες των καταναλισκόμενων φυτοφαρμάκων. Ο δείκτης αποτελεί το λόγο της ποσότητας των καναλισκόμενων φυτοφαρμάκων προς την καλλιεργήσιμη έκταση κάθε χώρας.



Διάγραμμα 9: Διασπορά επιδόσεων στη χρήση φυτοφαρμάκων

##### Επιδόσεις

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα οι χώρες στις οποίες χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες ποσότητες φυτοφαρμάκων (τόνοι) ανά km<sup>2</sup> καλλιεργήσιμης έκτασης είναι η Ιαπωνία, η Κορέα, η Ολλανδία, το Βέλγιο, η Νέα Ζηλανδία και η Ιταλία, ενώ οι



χώρες που δεν χρησιμοποιούν καθόλου φυτοφάρμακα είναι ο Καναδάς, η Ουγγαρία, το Μεξικό, η Νορβηγία, η Πολωνία, η Σουηδία και η Τουρκία (0.1). Η Ελλάδα βρίσκεται σε καλή θέση (τρίτη) με 0.3 τόνους ανά km<sup>2</sup>.

Από το 1992, στην Ευρώπη τουλάχιστον έχει μειωθεί η χρήση των φυτοφαρμάκων. Σε αυτό έχει συμβάλει η αναθεώρηση της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής στην κατεύθυνση της ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής διάστασης (CAP-Common Agriculture Policy), αλλά και η βελτίωση της αποτελεσματικότητας των φυτοφαρμάκων (απαιτείται λιγότερη ποσότητα αλλά η τοξικότητά τους είναι μεγαλύτερη).

Πηγή: ΟΟΣΑ (4)

#### **4.2.9. Κατανάλωση λιπασμάτων (100 γραμμάρια (gr) ανά εκτάριο (ha) καλλιεργήσιμης έκτασης).**

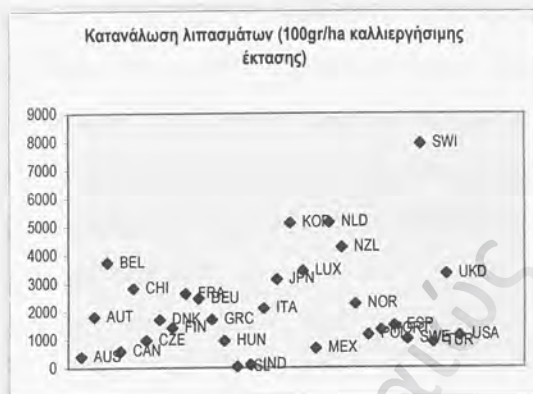
##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η χρήση των λιπασμάτων εξακολουθεί να είναι η βασική πηγή ρύπανσης από νιτρικά στην τόσο στην Ευρώπη όσο και Παγκοσμίως. Η αλόγιστη κατανάλωση λιπασμάτων δημιουργεί έντονα προβλήματα ρύπανσης τόσο στο έδαφος όσο και στους υδροφόρους ορίζοντες κι έτσι πειραίνουν στην τροφική αλυσίδα. Συνεπώς πρέπει να μειωθούν οι καταναλισκόμενες ποσότητες λιπασμάτων.

##### Ο δείκτης

Ο δείκτης «κατανάλωση λιπασμάτων», μετρά την ποσότητα των πρόσθετων και χημικών θρεπτικών συστατικών για τα φυτά ανά μονάδα καλλιεργήσιμης έκτασης. Τα είδη των λιπασμάτων που συμπεριλαμβάνονται για τον υπολογισμό του δείκτη είναι τα εξής: νιτρικά, φωσφορικά και όσα περιέχουν ποτάσιο. Ο χρόνος αναφοράς για την κατανάλωση των λιπασμάτων είναι το έτος συγκομιδής. (Food and

AGricultural Organization). Τα στοιχεία αποτελούν τη μέση τιμή της περιόδου 1996-1998.



Διάγραμμα 10: Διασπορά επιδόσεων στην κατανάλωση λιπασμάτων

### Επιδόσεις

Οι χώρες που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη κατανάλωση λιπασμάτων όπως φαίνεται από το διάγραμμα είναι η Ελβετία, η Ολλανδία και η Κορέα, ενώ εκείνες με τη μικρότερη είναι η Ισλανδία, η Ινδία, η Αυστραλία και το Μεξικό. Η Ελλάδα βρίσκεται στην δέκατη έκτη θέση με κατανάλωση 1709 γραμμαρίων ανά εκτάριο καλλιεργήσιμης έκτασης, δηλαδή βρίσκεται περίπου στη μέση της κατάταξης.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της οδηγίας Nitrates Directive και της ρύθμισης Agri-Environmental Regulation (EEC/2078/92), γίνεται προσπάθεια μείωσης της χρήσης των λιπασμάτων και της μόλυνσης των υδροφόρων οριζόντων.

Πηγή: World Bank(3)

### 4.2.10. Πρωτογενής ενεργειακή ζήτηση κατά κεφαλήν (Kg of oil equivalent)

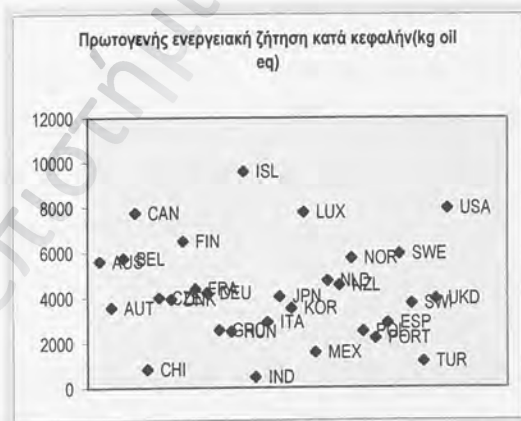
#### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας από συμβατικά καύσιμα ευθύνεται για τις εκπομπές των βασικότερων αέριων ρύπων, οι οποίοι με τη σειρά τους ευθύνονται

για την υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, τη μείωση της στοιβάδας του όζοντος, την κλιματική αλλαγή, την οξύνιση και πολλά άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι τομείς που συμβάλλουν στην αύξηση της ενεργειακής ζήτησης είναι η βιομηχανία, η γεωργία, ενώ η συμβολή τόσο των μεταφορών όσο και του οικιακού τομέα αυξάνεται. Η αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης συνιστά χαρακτηριστικό επακόλουθο της οικονομικής ανάπτυξης. Για το λόγο αυτό κεντρικός στόχος της ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής είναι η αποσύνδεση της οικονομικής ανάπτυξης από τη χρήση ενέργειας.

### Ο δείκτης

Η πρωτογενής ενεργειακή ζήτηση αναφέρεται στην φαινόμενη κατανάλωση των πρωτογενών μορφών ενέργειας, η οποία ισοδυναμεί με την ενδογενή παραγωγή, τις εισαγωγές και τις μεταβολές των αποθεμάτων, ενώ αφαιρούνται οι εξαγωγές και οι προμήθειες καυσίμων των πλοίων και των αεροπλάνων τα οποία αφορούν διεθνείς μεταφορές.



Διάγραμμα 11: Διασπορά επιδόσεων στην πρωτογενή ενεργειακή ζήτηση κατά κεφαλήν

### Επιδόσεις

Οι χώρες με τη μικρότερη ενεργειακή ζήτηση κατά κεφαλήν είναι η Ινδία, η Κίνα, η Τουρκία και το Μεξικό, ενώ εκείνες με τη μεγαλύτερη είναι η Ισλανδία, οι ΗΠΑ, το Λουξεμβούργο και ο Καναδάς. Η Ελλάδα είναι η ένατη χώρα με τη μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση κατά κεφαλήν.

Πηγή: World Bank (3)

#### **4.2.11. Ποσοστό κατανάλωσης νερού ως ποσοστό των συνολικών διαθέσιμων αποθεμάτων**

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η διαχείριση των υδατικών πόρων συνιστά τη διατήρηση τόσο της ποιότητας όσο και της ποσότητας τους. Η αλόγιστη χρήση και η μόλυνση του νερού επηρεάζει αρνητικά τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την οικονομία. Τα προβλήματα διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων προκύπτουν όταν η ζήτηση για νερό ξεπερνά τα διαθέσιμα αποθέματα σε μια συγκεκριμένη περίοδο. Προβλήματα τέτοιου χαρακτήρα προκύπτουν σε περιοχές με χαμηλές βροχοπτώσεις και υψηλή πληθυσμιακή ένταση όπως είναι οι τουριστικές περιοχές της Μεσογείου και σε περιοχές υψηλής αγροτικής και βιομηχανικής δραστηριότητας στη νοτιοδυτική Ευρώπη. Επίσης η υπερβολική άντληση νερού έχει οδηγήσει στην αποξήρανση των εδαφών στη δυτική και νότια Ευρώπη, και στην διείσδυση του αλμυρού νερού στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες στη ζώνη των Μεσογειακών ακτών.

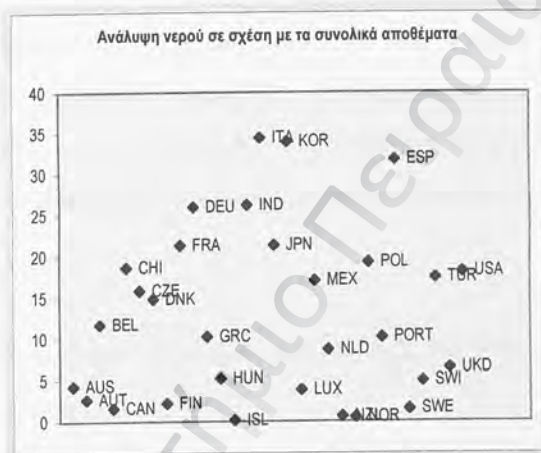
##### Ο δείκτης

Με τη χρήση του δείκτη γίνεται προσπάθεια να δοθεί σαφή εικόνα της διαχείρισης των υδάτινων αποθεμάτων γλυκού νερού. Οδηγείται κανείς εύλογα στο συμπέρασμα ότι όσο μικρότερο ποσοστό των υδάτινων αποθεμάτων της χρησιμοποιεί μια χώρα τόσο ορθολογικότερη διαχείριση πραγματοποιεί, όμως το ύψος του ποσοστού εξαρτάται από τα συνολικά αποθέματα της χώρας από τον πληθυσμό και τις



δραστηριότητες που αναπτύσσονται στη χώρα π.χ. ανεπτυγμένοι γεωργικός τομέας.

Ο δείκτης έχει υπολογιστεί από την ΠΤ και σύμφωνα με τους αντίστοιχους ορισμούς οι πηγές γλυκού νερού αναφέρονται στο σύνολο των ανανεώσιμων πηγών, οι οποίες περιλαμβάνουν τη ροή των ποταμών και των υπόγειων υδάτων από τις βροχοπτώσεις, καθώς και τη ροή των ποταμών που προέρχονται από άλλες χώρες. Οι εκτιμήσεις αναφέρονται στο 1999. ο παρών δείκτης ουσιαστικά είναι ίδιος με τον Water Exploitation Index που χρησιμοποιείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση.



Διάγραμμα 12: Διασπορά επιδόσεων στην σχετική ανάληψη νερού

### Επιδόσεις

Οι χώρες που καταναλώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό των υδάτινων αποθεμάτων τους είναι η Ιταλία (34.4%), η Κορέα (33.9%), η Ισπανία (31.7%), η Ινδία (26.2%) και η Γερμανία (26%) ενώ εκείνες που καταναλώνουν το μικρότερο είναι η Ισλανδία (0.1%), η Νορβηγία (0.5%) η Νέα Ζηλανδία (0.6%). Η Ελλάδα βρίσκεται στη μέση περίπου της κατάταξης με ποσοστό 10.5%.

Πηγή: World Bank (3)

### 4.3. ΔΕΙΚΤΕΣ ΟΙΚΟ- ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ/ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΧΩΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

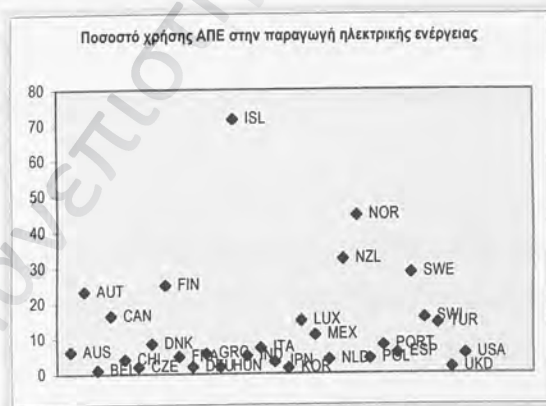
#### 4.3.1. Ποσοστό χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ως προς το σύνολο

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Όπως έχει προαναφερθεί, οι εκπομπές αέριων ρύπων από τη χρήση των συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, δημιουργεί πληθώρα περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως είναι η κλιματική αλλαγή, η οξύνιση κλπ. Επίσης, η εξάντληση των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων αποτελεί οξύ περιβαλλοντικό πρόβλημα. Προκειμένου να εξομαλυνθούν τα παραπάνω περιβαλλοντικά ζητήματα και στο πλαίσιο της προώθησης της βιώσιμης ανάπτυξης περιλαμβάνεται η προώθηση της χρήσης ΑΠΕ για την παραγωγή ενέργειας.

##### Ο δείκτης

Ο εν λόγω δείκτης αφορά το ποσοστό εκμετάλλευσης των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Διάγραμμα 13: Διασπορά επιδόσεων στην ποσοστιαία συμμετοχή των ΑΠΕ

### Επιδόσεις

Οι χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά χρήσης των ΑΠΕ είναι η Ισλανδία (71.6%, λόγω της εκμετάλλευσης του γεωθερμικού δυναμικού της), η Νορβηγία (44.4 %, για τον ίδιο λόγο), η Νέα Ζηλανδία (32.1%), η Σουηδία, η Φιλανδία και η Αυστρία.

Οι χώρες με τα μικρότερα ποσοστά χρήσης των ΑΠΕ είναι το Βέλγιο (1.1%), η Κορέα (1.5%), και η Αγγλία (1.6%). Η Ελλάδα βρίσκεται στην δέκατη έκτη θέση μαζί με την Ισπανία (5.7%), ενώ μέχρι το 2010 θα πρέπει το ποσοστό αυτό να φτάσει το 14.5 % χωρίς τα μεγάλα υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

Πηγή: ΟΟΣΑ (4)

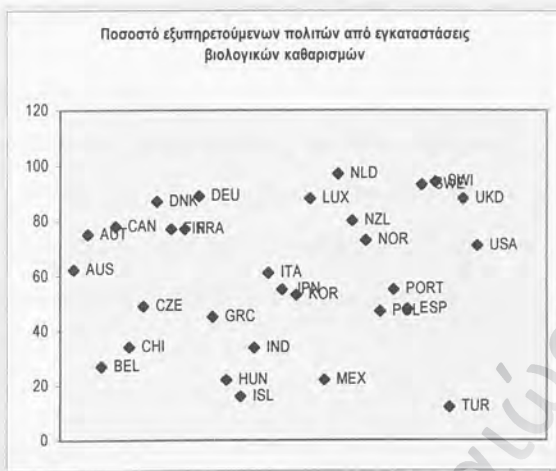
### **4.3.2. Ποσοστό εξυπηρετούμενων πολιτών από εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών**

#### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτινων πόρων και των παράκτιων περιοχών εξαιτίας της ανεξέλεγκτης απόρριψης ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων αποτελεί ένα από τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι κυριότεροι παραγωγοί είναι η βιομηχανία και ο οικιακός τομέας. Στις χώρες όμως με ανεπτυγμένη γεωργία η παραγωγή φωσφορικών ενώσεων στα απόβλητα προέρχεται κατά 50% από αυτήν.

#### Ο δείκτης

Ο δείκτης εκφράζει το ποσοστό του εγχώριου πληθυσμού που εξυπηρετείται από τους δημόσιους σταθμούς βιολογικού καθαρισμού. Η σωστή διαχείριση και επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αποτελεί βασική ένδειξη όσον αφορά τη βιωσιμότητα των πόλεων. Ο δείκτης ανήκει στη λίστα των δεικτών- κλειδιά του ΟΟΣΑ.



Διάγραμμα 14: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό των βιολογικών καθαρισμών

### Επιδόσεις

Οι χώρες στις οποίες οι πολίτες σε μεγάλο ποσοστό εξυπηρετούνται από εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών, είναι η Ολλανδία (97%), η Ελβετία (94%), η Σουηδία (93%), η Γερμανία (89%), το Λουξεμβούργο (88%), η Αγγλία (88%) και η Δανία (87%), ενώ αντίθετα οι χώρες με τα μικρότερα ποσοστά είναι η Τουρκία (12%), η Ισλανδία (16%), το Μεξικό και η Ουγγαρία (22%). Οι χώρες της Βόρειας και της Κεντρικής Ευρώπης έχουν το υψηλότερο ποσοστό στον τριτογενή βιολογικό καθαρισμό προκειμένου να απομακρυνθούν τα φωσφορικά από τα νερά. Η Ελλάδα βρίσκεται στην μέση περίπου της κατάταξης και το ποσοστό των πολιτών που εξυπηρετούνται από μονάδες βιολογικού καθαρισμού αγγίζει το 45%.

Πηγή: ΟΟΣΑ (4)



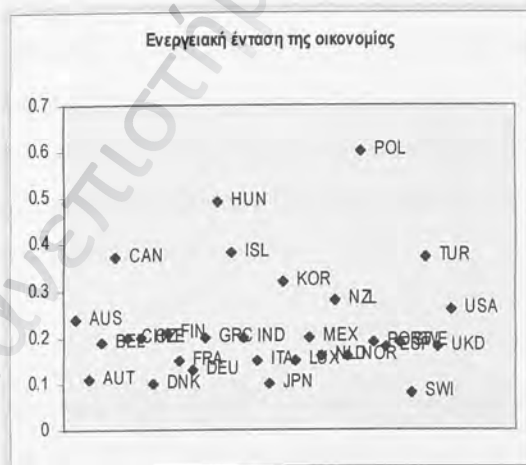
### 4.3.3. Ενεργειακή ένταση της οικονομίας

#### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα:

Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργεια συνδέεται άρρηκτα με την οικονομική ανάπτυξη. Η σύνδεση των δυο φαινομένων αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης. Το πρόβλημα εντείνεται στην περίπτωση που η παραγόμενη ενέργεια προέρχεται από συμβατικά καύσιμα.

#### Ο δείκτης:

Ο δείκτης ενεργειακή ένταση της οικονομίας: αφορά την πρωτογενή παραγωγή ενέργειας ως προς το ΑΕΠ σε σταθερές τιμές του 1995 (US Dollars). Με τη χρήση του δείκτη της ενεργειακής έντασης προσπαθεί να απαντηθεί το ερώτημα κατά πόσο η οικονομική ανάπτυξη απαιτεί επιπρόσθετη κατανάλωση ενέργειας. Έτσι όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει ο δείκτης τόσο η οικονομική ανάπτυξη απαιτεί την παραγωγή και χρήση επιπρόσθετης ενέργειας.



Διάγραμμα 15: Διασπορά επιδόσεων στην ενεργειακή ένταση της οικονομίας

### Επιδόσεις

Οι χώρες με τη μεγαλύτερη ενεργειακή ένταση όπως φαίνονται από το παραπάνω διάγραμμα είναι η Πολωνία (0.6) και η Ουγγαρία (0.49), ενώ οι χώρες με τη μικρότερη ενεργειακή ένταση είναι η Ελβετία (0.08), η Δανία (0.1) και η Ιαπωνία (0.1). Η Ελλάδα βρίσκεται στην έκτη θέση με ενεργειακή ένταση 0.2. Συνεπώς οι μη ανεπτυγμένες χώρες προκειμένου να αναπτυχθούν, χρειάζεται να παράγουν επιπρόσθετη ενέργεια, και οι ήδη ανεπτυγμένες πρέπει να παράγουν επίσης αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό.

Πηγή: ΟΟΣΑ(4)

#### **4.3.4. Ποσοστό βιολογικών καλλιεργειών στο σύνολο των καλλιεργήσιμων εκτάσεων**

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα:

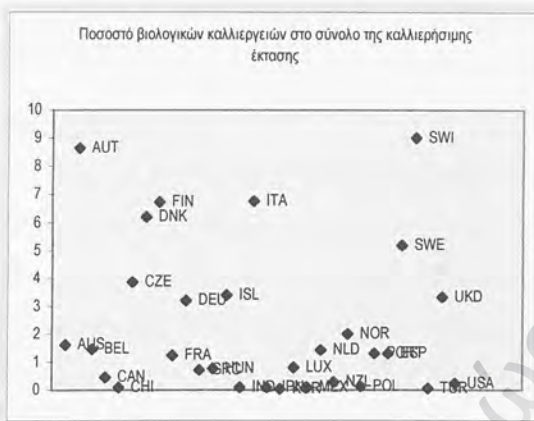
Οι συμβατικές μέθοδοι καλλιέργειας δημιουργούν σοβαρά προβλήματα υποβάθμισης του περιβάλλοντος.

Η βιολογική καλλιέργεια μπορεί να οριστεί ως η μέθοδος παραγωγής γεωργικών προϊόντων, η οποία θέτει ως πρωταρχικό σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος, σέβεται την κτηνοτροφία και λαμβάνει υπόψη της την ισορροπία οικοσυστημάτων.

Οι βιολογικές καλλιέργειες συμβάλουν στη μη χρησιμοποίηση ή στη μεγάλη μείωση της χρήσης βιομηχανικών χημικών όπως είναι τα φυτοφάρμακα, τα εγγειοβελτιωτικά, και διαφόρων ειδών φαρμακευτικά προϊόντα.

##### Ο δείκτης

Ο εν λόγω δείκτης μετράται ως ποσοστό των συνολικών καλλιεργήσιμων εκτάσεων των χωρών και απεικονίζει το προφίλ της αγροτικής παραγωγής, κατά πόσο είναι βιώσιμο ή όχι και κατά πόσο οι αγρότες αλλά και η πολιτεία πραγματοποιούν προσπάθειες ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις των συμβατικών καλλιεργειών.



Διάγραμμα 16: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό βιολογικών καλλιεργειών

### Επιδόσεις

Οι χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά βιολογικών καλλιεργειών είναι η Ελβετία (9%), η Αυστρία (8.64%), η Ιταλία (6.76%) και η Φιλανδία (6.73%). Οι χώρες με τα μικρότερα ποσοστά βιολογικών καλλιεργειών είναι η Κορέα (0.04%), η Τουρκία (0.05%), η Ινδία, το Μεξικό και η Κίνα (0.08%) και η Ιαπωνία (0.09%). Η Ελλάδα βρίσκεται στη μέση της κατάταξης με ποσοστό 0.77%. στην ευρωπαϊκή Ένωση μόνο το 2% της καλλιεργήσιμης έκτασης καλύπτεται από βιολογικές καλλιέργειες. Τα στοιχεία αφορούν το 2000.

Πηγή: SOEL (19)

#### 4.3.5. Ποσοστό επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος στο σύνολο των κρατικών επενδύσεων κάθε χώρας.

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα:

Προκειμένου να επιταχυνθεί και να ενθαρρυνθεί η πολιτική για την προστασία του περιβάλλοντος, είναι αναγκαία η δέσμευση και η παροχή κάποιων πόρων από τη μεριά της Πολιτείας για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Έαν θεωρηθεί ότι τα περιβαλλοντικά προβλήματα μπορούν να εξομαλυνθούν αφήνοντας τις δυνάμεις της αγοράς, ίσως έχουν επέλθει μη αναστρέψιμες ζημιές στο περιβάλλον.

##### Ο δείκτης:

Με τη χρήση του δείκτη γίνεται προσπάθεια να δοθεί η εικόνα κάθε χώρας όσον αφορά το δημόσιο χρήμα που αποφασίζεται ότι θα δαπανηθεί για την προστασία του περιβάλλοντος. Δηλαδή φαίνεται κατά πόσο η πολιτεία είναι διατεθειμένη να συμβάλει ουσιαστικά προκειμένου να διασωθεί το φυσικό περιβάλλον και ασκεί οικο-αποδοτική δημοσιονομική πολιτική, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της κοινωνικής ευημερίας.



Διάγραμμα 17: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό των επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος



### Επιδόσεις

Οι χώρες που φαίνεται να επενδύουν περισσότερους δημόσιους πόρους για την προστασία του περιβάλλοντος είναι η Πολωνία (6.5%), η Αυστρία και η ΗΠΑ (3.5%), και η Ιαπωνία (3.4%), ενώ εκείνες που επενδύουν λιγότερους είναι η Αγγλία (1.2%), η Ελλάδα (1.7%), η Σουηδία και η Αυστραλία (1.8%).

Πηγή: ΟΟΣΑ(4)

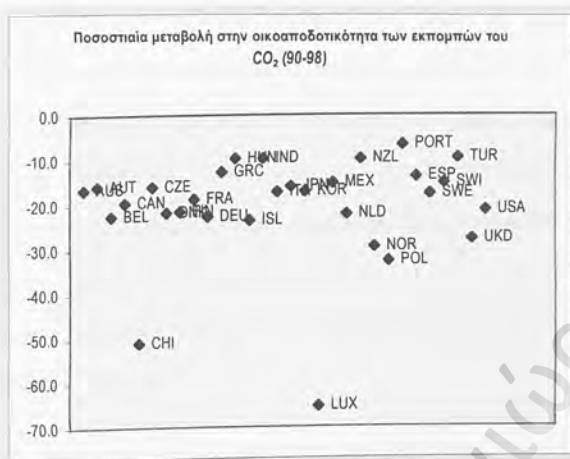
### **4.3.6. Μεταβολή στην οικο- αποδοτικότητα των εκπομπών CO<sub>2</sub>, από το 1990 έως το 1998 (Metric Tons CO<sub>2</sub> emission per US\$ 10,000 GDP)**

#### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Για την επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από τις εκπομπές CO<sub>2</sub> π.χ. το φαινόμενο του θερμοκηπίου, απαιτεί την αποσύνδεση των εκπομπών αυτών από την οικονομική ανάπτυξη. Η αποσύνδεση μπορεί να επιτευχθεί από την εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας και από την χρήση καθαρότερων μορφών ενέργειας π.χ. ΑΠΕ.

#### Ο δείκτης:

Ο εκφράζει το βαθμό αποσύνδεσης των εκπομπών του CO<sub>2</sub> από την οικονομική ανάπτυξη. Η χρήση των δεικτών που αφορούν τη μεταβολή στην οικο-αποδοτικότητα των εκπομπών του CO<sub>2</sub>, κρίθηκε απαραίτητη προκειμένου να δοθεί έμφαση στην τάση (αρνητική- αύξηση, θετική- μείωση) που υπάρχει σε κάθε χώρα.



Διάγραμμα 18: Διασπορά επιδόσεων στην μεταβολή της οικο- αποδοτικότητας του CO<sub>2</sub>

### Επιδόσεις

Οι χώρες που παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μείωση στην οικο- αποδοτικότητα σχετικά με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι το Λουξεμβούργο (-65.4), η Κίνα (-51), ενώ εκείνες που παρουσίασαν την μικρότερη μείωση ήταν η Πορτογαλία (-6.7), η Τουρκία (-9.7), η Ινδία (-9.7), η Ουγγαρία (-9.8) και η Νέα Ζηλανδία (-9.8).

Πηγή: EPI(12)

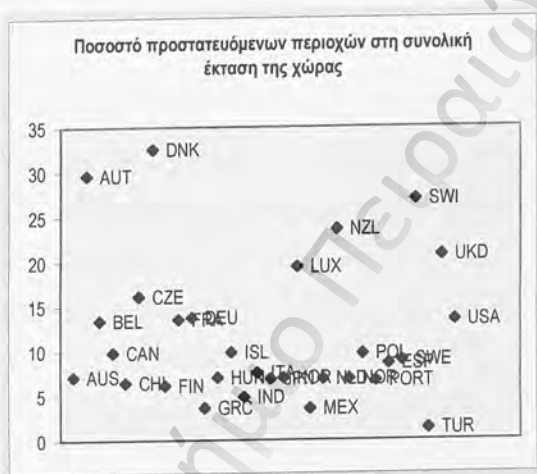
### 4.3.7. Ποσοστό προστατευόμενων περιοχών ως προς τη συνολική έκταση της χώρας

#### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Ο επίσημος χαρακτηρισμός της έκτασης μιας χώρας ανάλογα με τη χρήση της π.χ. αγροτική, δασική, προστατευόμενη κλπ, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ορθολογική διαχείρισή της. Ο χαρακτηρισμός μιας περιοχής ως προστατευόμενη από κάποια συνθήκη τοπική ή διεθνή, συμβάλει στη διατήρηση της σπάνιας χλωρίδας και πανίδας που υπάρχει και αναπτύσσεται σε αυτήν.

### Ο δείκτης

Ο δείκτης αυτός επίσης απεικονίζει την πολιτική των χωρών για την προστασία του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τον ορισμό που έχει δοθεί από την ΠΤ οι εθνικά προστατευόμενες περιοχές: αποτελούν συνολικά ή μερικά προστατευόμενες περιοχές έκτασης τουλάχιστον 1000 εκταρίων οι οποίες σχεδιάστηκαν ως εθνικά πάρκα, εθνικά μνημεία, διατηρητέες όσον αφορά τη φυσική ομορφιά ή/ και την, ως καταφύγια άγριων ζώων, προστατευόμενα χερσαία ή θαλάσσια τοπία ή διατηρητέες για επιστημονικούς λόγους. (World Conservation Monitoring Center, IUCN). Τα στοιχεία αφορούν το 1999.



Διάγραμμα 19: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό των προστατευόμενων περιοχών

### Επιδόσεις

Οι χώρες που με βάση κάποιες εθνικές ή διεθνείς συνθήκες για την προστασία του περιβάλλοντος έχουν χαρακτηρίσει μεγάλο ποσοστό της έκτασης τους ως προστατευόμενες περιοχές είναι η Δανία (32.5%), η Αυστρία (29.6%), η Ελβετία (26.9%), η Νέα Ζηλανδία (23.6%) και Αγγλία (20.7), ενώ εκείνες με το μικρότερο ποσοστό προστατευόμενων περιοχών είναι η Τουρκία (1.3%), το Μεξικό (3.5%), η Ελλάδα (3.6%) και η Ινδία (4.8%).

Πηγή: World Bank(3)

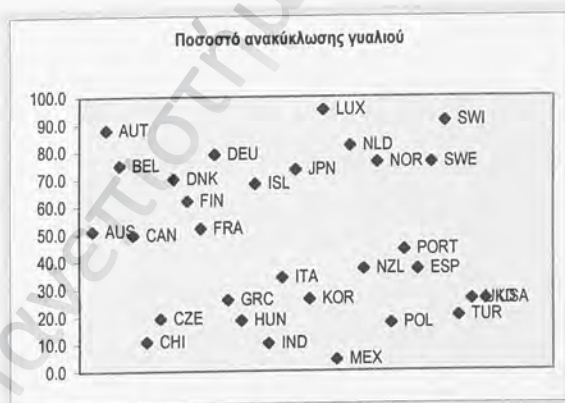
#### 4.3.8. Ποσοστό ανακύκλωσης γυαλιού

##### Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Η συνεχής αύξηση των ποσοτήτων των στερεών αποβλήτων αποτελεί συνέπεια της οικονομικής ανάπτυξης και επομένως απαιτείται η αποσύνδεσή τους προκειμένου να μειωθεί ο όγκος τους. Η ανάκτηση υλικών μέσω της ανακύκλωσης των απορριμμάτων συντελεί στη μείωση των ποσοτήτων τους και στην εξοικονόμηση πρώτων υλών.

##### Ο δείκτης

Ο δείκτης αυτός εκφράζει την απόκριση τόσο της πολιτείας όσο και των πολιτών στο πρόβλημα της αύξησης της παραγωγής των στερεών απορριμμάτων και της διαχείρισής τους. Η πραγματοποίηση και η τύχη ενός προγράμματος ανακύκλωσης εξαρτάται τόσο από την πολιτεία που θα το οργανώσει και θα το χρηματοδοτήσει όσο και από την νοοτροπία του συνόλου των πολιτών κάθε χώρας.



Διάγραμμα 20: Διασπορά επιδόσεων στο ποσοστό ανακύκλωσης γυαλιού



### Επιδόσεις

Οι χώρες στις οποίες ανακυκλώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό γυαλιού είναι το Λουξεμβούργο (95%), η Ελβετία (91%), η Αυστρία (88%), η Ολλανδία (82%) και η Γερμανία (79%), ενώ οι χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά ανακύκλωσης είναι το Μεξικό, η Ινδία και η Κίνα. Η Ελλάδα ανακυκλώνει το 26 % του γυαλιού που χρησιμοποιεί και βρίσκεται λίγο χαμηλότερα από τη μέση της κατάταξης.

Πηγή: EPI(12)

### **Συμπέρασμα**

Όπως φαίνεται από την παρουσίαση των δεικτών και των επιδόσεων των χωρών, η ταξινόμηση των χωρών σε κατηγορίες που αφορούν την βιώσιμη ή μη ανάπτυξη τους αποδεικνύεται δύσκολη υπόθεση, καθώς το ύψος των επιδόσεων σε κάθε εξεταζόμενο κριτήριο- δείκτη αποδεικνύεται διαφορετικό.

**Δείκτες Πίεσης/  
Σειρά  
κατάταξης**

	Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7	Π8	Π9	Π10	Π11	Π12
1	JPN	SWE	IND	ISL	MEX	ISL	CAN	ISL	CAN	ISL	AUS	IND
2	TUR	AUS	CHI	NOR	POL	IND	HUN	PRT	SWI	DNK	CZE	CHI
3	MEX	ITA	TUR	NZL	TUR	AUT	MEX	CHI	USA	LUX	POL	TUR
4	SWI	MEX	MEX	SWE	IND	CAN	NOR	GRC	FIN	SWE	CAN	MEX
5	HUN	NZL	PRT	CAN	CHI	MEX	POL	UK	AUS	NOR	UK	PRT
6	AUS	KOR	SWE	FIN	NZL	TUR	SWE	ESP	LUX	UK	FIN	POL
7	DEU	ESP	HUN	AUT	SWE	HUN	TUR	NZL	DNK	CZE	DEU	HUN
8	KOR	NLD	FRA	LUX	CZE	CZE	AUS	LUX	HUN	SWI	HUN	GRC
9	CHI	FIN	SWI	AUS	GRC	SWE	AUT	FRA	SWE	BEL	AUS	ESP
10	FRA	FRA	ESP	SWI	ESP	USA	DNK	HUN	TUR	FIN	BEL	ITA
11	POL	DNK	ITA	HUN	JPN	POL	ESP	NOR	GRC	AUT	SWI	KOR
12	ITA	CZE	AUS	UK	KOR	PRT	USA	SWI	MEX	POL	NZL	AUT
13	CZE	IND	ISL	NLD	FIN	FIN	DEU	ITA	ITA	FRA	FRA	SWI
14	ESP	LUX	GRC	PRT	PRT	ESP	GRC	NLD	DEU	CAN	USA	DNK
15	BEL	CHI	NZL	GRC	DEU	DNK	IND	AUT	PRT	DEU	LUX	UK
16	GRC	TUR	UK	BEL	ITA	GRC	CHI	DNK	POL	NET	NOR	CZE
17	PRT	SWI	POL	DNK	BEL	AUS	CZE	TUR	NOR	ITA	ISL	JPN
18	SW E	HUN	JPN	CZE	UK	ITA	PRT	USA	BEL	ESP	TUR	DEU
19	LUX	BEL	KOR	MEX	HUN	NOR	SWI	IND	CHI	GRC	SWE	FRA
20	UK	JPN	DEU	TUR	CAN	DEU	FIN	POL	FRA	PRT	ESP	NZL
21	NLD	ISL	BEL	USA	AUS	FRA	ISL	AUS	NLD	TUR	DNK	NLD
22	IND	USA	NLD	CHI	DNK	CHI	LUX	BEL	CZE	HUN	MEX	AUS
23	NZL	POL	DNK	POL	NLD	JPN	FRA	CAN	AUS	MEX	ITA	BEL
24	DNK	DEU	FIN	FRA	FRA	UK	UK	CZE	KOR	AUS	PRT	NOR
25	FIN	PRT	CZE	JPN	LUX	LUX	ITA	FIN	IND	CHI	IND	SWE
26	NOR	NOR	NOR	DEU	NOR	BEL	BEL	DEU	JPN	IND	GRC	FIN
27	CAN	GRC	CAN	IND	SWI	NZL	NZL	JPN	ESP	USA	CHI	CAN
28	USA	UK	AUS	ESP	ISL	KOR	NLD	SWE	UK	JPN	JPN	LUX
29	ISL	CAN	LUX	KOR	AUS	NLD	KOR	KOR	ISL	KOR	NLD	USA
30	AUS	AUS	USA	ITA	USA	SWI	JPN	MEX	NZL	NZL	KOR	ISL

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: κατάταξη χωρών σύμφωνα με τις επιδόσεις τους στους δείκτες πίεσης

Δείκτες απόκρισης / Σειρά κατάταξης	01	02	03	04	05	06	07	08
1	POL	NLD	DNK	LUX	ISL	SWI	LUX	SWI
2	AUT	SWIT	AUT	SWI	NOR	AUT	CHI	DNK
3	USA	SWE	SWI	AUT	NZL	ITA	POL	JPN
4	JPN	DEU	NZL	NLD	SWE	FIN	NOR	AUT
5	SWI	LUX	UK	DEU	FIN	DNK	UK	DEU
6	TUR	UK	LUX	NOR	AUT	SWE	ISL	FRA
7	IND	DNK	CZE	SWE	CAN	CZE	DEU	ITA
8	CHI	NZL	GER	BEL	SWI	ISL	BEL	LUX
9	MEX	CAN	FRA	JPN	LUX	UK	NLD	NLD
10	CZE	FIN	USA	DNK	TUR	DEU	DNK	NOR
11	NZL	FRA	BEL	ISL	MEX	NOR	FIN	ESP
12	ISL	AUT	CAN	FIN	DNK	AUS	USA	UK
13	HUN	NOR	ISL	FRA	PRT	BEL	CAN	BEL
14	CAN	USA	POL	AUS	ITA	NLD	FRA	PRT
15	NOR	AUS	SWE	CAN	AUS	PRT	SWE	SWE
16	DEU	ITA	ESP	PRT	GRC	ESP	ITA	CHI
17	BEL	JPN	ITA	NZL	ESP	FRA	KOR	CZE
18	FIN	PRT	AUS	ESP	USA	LUX	AUS	GRC
19	KOR	KOR	HUN	ITA	IND	HUN	CZE	IND
20	PRT	CZE	KOR	KOR	FRA	GRC	JPN	MEX
21	DNK	ESP	JPN	GRC	POL	CAN	AUT	FIN
22	NLD	POL	NLD	UK	CHI	NZL	MEX	AUS
23	LUX	GRC	NOR	USA	NLD	USA	SWI	USA
24	ITA	CHI	PRT	TUR	JPN	POL	ESP	NZL
25	FRA	IND	CHI	CZE	CZE	JPN	GRC	KOR
26	ESP	BEL	FIN	HUN	HUN	CHI	NZL	CAN
27	AUS	HUN	IND	POL	DEU	IND	HUN	TUR
28	SWE	MEX	GRC	CHI	UK	MEX	IND	ISL
29	GRC	ISL	MEX	IND	KOR	TUR	TUR	HUN
30	UK	TUR	TUR	MEX	BEL	KOR	PRT	POL

ΠΙΝΑΚΑΣ10: κατάταξη χωρών σύμφωνα με τις επιδόσεις τους στους δείκτες απόκρισης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

### 5.1. Αποτελέσματα μεθόδου Electre Tri

Για την εφαρμογή της μεθόδου προσδιορίστηκαν οι εξής παράμετροι:

- Το κατώφλι  $p$  (indifference thresholds), κατώφλι αδιαφορίας, εκφράζει τη μέγιστη τιμή της διασποράς των επιδόσεων  $g_j(a)$  και  $g_j(b^h)$  για την οποία οι  $a$  και  $b^h$  θεωρούνται αδιάφορες.
- Το κατώφλι  $q$  (preference thresholds), κατώφλι σαφούς προτίμησης, εκφράζει την ελάχιστη τιμή διαφοράς  $g_j(a) - g_j(b^h)$  για την οποία λέμε ότι η  $a$  κυριαρχεί της  $b^h$ , ή αλλιώς είναι σαφώς προτιμότερη από αυτή.
- Τα κατώφλια αδιαφορίας  $p$  και σαφούς προτίμησης  $q$ , υπολογίστηκαν βάσει της διαφοράς της μέγιστης από την ελάχιστη τιμή των επιδόσεων των χωρών πολλαπλασιασμένο με 2,5% και 5% αντίστοιχα. Στις περιπτώσεις όπου αυτό δεν ήταν εφικτό οι τιμές των  $p$  και  $q$ , δηλαδή όπου οι επιδόσεις των χωρών εκφράζονταν από κάποιο λόγο όπως π.χ. η ενεργειακή ένταση, και το εύρος των τιμών υπήρξε πολύ μικρό, υπολογίστηκαν με βάση τη διαφορά της μέγιστης από την ελάχιστη τιμή πολλαπλασιάστηκε με 5% και 10% αντίστοιχα.



Κριτήρια- Δείκτες Οικο- αποδοτικότητας και Απόκρισης	Ελάχιστη τιμή (min)	Μέγιστη τιμή (max)	Μέση τιμή (average)	Τυπική απόκλιση (stdev)	Κατώφλι αδιαφορίας (ρ)	Κατώφλι σαφούς προτίμησης (α)
O1	1,2	6,5	2,7	0,9	0,3	0,6
O2	12	97	60,3	25,5	1,8	3,5
O3	1,3	32,5	11,7	8,0	0,5	1,5
O4	4	95,0	48,1	27,8	2,5	5,0
O5	1,1	71,6	12,6	15,3	1,8	3,5
O6	0,04	9	2,3	2,7	0,5	1,0
O7	-65,4	-6,7	-20,6	12,0	-3,0	-6,0
O8	0,1	0,6	0,2	0,1	0,03	0,06

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.α: παράμετροι ELECTRE- δείκτες απόκρισης

Κριτήρια- Δείκτες Πίεσης	Ελάχιστη τιμή (min)	Μέγιστη τιμή (max)	Μέση τιμή (average)	Τυπική απόκλιση (stdev)	Κατώφλι αδιαφορίας (ρ)	Κατώφλι σαφούς προτίμησης (α)
Π1	11	118	40,4	24,6	2,7	5,3
Π2	5	101	31,9	24,7	2,4	4,8
Π3	4	11	6,8	3,0	0,4	0,9
Π4	17	26	21,5	6,4	0,5	1,5
Π5	310	720	468,6	117,0	82	164
Π6	31	7928	2188,6	1753,7	50	100
Π7	0	1,5	0,4	0,4	0,1	0,2
Π8	-2,2	1,1	-0,3	0,6	0,2	0,4
Π9	7,3	80	20,8	14,6	1	2
Π10	0	41	4,7	8,1	0,5	1,5
Π11	4	60	25,3	30,3	1,5	3
Π12	486	9588	4220,3	2215,8	227	455

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.β: παράμετροι ELECTRE- δείκτες πίεσης

Στην προσπάθεια που πραγματοποιήθηκε για την κατάταξη των χωρών σχετικά με τις επιδόσεις τους τόσο στους δείκτες πίεσης όσο και στους δείκτες οικο-αποδοτικότητας και απόκρισης, παρουσιάστηκαν κάποιες δυσκολίες. Όπως έχει προαναφερθεί, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων των χωρών που εξετάζονται δεν υπήρξε ομοιομορφία στις επιδόσεις τους στο σύνολο των δεικτών, γεγονός που δυσχεραίνει ιδιαίτερα την διαδικασία της κατάταξης. Συνεπώς κρίθηκε απαραίτητη η πραγματοποίηση ανάλυσης ευαισθησίας για τη διεξαγωγή περισσότερο τεκμηριωμένων και συνεπώς αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Επίσης ο συντελεστής λ, ο οποίος μπορεί να κυμανθεί από 0,45 έως και 0,76 για τους δείκτες οικο- αποδοτικότητα απόκρισης έλαβε την τιμή 0,65, ενώ για τους δείκτες πίεσης την τιμή 0,68. Η επιλογή για τον καθορισμό της τιμής του λ για κάθε μια από τις κατηγορίες των δεικτών έγινε με βάση σχετική ανάλυση ευαισθησίας η οποία δεν θεωρείται σκόπιμο να παρουσιαστεί αναλυτικά στην παρούσα εργασία.

### Διεξαγωγή αποτελεσμάτων Βασικό σενάριο

Χώρες	Βασικό Σενάριο (Δείκτες Πίεσης)	
	Pessimistic assignment	Optimistic Assingment
Αυστρία	L	L
Τσεχία	H	L
Φιλανδία	L	L
Ελλάδα	L	L
Ουγγαρία	L	L
Πολωνία	L	L
Πορτογαλία	L	L
Ισπανία	L	L
Σουηδία	L	L
Ελβετία	L	L
Τουρκία	L	L
Αγγλία	H	L
Καναδάς	H	L
Κίνα	H	L
Δανία	H	L
Γαλλία	H	L
Ισλανδία	H	L
Ινδία	H	L
Ιταλία	H	L
Λουξεμβούργο	H	L
Μεξικό	H	L
Νέα Ζηλανδία	H	L
Αυστραλία	H	L
Βέλγιο	H	H
Γερμανία	H	H
Ιαπωνία	H	H
Κορέα	H	H
Ολλανδία	H	H
Νορβηγία	H	L
ΗΠΑ	H	H

ΠΙΝΑΚΑΣ 12α: αποτελέσματα ELECTRE βασικό σενάριο δείκτες πίεσης

Χώρες	Βασικό Σενάριο- Δείκτες Οικο- αποδοτικότητας- Απόκρισης	
	Pessimistic assingment	Optimistic assingment
Αυστρία	H	H
Τσεχία	L	L
Φιλανδία	H	H
Ελλάδα	L	L
Ουγγαρία	L	L
Πολωνία	L	L
Πορτογαλία	L	L
Ισπανία	L	L
Σουηδία	H	H
Ελβετία	H	H
Τουρκία	L	L
Αγγλία	L	H
Καναδάς	H	H
Κίνα	L	L
Δανία	H	H
Γαλλία	L	H
Ισλανδία	L	H
Ινδία	L	L
Ιταλία	L	L
Λουξεμβούργο	H	H
Μεξικό	L	L
Νέα Ζηλανδία	L	H
Αυστραλία	L	L
Βέλγιο	L	H
Γερμανία	H	H
Ιαπωνία	L	H
Κορέα	L	L
Ολλανδία	L	H
Νορβηγία	H	H
ΗΠΑ	L	H

ΠΙΝΑΚΑΣ 12β: αποτελέσματα ELECTRE βασικό σενάριο δείκτες απόκρισης

Στην πρώτη επεξεργασία των αποτελεσμάτων, η οποία αποτελεί και το βασικό σενάριο, θεωρήθηκαν όλοι οι δείκτες ισοβαρείς και συνεπώς οι συντελεστές βαρύτητας που δόθηκαν ήταν ομότιμοι και ίσοι με τη μονάδα. Όπως παρατηρείται από τον παραπάνω πίνακα η κατάταξη κάποιων χωρών όπως για παράδειγμα της Τσεχίας ή της Αγγλίας δεν είναι ξεκάθαρη, εφόσον σύμφωνα με το αισιόδοξο και απαισιόδοξο σενάριο έχουν χαρακτηριστεί διαφορετικά. Συνεπώς δεν μπορούν

χαρακτηριστούν αποδεδειγμένα και με βεβαιότητα ως μη βιώσιμη και ανεπτυγμένη αντίστοιχα. Προκειμένου λοιπόν να διευκρινιστούν τέτοιου είδους ασάφειες, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση ευαισθησίας.

### Ανάλυση ευαισθησίας

Μέσω της ανάλυσης ευαισθησίας επιδιώκουμε να ελέγξουμε την ορθότητα των αποτελεσμάτων που λάβαμε και να αποφανθούμε για τη σταθερότητά τους.

Η ανάλυση αυτή δεν αποτελεί παρά επανάληψη της αρχικής πολυκριτηριακής στην οποία όμως τώρα τροποποιούμε τις τιμές των κρίσιμων μεταβλητών του συστήματος (κατώφλια, συντελεστές βαρύτητας κ.ο.κ). Στην συγκεκριμένη περίπτωση, οι μεταβλητή πάνω στην οποία στηρίχθηκε η ανάλυση ευαισθησίας ήταν οι συντελεστών βαρύτητας.

Όπως προαναφέρθηκε η ανάλυση ευαισθησίας που πραγματοποιήθηκε, αφορά το διπλασιασμό των κριτηρίων βαρύτητας είτε κάθε δείκτη ξεχωριστά, είτε σε ζεύγη δεικτών που αναφέρονται στην ίδια θεματική περιοχή. Οι συντελεστές βαρύτητας των λοιπών κριτηρίων παραμένουν σταθεροί.

Η ανάλυση ευαισθησίας που περιγράφηκε πιο πάνω έγινε, προκειμένου να διερευνηθεί η σημασία και η επιρροή κάθε δείκτη στην κατηγοριοποίηση των χωρών καθώς και για την μεγαλύτερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων, όπως προαναφέρθηκε.



Χώρες- Δείκτες Πίεσης	Π1 & Π2	Π5	Π11 Pessimistic assingment	Π6 & Π7	Π3	Π12
Αυστρία	L	L	L	L	L	L
Τσεχία	L	L	L	L	L	L
Φιλανδία	L	L	L	L	L	L
Ελλάδα	L	L	H	L	L	L
Ουγγαρία	L	L	L	L	L	L
Πολωνία	L	L	L	L	L	L
Πορτογαλία	L	L	H	L	L	L
Ισπανία	L	L	L	L	L	L
Σουηδία	L	L	L	L	L	L
Ελβετία	L	L	L	L	L	L
Τουρκία	L	L	H	L	L	L
Αγγλία	H	L	H	H	L	L
Καναδάς	H	H	H	L	H	H
Κίνα	H	H	H	H	H	H
Δανία	H	H	H	H	H	H
Γαλλία	H	H	H	H	H	H
Ισλανδία	H	H	H	L	L	H
Ινδία	H	H	H	H	H	H
Ιταλία	H	H	H	H	H	H
Λουξεμβούργο	H	H	H	H	H	H
Μεξικό	H	H	H	H	H	H
Νέα Ζηλανδία	H	H	H	H	H	H
Αυστραλία	H	H	H	H	H	H
Βέλγιο	L	H	H	H	H	H
Γερμανία	H	L	L	H	L	L
Ιαπωνία	H	H	H	H	H	H
Κορέα	H	H	H	H	H	H
Ολλανδία	H	H	H	H	H	H
Νορβηγία	H	H	H	H	H	H
ΗΠΑ	H	H	H	H	H	H

ΠΙΝΑΚΑΣ 13α: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για τους δείκτες πίεσης (απαισιόδοξο σενάριο)

Χώρες- Δείκτες Οικο- αποδοτικότητα- απόκρισης	01	02	03	07	05 & 08	06	04
	Pessimistic assingment						
Αυστρία	H	H	H	H	H	H	H
Τσεχία	L	L	L	L	L	L	L
Φιλανδία	H	H	H	H	H	H	H
Ελλάδα	L	L	L	L	L	L	L
Ουγγαρία	L	L	L	L	L	L	L
Πολωνία	L	L	L	L	L	L	L
Πορτογαλία	L	L	L	L	L	L	L
Ισπανία	L	L	L	L	L	L	L
Σουηδία	H	H	H	H	H	H	H
Ελβετία	H	H	H	H	H	H	H
Τουρκία	L	L	L	L	L	L	L
Αγγλία	L	H	H	L	L	L	L
Καναδάς	H	H	H	H	H	H	H
Κίνα	L	L	L	L	L	L	L
Δανία	H	H	H	H	H	H	H
Γαλλία	H	H	H	H	H	H	H
Ισλανδία	H	L	H	H	H	L	H
Ινδία	L	L	L	L	L	L	L
Ιταλία	L	L	L	L	L	L	L
Λουξεμβούργο	H	H	H	H	H	H	H
Μεξικό	L	L	L	L	L	L	L
Νέα Ζηλανδία	H	H	H	H	H	H	L
Αυστραλία	L	L	L	L	L	L	L
Βέλγιο	H	L	H	H	L	L	H
Γερμανία	H	H	H	H	H	H	H
Ιαπωνία	H	H	L	H	H	H	L
Κορέα	L	L	L	L	L	L	L
Ολλανδία	H	H	H	H	H	H	L
Νορβηγία	H	H	H	H	H	H	H
ΗΠΑ	H	H	H	H	H	H	L

ΠΙΝΑΚΑΣ 13β: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για τους δείκτες απόκρισης (απαισιόδοξο σενάριο)

Χώρες- Δείκτες Πίεσης	Π1 & Π2	Π5	Π11	Π6 & Π7	Π3	Π12
	Optimistic Assingment					
Αυστρία	L	L	L	L	L	L
Τσεχία	L	L	L	L	L	L
Φιλανδία	L	L	L	L	L	L
Ελλάδα	L	L	L	L	L	L
Ουγγαρία	L	L	L	L	L	L
Πολωνία	L	L	L	L	L	L
Πορτογαλία	L	L	L	L	L	L
Ισπανία	L	L	L	L	L	L
Σουηδία	L	L	L	L	L	L
Ελβετία	L	L	L	L	L	L
Τουρκία	L	L	L	L	L	L
Αγγλία	L	L	L	L	L	L
Καναδάς	L	L	L	L	L	L
Κίνα	L	L	L	H	L	L
Δανία	L	L	L	L	L	L
Γαλλία	L	L	L	L	L	L
Ισλανδία	L	L	L	L	L	L
Ινδία	L	H	L	L	L	L
Ιταλία	L	L	L	L	L	L
Λουξεμβούργο	L	L	L	L	L	L
Μεξικό	L	L	L	L	L	L
Νέα Ζηλανδία	L	L	L	L	L	L
Αυστραλία	H	H	L	L	H	L
Βέλγιο	L	H	L	H	H	H
Γερμανία	H	L	L	H	L	H
Ιαπωνία	H	H	H	H	H	L
Κορέα	L	H	H	H	H	H
Ολλανδία	H	H	H	H	H	H
Νορβηγία	H	H	H	L	H	H
ΗΠΑ	H	H	L	L	H	H

ΠΙΝΑΚΑΣ 13γ: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για τους δείκτες πίεσης (αισιόδοξο σενάριο)

Χώρες- Δείκτες  
οικο- αποδοτικό-  
τητας απόκρισης

	01	02	03	07	05 & 08	06	04
	Optimistic assingment						
Αυστρία	H	H	H	H	H	H	H
Τσεχία	L	L	L	L	L	L	L
Φιλανδία	H	H	H	H	H	H	H
Ελλάδα	L	L	L	L	L	L	L
Ουγγαρία	L	L	L	L	L	L	L
Πολωνία	L	L	L	L	L	L	L
Πορτογαλία	L	L	L	L	L	L	L
Ισπανία	L	L	L	L	L	L	L
Σουηδία	H	H	H	H	H	H	H
Ελβετία	H	H	H	H	H	H	H
Τουρκία	L	L	L	L	L	L	L
Αγγλία	L	H	H	L	L	L	L
Καναδάς	H	H	H	H	H	H	H
Κίνα	L	L	L	L	L	L	L
Δανία	H	H	H	H	H	H	H
Γαλλία	H	H	H	H	H	H	H
Ισλανδία	H	L	H	H	H	L	H
Ινδία	L	L	L	L	L	L	L
Ιταλία	L	L	L	L	L	L	L
Λουξεμβούργο	H	H	H	H	H	H	H
Μεξικό	L	L	L	L	L	L	L
Νέα Ζηλανδία	H	H	H	H	H	H	H
Αυστραλία	L	L	L	L	L	L	L
Βέλγιο	H	L	H	H	L	L	H
Γερμανία	H	H	H	H	H	H	H
Ιαπωνία	H	H	L	H	H	H	H
Κορέα	L	L	L	L	L	L	L
Ολλανδία	H	H	H	H	H	H	H
Νορβηγία	H	H	H	H	H	H	H
ΗΠΑ	H	H	H	H	H	H	H

ΠΙΝΑΚΑΣ 13δ: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας δείκτες απόκρισης (αισιόδοξο σενάριο)

Στην πρώτη σειρά των τεσσάρων προηγούμενων πινάκων αναγράφονται τα κριτήρια των οποίων ο συντελεστής βαρύτητας διπλασιάστηκε στα πλαίσια της ανάλυσης ευαισθησίας.



Όσον αφορά του δείκτες απόκρισης, διπλασιάζοντας το συντελεστή βαρύτητας των κριτηρίων – δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν, οι ασυγκρισιμότητες των χωρών μειώθηκαν συγκριτικά με τα αποτελέσματα του βασικού σεναρίου, ενώ το αντίθετο συνέβη με τους δείκτες πίεσης.

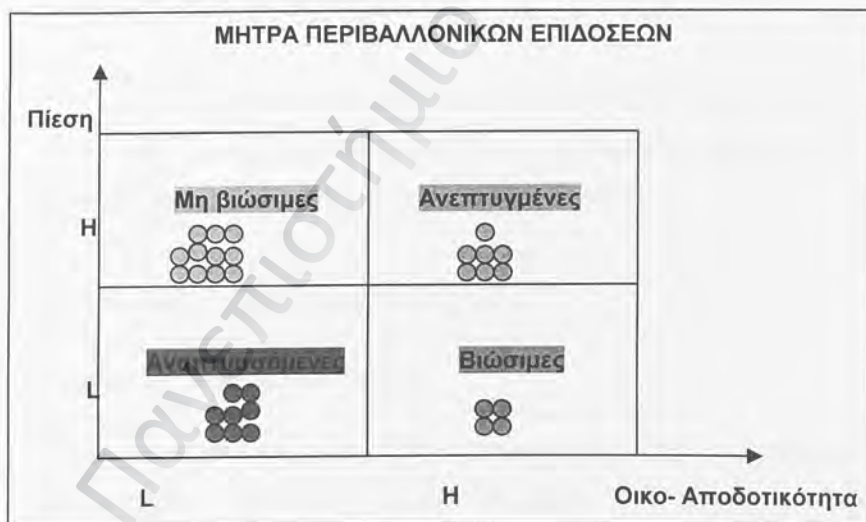
Μετά από το συγκερασμό των αποτελεσμάτων του βασικού σεναρίου και των σεναρίων της ανάλυσης ευαισθησίας, προέκυψαν ο παρακάτω πίνακας συνολικών αποτελεσμάτων για την κατάταξη των χωρών στις τέσσερις κατηγορίες.

Χώρες/Δείκτες	Πίνακας συνολικών αποτελεσμάτων		Κατάταξη
	Πίεση	Οικο-αποδοτικότητα- Απόκριση	
Αυστρία	L	H	Βιώσιμη
Τσεχία	L	L	Αναπτυσσόμενη
Φιλανδία	L	H	Βιώσιμη
Ελλάδα	L	L	Αναπτυσσόμενη
Ουγγαρία	L	L	Αναπτυσσόμενη
Πολωνία	L	L	Αναπτυσσόμενη
Πορτογαλία	L	L	Αναπτυσσόμενη
Ισπανία	L	L	Αναπτυσσόμενη
Σουηδία	L	H	Βιώσιμη
Ελβετία	L	H	Βιώσιμη
Τουρκία	L	L	Αναπτυσσόμενη
Αγγλία	H	L	Μη βιώσιμη
Καναδάς	H	H	Ανεπτυγμένη
Κίνα	H	L	Μη βιώσιμη
Δανία	H	H	Ανεπτυγμένη
Γαλλία	H	H	Ανεπτυγμένη
Ισλανδία	H	L	Μη βιώσιμη
Ινδία	H	L	Μη βιώσιμη
Ιταλία	H	L	Μη βιώσιμη
Λουξεμβούργο	H	H	Ανεπτυγμένη
Μεξικό	L	L	Αναπτυσσόμενη
Νέα Ζηλανδία	H	H	Ανεπτυγμένη
Αυστραλία	H	L	Μη βιώσιμη
Βέλγιο	H	L	Μη βιώσιμη
Γερμανία	H	H	Ανεπτυγμένη
Ιαπωνία	H	L	Μη βιώσιμη
Κορέα	H	L	Μη βιώσιμη
Ολλανδία	H	L	Μη βιώσιμη
Νορβηγία	H	H	Ανεπτυγμένη
ΗΠΑ	H	L	Μη βιώσιμη

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: Συνολικά αποτελέσματα Electre- Tri

Με τη χρήση της μεθόδου ELECTRE- TRI, όπως διαπιστώνεται κι από τον παραπάνω πίνακα, οι 30 χώρες έχουν κατηγοριοποιηθεί σε τέσσερις κατηγορίες. Όμως το γεγονός ότι δυο χώρες ανήκουν στην ίδια κατηγορία δεν σημαίνει απαραίτητα ότι έχουν τις ίδιες ακριβώς επιδόσεις στους δείκτες που συμπεριλήφθησαν στη μελέτη. Η μέθοδος ELECTRE- TRI δεν παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα μιας πιο λεπτομερούς ανάλυσης, προκειμένου να τοποθετηθούν οι χώρες στη μήτρα βιωσιμότητας, πράγμα που αποτελεί και το βασικό σκοπό της παρούσας εργασίας.

Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη επεξεργασίας των δεδομένων- δεικτών με τη μέθοδο CRITIC, με την οποία είναι δυνατή η αποτύπωση του εύρους των «αποστάσεων» μεταξύ των χωρών που εντάσσονται στην ίδια κατηγορία και συνεπώς η παρουσίαση της κατάταξης γίνεται πιο ακριβής και ρεαλιστική.



Σχήμα 10: Κατάταξη χωρών στη μήτρα Περιβαλλοντικών Επιδόσεων- ELECTRE

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στον παραπάνω πίνακα, ο αριθμός των χωρών που κατάτασσονται σε κάθε τεταρτημόριο έχει ως εξής:

- Στο πρώτο τεταρτημόριο που αντιστοιχεί στις χώρες τόσο χαμηλών πιέσεων και όσο και οικο- αποδοτικότητας, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως αναπτυσσόμενες, εμπίπτουν 8 από αυτές, δηλαδή το 26,6% του δείγματος.
- Στο δεύτερο τεταρτημόριο που αφορά τις χώρες με χαμηλές πιέσεις και υψηλή οικο- αποδοτικότητα, οι οποίες είναι βιώσιμα αναπτυγμένες, ανήκουν μόνο 4, δηλαδή μόλις το 13,3% του δείγματος.
- Στο τρίτο τεταρτημόριο στο οποίο οι χώρες παρουσιάζουν τόσο υψηλές πιέσεις όσο και οικο- αποδοτικότητα, οι οποίες είναι ήδη αναπτυγμένες με, αντιστοιχούν 7 χώρες, δηλαδή το 23,3%.
- Στο τέταρτο και τελευταίο τεταρτημόριο που αφορά τις χώρες υψηλών πιέσεων και χαμηλής οικο- αποδοτικότητας, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως μη βιώσιμες, ανήκουν οι υπόλοιπες 11 χώρες, δηλαδή το 36,6%.

## 5.2. Αποτελέσματα Συνάρτησης Χρησιμότητας

### Υπολογισμός συνολικών επιδόσεων

Αφού υπολογίστηκαν και οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων αξιολόγησης (διαδικασία που παρουσιάζεται αναλυτικά στο παράρτημα 2, μπορεί πλέον να διαμορφωθεί η συνολική επίδοση των χωρών βάσει της σχέσης:

$$U_{i, \text{total}} = \sum_j (w_j * u_{ij}), \text{ όπου } j=1...8 \text{ για τους δείκτες απόκρισης και } j=1...12 \text{ για τους δείκτες πίεσης.}$$

Καθώς επίσης  $w_j$  ο συντελεστής βαρύτητας του κάθε κριτηρίου  $j$  και  $u_{ij}$  η επίδοση της χώρας  $I$  κριτήριο  $j$ . Οι συνολικές επιδόσεις χρησιμοποιήθηκαν για την ιεράρχηση των χωρών στη μήτρα των περιβαλλοντικών επιδόσεων.

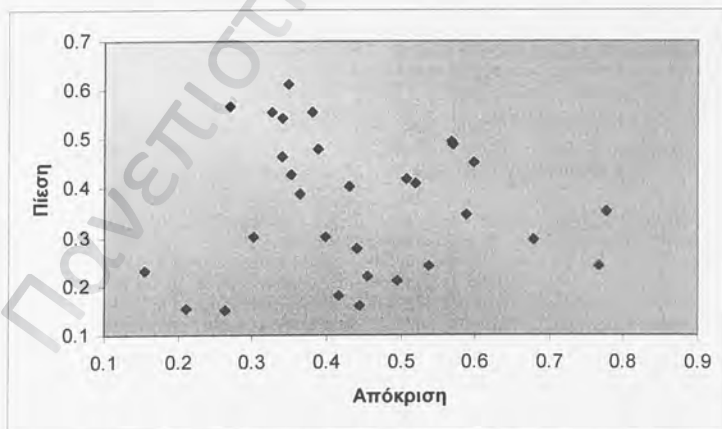
	P	Q	R	S	T	U	V
74		overall score		% Επενδύσεων	% Βιολογικών Καθαρισμών	% Προστατευόμενων περιοχών	% Ανακύκλωσης I
75		0.325		27	15	18	
76		0.768		1	12	1	
77		0.340		17	26	10	
78		0.388		14	9	12	
79		0.495		6	24	25	
80		0.441		10	20	7	
81		0.587		21	7	1	
82		0.678		17	10	26	
83		0.352		25	10	9	
84		0.508		15	4	8	
85		0.155		29	23	26	
86		0.211		13	27	19	
87		0.430		10	29	12	
88		0.399		6	25	27	
89		0.364		23	16	17	
90		0.348		4	17	21	
91		0.269		19	19	20	
92		0.597		23	5	6	
93		0.445		9	27	29	

Εικόνα 1: Υπολογισμός της συνολικής επίδοσης στους δείκτες απόκρισης

P	Q	R	S	T	U
73					
74	overall score	NOx κατά κεφαλήν	SO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν	Παραγωγή οικιακών απορριμμάτων	% Αδρευόμενη
75	0.444	29	29		29
76	0.759	6	1		21
77	0.536	15	19		17
78	0.521	27	29		20
79	0.790	9	15		5
80	0.721	13	12		8
81	0.654	24	11		22
82	0.705	25	9		13
83	0.572	10	9		24
84	0.580	7	24		15
85	0.766	16	27		9
86	0.845	5	18		19
87	0.596	29	21		26
88	0.697	22	13		4
89	0.609	12	1		15
90	0.387	1	20		11
91	0.433	8	6		11
92	0.548	19	14		24
93	0.840	3	1		1
94	0.445	21	8		22
95	0.504	23	1		6
96	0.517	25	26		26

Εικόνα 2: Υπολογισμός της συνολικής επίδοσης στους δείκτες πίεσης

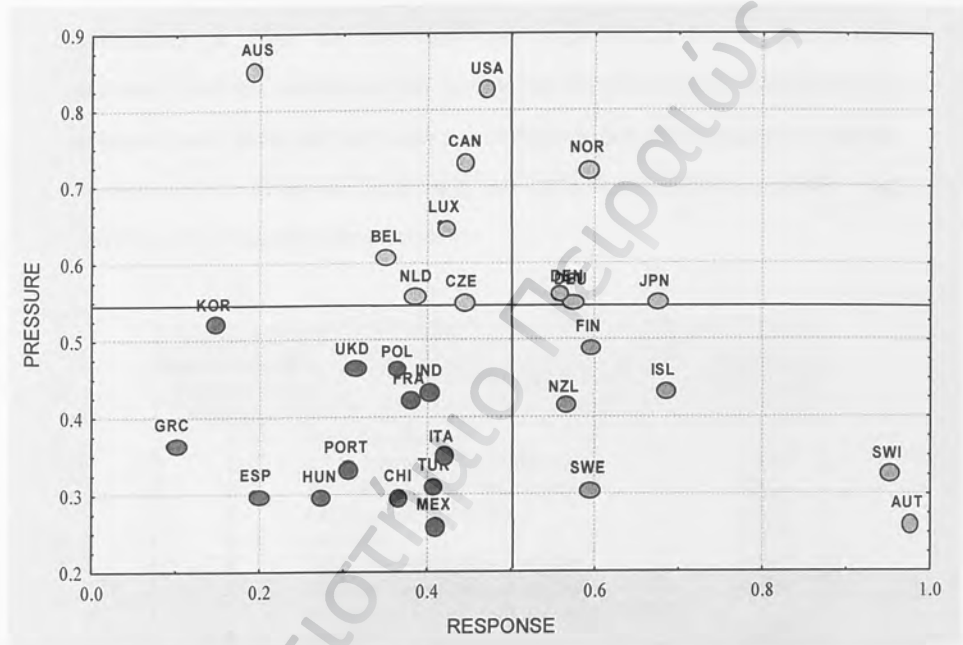
Βάσει λοιπόν των συνολικών επιδόσεων των χωρών διεξάγεται το παρακάτω διάγραμμα, στο οποίο ταξινομούνται οι χώρες στο επίπεδο ανάλογα με τις επιδόσεις του στις δυο κατηγορίες κριτηρίων.



Εικόνα 3: Διασπορά επιδόσεων στους δείκτες πίεσης και απόκρισης



Πιο συγκεκριμένα έχουμε το παρακάτω διάγραμμα, το οποίο δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα STATISTICA, λαμβάνοντας τα σχετικά στοιχεία από το φύλλο εργασίας του Excel, όπου υπολογίστηκαν οι συνολικές επιδόσεις των χωρών.



Εικόνα 4: Αποτελέσματα από την εφαρμογή της Συνάρτησης Χρησιμότητας

## Συμπεράσματα

Η μεθοδολογική προσέγγιση που μόλις παρουσιάστηκε αποδείχθηκε ότι απαιτεί δυναμικό εργαλείο για τη συγκριτική αξιολόγηση των χωρών με βάση τις περιβαλλοντικές του επιδόσεις. Στα πλαίσια της ευρύτατα διαδεδομένης μεθοδολογίας της πολυκριτηριακής ανάλυσης, δημιουργήθηκε κατανοητή και υψίστης σημασίας μήτρα αξιολόγησης των εξεταζόμενων χωρών, η οποία καθορίζεται με βάση τις δυο κυριότερες παραμέτρους της περιβαλλοντικής επίδοσης. Από τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας με τη μέθοδο CRITIC, σύμφωνα με τη διασπορά των τιμών των επιδόσεων των εναλλακτικών σε κάθε ένα κριτήριο και τον αντιφατικό χαρακτήρα των κριτηρίων αξιολόγησης μεταξύ τους, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Α/Α δεικτών συναρτήσει των συντελεστών βαρύτητας	Δείκτες- κριτήρια απόκρισης	Συντελεστές βαρύτητας
1	01.% Επενδύσεων	0.1174
2	04.% Ανακύκλωσης Γυαλιού	0.0972
3	02.% Βιολογικών Καθαρισμών	0.0910
4	08.% Ενεργειακή Ένταση	0.0887
5	05.% ΑΠΕ	0.0879
6	06.% Βιολογικών Καλλιεργειών	0.0842
7	03.% Προστατευόμενων περιοχών	0.0838
8	07. Μεταβολή οικο- αποδοτικότητας τουCO <sub>2</sub> (90-98)	0.0775

ΠΙΝΑΚΑΣ 15: Συντελεστές βαρύτητας στα κριτήρια απόκρισης (CRITIC)

Α/Α δεικτών συναρτήσεως των συντελεστών βαρύτητας	Δείκτες- Κριτήρια πίεσης	Συντελεστές βαρύτητας
1	Π4:% χρήσης υδάτινων αποθεμάτων	0.0934
2	Π5:Παραγωγή οικιακών απορριμμάτων	0.0822
3	Π2: SO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν	0.0815
4	Π11:% Αδρευόμενης έκτασης	0.0811
5	Π6:Κατανάλωση λιπασμάτων	0.0810
6	Π8:Ετήσια μείωση δασών	0.0781
7	Π12:Ενεργειακή κατανάλωση κατά κεφαλήν	0.0751
8	Π7:Χρήση Φυτοφαρμάκων	0.0742
9	Π9:% απειλούμενων θηλαστικών	0.0699
10	Π10:% απειλούμενων πτηνών	0.0695
11	Π3:CO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν	0.0677
12	Π1:NO <sub>x</sub> κατά κεφαλήν	0.0676

ΠΙΝΑΚΑΣ 16: Συντελεστές βαρύτητας στα κριτήρια πίεσης (CRITIC)

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά λοιπόν, η κατάταξη των χωρών από τη χρήση των δυο εργαλείων πολυκριτηριακής ανάλυσης, παρουσιάζεται στον παρακάτω συγκριτικά:

<u>Πίνακας Σύγκρισης αποτελεσμάτων Electre- Tri και Utility Function</u>		
Χώρες	Κατάταξη Electre- Tri	Κατάταξη Utility Function
Αυστρία	Βιώσιμη	Βιώσιμη
Τσεχία	Αναπτυσσόμενη	Όρια Αναπτυσσόμενης Ανεπτυγμένης
Φιλανδία	Βιώσιμη	Βιώσιμη
Ελλάδα	Αναπτυσσόμενη	Αναπτυσσόμενη
Ουγγαρία	Αναπτυσσόμενη	Αναπτυσσόμενη
Πολωνία	Αναπτυσσόμενη	Αναπτυσσόμενη
Πορτογαλία	Αναπτυσσόμενη	Αναπτυσσόμενη
Ισπανία	Αναπτυσσόμενη	Αναπτυσσόμενη
Σουηδία	Βιώσιμη	Βιώσιμη
Ελβετία	Βιώσιμη	Βιώσιμη
Τουρκία	Αναπτυσσόμενη	Αναπτυσσόμενη
Αγγλία	Μη βιώσιμη	Αναπτυσσόμενη
Καναδάς	Ανεπτυγμένη	Μη βιώσιμη
Κίνα	Μη βιώσιμη	Αναπτυσσόμενη
Δανία	Ανεπτυγμένη	Όρια Βιώσιμη ς Ανεπτυγμένης
Γαλλία	Ανεπτυγμένη	Αναπτυσσόμενη
Ισλανδία	Μη βιώσιμη	Βιώσιμη
Ινδία	Μη βιώσιμη	Αναπτυσσόμενη
Ιταλία	Μη βιώσιμη	Αναπτυσσόμενη
Λουξεμβούργο	Ανεπτυγμένη	Ανεπτυγμένη
Μεξικό	Αναπτυσσόμενη	Αναπτυσσόμενη
Νέα Ζηλανδία	Ανεπτυγμένη	Βιώσιμη
Αυστραλία	Μη βιώσιμη	Μη βιώσιμη
Βέλγιο	Μη βιώσιμη	Μη βιώσιμη
Γερμανία	Ανεπτυγμένη	Ανεπτυγμένη
Ιαπωνία	Μη βιώσιμη	Μη βιώσιμη
Κορέα	Μη βιώσιμη	Μη βιώσιμη
Ολλανδία	Μη βιώσιμη	Μη βιώσιμη
Νορβηγία	Ανεπτυγμένη	Ανεπτυγμένη
ΗΠΑ	Μη βιώσιμη	Μη βιώσιμη

ΠΙΝΑΚΑΣ 17: Σύγκριση αποτελεσμάτων των δυο μεθόδων

Όπως διαπιστώνεται οι διαφορές που προκύπτουν είναι λίγες, και οφείλονται στη μεγαλύτερη διαχωριστική ικανότητα που προσδίδεται από τη χρήση των σιγμοειδών καμπυλών. Για παράδειγμα, η Δανία με βάση τα αποτελέσματα της ELECTRE- TRI

κατατάσσεται ως Ανεπτυγμένη χώρα, ενώ με βάση τη UTILITY FUNCTION ως Βιώσιμη. Η κατάταξη στη δεύτερη περίπτωση μπορεί να αιτιολογηθεί εφόσον, η Δανία είναι η δεύτερη χώρα υψηλών πιέσεων μετά την Ελβετία, ενώ σημειώνει τη δεύτερη μικρότερη επίδοση μετά τη Σουηδία στην οικο- αποδοτικότητα.

Όσον αφορά τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους συνοπτικά έχουν ως εξής:

<b>ELECTRE- TRI</b>	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Δεν απαιτείται κανονικοποίηση των επιδόσεων</li> <li>▪ Είναι απλή και συνεπώς κατανοητή</li> <li>▪ Παρέχει τη δυνατότητα επιλογής κατωφλίων για την κατηγοριοποίηση</li> </ul>
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Επηρεάζεται ομαδοποίηση και όχι ακριβής κατάταξη</li> <li>▪ Συχνά παρουσιάζεται μεγάλο πλήθος ασυγκρισιμότητων</li> </ul>

ΠΙΝΑΚΑΣ 18α: πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα **ELECTRE- TRI**

<b>ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ</b>	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Δυνατότητα ακριβούς κατάταξης</li> </ul>
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ανάγκη κανονικοποίησης επιδόσεων</li> </ul>

ΠΙΝΑΚΑΣ 18β: πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα **ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ**

Τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν, παρουσιάζουν ενδιαφέρον διότι ταξινομούνται οι επιλεχθείσες χώρες με συνολικό κριτήριο την περιβαλλοντική επίδοσή τους στην ίδια κατηγορία, παρόλες τις διαφορετικές επιμέρους επιδόσεις τους σε κάποιους δείκτες πίεσης και οικο- αποδοτικότητας. Έχει αποδειχθεί ότι οι λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, οι οποίες εμφανίζουν χαμηλότερες πιέσεις, φαίνονται να μην είναι αρκετά αποτελεσματικές στον τρόπο που διαχειρίζονται τους φυσικούς πόρους και προστατεύουν το περιβάλλον. Συνεπώς, βασική πρόκληση για τις χώρες αυτές αποτελεί η προώθηση αποτελεσματικών μέτρων πολιτικής, προκειμένου να



επιτευχθεί μια αποδοτικότερη και πιο φιλική περιβαλλοντικά αναπτυξιακή διαδικασία. Από την άλλη πλευρά, οι υπόλοιπες χώρες, παρόλη τη σχετική ομοιομορφία όσον αφορά την οικονομική τους ανάπτυξη, δεν αποδίδουν ανάλογα με τις περιβαλλοντικές πιέσεις τους και την απόκριση της πολιτικής τους. Υπάρχουν χώρες, όπου η επιτευχθείσα υψηλή επίδοσή τους προέρχεται από τις χαμηλές περιβαλλοντικές πιέσεις και άλλες που πρέπει να καταβάλουν μεγαλύτερες προσπάθειες προκειμένου να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις.

Όλα τα αποτελέσματα που περιγράφηκαν παραπάνω, μπορούν να αποτελέσουν σημαντική βοήθεια για τους αποφασίζοντες τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, προκειμένου να τεθούν προτεραιότητες για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης των χωρών. Επίσης είναι σαφές ότι η δυναμική πραγματοποίηση της παρούσας προσέγγισης θα μπορούσε να αποτελέσει εργαλείο για τη διαμόρφωση πολιτικής. Επίσης θα πρέπει να τονισθεί ότι θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στον εμπλουτισμό ή/ και την επιδιόρθωση του συνόλου των χρησιμοποιούμενων δεικτών.

Η χρησιμότητα των παραπάνω εργαλείων για την κατάταξη των χωρών είναι προφανής αν σκεφτεί κανείς την πληθώρα και την πολυπλοκότητα των περιβαλλοντικών προβλημάτων και την ανάγκη που συνεχώς αυξάνεται για την εξομάλυνσή τους. Προκειμένου να ληφθούν αποφάσεις που θα οδηγήσουν στα επιθυμητά αποτελέσματα τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό ή και διεθνές επίπεδο, πρέπει να υπάρχει το ανάλογο υπόβαθρο.

Όσον αφορά τη χώρα μας, με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, κατάχρησε στην κατηγορία των Αναπτυσσόμενων Χωρών ή Πρόκληση, και παρουσιάζει χαμηλές πιέσεις αλλά και χαμηλή απόκριση. Αξιολογώντας τις επιδόσεις στα κριτήρια πίεσης, οι πιο ευνοηκές αφορούν τους δείκτες Π.8 (ποσοστό

μεταβολής της δασικής έκτασης), Π.12 (πρωτογενής ενεργειακή ζήτηση κατά κεφαλήν), Π.5 (παραγωγή αστικών απορριμμάτων κατά κεφαλήν) και Π.9 (ποσοστό απειλούμενων θηλαστικών), ενώ οι χαμηλότερες στους Π.2 (Εκπομπές SO<sub>2</sub> κατά κεφαλήν), Π.11 (ποσοστό αδρευόμενης έκτασης ως προς το σύνολο της καλλιεργήσιμης), και Π.10 (ποσοστό απειλούμενων πτηνών ως προς το σύνολο).

Επίσης, η Ελλάδα παρουσιάζει κάτω του μετρίου επιδόσεις στα κριτήρια απόκρισης και οι χαμηλότερες αφορούν τους δείκτες 0.1 (ποσοστό επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος στο σύνολο των επενδύσεων), 0.3 (ποσοστό προστατευόμενων περιοχών στη συνολική έκταση της χώρας) και 0.7 (ποσοστιαία μεταβολή της οικο- αποδοτικότητας του CO<sub>2</sub>).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο η ανάγκη για όλο και πιο ολοκληρωμένους καταλόγους δεικτών και χρονοσειρών στοιχείων μεγαλώνει διαρκώς. Λαμβάνοντας υπόψη τη διεύρυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά 13 χώρες, η οποία συνεπάγεται και την διεύρυνση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Περιβάλλοντος φαίνεται πως η διαδικασία αυτή θα έχει έντονο ενδιαφέρον όσον αφορά τις περιβαλλοντικές πλευρές της. Η Ευρωπαϊκή Ένωση θα αυξηθεί κατά 1/3 και θα έχει περισσότερους από 500 εκατομμύρια κατοίκους. Οι βασικότερες περιβαλλοντικές πλευρές της διεύρυνσης είναι οι εξής:

- Πολλές από τις υποψήφιες προς ένταξη χώρες αντιμετωπίζουν παρόμοια περιβαλλοντικά προβλήματα με αυτά της ΕΕ, όπως είναι η μόλυνση των υδάτινων πόρων αλλά και η ατμοσφαιρική ρύπανση. Όμως το οικονομικό τους επίπεδο είναι χαμηλότερο και η οικονομία τους απαρτίζεται κυρίως από βαριά βιομηχανία, πράγμα που δυσχεραίνει την αντιμετώπιση σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως είναι η οξύνιση και η σημειακή ρύπανση των υδατικών πόρων, ζήτημα που έχει επιλυθεί στις περισσότερες δυτικό- ευρωπαϊκές χώρες.

- Τα περιβαλλοντικά προβλήματα στις υπό ένταξη χώρες προέρχονται κυρίως από τα μη αποδοτικά ενεργειακά και παραγωγικά συστήματα. Ένα από τα πλεονεκτήματα των χωρών αυτών είναι σχετικά καλή προστασία και διατήρηση των οικοσυστημάτων και των περιοχών φυσικής σημασίας.
- Μετά την είσοδο των χωρών αυτών στην Ευρωπαϊκή ζώνη, αναμένεται η οικονομική τους ανάπτυξη, που συνεπάγεται μεγάλη αύξηση καταναλωτικών ειδών, στη χρήση ενέργειας και φυσικών πόρων και μεγαλύτερη παραγωγή απορριμμάτων. Οι υπό- ένταξη χώρες έρχονται αντιμέτωπες με την πρόκληση της μη επανάληψης της εφαρμογής των ήδη αποτυχημένων μοντέλων ανάπτυξης των δυτικών χωρών. Οι χώρες αυτές έχουν ήδη αρχίσει να εντάσσουν τα ευρωπαϊκά περιβαλλοντικά πρότυπα στην εθνική τους νομοθεσία.

Επίσης τόσο οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο και οι υπό- ένταξη χώρες βρίσκονται στην διαδικασία μετάβασης προς τη βιώσιμη ανάπτυξη, γεγονός που θα επιφέρει αλλαγές στην περιβαλλοντική και την τομεακή πολιτική. Επίσης η στροφή προς τη βιώσιμη ανάπτυξη στην λήψη αποφάσεων θα επηρεάσει και τη διεξαγωγή εκθέσεων για την κατάσταση του περιβάλλοντος.

Αναμενόμενο αποτέλεσμα της διεύρυνσης της ΕΕ, αποτελεί η αύξηση της πολυπλοκότητας και της ποσότητας των περιβαλλοντικών προβλημάτων, εξαιτίας της αύξησης της γεωγραφικής κλίμακας και των διαφορετικών οικονομικών και εθνικών προτεραιοτήτων. Συνεπώς η διαδικασία διεξαγωγής εκθέσεων για την κατάσταση του περιβάλλοντος θα καταστεί περίπλοκη διαδικασία.

Εστιάζοντας στη διεύρυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι εκθέσεις για την κατάσταση του περιβάλλοντος πιθανότατα θα πρέπει να υιοθετήσουν μια προσέγγιση ανάλογα με την γεωγραφική ζώνη. Υπάρχουν αρκετά πιθανά σενάρια για τον διαχωρισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε ζώνες:

- Η συνηθισμένη ταξινόμηση των χωρών σε βόρειες, νότιες, ανατολικές, δυτικές ώστε να χρησιμοποιούνται, όπως ήδη γίνεται, στις εκθέσεις περιβάλλοντος.
- Η συγκεκριμένη ταξινόμηση, η οποία εξαρτάται από το εξεταζόμενο περιβαλλοντικό ζήτημα. Για παράδειγμα στις εκθέσεις υδατικών πόρων, να υπάρχει ένας διαχωρισμός χωρών ανάλογα με το αν αντιμετωπίζουν τέτοιου είδους πρόβλημα ή όχι κλπ.
- Η ταξινόμηση με βάση τις συμβάσεις κατά γεωγραφικές περιοχές όπως είναι για τη Νότια θάλασσα, για τη Βαλτική κλπ.

Η συνηθισμένη ταξινόμηση των χωρών θα χρησιμοποιείται σε περίπτωση ανάγκης σε πολλά θέματα, αλλά έτσι υπάρχει πιθανότητα να συγκαλύπτονται οι διαφορές στις περιοχές αυτές.

Οι αυξανόμενες εμπορικές συναλλαγές και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των νέων και ήδη υπαρχόντων μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε τομείς όπως είναι οι επενδύσεις σε άλλες χώρες, η μεταφορά των αποβλήτων, η βαριά βιομηχανία και πεταλαιωμένη τεχνολογία που μεταβαίνουν από τη δύση στην ανατολή, απαιτούν μεγαλύτερη προσοχή στις περιβαλλοντικές πλευρές τέτοιων ζητημάτων.

Η χρησιμότητα και η συσχέτιση των συγκρίσεων των εθνικών επιδόσεων των χωρών σε περιβαλλοντικά ζητήματα θα αυξηθούν, προκειμένου να παρουσιάζεται στους αποφασίζοντες αλλά και στο ευρύ κοινό με σαφήνεια η θετική ή η αρνητική πορεία της εξομάλυνσης περιβαλλοντικών προβλημάτων σε εθνικό, ευρωπαϊκό ή διεθνές επίπεδο.



1. Pohlman, J. (2007). "Sustainable Development: The Role of the State." *Journal of Economic Surveys*, 21(1), 1-30.

2. OECD (2005). "Sustainable Development Indicators: An Analytical Framework." *OECD Working Paper No. 100*.

3. World Bank (2005). "Sustainable Development Indicators: A Practical Guide." *World Bank Working Paper No. 100*.

4. OECD (2005). "Sustainable Development Indicators: A Practical Guide." *OECD Working Paper No. 100*.

5. OECD (2005). "Sustainable Development Indicators: A Practical Guide." *OECD Working Paper No. 100*.

6. OECD (2005). "Sustainable Development Indicators: A Practical Guide." *OECD Working Paper No. 100*.

7. EEA (2005). "Sustainable Development Indicators: A Practical Guide." *Technical Report No. 26*.

8. EEA (2005). "Sustainable Development Indicators: A Practical Guide." *Technical Report No. 26*.

9. EEA (2005). "Sustainable Development Indicators: A Practical Guide." *Technical Report No. 26*.

10. EEA (2005). "Sustainable Development Indicators: A Practical Guide." *Technical Report No. 26*.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Diakoulaki, D., "Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC method". Computers & Operations Research 22 (1995).
2. EEA, "Environmental Signals 2000", Environmental assesment report No 6, European Environment Agency, Copenhagen.
3. World Bank, "The Little Grceen Data Book 2001", From the World Development Indicators, April 2001.
4. OECD, « L' OCDE en Chiffres », Statistiques sur les Pays Membres, 2001.
5. OECD, "Sustainable Development: Critical Issues", Policy Brief, 2001.
6. OECD, "Policies to Enhance Sustainable Development", Meeting of the council at Ministerial level, 2001.
7. EEA in association with Collingwood Environmental Planning (CEP), "Developing Country Scorecards", Environmental Signals 2002, Version 1.4. Client, 10 June 2002.
8. EEA, "Environmental indicators: Typology and overview", Technical report No 25, Project managers: Peter Bosch, Martin Buchele and David Gee, 2000.
9. EEA, "Implementing the EU Sustainable Development Strategy, Making sustainability accountable: the role and feasibility of indicators", Copenhagen, 9 July 2001.

10. EEA, "Questions to be answered by a state-of-the-environment report, technical report No 47", September 2000.
11. V. Belton, "Multiple Criteria Analysis", Kluwer Academic Publishers, 2002.
12. Yale and Columbia University, "Pilot environmental Performance Index", Yale Center for Environmental Law and Policy, New York, 2002.
13. OECD, "Indicators to measure decoupling of Environmental pressure from Economic Growth", May 2002.
14. OECD, "Key Environmental Indicators", Environmental Directorate, 2001.
15. Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force- World Economic Forum, "Environmental Sustainability Index", Yale Center for Environmental Law and Policy, New York, 2002.
16. EEA (Expert Group on System of Environmental guidelines and reporting), "Environmental Barometer in Finnish municipalities", 2002.
17. D. Diakoulaki., "Developing a Multicriteria Approach for classifying Countries with respect to Sustainability Indicators", EURO Working Group Multiple Criteria Aid for Decisions, Coimbra, 2002.
18. D. Diakoulaki., " Classification of EU Countries with respect to sustainability and with emphasis on the performance of the Agricultural sector", ARIADNE, Crete, 2002.
19. SOEL, " Organic Agriculture World wide 2002", Statistics and Future Prospects.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

138

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

### Ανάλυση παλινδρόμησης

Λόγω της έλλειψης στοιχείων, όπως προαναφέρθηκε, για κάποιες χώρες όσον αφορά τις επιδόσεις τους σε κάποιους δείκτες και προκειμένου να γίνει σωστή και ολοκληρωμένη επεξεργασία τόσο από τη μέθοδο ELECTRE III όσο και από Utility Function (του οποίου η περιγραφή θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο) χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης με τη βοήθεια του Excel. Αντικείμενο της ανάλυσης παλινδρόμησης είναι ο προσδιορισμός ποιοτικά και ποσοτικά της σχέσης που συνδέει δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες μεθόδους ανάλυσης επειδή βρίσκει εφαρμογή σε πολλές περιπτώσεις. Μερικά παραδείγματα όπου ο προσδιορισμός τέτοιων σχέσεων έχει πρακτική αξία είναι τα ακόλουθα:

- Ποια η σχέση μεταξύ του κόστους παραγωγής ενός προϊόντος και του συνολικού όγκου παραγωγής.
- Ποια η σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης ενός ρύπου σε μια συγκεκριμένη περιοχή και διαφόρων μετεωρολογικών μεγεθών (μορφολογία του εδάφους, διεύθυνση και ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία ατμόσφαιρας κ. ά).
- Ποια η σχέση μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής υποβάθμισης ή/ και κατασπατάλησης των φυσικών πόρων.

Στην παρούσα μελέτη η ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιείται προκειμένου να διερευνήσει τη σχέση που αναφέρεται στο τελευταίο παράδειγμα. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, όπου η βοήθεια της εν λόγω ανάλυσης κρίθηκε αναγκαία,

χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Μιλώντας για απλή γραμμική παλινδρόμηση αναφερόμαστε στην περίπτωση όπου υπάρχει μόνο μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Στην αντίθετη περίπτωση ονομάζεται πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις διαφορετικοί τρόποι ταξινόμησης μιας ανάλυσης παλινδρόμησης.

- Ο πρώτος τρόπος αναφέρεται στον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών, ο οποίος χρησιμοποιείται και στην παρούσα εργασία.
- Ο δεύτερος τρόπος αναφέρεται στη μορφή της εξίσωσης παλινδρόμησης (γραμμική παλινδρόμηση και μη γραμμική παλινδρόμηση)
- Ο τρίτος τρόπος ταξινόμησης στηρίζεται στη μορφή των δεδομένων (στατικά δεδομένα και χρονοσειρές). Όσον αφορά τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στη μελέτη αποτελούνται και από τις δυο αυτές κατηγορίες δεδομένων.

Τέλος η παλινδρόμηση μπορεί να ταξινομηθεί με βάση το σκοπό της ανάλυσης. Συνήθως υπάρχουν οι δυο τρόποι που οδηγούν στην ανάλυση παλινδρόμησης: η κατανόηση (επεξήγηση) και η πρόβλεψη της συμπεριφοράς κάποιου συστήματος. Κάθε ανάλυση παλινδρόμησης πρέπει να ξεκινά με τη δημιουργία ενός ή περισσότερων διαγραμμάτων διασποράς. Τα διαγράμματα αυτά αναπαριστούν γραφικά τις μετρήσεις δυο μεταβλητών με ένα σύνολο σημείων. Οποιαδήποτε σχέση υπάρχει μεταξύ των μεταβλητών γίνεται συνήθως εμφανής από τη μελέτη των διαγραμμάτων διασποράς. Ένα στατιστικό μέγεθος που εκφράζει τη σχέση μεταξύ δυο μεταβλητών είναι ο συντελεστής συσχέτισης. Αν με  $X$  συμβολιστεί η ανεξάρτητη μεταβλητή (ΑΕΠ κατά κεφαλήν) και με  $Y$  η εξαρτημένη μεταβλητή



(παραγωγή αστικών απορριμμάτων) τότε ο συντελεστής συσχέτισης δίνεται από τη σχέση:

$$r_{xy} = \frac{\sum (X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y})}{(n-1) * S_x * S_y}, \text{ όπου } i=1, \dots, n$$

Η εξίσωση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης έχει τη μορφή:

$$Y = a + bX$$

Όπου  $a$  είναι ο σταθερός όρος ( εκφράζει το σημείο τομής της ευθείας με τον κάθετο άξονα  $y$  και  $b$  είναι η κλίση της ευθείας.

Όπως προαναφέρθηκε σε μία εκ των περιπτώσεων χρησιμοποιήθηκε η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση, της οποίας η εξίσωση έχει ως εξής:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k$$

Όπου  $a$  είναι ο σταθερός όρος και τα  $b_1, b_2, \dots$

Στην παρούσα μελέτη η εκτίμηση της καμπύλης παλινδρόμησης έγιναν μέσω του Excel με το εργαλείο Regression Analysis ToolPak.

Προκειμένου ο αναγνώστης να αντιληφθεί καλύτερα το πρόβλημα έλλειψης στοιχείων αλλά και τη χρησιμότητα της ανάλυσης παλινδρόμησης που μόλις παρουσιάστηκε, παραθέτουμε τον πίνακα στοιχείων πριν την εφαρμογή της παλινδρόμησης και μετά από αυτή.

Δείκτες αποκρίσης	% Βιολογικών καθαρισμών	Ενεργειακή ένταση	% ΑΠΕ	% Βιολογικών καλλιέργειών	% Επενδύσεων	% Προστατευόμενων περιοχών	% Ανακύκλωσης γυαλιού	% μεταβολής CO <sub>2</sub> / ΑΕΠ
Australia		0,24	6,3	1,62	1,8	7,1		-16,5
Austria	75	0,11	23,3	8,64	3,5	29,6	88	-15,9
Belgium	27	0,19	1,1	1,46		0	75	-22,5
Canada	78	0,37	16,4	0,46	2,7	9,8		-19,5
China		0,2	4	0,08		6,4		-51,0
Czech Republic	49	0,2	2	3,86		16,1		
Denmark	87	0,1	8,4	6,2	2,3	32,5	70	-21,7
Finland	77	0,21	24,9	6,73	2,5	6,1	62	-21,5
France	77	0,15	4,8	1,23	2	13,5	52	-18,8
Germany	89	0,13	1,9	3,2	2,6	0	79	
Greece	45	0,2	5,7	0,72	1,7	3,6	26	-12,7
Hungary	22	0,49	2	0,77	2,8	7		-9,8
Iceland	16	0,38	71,6	3,4		9,8		-23,5
India		0,2	5	0,08		4,8		-9,7
Italy	61	0,15	7,2	6,76	2,2	7,5	34	-17,3
Japan	55	0,1	3,3	0,09	3,4	6,8		-16,0
Korea	53	0,32	1,5	0,04	2,4	6,9		
Luxembourg	88	0,15	14,9	0,81				-65,4
Mexico	22	0,2	10,8	0,08		3,5	4	-15,3
Netherlands	97	0,16	3,9	1,42	2,3	6,8	82	-22,2
New Zealand	80	0,28	32,1	0,28		23,6		-9,8
Norway	73	0,16	44,4	2,01		6,8	76	-29,5
Poland	47	0,6	4,1	0,12	6,5	9,6		-32,7
Portugal	55	0,19	7,9	1,31	2,4	6,6	44	-6,7
Spain	48	0,18	5,7	1,3	2	8,5	37	-13,8
Sweden	93	0,19	28,4	5,2	1,8	8,9	76	-17,6
Switzerland	94	0,08	15,6	9	3,3	26,9	91	-15,3
Turkey	12	0,37	14,1	0,05		1,3	20	-9,7
England	88	0,18	1,6	3,33	1,2	20,7	26	-27,8
USA	71	0,26	5,6	0,22	3,5	13,4	26	-21,3

ΠΙΝΑΚΑΣ 19: Στοιχεία για τις επιδόσεις των χωρών στους επιλεγμένους δείκτες πριν από την ανάλυση παλινδρόμησης

Δείκτες απόκρισης	% επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος	% βιολογικών καθαρισμών	% προστατευόμενων περιοχών	% ανακύκλωσης γυαλιού	Οικο-αποδοτικότητα του CO <sub>2</sub> (90-98)	Ενεργειακή ένταση της οικονομίας	% ΑΠΕ	% βιολογικών καλλιεργειών
Australia	1.8	62	7.1	51.1	-16.5	0.24	6.3	1.62
Austria	3.5	75	29.6	88	-15.9	0.11	23.3	8.64
Belgium	2.5	27	13.4	75	-22.5	0.19	1.1	1.46
Canada	2.7	78	9.8	49.5	-19.5	0.37	16.4	0.46
China	3.1	34	6.4	10.8	-51.0	0.2	4	0.08
Czech Republic	2.9	49	16.1	19.2	-16.0	-0.2	2	3.86
Denmark	2.3	87	32.5	70	-21.7	0.1	8.4	6.2
Finland	2.5	77	6.1	62	-21.5	0.21	24.9	6.73
France	2	77	13.5	52	-18.8	0.15	4.8	1.23
Germany	2.6	89	13.7	79	-22.6	0.13	1.9	3.2
Greece	1.7	45	3.6	26	-12.7	0.2	5.7	0.72
Hungary	2.8	22	7	18.5	-9.8	0.49	2	0.77
Iceland	2.9	16	9.8	68.3	-23.5	0.38	71.6	3.4
India	3.1	34	4.8	10.1	-9.7	0.2	5	0.08
Italy	2.2	61	7.5	34	-17.3	0.15	7.2	6.76
Japan	3.4	55	6.8	73.2	-16.0	0.1	3.3	0.09
Korea	2.4	53	6.9	26.2	-17.1	0.32	1.5	0.04
Luxembourg	2.2	88	19.4	95.0	-65.4	0.15	14.9	0.81
Mexico	3.0	22	3.5	4	-15.3	0.2	10.8	0.08
Netherlands	2.3	97	6.8	82	-22.2	0.16	3.9	1.42
New Zealand	2.9	80	23.6	37.2	-9.8	0.28	32.1	0.28
Norway	2.6	73	6.8	76	-29.5	0.16	44.4	2.01
Poland	6.5	47	9.6	17.3	-32.7	0.6	4.1	0.12
Portugal	2.4	55	6.6	44	-6.7	0.19	7.9	1.31
Spain	2	48	8.5	37	-13.8	0.18	5.7	1.3
Sweden	1.8	93	8.9	76	-17.6	0.19	28.4	5.2
Switzerland	3.3	94	26.9	91	-15.3	0.08	15.6	9
Turkey	3.1	12	1.3	20	-9.7	0.37	14.1	0.05
England	1.2	88	20.7	26	-27.8	0.18	1.6	3.33
USA	3.5	71	13.4	26	-21.3	0.26	5.6	0.22

ΠΙΝΑΚΑΣ 20: Στοιχεία για τις επιδόσεις των χωρών στους επιλεγμένους δείκτες μετά από την ανάλυση παλινδρόμησης

Χώρες/ Δείκτες πίεσης	NOx κατά κεφαλήν	SO2 κατά κεφαλήν	Παραγωγή αστικών απορ. κατά κεφαλήν	% αδρευό- μενης έκτασης	Κατανά- λωση λιπασμά- των	Χρήση φυτοφ/κω	% μείωσης δασικής έκτασης	% απειλού- μενων θηλασι- κών	CO2 κατά κεφαλήν	% απειλού- μενων πτηνών	Ενεργ. κατανα- λωση κατά κεφαλήν	% χρήση υδατικών πόρων
Australia	118	101	690	4.4	392	0.2	0	25.0	17.2	5.4	5600	4,3
Austria	21	7	510	0.3	1,804	0.2	-0.2	10.8	7.8	1.4	3567	2,7
Belgium	33		480	4.8	3,744	0.9	0	19.0	10.5	1.1	5719	11,7
Canada	68	90	500	1.6	582	0.1	0	7.3	16.6	1.9	7747	1,6
China				38.8	2,826		-1.2	19.3	2.9	6.6	830	18,6
Czech Republic		21		0.7	970		0		12.2	1.0	3986	15,8
Denmark	47	20	560	20.1	1,704	0.2	-0.2	11.6	10.9	0.5	3925	14,8
Finland	51	16	410	2.9	1,407		0	10.0	11	1.2	6493	2,2
France	29	16	590	10.2	2,631	0.6	-0.4	19.4	6	1.9	4378	21,3
Germany	22	48	460	4	2,474	0.3	0	15.8	10.4	2.1	4199	26
Greece	35	65	370	36.1	1,709	0.3	-0.9	14.7	8.3	2.8	2565	10,2
Hungary	19	32	490	4.2	946	0.1	-0.4	12.5	5.9	3.9	2497	5,2
Iceland	106		650		31		-2.2	54.5	7.9	0.0	9588	0,1
India		23		34.8	1.04		-0.1	27.2	1.1	7.6	486	26,2
Italy	31	7	460	24.5	2,104	0.8	-0.3	15.6	7.4	2.1	2916	34,4
Japan	11	33	400	54.6	3,131	1.5	0	28.0	9.6	13.6	4035	21,3
Korea	28	8	400	60.7	5,117	1.3	0.1	26.5	9.9	22.3	3519	33,9
Luxembourg	40	24	590					10.9	19.6	0.8	7775	3,8
Mexico	17	7	310	23.8	677	0.1	1.1	15.3	4	5.1	1552	17
Netherlands		12	560	60	5,132	1.1	-0.3	20.0	10.5	2.1	4740	8,6
New Zealand	46	7	350	8.7	4,254	0.9	-0.5	80.0	8.4	41.3	4525	0,6
Norway	51	61	600		2,258	0.1	-0.4	18.5	15.6	0.8	5736	0,5
Poland	30	38	320	0.7	1,163	0.1	-0.1	17.9	9.2	1.8	2494	19,2
Portugal	37	49	440	24.5	1,319	0.4	-1.7	17.5	5.4	3.4	2192	10,1
Spain	32	10	390	19.1	1,475	0.2	-0.6	29.3	6.6	2.5	2865	31,7
Sweden	38	5	360		1,006	0.1	0	13.3	5.5	0.8	5928	1,5
Switzerland	18	30	600	5.7	7,928	0.4	-0.4	8.0	6	1.0	3742	4,9
Turkey	15		330	15.6	892	0.1	-0.2	14.7	3.5	3.6	1144	17,4
England		69	480	1.7	3,325	0.6	-0.8	30.0	8.9	0.9	3930	6,4
USA	80		720	12	1,117	0.2	-0.2	8.6	20.1	8.5	7937	18,1

ΠΙΝΑΚΑΣ 21: Στοιχεία για τις επιδόσεις των χωρών στους επιλεγμένους δείκτες πριν από την ανάλυση παλινδρόμησης

Χώρες/ Δείκτες πίεσης	NOx κατά κεφαλήν	SO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν	Παραγω γή ασπικών απορ. κατά κεφαλήν	% αδρευό- μενης έκτασης	Κατανά- λωση λιπασμά- των	Χρήση φυτοφ/ κων	% μείωσης δασικής έκτασης	% απειλού- μενων θηλαστι- κών	CO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν	% απειλού- μενων πτηνών	Ενεργ. κατανά- λωση κατά κεφαλήν	% χρήσης υδατικών πόρων
Australia	118	101	690	4,4	392	0,2	0	25	17,2	5	5600	4,3
Austria	21	7	510	0,3	1804	0,2	-0,2	11	7,8	1	3567	2,7
Belgium	33	33	480	4,8	3744	0,9	0	19	10,5	1	5719	11,7
Canada	68	90	500	1,6	582	0,1	0	7	16,6	2	7747	1,6
China	28	29	337	38,8	2826	0,0	-1,2	19	2,9	7	830	18,6
Czech Republic	31	21	367	0,7	970	0,0	0	23	12,2	1	3986	15,8
Denmark	47	20	560	20,1	1704	0,2	-0,2	12	10,9	1	3925	14,8
Finland	51	16	410	2,9	1407	0,0	0	10	11	1	6493	2,2
France	29	16	590	10,2	2631	0,6	-0,4	19	6	2	4378	21,3
Germany	22	48	460	4	2474	0,3	0	16	10,4	2	4199	26
Greece	35	65	370	36,1	1709	0,3	-0,9	15	8,3	3	2565	10,2
Hungary	19	32	490	4,2	946	0,1	-0,4	13	5,9	4	2497	5,2
Iceland	106	34	650	15,6	31	0,0	-2,2	55	7,9	0	9588	0,1
India	44	23	335	34,8	104	0,0	-0,1	27	1,1	8	486	26,2
Italy	31	7	460	24,5	2104	0,8	-0,3	16	7,4	2	2916	34,4
Japan	11	33	400	54,6	3131	1,5	0	28	9,6	13,6	4035	21,3
Korea	28	8	400	60,7	5117	1,3	0,1	27	9,9	22	3519	33,9
Luxembo urg	40	24	590	12,6	3436	0,0	-0,4	11	19,6	1	7775	3,8
Mexico	17	7	310	23,8	677	0,1	1,1	15	4	5	1552	17
Netherla nds	43	12	560	60	5132	1,1	-0,3	20	10,5	2	4740	8,6
New Zealand	46	7	350	8,7	4254	0,9	-0,5	80	8,4	41	4525	0,6
Norway	51	61	600	14,7	2258	0,1	-0,4	19	15,6	1	5736	0,5
Poland	30	38	320	0,7	1163	0,1	-0,1	18	9,2	2	2494	19,2
Portugal	37	49	440	24,5	1319	0,4	-1,7	17	5,4	3	2192	10,1
Spain	32	10	390	19,1	1475	0,2	-0,6	29	6,6	3	2865	31,7
Sweden	38	5	360	16,2	1006	0,1	0	13	5,5	1	5928	1,5
Switzerla nd	18	30	600	5,7	7928	0,4	-0,4	8	6	1	3742	4,9
Turkey	15	29	330	15,6	892	0,1	-0,2	15	3,5	4	1144	17,4
England	42	69	480	1,7	3325	0,6	-0,8	30	8,9	1	3930	6,4
USA	80	34	720	12	1117	0,2	-0,2	9	20,1	8	7937	18,1

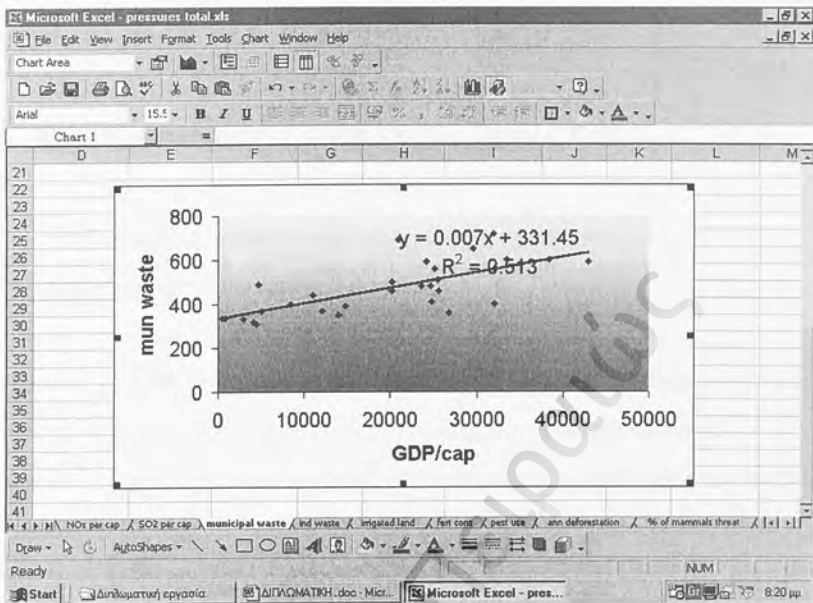
ΠΙΝΑΚΑΣ 22: Στοιχεία για τις επιδόσεις των χωρών στους επιλεγμένους δείκτες μετά από την  
ανάλυση παλινδρόμησης



Παρακάτω στην πρώτη εικόνα παρουσιάζεται μια εφαρμογή της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, όπως πραγματοποιήθηκε προκειμένου να υπολογιστεί η παραγωγή αστικών απορριμμάτων για κάποιες χώρες όπου δεν βρέθηκαν στοιχεία. Στην δεύτερη εικόνα παρουσιάζεται η διασπορά των επιδόσεων των χωρών για τις οποίες υπήρχαν στοιχεία, με τη γραμμή τάσης και τη συνάρτηση παλινδρόμησης.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>ΑΕΠ κατά κεφαλήν</b>	<b>Οικιακά απορριμμάτα κατά κεφαλήν</b>		<b>SUMMARY OUTPUT</b>			
2	Ανάλυση παλινδρόμησης (πολλαπλή)			<b>Regression Statistics</b>			
3	20950	690		Multiple R	0.66461868		
4	25430	510		R Square	0.44171799		
5	24650	480		Adjusted R Squ	0.419386709		
6	20140	500		Standard Error	87.93507851		
7	780	337		Observations	27		
8	5020	367		<b>ANOVA</b>			
9	32050	560			df	SS	MS
10	24730	410		Regression	1	152952.2158	152952.
11	24170	590		Residual	25	193314.4508	7732.57
12	25620	460		Total	26	346266.6667	
13	12110	370					
14	4640	490					
15	29540	650					
16	440	335					
17	20170	460					
18	32030	400					
19	8490	400					
20	42930	590					

Εικόνα 3: Παράδειγμα εφαρμογής της γραμμικής παλινδρόμησης



Εικόνα 4: Διάγραμμα διασποράς τιμών και γραμμής τάσης

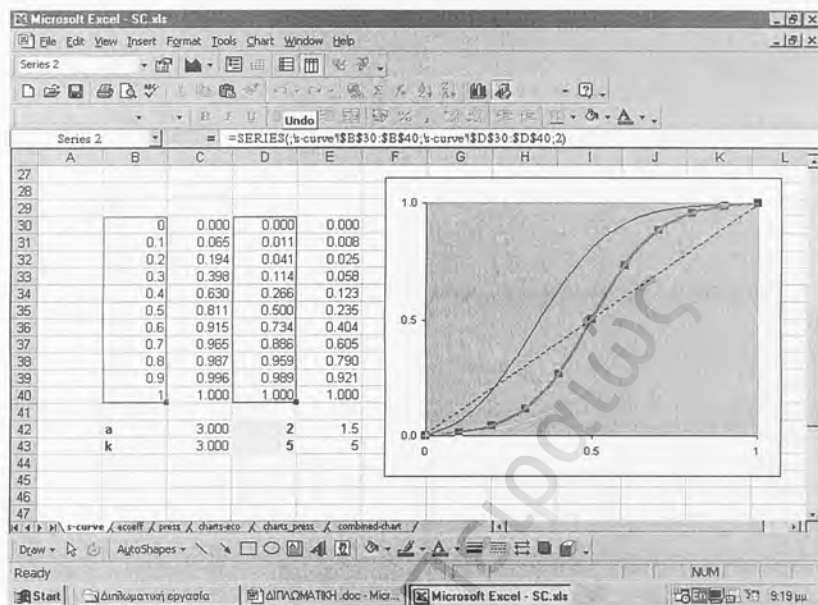
Αναλυτική παρουσίαση της χρήσης της UTILITY FUNCTION

- Υπολογισμός παραμέτρων της σιγμοειδούς συνάρτησης και μετασχηματισμένων τιμών

Έχοντας τη βάση δεδομένων με τις επιδόσεις των χωρών στους δείκτες- κριτήρια πίεσης και οικο- αποδοτικότητας- απόκρισης, η ανάλυση ξεκίνησε με την κανονικοποίηση τους και τη διαμόρφωση αυτών των επιδόσεων με χρήση σιγμοειδών καμπυλών. Εφόσον όμως ο αριθμός των κριτηρίων υπήρξε μεγάλος, καθορίστηκε η κατάλληλη σιγμοειδής καμπύλη και για τις δυο κατηγορίες δεικτών. Αυτό σημαίνει ότι υπολογίστηκαν οι τιμές των παραμέτρων  $a$  και  $k$  που ταίριαζαν στις επιδόσεις των χωρών και στις δυο κατηγορίες δεικτών- κριτηρίων. Κατόπιν σχεδιάστηκε η σιγμοειδής καμπύλη.

Έτσι οι τιμές έχουν ως εξής:

A	k
2	5



Εικόνα 4: Υπολογισμός παραμέτρων a και k

Εφαρμόζοντας στη σιγμοειδή συνάρτηση:

$$y = \frac{\frac{1}{1+e^{k(ax-1)}} - \frac{1}{1+e^{-k}}}{\frac{1}{1+e^{k(a-1)}} - \frac{1}{1+e^{-k}}}$$

Τις τιμές των παραμέτρων, από τις αρχικές επιδόσεις x υπολογίστηκαν οι καινούργιες μετασχηματισμένες επιδόσεις y, που χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για τη διαμόρφωση της συνολικής επίδοσης των χωρών. Η συνάρτηση εφαρμόστηκε ξεχωριστά για τους δείκτες πίεσης και οικο- αποδοτικότητας.

Microsoft Excel - SC.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Acrobat

100%

Ανάλυση

C77 = 
$$=(1/(1+EXP(C$73*(C$72*C42-1))))-1/(1+EXP(-C$73)))/(1/(1+EXP(C$73*(C$72-1)))-1/(1+EXP(-C$73)))$$

	A	B	C	D	E	F
70						
71			% Επενδύσεων	% Βιολογικών Καθαρισμών	% Προστατευόμενων περιοχών	% Ανακύκλωσης Γυαλιού Βι
72	a		2	2	2	2
73	k		5	5	5	5
74						
75	Australia		0.002	0.700	0.021	0.534
76	Austria		1.000	0.931	1.000	0.998
77	Belgium		0.330	0.014	0.259	0.965
78	Canada		0.610	0.955	0.071	0.483
79	China		0.944	0.044	0.014	0.000
80	Czech Rep		0.834	0.275	0.514	0.013
81	Denmark		0.132	0.991	1.000	0.931
82	Finland		0.330	0.948	0.012	0.823
83	France		0.022	0.948	0.267	0.563
84	Germany		0.468	0.994	0.284	0.981
85	Greece		0.000	0.180	0.000	0.040
86	Hungary		0.736	0.004	0.020	0.012
87	Iceland		0.834	0.000	0.071	0.915
88	India		0.944	0.041	0.004	0.000
89	Italy		0.077	0.659	0.026	0.112
90	Japan		0.995	0.462	0.018	0.955
91	Korea		0.216	0.396	0.019	0.041
92	Luxembou		0.077	0.993	0.804	1.000
93	Mexico		0.901	0.004	0.000	0.000

Ready

Εικόνα 5: Υπολογισμός των μετασηματισμένων επιδόσεων για τους δείκτες απόκρισης.

Microsoft Excel - SC.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Acrobat

100%

Ανάλυση

C76 = 
$$=(1/(1+EXP(C$72*(C$72*C41-1))))-1/(1+EXP(-C$73)))/(1/(1+EXP(C$73*(C$72-1)))-1/(1+EXP(-C$73)))$$

	A	B	C	D	E	F
71			NOx κατά κεφαλήν	SO <sub>2</sub> κατά κεφαλήν	Παραγωγή οικιακών απορριμμάτων	% Αδρευόμενης έκτασης
72	a		2	2	2	
73	k		5	5	5	
74						
75	Australia		0.000	0.000	0.000	
76	Austria		0.994	1.000	0.415	1
77	Belgium		0.950	0.621	0.630	1
78	Canada		0.157	0.000	0.487	1
79	China		0.974	0.890	0.997	1
80	Czech Republic		0.962	0.963	0.984	1
81	Denmark		0.741	0.968	0.140	1
82	Finland		0.630	0.984	0.933	1
83	France		0.972	0.984	0.061	1
84	Germany		0.992	0.358	0.754	1
85	Greece		0.934	0.047	0.982	1
86	Hungary		0.997	0.837	0.560	1
87	Iceland		0.000	0.804	0.006	1
88	India		0.817	0.950	0.998	1
89	Italy		0.962	1.000	0.754	1
90	Japan		1.000	0.817	0.950	1
91	Korea		0.976	0.999	0.950	1
92	Luxembourg		0.678	0.942	0.061	1
93	Mexico		0.999	1.000	1.000	1

Select destination and press ENTER or choose Paste

Εικόνα6: Υπολογισμός των μετασηματισμένων επιδόσεων για τους δείκτες πίεσης.



▪ Υπολογισμών συντελεστών συσχέτισης και βαρύτητας

Προκειμένου να εφαρμοστεί η μέθοδος υπολογισμού των συντελεστών βαρύτητας ήταν απαραίτητος ο προηγούμενος υπολογισμός του συντελεστή Pearson, δηλαδή ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των σειρών ταξινόμησης που προέκυψαν για κάθε κριτήριο. Διαμορφώθηκαν λοιπόν σειρές κατάταξης (οι οποίες είναι ίδιες για τις αρχικές και μετασηματισμένες επιδόσεις) και υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης για κάθε κριτήριο με όλα τα υπόλοιπα.

	Q	R	S	T	U	V
98	0.818		17	25	14	23
99	0.697		14	7	10	20
100	0.758		18	1	7	19
101	0.647		4	17	26	11
102	0.849		1	16	3	17
103	0.588		20	28	17	5
104	0.456		28	22	29	14
105						
106			1.000	0.271	0.440	-0.092
107			0.271	1.000	0.319	-0.225
108			0.440	0.319	1.000	-0.194
109			-0.092	-0.225	-0.194	1.000
110			-0.242	-0.175	0.126	0.177
111			-0.207	-0.063	0.137	0.258
112			-0.180	-0.223	-0.261	-0.113
113			0.080	-0.006	-0.211	0.258
114			0.528	0.333	0.513	-0.342
115			-0.210	-0.020	-0.379	0.462
116			0.609	0.145	0.638	-0.296
117			0.295	-0.006	0.659	-0.347
118			-0.486	-0.146	-0.401	0.355
119						
120		$\Sigma(1-i)$	11.194	11.796	10.614	12.097
121		stdev	0.315	0.360	0.404	0.350

Εικόνα7: Υπολογισμός συντελεστή Pearson για τις επιδόσεις στους δείκτες πίεσης

Microsoft Excel - SC.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Acrobat

100%

Arial 10

S125 =S123/SUM(\$S123:\$AE123)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AE
103	0.588		20	28	17	5	24	23	5	28	16	
104	0.456		28	22	29	14	10	14	15	3	29	
105												
106			1.000	0.271	0.440	-0.092	-0.242	-0.207	-0.180	0.080	0.528	-0
107			0.271	1.000	0.319	-0.225	-0.175	-0.063	-0.223	-0.006	0.333	-0
108			0.440	0.319	1.000	-0.194	0.126	0.137	-0.261	-0.211	0.513	-0
109			-0.092	-0.225	-0.194	1.000	0.177	0.258	-0.113	0.258	-0.342	0
110			-0.242	-0.175	0.126	0.177	1.000	0.660	-0.167	0.112	0.144	-0
111			-0.207	-0.063	0.137	0.258	0.660	1.000	0.003	0.257	0.053	0
112			-0.180	-0.223	-0.261	-0.113	-0.167	0.003	1.000	-0.144	0.252	0
113			0.080	-0.006	-0.211	0.258	0.112	0.257	-0.144	1.000	-0.123	0
114			0.528	0.333	0.513	-0.342	0.144	0.053	0.252	-0.123	1.000	-0
115			-0.210	-0.020	-0.379	0.462	-0.104	0.217	0.124	0.291	-0.278	1
116			0.609	0.145	0.638	-0.296	0.098	0.004	0.063	-0.113	0.727	-0
117			0.295	-0.006	0.659	-0.347	0.199	0.183	-0.130	-0.157	0.435	-0
118			-0.486	-0.146	-0.401	0.355	0.068	0.271	0.258	0.220	-0.262	0
119												
120		$\Sigma(1-r)$	11.194	11.796	10.614	12.097	11.083	10.227	12.519	11.534	10.022	12
121		stdev	0.315	0.360	0.404	0.350	0.382	0.379	0.326	0.316	0.352	0
122												
123			3.5284	4.2522	4.2674	4.2289	4.2262	3.8733	4.0748	3.6473	3.5294	3.6
124												
125		w	0.0676	0.0815	0.0822	0.0811	0.0810	0.0742	0.0781	0.0699	0.0677	0.0
126												

Ready NUM

Start 8:13 μμ

Εικόνα 8: Υπολογισμός συντελεστών βαρύτητας

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι συνολικές επιδόσεις όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 5.2.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

### Α. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ ΧΩΡΩΝ

A/ A	ΧΩΡΑ	ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ
1	Ελλάδα	GRC
2	Καναδάς	CAN
3	Μεξικό	MEX
4	ΗΠΑ	USA
5	Ιαπωνία	JPN
6	Κορέα	KOR
7	Αυστραλία	AUS
8	Νέα Ζηλανδία	NZL
9	Αυστρία	AUT
10	Βέλγιο	BEL
11	Τσεχία	CZE
12	Δανία	DNK
13	Φιλανδία	FIN
14	Γαλλία	FRA
15	Γερμανία	DEU
16	Ουγγαρία	HUN
17	Ισλανδία	ISL
18	Ιταλία	ITA
19	Λουξεμβούργο	LUX
20	Ολλανδία	NLD
21	Νορβηγία	NOR
22	Πολωνία	POL
23	Πορτογαλία	PRT
24	Ισπανία	ESP
25	Σουηδία	SWE
26	Τουρκία	TUR
27	Αγγλία	UKD
28	Ινδία	IND
29	Κίνα	CHI
30	Ελβετία	SWI

### Β. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΓΕΝΙΚΑ

ΟΟΣΑ: Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD)

ΟΗΕ: Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (UN)

ΠΤ: Παγκόσμια Τράπεζα (WB)

ΑΕΠ: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (GDP)

ΕΟΠ: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΕΑ)

ΔΑΕ: Δείκτης Αειφορικής Επίδοσης (ESI)

ΔΠΕ: Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης (EPI)

ΠΒ: Περιβαλλοντικό Βαρόμετρο (EB)

SOEL: Stiftung Oekologie & Landbau (Foundation Ecology & Agriculture)

Πανεπιστήμιο Πειραιώς