



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

*Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών*  
*«Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη & Διαχείριση του Αγροτικού Χώρου»*

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

ΙΣΙΔΩΡΟΣ Γ. ΓΕΩΡΓΑΡΑΚΟΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΠΑΣ, Επιβλέπων

**Αθήνα, Νοέμβριος 2009**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

**ΙΣΙΔΩΡΟΣ Γ. ΓΕΩΡΓΑΡΑΚΟΣ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΠΑΣ**, Επιβλέπων  
Ακολουθούν αλφαβητικά τα υπόλοιπα μέλη της επιτροπής  
**ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ ΚΛΩΝΑΡΗΣ**  
**ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΛΟΥΛΟΥΔΗΣ**  
**ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΜΠΕΟΠΟΥΛΟΣ**  
**ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΡΟΖΑΚΗΣ**

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει την κατασκευή και τον υπολογισμό ενός συγκεκριμένου σύνθετου περιβαλλοντικού δείκτη στους 51 νομούς της Ελλάδος. Το πρώτο κεφάλαιο περιγράφει ότι οι περιβαλλοντικοί δείκτες μπορούν να αποτελέσουν ένα από τα βασικά εργαλεία περιβαλλοντικής διαχείρισης επειδή έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν πληροφορίες για την κατάσταση του περιβάλλοντος και την ικανότητά αφομοίωσης απέναντι σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα καθώς και να συνεισφέρουν στον έλεγχο της προόδου σε ότι αφορά την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων σχετικά με την αποκατάσταση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Το δεύτερο κεφάλαιο κάνει σύντομη αναφορά τόσο στις βασικές αρχές των περιβαλλοντικών δεικτών όσο και στην αναγκαιότητα χρήσης των δεικτών περιβαλλοντικής ποιότητας για την αξιολόγηση της κατάστασης του περιβάλλοντος. Σε ότι αφορά το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποια ζητήματα των σύνθετων και των απλών περιβαλλοντικών δεικτών καθώς και οι βασικοί δείκτες που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της επιβάρυνσης του αέρα και των υδάτων. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται σύνοψη της εμπειρικής βιβλιογραφίας καθώς και αναφορά διαφόρων υποθέσεων εργασίας. Το πέμπτο κεφάλαιο περιγράφει τη βασική μεθοδολογία σχεδιασμού και υπολογισμού του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης καθώς και τη μέθοδο στατιστικής επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκε για την εξήγηση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων μέσω των διαφοροποιήσεων στα θεσμικά, οικονομικά, ενεργειακά και δημογραφικά χαρακτηριστικά των 51 νομών. Το κεφάλαιο 6 παρουσιάζει τα αποτελέσματα του δείκτη και της στατιστικής ανάλυσης και το τελευταίο κεφάλαιο εστιάζεται στα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του δείκτη περιβαλλοντικής επίδοσης στους νομούς της επικράτειας και τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων του.

**Λέξεις κλειδιά:** Περιβαλλοντικοί δείκτες, Δείκτες Περιβαλλοντικής Ποιότητας, Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, Αειφόρος Ανάπτυξη, Δημογραφικά Χαρακτηριστικά, Συντελεστές Προσδιορισμού.

**ABSTRACT**

*ENVIRONMENTAL QUALITY INDICATORS: DESIGN AND ANALYSIS*

This thesis basically deals with the design and calculation of a specific composite environmental indicator through the 51 prefectures of Greece. Chapter 1 outlines that Environmental Indicators can be one of the basics tools on environmental management because they can provide useful information about the state of the environment and its capacity in any human activity and contribute in monitoring the progress made in realising environmental policy targets about the rehabilitation of man-made effects caused on the environment. It was intended as an introduction to the subject and helps to understand next parts of the thesis. Chapter 2 gives a brief outline of both the basic principles of environmental indicators and their purpose in evaluating environmental status. Chapter 3 deals with some aspects of composite and simple environmental indicators, as well as with the main indicators used for the evaluation of air and water pollution. Chapter 4 presents a basic bibliography and some case studies that should be taken into consideration in order to understand indicators utility. Chapter 5 describes the basic methodology for the design and calculation of the Environmental Performance Index as well as statistics reason to explain the outcomes through differences in structural, economic, energy and demographic characteristics of the 51 Greek prefectures. Chapter 6 presents the results of the Environmental Performance Index and its statistics analysis. Finally chapter 7 focuses to the basic conclusion by applying the EPI in the 51 prefectures and its relevant statistic analysis.

**KEYWORDS:** Environmental indicators, Environmental Performance Index, Gross Domestic Product, Sustainable development, Demographic Characteristics, Predictors.

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	2
ABSTRACT .....	3
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	6
ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ και ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ .....	7
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	9
Κεφάλαιο 2: Βασικές αρχές περιβαλλοντικών δεικτών. ....	11
2.1. Η αναγκαιότητα χρήσης δεικτών περιβαλλοντικής ποιότητας. ....	11
2.2. Ταξινόμηση περιβαλλοντικών δεικτών. ....	15
2.3. Ολοκληρωμένοι (aggregated) δείκτες – επισκόπηση της μεθοδολογίας κατασκευής τους .....	23
Κεφάλαιο 3: Σύνθετοι-απλοί δείκτες, μεθοδολογία ανάλυσης των αποτελεσμάτων & βασικά κριτήρια επιλογής των δεικτών. ....	25
3.1. Εισαγωγή.....	25
3.1.1 Ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο της ομαδοποίησης. ....	25
3.1.2 Σύγκριση των περιοχών ή χωρών που εμφανίζουν παρόμοιες επιδόσεις όπως αυτές καταγράφονται από την εφαρμογή των περιβαλλοντικών δεικτών. ....	26
3.2. Βασικά κριτήρια επιλογής των δεικτών. ....	27
3.3. Επισκόπηση των κρίσιμων χαρακτηριστικών δεικτών ή παραμέτρων περιβαλλοντικής επιβάρυνσης αναφορικά με το υδάτινο και το ατμοσφαιρικό περιβάλλον. ....	28
3.3.1. Δείκτες ατμοσφαιρικής ρύπανσης. ....	28
3.3.2. Δείκτες κλιματικής μεταβολής. ....	31
3.3.3. Δείκτες υδατικού περιβάλλοντος. ....	33
3.4. Σύνθετοι δείκτες ποιότητας νερού & κλιματολογικής επιβάρυνσης. ....	35
3.4.1. Δείκτης μεταβολής & θέρμανσης του κλίματος.....	36
3.4.2. Δείκτες ποιότητας νερού. ....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Σύνοψη εμπειρικής βιβλιογραφίας. ....	39
4.1. Εισαγωγή.....	39
4.2. Σύνθετοι δείκτες ποιότητας νερού. ....	41
4.3. Σύνθετοι δείκτες μεταβολής & θέρμανσης του κλίματος. ....	42

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

4.4. Η περίπτωση του ‘Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης’ (EPI: Environmental Performance Index). .....	43
4.5. Εμπειρικά μοντέλα σύγκρισης Περιβαλλοντικών Δεικτών με άλλες μεταβλητές. ....	45
4.5.1. Περιβαλλοντική επίδοση και πολιτικά συστήματα.....	46
4.5.2. Μέτρηση περιβαλλοντικής ποιότητας σε σχέση με την απώλεια ευημερίας.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Μεθοδολογία υπολογισμού του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) και σύγκρισης των αποτελεσμάτων του. ....	48
5.1. Υπολογισμός του σύνθετου δείκτη ποιότητας νερού και μετατροπή των αερίων ρύπων σε ισοδύναμα CO <sub>2</sub> . ....	48
5.2. Υπολογισμός του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) ανά νομό. ....	48
5.3. Ερμηνεία του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) με τη βοήθεια διαφόρων προσδιοριστικών παραγόντων & της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης. ....	49
5.3.1. Αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. ....	51
5.4. Ο Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) σε σχέση με το πλήθος των Περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων που πραγματοποιήθηκαν ανά Νομό. ....	54
Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα του ‘Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης’ (EPI: Environmental Performance Index) στους νομούς της Ελλάδος. ....	55
6.1. Εισαγωγή. ....	55
6.2. Αποτελέσματα του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) και της στατιστικής παλινδρόμησης. ....	57
6.3. Αποτελέσματα από τη συσχέτιση του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) με το πλήθος των Περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων που πραγματοποιήθηκαν ανά Νομό. ....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα .....	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α .....	69
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β .....	73

**ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 3.1. Βασικά κριτήρια επιλογής περιβαλλοντικών δεικτών.....	27
Πίνακας 3.2. Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης (GWP) εκπεφρασμένο σε τόνους ισοδύναμου CO <sub>2</sub> για χρονικό ορίζοντα εκατό ετών .....	37
Πίνακας 3.3. Τιμές της παραμέτρου Pi για τις διάφορες μεταβλητές.....	38
Πίνακας 5.1. Πίνακας συντελεστών προσδιορισμού .....	51
Πίνακας 5.2. Εκτιμήσεις παραμέτρων .....	51
Πίνακας 5.3. Συσχέτιση μεταξύ ΔΠΕ και Πλήθους Επιθεωρήσεων ανά Νομό.....	54
Πίνακας 6.1. Αριθμός μονάδων όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις αερίων εκπομπών στους διάφορους παραγωγικούς κλάδους.....	56
Πίνακας 6.2. Αριθμός μονάδων & επισκέψεων όπου καταγράφηκαν μετρήσεις υγρών εκπομπών στους διάφορους παραγωγικούς κλάδους.....	56
Πίνακας 6.3. Νομοί με τη μεγαλύτερη τιμή του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (τιμή ΔΠΕ *100).....	58
Πίνακας 6.4.: Ποσοστό Επιθεωρήσεων ανά Κατηγορία Έργου/Δραστηριότητας.....	60
Πίνακας Α.1. Τιμή του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) (τιμή ΔΠΕ *100) σε φθίνουσα κατάταξη. ....	70
Πίνακας Α.2. Πίνακας ανάλυσης διακύμανσης .....	70
Πίνακας Α.3. Διαγνωστικά συγγραμμικότητας .....	70
Πίνακας Α.4. Πίνακας συντελεστών προσδιορισμού .....	71
Πίνακας Α.5. Πίνακας ανάλυσης διακύμανσης .....	71
Πίνακας Α.6. Εκτιμήσεις παραμέτρων.....	71
Πίνακας Α.7 Διαγνωστικά συγγραμμικότητας .....	71
Πίνακας Α.8: Πλήθος Επιθεωρήσεων ανά Νομαρχία.....	72
Πίνακας Β1 Εκπομπές αερίων ρύπων (CH <sub>4</sub> , Cl, CO, CO <sub>2</sub> , Cr <sup>+6</sup> ) ανά νομό (σε kg ανά έτος) 73	
Πίνακας Β2 Εκπομπές αερίων ρύπων (F, HCl, HNO <sub>3</sub> , NH <sub>3</sub> , NMVOC) ανά νομό (σε kg ανά έτος).....	74
Πίνακας Β3 Εκπομπές αερίων ρύπων (NO <sub>x</sub> , Pb, SO <sub>2</sub> , TOC, TSP, VOC) ανά νομό (σε kg ανά έτος).....	75
Πίνακας Β4 Εκπομπές υγρών αποβλήτων ανά νομό (σε kg ανά έτος).....	76

**ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ και ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ**

**ΑΕΠ (GDP):** Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Gross Domestic Product)

**ΑΠΕ :** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

**ΒΠΠΕ:** Βιομηχανικές Περιοχές

**ΔΠΕ (EPI) :** Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης (Environmental Performance Index)

**ΕΕ:** Ευρωπαϊκή Ένωση

**ΕΠΠΕΡ:** Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Περιβάλλον"

**ΕΥΠΕ:** Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος

**ΕΥΕΠ :** Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος

**ΗΕ (UN):** Ηνωμένα Έθνη (United Nations)

**ΟΗΕ (UNO):** Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

**ΟΟΣΑ (OECD) :** Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Organisation of Economic Cooperation and Development)

**ΠΟΥ (WHO):** Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization)

**ΥΠΕΧΩΔΕ :** Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

**CERC:** Center for Environmental Research and Conservation at Columbia University

**CIESIN:** Δικτύων και Πληροφόρησης του Πανεπιστημίου του Columbia

**EIONET:** Ευρωπαϊκό Δίκτυο Περιβαλλοντικής Πληροφορίας

**EPA :** Υπηρεσίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ

**GWP :** Global Warming Potential (Παγκόσμιο Δυναμικό Θέρμανσης)

**IPCC:** Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Μεταβολή (Intergovernmental Panel on Climate Change) των Ηνωμένων Εθνών

**JRC:** Κέντρου Έρευνας της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (Joint Research Center European Union)

**LDCs:** Λιγότερο Αναπτυγμένες Χώρες (Less Developed Countries)

**NAFTA:** North American Free Trade Agreement (Συμφωνία ελεύθερου εμπορίου Βόρειας Αμερικής)

**TSP:** Συνολικά αιωρούμενα σωματίδια

**WQI:** Δείκτης Ποιότητας Νερού (Water Quality Index):



## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

**BOD:** Biochemical Oxygen Demand (Βιοχημική ανάγκη οξυγόνου)

**CO** : Μονοξείδιο του άνθρακα

**CO<sub>2</sub>** : Διοξείδιο του άνθρακα

**DO:** Dissolved Oxygen (Διαλυμένο οξυγόνο)

**NH<sub>3</sub>** : Αμμωνία

**NMVOC** : Μη μεθανιούχες πτητικές ενώσεις

**NO<sub>x</sub>** : Οξείδια του αζώτου

**O<sub>3</sub>** : Όζον

**P:** Φώσφορος

**Pb** : Μόλυβδος

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** : Φωσφορικές ενώσεις

**PM<sub>10</sub>**: Σωματίδια έως 10 μικρά

**S:** Θείο

**SO<sub>2</sub>** : Διοξείδιο του θείου

## **Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή**

Οι δείκτες που έχουν την ιδιότητα να ενσωματώνουν σε ένα μέγεθος δύο ή περισσότερα δεδομένα αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο σαν ένα χρησιμότερο εργαλείο πολιτικής ανάλυσης και δημόσιας επικοινωνίας. Ο αριθμός των δεικτών που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως, αυξάνεται κάθε χρόνο δεδομένου ότι παρέχουν τη δυνατότητα αντιπαραβολών μεταξύ χωρών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διευκρίνιση πολύπλοκων και δυσδιάκριτων ζητημάτων σε ευρείας διαφοροποίησης θεματικά πεδία όπως το περιβάλλον, η οικονομία, η κοινωνία ή η τεχνολογική ανάπτυξη.

Ειδικότερα, οι σύνθετοι περιβαλλοντικοί δείκτες αποτελούν και αυτοί ένα βασικό εργαλείο παρακολούθησης και καταγραφής της περιβαλλοντικής κατάστασης αλλά και ένα πολύτιμο συγκριτικό δεδομένο περιβαλλοντικής ποιότητας.

Ευρωπαϊκοί και διεθνείς οργανισμοί (πχ Eurostat, European Environment Agency, OECD, UNEP) έχουν ήδη εντάξει στο σύνολο των δεικτών που δημοσιεύουν σε τακτική βάση μία ευρεία γκάμα περιβαλλοντικών δεικτών. Παράλληλα, έχουν δημιουργηθεί δίκτυα και μηχανισμοί για τη συστηματική παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων, ενώ γίνονται προσπάθειες για την ολοκληρωμένη προσέγγιση και κατανόηση της πληροφορίας που μεταφέρουν οι περιβαλλοντικοί δείκτες.

Οι εκθέσεις περιβαλλοντικών δεικτών, αποτελούν ήδη από τη δεκαετία του 1990 μία συνηθισμένη πρακτική που ακολουθούν διάφοροι Οργανισμοί, όσο και μεμονωμένα Κράτη, που επιδιώκουν να δώσουν έμφαση σε κάθε επίπεδο δράσης στην περιβαλλοντική διάσταση της ανάπτυξης.

Επίσης, η χρήση περιβαλλοντικών δεικτών υποδηλώνει τη σημασία που αποδίδεται σήμερα στην περιβαλλοντική συνιστώσα της βιώσιμης ανάπτυξης, δεδομένου ότι η διαδικασία οικονομικής μεγέθυνσης κάθε χώρας και σύγκλισης της με άλλες πιο προηγμένες οικονομίες (είτε σε Ευρωπαϊκό είτε σε διεθνές επίπεδο) είχε ως αποτέλεσμα συχνά την παραγνώριση των αντοχών και περιορισμών του φυσικού περιβάλλοντος.

Ορισμένοι από τους βασικούς στόχους χρήσης των διαφόρων περιβαλλοντικών δεικτών που χρησιμοποιούνται σε διεθνές επίπεδο είναι οι εξής:

- ✓ Η συγκέντρωση και καταγραφή των παραμέτρων εκείνων που σχετίζονται με την προέλευση, το ύψος και την ένταση των περιβαλλοντικών πιέσεων, τις επιπτώσεις

## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

τους στο φυσικό περιβάλλον και τον πληθυσμό, καθώς και με το είδος και την αποτελεσματικότητα των αντιδράσεων της κοινωνίας ή του κρατικών φορέων.

- ✓ Ο εντοπισμός των σημαντικότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων που συχνά αποσιωπούνται ή διογκώνονται από ανακριβή, ελλιπή ή μονομερή στοιχεία και η ακριβέστερη εκτίμηση των καθυστερήσεων στην πορεία ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής πολιτικής.
- ✓ Η προβολή όλων εκείνων των παραμέτρων που συνιστούν τον πλούτο του φυσικού περιβάλλοντος αλλά και τη σημαντική πρόοδο που έχει επιτευχθεί σε ορισμένους τομείς.
- ✓ Η ανάδειξη των αναγκαίων προτεραιοτήτων και κατευθύνσεων στη χάραξη περιβαλλοντικών πολιτικών, με βάση τις τάσεις που καταγράφονται, την απόκλιση από τις μέσες επιδόσεις και τις ιδιαιτερότητες που πιθανώς εμφανίζουν ορισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Η παρούσα μελέτη έχει στόχο πέραν της σύντομης ανασκόπησης σε κάποιους σημαντικούς σύνθετους ή απλούς περιβαλλοντικούς δείκτες που χρησιμοποιούνται, να αξιοποιήσει τα στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα του ΥΠΕΧΩΔΕ και να προσπαθήσει να ερμηνεύσει κάποια από τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης που αποτέλεσε το τελικό πλαίσιο επεξεργασίας των επιμέρους δεικτών που υπολογίστηκαν. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι ενδεικτικά της περιβαλλοντικής κατάστασης που επικρατεί στους νομούς της επικράτειας σε ότι αφορά την επιβάρυνσή τους από την εκπομπή αέριων ρύπων και υγρών αποβλήτων από τη βιομηχανία και εκπομπών από την κεντρική θέρμανση.

## **Κεφάλαιο 2: Βασικές αρχές περιβαλλοντικών δεικτών.**

### **2.1. Η αναγκαιότητα χρήσης δεικτών περιβαλλοντικής ποιότητας.**

Ο λόγος που οι περιβαλλοντικοί δείκτες τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει το επίκεντρο πολλών επιστημονικών μελετών ενώ παράλληλα μεγάλα κονδύλια έχουν δαπανηθεί με στόχο τη βελτίωση τους, είναι το γεγονός ότι αποτελούν ένα σημαντικότατο εργαλείο με σημαντικότερη συμβολή στην άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής. Οι υπεύθυνοι της περιβαλλοντικής πολιτικής οφείλουν να αντιμετωπίσουν καθημερινά ιδιαίτερα δύσκολα ζητήματα ελέγχου, διαχείρισης και προστασίας του περιβάλλοντος τα οποία συχνά απαιτούν δεδομένα και γνώσεις που αφενός δεν διατίθενται αφετέρου είναι δύσκολο να επεξεργαστούν έτσι ώστε να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα. Χωρίς επαρκή δεδομένα και προσεκτική ανάλυση κάθε στάδιο της διαδικασίας της περιβαλλοντικής πολιτικής γίνεται όλο και πιο δύσκολο – τα προβλήματα είναι δυσδιάκριτα, οι τάσεις μπορεί να μη γίνουν αντιληπτές, οι πολιτικοί στόχοι τίθενται πιο δύσκολα, οι ρυθμιστικές διατάξεις είναι δυνατόν να κατευθύνουν αναποτελεσματικά, και τεράστια κονδύλια για μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας μπορεί να δαπανηθούν χωρίς ουσιαστική αιτία. Κατά συνέπεια η στροφή της περιβαλλοντικής πολιτικής σε πιο αξιόπιστα και πιο σταθερά θεμέλια που στηρίζονται σε ορθά δομημένες πληροφορίες και δείκτες αναδύεται ως ζήτημα πρώτης ανάγκης.

Πρώτο βήμα προς την επίτευξη του στόχου άσκησης ορθής περιβαλλοντικής πολιτικής είναι η αφοσίωση στα εμπειρικά δεδομένα που θα βοηθήσει στην καταγραφή και την περιγραφή μιας υφιστάμενης περιβαλλοντικής κατάστασης. Δεύτερο και ιδιαίτερα σημαντικό βήμα στο οποίο εμπλέκεται η χρήση των περιβαλλοντικών δεικτών είναι η αναγνώριση ενός συστήματος μέτρησης της περιβαλλοντικής πληροφορίας. Αρκετές πρωτοβουλίες, στο παρελθόν, μέτρησης της περιβαλλοντικής επίδοσης ήταν ατελέσφορες διότι το πλήθος των παραμέτρων και η ευρύτητα των προς έρευνα περιβαλλοντικών δεδομένων ήταν τέτοια που ήταν πρακτικά αδύνατο να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα. Για παράδειγμα η μέτρηση της αειφόρου ανάπτυξης, μιας έννοιας που κατά καιρούς έχει υποστεί διαφοροποιήσεις (ο πιο διαδεδομένος είναι αυτός της Brundtland Report<sup>1</sup>), με μια μέθοδο που συνδυάζει περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες, τους παραγωγικούς

---

<sup>1</sup>Σύμφωνα με την οποία “αειφόρος ανάπτυξη σημαίνει παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη ικανή να ικανοποιήσει τις τωρινές ανάγκες χωρίς να υποβαθμίζει τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες”

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

συντελεστές καθώς και την προοπτική αλλαγής των μελλοντικών τάσεων, είχε ως συνέπεια συχνά η προσπάθεια αυτή να καθίσταται αδύνατη και επιστημονικά ή πολιτικά ασήμαντη. Επίσης, οι περιβαλλοντικοί δείκτες που καλύπτουν ένα υποσύνολο ζητημάτων, είτε λόγω πολιτικής σκοπιμότητας, είτε λόγω πίεσης και καθοδήγησης από την επιστημονική κοινότητα, είναι περιορισμένης αξίας.

Ο κυριότερος στόχος των περιβαλλοντικών δεικτών αποτελεί η μέτρηση της αποτελεσματικότητας της περιβαλλοντικής πολιτικής που ασκούν τα διάφορα κράτη ή και η τοπική αυτοδιοίκηση (όπου η διαθεσιμότητα των στοιχείων το επιτρέπει) ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία που η προσπάθεια επίτευξης αειφόρου ανάπτυξης έχει εισέλθει στην ‘πολιτική ατζέντα’ των περισσότερων πολιτικών ηγετών. Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, σύμφωνα με τους επιστήμονες και τους πολιτικούς, για την κατασκευή των περιβαλλοντικών δεικτών, αφορά ένα ευρύτατο φάσμα πληροφοριών σχετικών με τη ρύπανση και τον τρόπο διαχείρισης των φυσικών πόρων. Ιδιαίτερα σημαντικό και καθοριστικό ρόλο για την επιλογή των απαραίτητων δεδομένων για τη δημιουργία των περιβαλλοντικών δεικτών παίζει η προτεραιότητα των περιβαλλοντικών ζητημάτων όπως αυτά ιεραρχούνται από τις διάφορες κυβερνήσεις.

Η άσκηση ορθής και αποτελεσματικής περιβαλλοντικής πολιτικής και η προσέγγιση του στόχου της αειφορίας που στηρίζονται στη χρήση των σύνθετων περιβαλλοντικών δεικτών προϋποθέτει συστηματική και επιστημονικά τεκμηριωμένη προσπάθεια αλλά και σημαντικούς οικονομικούς πόρους. Σύμφωνα με τις αρχές της ‘Διακήρυξης του 2000’<sup>2</sup> μια πληθώρα θεμάτων και προτεραιοτήτων που αφορούσαν την εκπαίδευση, την υγεία και τη μείωση της φτώχειας σηματοδότησαν την αφετηρία για σημαντικές προσπάθειες σε παγκόσμιο επίπεδο. Παρόλο που το θέμα της περιβαλλοντικής αειφορίας αναγνωρίστηκε ως βασικό ζήτημα εγρήγορσης εντούτοις η εξέλιξη στον τομέα της περιβαλλοντικής διαχείρισης δεν ήταν ανάλογη και κατά επέκταση και της μεθοδολογίας των περιβαλλοντικών δεικτών. Ως αποτέλεσμα η αναγκαιότητα της διασύνδεσης διαφορετικών τομέων όπως αυτός της οικονομίας και της κοινωνίας με το περιβάλλον έμεινε πίσω. Η δυσκολία στην προώθηση της επίλυσης ή αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων αποδόθηκε εν μέρει στην αδυναμία αναγνώρισης των πιο απαιτητικών ζητημάτων όπως της εκτίμησης του μεγέθους της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, της μέτρησης της πολιτικής προόδου και της

---

<sup>2</sup> Μία από τις βασικές αξίες και τις πρακτικές που συνιστούν τον Πολιτισμό Ειρήνης, σύμφωνα και με τη Διακήρυξη 2000 της UNESCO είναι «Η διατήρηση του Πλανήτη· η εγγύηση ότι η πρόοδος και η ανάπτυξη είναι θετικές για όλους τους ανθρώπους και για το περιβάλλον» [1].

## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

εξασφάλισης χρηματοδοτών τόσο δημοσίου όσο και ιδιωτικού χαρακτήρα που θα είχαν ενδιαφέρον να επενδύσουν στον τομέα. Αυτοί οι περιορισμοί σημαίνουν ότι ο έλεγχος της περιβαλλοντικής ρύπανσης και των ζητημάτων ορθολογικής διαχείρισης των φυσικών πόρων έχουν συστηματικά υποχρηματοδοτηθεί και βρίσκονται σε χαμηλότερη προτεραιότητα από άλλες παγκόσμιες προκλήσεις [2].

Οι δείκτες περιβαλλοντικής ποιότητας δίνουν τη δυνατότητα της άμεσης μέτρησης και περιγραφής του προς επίλυση περιβαλλοντικού ζητήματος γεγονός που δίνει τη δυνατότητα στις κυβερνήσεις που ευθύνονται ή ενδιαφέρονται να το αντιμετωπίσουν στην πηγή του.

Με την επιλογή της άμεσης προσέγγισης του στόχου οι δείκτες περιβαλλοντικής ποιότητας επιδιώκουν να αντιμετωπίσουν την ανάγκη των κυβερνήσεων να εντοπίσουν επιτόπια τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Οι στόχοι των δεικτών είναι σχεδιασμένοι κυρίως για να βοηθήσουν τους πολιτικά ιθύνοντες να:

- I. Εντοπίσουν τα τρέχοντα προβλήματα και να αναγνωρίσουν την προτεραιότητα των περιβαλλοντικών ζητημάτων
- II. Παρακολουθούν την τάση της ρύπανσης και τη διαχείριση των φυσικών πόρων
- III. Προβάλλουν όπου η εφαρμογή πολιτικής παράγει σημαντικό έργο
- IV. Αποκαλύψουν όπου οι αναποτελεσματικές προσπάθειες μπορούν να παύσουν και οι χρηματοδοτικοί πόροι να αναδιανεμηθούν
- V. Παρέχουν μια βάση δεδομένων για λόγους διακρατικής και διατομεακής σύγκρισης της περιβαλλοντικής επίδοσης
- VI. Διευκολύνουν την οριοθέτηση σημείων αναφοράς και να προσδιορίσουν τους πρωτοπόρους και τους ουραγούς ανά τομέα ή μεταβλητή
- VII. Αναδεικνύουν τις καλύτερες πρακτικές και μοντέλα επιτυχημένων πολιτικών παρεμβάσεων [2].

Οι δείκτες περιβαλλοντικής επίδοσης παρέχουν την οδό μέσω της οποίας οι περιβαλλοντικοί στόχοι θεσπίζονται ρητά και κατηγορηματικά, η πρόοδος σε ότι αφορά την προσέγγιση τους μπορεί να μετρηθεί και η αξιολόγηση της πολιτικής είναι αυστηρή και ενδεδειγμένη. Όσο καλύτερα δεδομένα είναι διαθέσιμα, ιδιαίτερα αυτά που αφορούν χρονολογικές σειρές, οι μελλοντικοί δείκτες περιβαλλοντικής απόδοσης θα είναι σε θέση να κρίνουν την αποτελεσματικότητα των περιβαλλοντικών πολιτικών σε σχέση με τους επιδιωκόμενους στόχους, αλλά και να προσδιορίσουν το ρυθμό προσέγγισής τους. Επιπλέον, όσο περισσότερα δεδομένα αποκτούνται και για περισσότερες χώρες, τόσο πιο εύκολη γίνεται η

## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων αναφορικά με την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης της παγκόσμιας κοινότητας και την εφαρμογή περιβαλλοντικά φιλικών πρακτικών.

Οι δείκτες περιβαλλοντικής επίδοσης έχουν στόχο να δημιουργήσουν αυστηρές, σχολαστικές και ακριβείς βάσεις δεδομένων σε παγκόσμιο επίπεδο διευκολύνοντας την εφαρμογή μιας περισσότερο εμπειρικής περιβαλλοντικής προστασίας που στηρίζεται σε απτά γεγονότα και προσεκτική ανάλυση. Είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό το γεγονός ότι ενώ σε ετήσια βάση δαπανώνται δισεκατομμύρια δολάρια ή Ευρώ από κυβερνήσεις, εταιρίες και ιδρύματα για την αντιμετώπιση της ανορθολογικής διαχείρισης των φυσικών πόρων και των ζητημάτων ρύπανσης δεν υπάρχουν ακόμη ολοκληρωμένες βάσεις δεδομένων με στοιχεία μέτρησης της περιβαλλοντικής κατάστασης από σύνθετους ή/και απλούς δείκτες περιβαλλοντικής απόδοσης.

Οι προσπάθειες που καταβάλλονται από την επιστημονική κοινότητα σε ότι αφορά τη βελτίωση των δεικτών περιβαλλοντικής επίδοσης (στην κατασκευή και την ερμηνεία τους) είναι σημαντικές, αλλά τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά τη μετάβαση από τη θεωρητική τους υπόσταση στην πρακτική τους εφαρμογή είναι πολλά.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση των περιβαλλοντικών δεικτών συνοψίζονται ως εξής:

- έχουν την δυνατότητα να συμπεριλαμβάνουν σύνθετα, πολυδιάστατες πραγματικότητες με στόχο τη στήριξη αυτών που παίρνουν τις αποφάσεις
- ευκολότεροι στην ερμηνεία τους συγκριτικά με σύνολα πολλών διαφορετικών δεικτών
- μπορούν να εκτιμήσουν τη διαχρονική πρόοδο της περιβαλλοντικής απόδοσης των κρατών
- μειώνουν το ορατό μέγεθος του συνόλου των περιβαλλοντικών δεικτών χωρίς να υποβαθμίζουν την πληροφοριακή βάση
- παρέχουν περισσότερη και πιο συμπυκνόμενη πληροφόρηση
- καθιστούν τα ζητήματα περιβαλλοντικής απόδοσης, προστασίας και προόδου του κάθε κράτους στο επίκεντρο της πολιτικής δράσης – επικαιρότητας
- διευκολύνουν την επικοινωνία στο κοινό (πολίτες, ΜΜΕ κλπ) και προάγουν την υπευθυνότητα σε ότι αφορά τα διεξαγόμενα συμπεράσματα
- βοηθούν στη διατύπωση - ενίσχυση της κατανόησης εννοιών για το εξειδικευμένο και μη ακροατήριο

- βοηθούν στην αποτελεσματική σύγκριση σύνθετων περιβαλλοντικών διαστάσεων και
- μπορούν να αποπροσανατολίσουν στη χάραξη πολιτικής εάν κατασκευασθούν πρόχειρα ή λανθασμένα
- μπορεί να ωθήσουν σε υπεραπλουστευμένα συμπεράσματα
- μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα έτσι ώστε να εξυπηρετήσουν πολιτικές ή άλλες σκοπιμότητες
- η επιλογή του τύπου των δεικτών και του βαθμού βαρύτητας μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο πολιτικής διένεξης
- μπορεί να συγκαλύψουν σοβαρά μειονεκτήματα σε ορισμένες διαστάσεις και να αυξήσουν τη δυσκολία αναγνώρισης κατάλληλων μέτρων αντιμετώπισης στην περίπτωση που η μέθοδος κατασκευής τους δεν είναι διαφανής
- μπορεί να οδηγήσουν σε ακατάλληλες πολιτικά μέτρα εάν οι δύσκολα μετρήσιμες διαστάσεις της περιβαλλοντικής απόδοσης αγνοηθούν[3].

## 2. 2. Ταξινόμηση περιβαλλοντικών δεικτών.

Οι περισσότερες από τις σύγχρονες εκθέσεις όπως αυτή που δημοσιεύθηκε το 2008 σε συνεργασία του πανεπιστημίου του Yale και του κέντρου έρευνας της Ευρωπαϊκής Κοινότητας<sup>3</sup> καθώς και σειρά άλλων που δημοσιεύονται συστηματικά από τον ΟΟΣΑ χρησιμοποιούν περιβαλλοντικούς δείκτες που περιλαμβάνουν ομάδες φυσικών, βιολογικών ή χημικών δεικτών. Γενικά περιγράφουν αναλυτικά το σύστημα των σχέσεων μεταξύ του περιβάλλοντος και του ανθρώπου. Σύμφωνα με αυτή τη σχέση αλληλεπίδρασης, η γενικότερη κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη ασκεί πίεση στο περιβάλλον και σαν συνέπεια η κατάσταση του περιβάλλοντος αλλάζει σε ότι αφορά την ικανότητα παροχής ικανοποιητικών συνθηκών υγείας, τη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων και το εύρος της βιοποικιλότητας. Αυτό έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία, στα διάφορα οικοσυστήματα και στα διάφορα υλικά αγαθά που μπορεί να αφυπνίσουν μια κοινωνική αντίδραση η οποία έχει στόχο την ανάσχεση της κινητήριας δύναμης που προκάλεσε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή την ίδια την κατάσταση ή την άμεση αντιμετώπιση των επιπτώσεων μέσω της διαδικασίας θεραπείας ή αφομοίωσης.

---

<sup>3</sup> Σύμφωνα με την οποία τα περισσότερα κράτη κατατάσσονται σε λίστα ανάλογα με την περιβαλλοντική τους επίδοση.



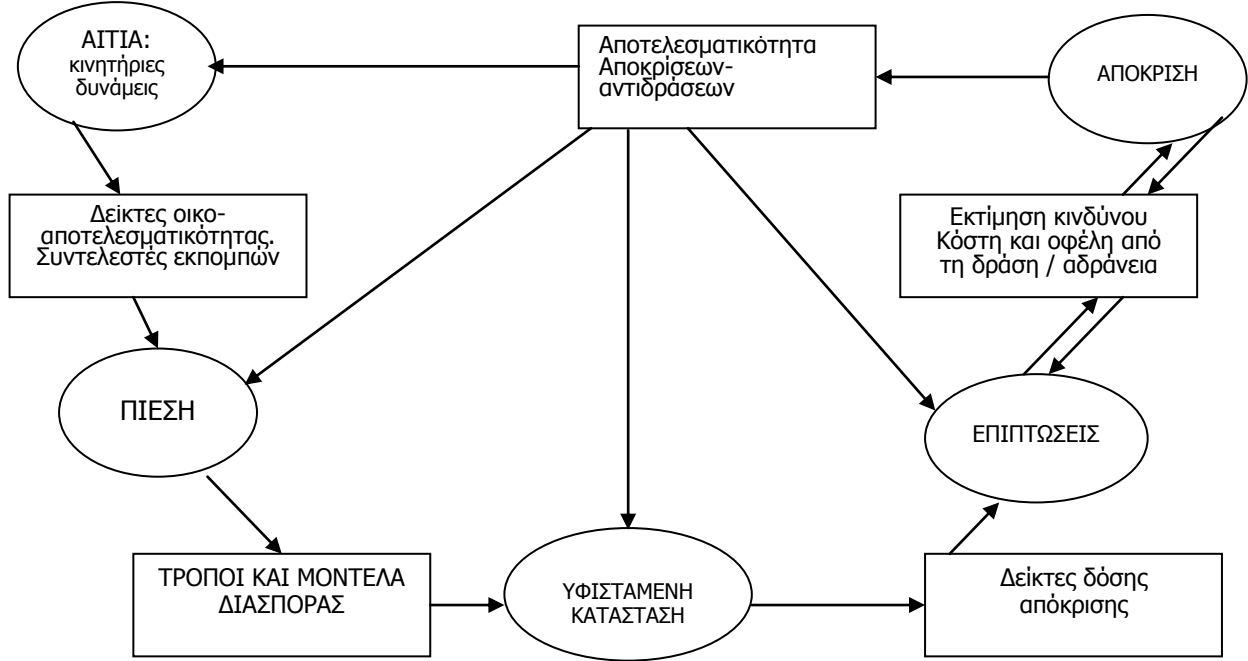
## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

Παρόλα αυτά ο πραγματικός κόσμος και η λειτουργία του είναι αρκετά πιο πολύπλοκη από ότι μπορεί να εκφραστεί με απλές αιτιώδεις σχέσεις και ανάλυση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και των επιπτώσεων τους στην ποιότητα και ποσότητα των φυσικών πόρων αλλά και του περιβάλλοντος, γενικότερα. Πολλές από τις σχέσεις μεταξύ του ανθρώπινου συστήματος και του περιβαλλοντικού συστήματος δεν είναι πλήρως κατανοητές ή είναι ιδιαίτερα δύσκολο και ανακριβές να περιγραφούν μέσω ενός απλού περιγραφικού πλαισίου. Εντούτοις από τη σκοπιά της πολιτικής είναι ιδιαίτερα αναγκαία μια καθαρή και συγκεκριμένη πληροφόρηση σε ότι αφορά:

1. Τις κινητήριες δυνάμεις
2. Τις επακόλουθες περιβαλλοντικές πιέσεις
3. Την υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος
4. Τις επιπτώσεις που προέρχονται από τις αλλαγές στην περιβαλλοντική ποιότητα και
5. Την κοινωνική αντίδραση στις αλλαγές αυτές του περιβάλλοντος [4]

Η απαιτούμενη πληροφόρηση που καλείται να καλύψει όλους τους τομείς που προαναφέρθηκαν πρέπει να προέρχεται από τη χρήση περιβαλλοντικών δεικτών που απεικονίζουν όλα εκείνα τα στοιχεία που προσδιορίζουν την αιτιώδη αλυσίδα που συνδέει τις ανθρώπινες δραστηριότητες με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους και με τις κοινωνικές αντιδράσεις σε αυτές τις επιπτώσεις.

Η πιο συνήθης μεθοδολογία που ακολουθείται για την περιγραφή των σχέσεων μεταξύ των αιτιών και των επιπτώσεων των περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι ένα πλαίσιο αλληλεπίδρασης μεταξύ αιτίας και αιτιατού το οποίο περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα 1. Εξίσου σημαντική είναι και η ανάλυση των συνδετικών κρίκων που σχετίζουν την αιτία με το αποτέλεσμα.



**Σχήμα 1:** Δείκτες και πληροφορίες που συνδέουν τα στοιχεία του πλαισίου δράσης-αντίδρασης του 'συστήματος περιβάλλοντος ανθρώπου'. Σχηματική απεικόνιση [5].

Για παράδειγμα η σχέση μεταξύ της 'αιτίας' και της 'πίεσης' από τις οικονομικές δραστηριότητες είναι συνάρτηση της περιβαλλοντικής τεχνολογίας και των σχετικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται. Όσο καλύτερη περιβαλλοντική τεχνολογία χρησιμοποιείται τόσο λιγότερο πιέζεται το σύστημα και το βέλος που συνδέει την αιτία με την πίεση γίνεται ασθενές. Όμοια η σχέση μεταξύ επιπτώσεων στον άνθρωπο ή το οικοσύστημα και την 'υφιστάμενη κατάσταση' η οποία εξαρτάται από τη φέρουσα ικανότητα και τα ανώτατα όρια αντίδρασης αυτών των συστημάτων. Επίσης το μέγεθος της 'απόκρισης' της κοινωνίας εξαρτάται άμεσα από το πώς αυτές οι επιπτώσεις γίνονται αντιληπτές και πως αυτές αξιολογούνται.

Ενδεικτικά οι περιβαλλοντικοί δείκτες μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις ομάδες:

- A) Περιγραφικοί δείκτες. (Τι συμβαίνει στο περιβάλλον και στον άνθρωπο;)
- B) Δείκτες αποτελεσματικότητας-απόδοσης. (Εχει σημασία;)
- Γ) Δείκτες επίδοσης. (Βελτιωνόμαστε;)
- Δ) Δείκτες ευημερίας. (Είμαστε καλύτερα από;)

**A) Περιγραφικοί δείκτες.**

Τα περισσότερα σύνολα δεικτών που χρησιμοποιούνται από τα διάφορα κράτη και διεθνείς φορείς όπως ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας (ΟΟΣΑ) και Ανάπτυξης και το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Περιβαλλοντικής Πληροφορίας (EIONET) στηρίζονται κυρίως στο περιγραφόμενο πλαίσιο αλληλεπίδρασης που αναφέρθηκε ή υποσύνολο αυτού. Αυτά τα σύνολα δεικτών περιγράφουν την υφιστάμενη κατάσταση αναφορικά με τα κύρια περιβαλλοντικά ζητήματα όπως είναι η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση με βαρέα μέταλλα ή οξέα και η άναρχη εναπόθεση αποβλήτων έτσι όπως αυτά ανακύπτουν στα διαφορετικά γεωγραφικά μήκη και πλάτη.

Οι δείκτες που αφορούν τις ‘κινητήριες δυνάμεις’ περιγράφουν τις κοινωνικο-οικονομικές εξελίξεις στις κοινωνίες και τις αντίστοιχες αλλαγές στον τρόπο ζωής, τα συνολικά επίπεδα κατανάλωσης και τα παραγωγικά πρότυπα (π.χ. αριθμός ιδιωτικών αυτοκινήτων και ελαφρών οχημάτων μιας πόλης). Οι πρωταρχικές ‘κινητήριες δυνάμεις’ είναι η πληθυσμιακή μεγέθυνση και η εξέλιξη των αναγκών και των δραστηριοτήτων των ανθρώπων. Αυτές προκαλούν αλλαγές στα συνολικά επίπεδα παραγωγής και κατανάλωσης. Μέσω της αλλαγής στα επίπεδα κατανάλωσης και παραγωγής ασκείται πίεση στο περιβάλλον.

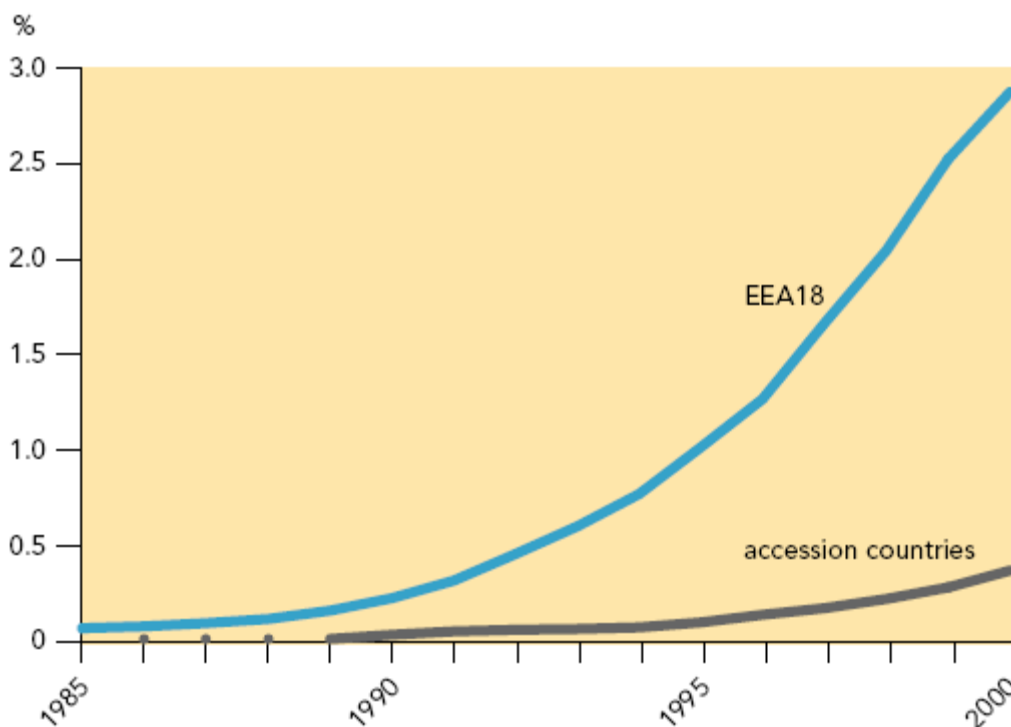
Οι δείκτες ‘πίεσης’, περιγράφουν τις εξελίξεις στην έκλυση διαφόρων ουσιών (εκπομπές), φυσικούς και βιολογικούς παράγοντες, τη χρήση των φυσικών πόρων και τις χρήσεις γης. Ο βαθμός πίεσης που ασκείται στο περιβάλλον από την κοινωνία μεταφέρεται και μετατρέπεται σε μια πληθώρα φυσικών διεργασιών οι οποίες εκδηλώνονται ως αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Παραδείγματα δεικτών πίεσης είναι οι εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά τομέα, η χρήση αμμοχάλικου, πέτρας και άμμου για κατασκευές και η επιφάνεια γης που χρησιμοποιείται για την κατασκευή δρόμων.

Οι δείκτες ‘υφιστάμενης κατάστασης’ περιγράφουν την ποσότητα και την ποιότητα των φυσικών φαινομένων (όπως η θερμοκρασία), τα βιολογικά φαινόμενα (όπως τα ιχθυοαποθέματα) και τα χημικά φαινόμενα (όπως η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα) σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Οι δείκτες αυτοί μπορεί για παράδειγμα να περιγράφουν φυσικούς πόρους (δάση, γλωρίδα και πανίδα), τη συγκέντρωση του φωσφόρου (P) και θείου (S) στις λίμνες ή το επίπεδο θορύβου στις ευρύτερες περιοχές αεροδρομίων.

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

Η πίεση στο περιβάλλον προκαλεί μεταβολές στην υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος. Αυτές οι μεταβολές στη συνέχεια έχουν επιπτώσεις στις κοινωνικο-οικονομικές λειτουργίες του περιβάλλοντος όπως η παροχή ικανοποιητικών συνθηκών υγείας, η διαθεσιμότητα φυσικών πόρων και η βιοποικιλότητα.

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον πραγματοποιούνται με συγκεκριμένη αλληλουχία: η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να προκαλέσει παγκόσμια θέρμανση (πρωτογενής επίδραση), η οποία μπορεί στη συνέχεια προκαλεί αύξηση στη θερμοκρασία (δευτερογενής επίδραση), που μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας (τριογενής επίδραση) που δύναται τελικά να οδηγήσει σε μείωση της βιοποικιλότητας.



**Σχήμα 2:** Παράδειγμα περιγραφικού δείκτη: Μερίδιο βιολογικής καλλιέργειας σε σχέση με το σύνολο της καλλιεργούμενης γης (18 Κ-Μ και χώρες υπό ένταξη-διαπραγμάτευση) [6].

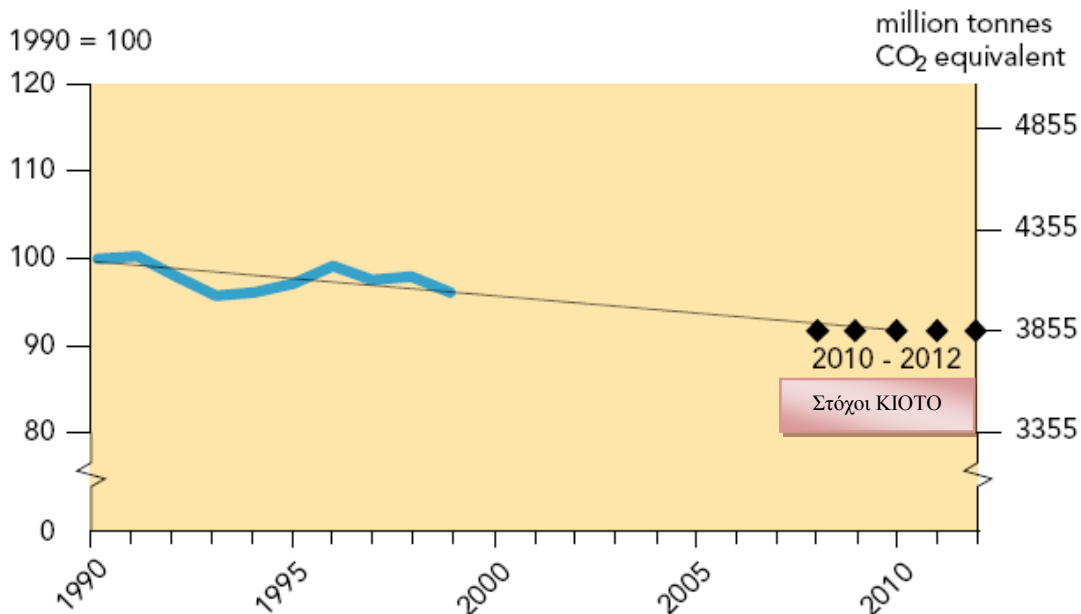
Οι δείκτες 'αντίδρασης' αναφέρονται στις αντιδράσεις των ομάδων (και των ατόμων) στην κοινωνία, καθώς και στις κυβερνητικές προσπάθειες να αποτρέψουν, αντισταθμίσουν, βελτιώσουν ή να προσαρμοστούν στις μεταβολές της κατάστασης του περιβάλλοντος. Μερικές κοινωνικές αντιδράσεις μπορεί να θεωρηθούν ως αρνητικές κινητήριες δυνάμεις αφού έχουν σκοπό να επαναπροσδιορίσουν τις επικρατούσες τάσεις καταναλωτικών και παραγωγικών προτύπων. Σε άλλες περιπτώσεις οι κοινωνικές αντιδράσεις στοχεύουν στην αύξηση της απόδοσης των προϊόντων και των διαδικασιών μέσω της εξέλιξης και διάδοσης των λεγόμενων 'καθαρών' τεχνολογιών. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν το σχετικό

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

ποσοστό των αυτοκινήτων με καταλύτη και των ποσοστών ανακύκλωσης αστικών αποβλήτων. Συνήθεις δείκτες συνολικής ‘αντίδρασης’ είναι αυτοί που περιγράφουν τα έξοδα που δαπανώνται για το περιβάλλον [7].

### Β) Δείκτες αποτελεσματικότητας – απόδοσης.

Οι περιγραφικοί δείκτες απεικονίζουν την υφιστάμενη κατάσταση όπως αντικειμενικά μπορεί να περιγραφεί βάσει των μετρήσιμων περιβαλλοντικών παραμέτρων δίχως να αναφέρουν στο πως θα έπρεπε να είναι η κατάσταση. Αντίθετα οι δείκτες αποτελεσματικότητας συγκρίνουν τις πραγματικές συνθήκες με ένα συγκεκριμένο σύνολο συνθηκών αναφοράς. Ειδικότερα μετρούν την απόσταση(-εις) μεταξύ της τρέχουσας περιβαλλοντικής κατάστασης και της επιθυμητής (στόχος). Οι δείκτες αποτελεσματικότητας είναι ιδιαίτερα ουσιώδης εάν συγκεκριμένες ομάδες ή θεσμοί μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για τις αλλαγές στην περιβαλλοντική κατάσταση ή πίεση.



**Σχήμα 3:** Παράδειγμα δείκτη αποτελεσματικότητας: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε εκατομμύρια τόνους ισοδύναμα CO<sub>2</sub> [6].

Οι περισσότερες χώρες και διεθνείς φορείς (ΟΟΣΑ και ΕΙΟΝΕΤ) αναπτύσσουν δείκτες αποτελεσματικότητας για την παρακολούθηση της προόδου σε ότι αφορά τους περιβαλλοντικούς στόχους. Αυτοί οι δείκτες αποτελεσματικότητας μπορεί να αναφέρονται σε διαφορετικά είδη συνθηκών/αξιών αναφοράς όπως:

- ✓ Στόχοι εθνικής πολιτικής
- ✓ Στόχοι διεθνείς, αποδεκτοί από τις κυβερνήσεις

- ✓ Διερευνητικές προσεγγίσεις ικανοποίησης της αειφορίας

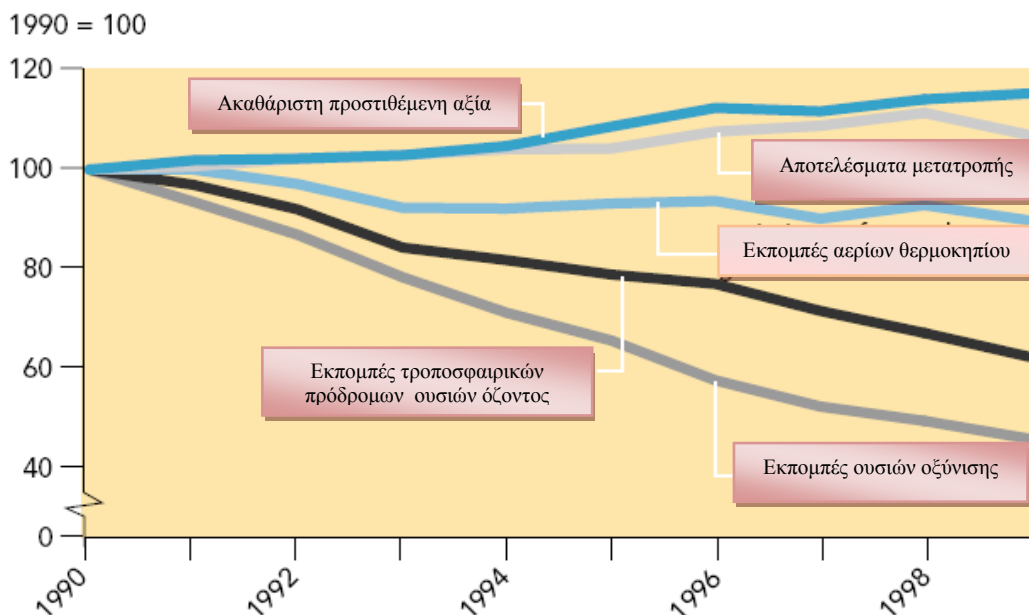
Η πρώτη και δεύτερη περίπτωση συνθηκών αναφοράς σπάνια περιγράφουν αειφορικές προσεγγίσεις αφού συνήθως είναι το αποτέλεσμα συμβιβασμού ή συμφωνίας μεταξύ διεθνών διαπραγματεύσεων και υποκείμενα τακτικής αναμόρφωσης και κριτικής. Οι αποκαλούμενοι δείκτες αειφορίας που συνδέονται με επιθυμητά επίπεδα περιβαλλοντικής ποιότητας είναι λίγοι και υποκειμενικοί [8].

### Γ) Δείκτες επίδοσης.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αναφερθεί ότι κάποιοι δείκτες εκφράζουν τη σχέση μεταξύ ξεχωριστών στοιχείων της αιτιώδους αλυσίδας που προαναφέρθηκε (σχήμα 1). Οι πιο συναφείς δείκτες για την άσκηση πολιτικής είναι αυτοί που σχετίζουν τις περιβαλλοντικές πιέσεις με τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αυτοί οι δείκτες παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την απόδοση οποιασδήποτε παραγωγικής διαδικασίας ιδιαίτερα σε ότι αφορά τους χρησιμοποιούμενους φυσικούς πόρους και τις εκλυόμενες ουσίες ή άχρηστες ύλες ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος.

Ειδικότερα η περιβαλλοντική επίδοση ενός κράτους μπορεί να περιγράψει σε όρους εκλυόμενων ουσιών και άχρηστων υλών (απορριμμάτων) ανά μονάδα Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ). Επιπλέον, η ενεργειακή επίδοση των αυτοκινήτων είναι δυνατόν να περιγραφεί από την κατά κεφαλήν χιλιομετρική κατανάλωση. Εκτός από τους δείκτες επίδοσης που ενσωματώνουν μια μεταβλητή υπάρχουν και οι συγκεντρωτικοί δείκτες επίδοσης που ενσωματώνουν περισσότερες μεταβλητές.

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ



**Σχήμα 4:** Παράδειγμα δείκτη επίδοσης: Οικολογική αποτελεσματικότητα του τομέα παροχής ενέργειας, ΕΕ. *Σημείωση:* Η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία προϊόντων ενέργειας και καυσίμων είναι υπολογισμένα σε σταθερές τιμές με έτος βάσης το 1995. Οι εκπομπές του τομέα της ενέργειας περιλαμβάνουν τις εκπομπές που προέρχονται από τη βιομηχανία ενέργειας. Χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές στάθμισης για την ενσωμάτωση εκπομπών διαφορετικών ουσιών σύμφωνα με το δυναμικό φορτίο ρύπανσης [6].

Ένας από τους περισσότερο γνωστούς δείκτες συνολικής επίδοσης είναι ο 'δείκτης έντασης ύλης ανά μονάδα υπηρεσίας' που χρησιμοποιείται ευρύτατα για τη σύγκριση της παραγωγικότητας των διαφόρων τρόπων εκτέλεσης μιας παρόμοιας λειτουργίας. Για παράδειγμα ο δείκτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση της καταναλισκόμενης ενέργειας και φυσικών πόρων που απαιτούνται για τη μεταφορά ενός ατόμου για διάστημα 100 χιλιομέτρων με τη βοήθεια ενός συνηθισμένου αυτοκινήτου, ενός υπερ-αυτοκινήτου, ενός αεροπλάνου και ενός μέσου σταθερής τροχιάς.

Η συνάφεια των δεικτών αυτών είναι ότι απεικονίζουν εάν η κοινωνία βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων της και των παραγωγικών δραστηριοτήτων της αναφορικά με την ανά μονάδα εκροής κατανάλωση φυσικών πόρων, έκλυσης εκπομπών και παραγωγής άχρηστων υλών [9].

### Δ) Δείκτες συνολικής περιβαλλοντικής ευημερίας.

Οι δείκτες αυτοί αφορούν την τελευταία και πιο σύγχρονη προσπάθεια απεικόνισης της περιβαλλοντικής κατάστασης. Μετρήσεις συνολικής περιβαλλοντικής αιεφορίας είναι απαραίτητες για την κατασκευή αυτών των δεικτών δηλαδή ένα είδος 'Πράσινου ΑΕΠ' όπως είναι και ο Δείκτης Οικονομικής Αειφορικής Ευημερίας [10].

### **2.3. Ολοκληρωμένοι (aggregated) δείκτες – επισκόπηση της μεθοδολογίας κατασκευής τους.**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί βασική λειτουργία των περιβαλλοντικών δεικτών είναι η μετάδοση ξεκάθαρων και απλών μηνυμάτων σχετικά με το τι λαμβάνει χώρα στο περιβάλλον σε άτομα που λαμβάνουν αποφάσεις και δεν έχουν εξειδικευμένες σχετικές γνώσεις καθώς και στο ευρύ κοινό. Οι ολοκληρωμένοι περιβαλλοντικοί δείκτες (Aggregated Environmental Indicators) έχουν χαρακτηριστεί ως ‘συγκεντρωτικές περιλήψεις πολύπλοκων πραγματικοτήτων’ [11]. Ειδικότερα αποτελούν σημαντικό μέρος της προσπάθειας ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής και οικονομικής πολιτικής σε οποιοδήποτε προγραμματικό έργο. Ενδεικτική είναι η αναγκαιότητα των σύνθετων-ολοκληρωμένων περιβαλλοντικών δεικτών από το γεγονός ότι τις περισσότερες φορές οι οικονομικοί δείκτες (συνήθως ΑΕΠ, ποσοστό ανεργίας και πληθωρισμός) προκειμένου να αποτυπώσουν καλύτερα την εικόνα υφιστάμενης κατάστασης συνοδεύονται από τη χρήση περιβαλλοντικών δεικτών.

Για να γίνει σαφής όμως η διάκριση μεταξύ των περιβαλλοντικών δεικτών και των σύνθετων δεικτών περιβαλλοντικής ποιότητας σκόπιμο κρίνεται να αναφερθούν μερικοί ορισμοί που χρησιμοποιούνται από τον ΟΟΣΑ και συναντώνται κυρίως στη διεθνή βιβλιογραφία. Ειδικότερα οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι όροι είναι:

**A) Δείκτης (Indicator):** μία παράμετρος ή τιμή που προέρχεται από παραμέτρους και στοχεύει, παρέχει πληροφορίες, περιγράφει την κατάσταση ενός φαινομένου/περιβάλλοντος/περιοχής, δίνοντας σημασία και σε άλλες πτυχές που δεν σχετίζονται άμεσα με την τιμή της παραμέτρου.

**B) Σύνθετος Δείκτης (Index):** ένα σύνολο συγκεντρωτικών ή σταθμισμένων παραμέτρων ή δεικτών. Ο όρος αυτός δηλαδή χρησιμοποιείται για να περιγράψει συγκεντρωτικούς αριθμούς που έχουν υπολογισθεί σαν συνάρτηση δύο ή περισσότερων παραμέτρων, δεικτών ή μερικώς σύνθετων δεικτών που αντιπροσωπεύουν ένα σύστημα ή φαινόμενο.

**Γ) Παράμετρος:** μια ιδιότητα που μπορεί να μετρηθεί ή να παρατηρηθεί.

Ειδικότερα η έννοια και λειτουργία των περιβαλλοντικών δεικτών, σύμφωνα με την κοινά υιοθετημένη ορολογία των χωρών του ΟΟΣΑ, είναι αφενός ‘ότι μειώνουν τον αριθμό των απαιτούμενων μετρήσεων και παραμέτρων που απαιτούνται προκειμένου να περιγραφεί μια



## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

συγκεκριμένη κατάσταση' και αφετέρου 'ότι απλουστεύουν και διευκολύνουν την διαδικασία μετάδοσης των αποτελεσμάτων των μετρήσεων στους τελικούς παραλήπτες και ενδιαφερόμενους'. Παρόλα αυτά στην περιβαλλοντική βιβλιογραφία δεν έχει επιτευχθεί ακόμα σαφής διάκριση μεταξύ των απλών και σύνθετων περιβαλλοντικών δεικτών ('index' versus 'indicator' ).

Η κατασκευή των σύνθετων δεικτών από έναν ή περισσότερους δείκτες περιλαμβάνει διαδοχικά στάδια που απαιτούν πολύπλοκη και διαφορετική διαδικασία. Τα στάδια αυτά αφορούν:

- α) την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων,
- β) τη μετατροπή τους,
- γ) τη στάθμισή τους και
- δ) τη βαθμολογία και την εκτίμηση των αποτελεσμάτων [12].

## **Κεφάλαιο 3: Σύνθετοι-απλοί δείκτες, μεθοδολογία ανάλυσης των αποτελεσμάτων & βασικά κριτήρια επιλογής των δεικτών.**

### **3.1. Εισαγωγή**

Οι δείκτες είναι επιστημονικά εργαλεία που χρησιμοποιούν ποσοτικά δεδομένα για να μετρήσουν μεταξύ άλλων την κατάσταση οποιουδήποτε οικοσυστήματος και τις υπηρεσίες που είναι σε θέση να παρέχει, τα αίτια που προκαλούν τις αλλαγές, και την ανθρώπινη ευημερία. Τα δεδομένα που προκύπτουν από τη χρήση των περιβαλλοντικών δεικτών παρέχουν γόνιμο έδαφος για την ανάλυση του επιπέδου της περιβαλλοντικής επίδοσης (σε επίπεδο κράτους ή περιοχής). Τα στοιχεία που προκύπτουν είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στην εκτίμηση των προοπτικών και των δυνατοτήτων για ευρύτερη και εντατικότερη χρήση χωρικών στόχων σε ότι αφορά την επίτευξη της περιβαλλοντικής αειφορίας. Τα ευρήματα τους και μια σύντομη αναφορά στους ‘οδηγούς’ (οι χώρες ή περιοχές που εμφανίζονται στην κορυφή της λίστας) και στους ‘ουραγούς’ (οι μετρήσεις που αναφέρονται στις χειρότερες περιβαλλοντικές επιδόσεις) που αποτελούν το μέτρο σύγκρισης περιβαλλοντικής επίδοσης, επιβεβαιώνουν κοινές αντιλήψεις σχετικές με την ορθή και αποτελεσματική άσκηση της περιβαλλοντικής πολιτικής. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα συχνά αποκαλύπτουν εκπλήξεις και διαφορετικές απρόοπτες σχέσεις και συσχετισμούς. Για παράδειγμα ενώ υπάρχουν γενικές τάσεις σύγκλισης μεταξύ του πλούτου και της ευημερίας με τις καλές περιβαλλοντικές επιδόσεις, μερικές χώρες ή περιοχές καταγράφουν καλύτερα αποτελέσματα, μέσω των τιμών των περιβαλλοντικών δεικτών, από ότι αυτές που θεωρητικά προηγούνται στις περιβαλλοντικές επιδόσεις βάσει της εισοδηματικής τους κατάστασης [13].

#### **3.1.1 Ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο της ομαδοποίησης.**

Παρόλο που κάθε περιοχή έχει μοναδικά κοινωνικο-οικονομικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά, διαφορετικές προτεραιότητες περιβαλλοντικής πολιτικής, και στόχους ανάπτυξης, η δια κρατική ή χωρική σύγκριση αποδίδει χρήσιμα συμπεράσματα. Ειδικότερα η ανάλυση κατά ομάδες παρέχει τη δυνατότητα της σύγκρισης των επιδόσεων μεταξύ χωρών ή περιοχών που προσιδιάζουν σε σχέση με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους, όπως η κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη, το κλίμα, η έκταση της γης και η πληθυσμιακή πυκνότητα.

Μια τέτοιου είδους ανάλυση επιτρέπει τη μετάδοση πληροφοριών, πολιτικών εμπειριών και πρακτικών μεταξύ των καλύτερων και των χειρότερων σε ότι αφορά τις περιβαλλοντικές επιδόσεις.

Τα κράτη με παρόμοιο επίπεδο ανάπτυξης (π.χ. κράτη του ΟΟΣΑ και Less Developed Countries (LDCs)-λιγότερο αναπτυγμένων χωρών) παρέχουν ένα σημείο αφετηρίας για συγκριτική ανάλυση. Άλλα σημεία σύγκρισης περιλαμβάνουν: οι χωρικές ομαδοποιήσεις (π.χ. ασιατικές, ΗΠΑ), οι πολιτικές συνεργασίες και οι ζώνες ελευθέρων συναλλαγών (π.χ. ΕΕ, NAFTA), οι περιοχές με παρόμοια κλιματολογικά χαρακτηριστικά (π.χ. έρημοι) ή δημογραφικές δομές (π.χ. πυκνοκατοικημένες περιοχές).

Από τη σύγκριση μεταξύ χωρών ή περιοχών που βρίσκονται σε παρόμοια επίπεδα ανάπτυξης είναι δυνατόν να προκύψουν ορισμένα στάνταρ ή πρότυπα αναφοράς τα οποία θα ωθήσουν τις χώρες που απέχουν από αυτά να λάβουν μέτρα έτσι ώστε να τα προσεγγίσουν. Για παράδειγμα οι αναπτυγμένες χώρες παρόλο που συχνά καταγράφουν εξαιρετικές επιδόσεις αναφορικά με την ποιότητα του νερού τους και την προσβασιμότητα σε αυτό, την ποιότητα του αέρα και τους δείκτες περιβαλλοντικής υγείας, έχουν και τη δυνατότητα όμως μπορούν να μιμηθούν ή να εισάγουν χαρακτηριστικά η μία από την άλλη, έτσι ώστε να βελτιώσουν την ενεργειακή τους αποδοτικότητα και επάρκεια, να μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και να προστατεύσουν καλύτερα τη βιοποικιλότητα και το φυσικό περιβάλλον. Η ομαδοποίηση περιοχών ή χωρών που εμφανίζουν προβλήματα σε ότι αφορά τη διαθεσιμότητα του νερού δίνει τη δυνατότητα να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τις πολιτικές αντιμετώπισης της λειψυδρίας και της διαχείρισης του νερού [14].

### **3.1.2 Σύγκριση των περιοχών ή χωρών που εμφανίζουν παρόμοιες επιδόσεις όπως αυτές καταγράφονται από την εφαρμογή των περιβαλλοντικών δεικτών.**

Πολλές χώρες ή περιοχές εμφανίζουν τιμές περιβαλλοντικών δεικτών που είναι ίδιες ή διαφέρουν ελάχιστα. Παρόλα αυτά οι τιμές αυτές επειδή σχηματίζονται από άθροισμα επί μέρους δεικτών μπορεί να αντιστοιχούν σε τελειώς διαφορετικές σε ότι αφορά την περιβαλλοντική τους επίδοση χώρες. Για να αποφευχθούν τέτοιες ομαδοποιήσεις, οι οποίες δεν μπορεί να βοηθήσουν ιδιαίτερα στη συναγωγή σημαντικών συμπερασμάτων, επιλέγονται χώρες οι οποίες εμφανίζουν ομοιότητες σε περισσότερους από έναν επί μέρους

περιβαλλοντικούς δείκτες. Οι ομάδες που θα προκύψουν εμφανίζουν τουλάχιστον δύο κοινές επιδόσεις οι οποίες αντιπαραβαλλόμενες με τις διαφορές βοηθούν στη κριτική ανάλυση.

### 3.2. Βασικά κριτήρια επιλογής των δεικτών.

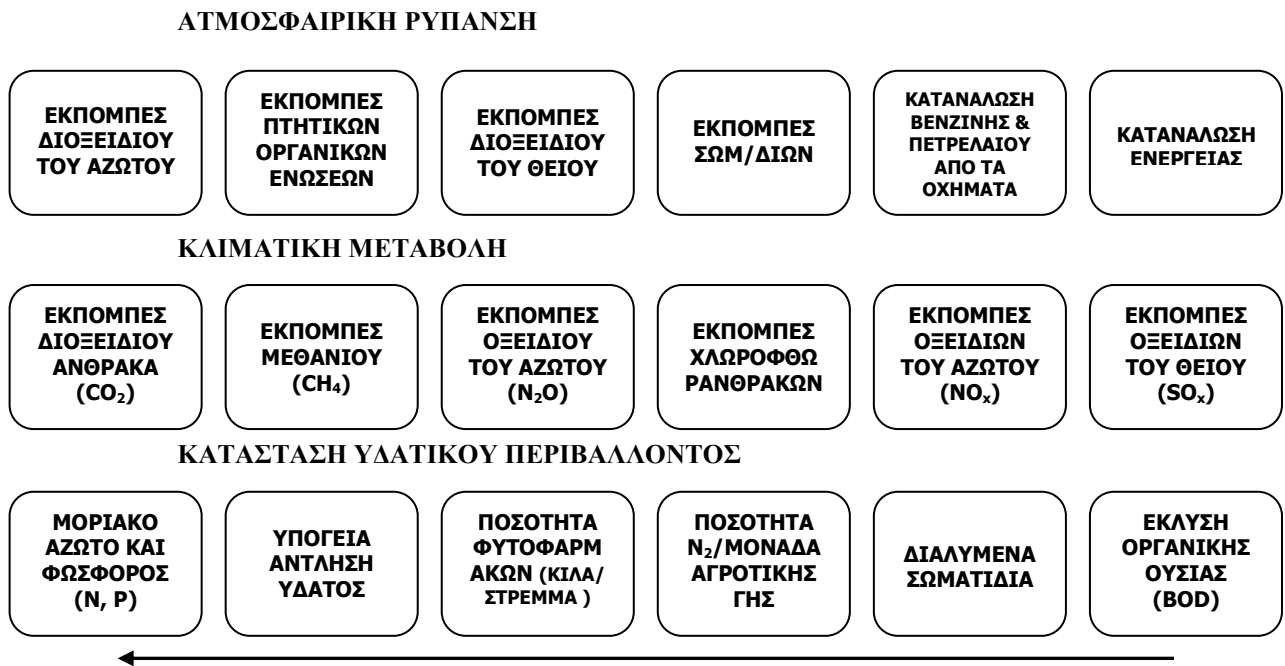
Τρία είναι τα βασικά κριτήρια επιλογής για την επιλογή των κατάλληλων δεικτών τα οποία χρησιμοποιούνται και από τον ΟΟΣΑ: πολιτική συνάφεια και χρησιμότητα, αξιοπιστία και μετρησιμότητα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η περιγραφή των κριτηρίων επιλογής η οποία αφορά κυρίως ‘ιδανικούς’ δείκτες περιλαμβάνεται στον πίνακα 2 και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι δυνατόν να ικανοποιηθούν πλήρως.

<b>Πολιτική σχέση και χρησιμότητα</b>	<p>Ένας περιβαλλοντικός δείκτης πρέπει:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Να παρέχει αντιπροσωπευτική εικόνα των περιβαλλοντικών συνθηκών, πιέσεων στο περιβάλλον ή κοινωνικών αντιδράσεων</li> <li>✓ Να είναι απλός, εύκολος στην ερμηνεία και ικανός να αποδώσει τις τάσεις στο χρόνο</li> <li>✓ Να ανταποκρίνεται στις μεταβολές στο περιβάλλον και στις σχετικές ανθρώπινες δραστηριότητες</li> <li>✓ Να παρέχει τις βάσεις για διεθνείς συγκρίσεις</li> <li>✓ Να έχει είτε εθνικό φάσμα ή να είναι λειτουργικός σε τοπικά περιβαλλοντικά ζητήματα εθνικής σημασίας</li> <li>✓ Να έχει σημείο αναφοράς ή σαφή όρια σύμφωνα με το οποία θα προκύπτουν οι συγκρίσεις και η σημασία των αποτελεσμάτων</li> </ul>
<b>Αξιοπιστία</b>	<p>Ένας περιβαλλοντικός δείκτης πρέπει να διαθέτει ή να είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Θεωρητική τεκμηρίωση σε τεχνικούς και επιστημονικούς όρους</li> <li>✓ Βασισμένοι σε διεθνή πρότυπα και συμφωνίες κύρους</li> <li>✓ Δυνατή η σύνδεση και ή σύγκριση τους με οικονομικά μοντέλα, προβλέψεις και πληροφοριακά συστήματα</li> </ul>
<b>Μετρησιμότητα</b>	<p>Τα δεδομένα που απαιτούνται για την υποστήριξη των δεικτών πρέπει να είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Επαρκώς διαθέσιμα ή να μπορούν να γίνουν με λογική αναλογία κόστους/όφελους</li> <li>✓ Επαρκώς τεκμηριωμένα και αποδεκτής ποιότητας</li> <li>✓ Ενημερωμένα σε τακτά χρονικά διαστήματα με αξιόπιστες διαδικασίες</li> </ul>

Πίνακας 3.1 Βασικά κριτήρια επιλογής περιβαλλοντικών δεικτών [15].

### 3.3. Επισκόπηση των κρίσιμων χαρακτηριστικών δεικτών ή παραμέτρων περιβαλλοντικής επιβάρυνσης αναφορικά με το υδάτινο και το ατμοσφαιρικό περιβάλλον.

Οι δείκτες που έχουν αναπτυχθεί την τελευταία εικοσαετία και αναφέρονται από τη βιβλιογραφία για τη μέτρηση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος είναι πολυάριθμοι και είναι ιδιαίτερα δύσκολο να αναφερθούν ή να περιγραφούν συνοπτικά στο σύνολό τους. Στα πλαίσια προσπαθειών και μελετών που έχουν εκπονηθεί και με τη βοήθεια διαφόρων Επιστημονικών Συμβουλευτικών Ομάδων που απαρτίζονται κυρίως από διακεκριμένους φυσικούς επιστήμονες από όλα τα Κράτη-Μέλη, η Ευρωπαϊκή Ένωση και η Επιτροπή της για θέματα περιβάλλοντος έχει καταλήξει σε έναν πεπερασμένο αριθμό παραμέτρων, η μέτρηση των οποίων, μπορεί να απεικονίσει εν συντομία την περιβαλλοντική κατάσταση του υδάτινου ή ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος (βλ. σχήμα 2).



**ΣΧΗΜΑ 5: ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΟΡΑ ΤΟΥ ΒΕΛΟΥΣ ΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΠΙΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ & ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ [16]**

#### 3.3.1. Δείκτες ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Οι εκπομπές αερίων ρύπων, και ιδιαίτερα του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>), των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>), των αιωρούμενων σωματιδίων (TSP) και ειδικότερα εκείνων με διάμετρο μικρότερη των 10μm (PM10), των μη μεθανιούχων πτητικών ενώσεων (NMVOCs), του

μονοξειδίου του άνθρακα (CO), και της αμμωνίας (NH<sub>3</sub>) συντελούν στην υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας.

Η μεγάλη σημασία των αέριων ρύπων σε συνδυασμό με το ύψος του σημείου εκπομπής και τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες οφείλεται στο γεγονός ότι μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις. Επίσης, η μεταφορά των αερίων ρύπων συνοδεύεται με χημικές και φωτο-χημικές αντιδράσεις οι οποίες οδηγούν στη δημιουργία δευτερογενών ρύπων (π.χ. O<sub>3</sub>), οι οποίοι μετά την αραίωση της συγκέντρωσης τους στην ατμόσφαιρα εναποτίθενται (σε υγρή ή στερεή μορφή) στο έδαφος και τα οικοσυστήματα. Στο αστικό περιβάλλον, λόγω του πλήθους και του χαμηλού ύψους των σημείων εκπομπής, καθώς και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του μικροκλίματος και των τοπικών μετεωρολογικών συνθηκών, η διάχυση των ρύπων είναι μικρότερη με συνέπεια να καταγράφονται πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις ρύπων και να δημιουργούνται σοβαροί κίνδυνοι για τον εκτιθέμενο πληθυσμό.

Η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνδέεται άμεσα με την ανάγκη προστασίας της δημόσιας υγείας, δεδομένου ότι έχει πλέον πλήρως τεκμηριωθεί η σαφής συσχέτιση των αυξημένων συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων με σοβαρά προβλήματα υγείας του πληθυσμού. Η ατμοσφαιρική ρύπανση ευθύνεται σε σημαντικό βαθμό και για τον ευτροφισμό των υδάτινων αποδεκτών, καθώς και για τις επιπτώσεις της όξινης εναπόθεσης τόσο στα ανθρώπινα επιτεύγματα όσο και στα φυσικά οικοσυστήματα [17].

### **A) Εκπομπές οξειδίων του Αζώτου (NO<sub>x</sub>)**

Τα οξείδια του αζώτου της ατμόσφαιρας μπορεί να μεταφερθούν σε πολύ μεγάλες αποστάσεις και μπορεί να εναποτεθούν πολλά χιλιόμετρα μακριά από την πηγή τους. Οι εκπομπές αυτές είναι μερικώς υπεύθυνες για μια σειρά προβλημάτων μεταξύ άλλων, της αύξησης του pH των επιφανειακών υδάτων (μέσω της όξινης βροχής), του ευτροφισμού, και της αυξημένης συγκέντρωσης φωτοξειδωτικών παραγόντων στην ατμόσφαιρα που έχουν αποτέλεσμα τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους. Οι τοπικές εκπομπές οξειδίων του αζώτου σε αστικές περιοχές με σημαντικές μεταφορικές υποδομές είναι άμεσα συνυφασμένες με σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και κατά συνέπεια παίζουν σημαντικό ρόλο σε πολιτικό επίπεδο.

Η πλειοψηφία των ανθρωπογενών εκπομπών NO<sub>x</sub>, είναι το αποτέλεσμα της καύσης των ορυκτών καυσίμων σε οχήματα και μηχανήματα (μηχανές εσωτερικής καύσης). Οι εκπομπές NO<sub>x</sub> δεν έχουν καταγράψει σημαντική μείωση παρά τις τεράστιες προσπάθειες που έχουν

γίνει έτσι ώστε να υιοθετηθούν τεχνολογίες που μειώνουν τις εκπομπές τους από τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω καύσης λιγνίτη. Κυριότερη αιτία της διατήρησης τους σε υψηλά επίπεδα είναι η σημαντική αύξηση της κατανάλωσης ντίζελ και πετρελαίου για την ικανοποίηση των μεταφορικών αναγκών. Επίσης οι τεχνολογίες των καταλυτών που έχουν υιοθετήσει τα Κράτη-Μέλη για τα επιβατικά αυτοκίνητα δεν έχουν αποδώσει τα αναμενόμενα αποτελέσματα αφενός λόγω της χρονικής υστέρησης των περιβαλλοντικών ωφελειών και αφετέρου λόγω της τεχνολογικής απαξίωσης των καταλυτών πρώτης γενεάς.

### **B) Εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>)**

Οι εκπομπές διοξειδίου του θείου προέρχονται κυρίως από την αντίδραση του θείου με το οξυγόνο κατά τη διάρκεια της καύσης των ορυκτών καυσίμων. Οι εκπομπές SO<sub>2</sub> είναι μερικώς υπεύθυνες για την όξινη εναπόθεση και την παρουσία χειμερινών επεισοδίων αιθαλομίχλης. Το SO<sub>2</sub> συχνά συμβάλει στη μείωση της ορατότητας εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης αερολυμάτων θεικών αλάτων στην ατμόσφαιρα.

Οι τάσεις που έχουν καταγραφεί από το 1950 έως σήμερα αφορούν τρεις διαφορετικές εντάσεις. Η πρώτη ξεκινάει από το 1950 και τελειώνει το 1970 με σημαντική αύξηση του SO<sub>2</sub>, η δεύτερη αφορά την περίοδο 1970 έως 1980 κατά τη διάρκεια της οποίας παρατηρείται μείωση της αυξητικής τάσης λόγω της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης. Η τρίτη που εξελίσσεται έως τώρα είναι σημαντική γιατί συνδέεται με σημαντική μείωση της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης SO<sub>2</sub>. Στον τομέα αυτό η κοινοτική νομοθεσία που επιβάλλει τη μείωση της περιεκτικότητας σε S στα υγρά καύσιμα και την χρήση αντιρρυπαντικού εξοπλισμού στα εργοστάσια καθώς και οι διασυννοριακές συμφωνίες (Climate Change Levy) που δεσμεύουν τα κράτη ως προς την έκλυση αέριων ρύπων συνέβαλαν στη σημαντική μείωση.

### **Γ) Εκπομπές σωματιδίων**

Η καταγραφή του επιπέδου εκπομπής αέριων σωματιδίων στοχεύει στην ανάδειξη των κυρίων δραστηριοτήτων που είναι υπεύθυνες για την απελευθέρωση των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Τα αιωρούμενα σωματίδια, σε συνδυασμό με υψηλά επίπεδα SO<sub>2</sub>, οδηγούν σε επεισόδια χειμερινού νέφους σε περιοχές όπου επικρατεί νηνεμία ή χαμηλής ταχύτητας άνεμοι καθώς και φαινομένων θερμοκρασιακής αναστροφής. Κάτω από τις συνθήκες αυτές οι ρύποι δεν είναι δυνατόν να διαλυθούν προς τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας με συνέπεια την υψηλή συγκέντρωσή τους στα κατώτερα που επιβαρύνουν την υγεία των πολιτών. Τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 10μm θεωρούνται ότι έχουν ιδιαίτερα

αρνητική επίδραση στην υγεία αφού κατά την εισπνοή τους διεισδύουν βαθιά στους πνεύμονες και συνεισφέρουν σε αυξημένους δείκτες θνησιμότητας στις μερίδες του πληθυσμού που υποφέρουν από προβλήματα καρδιάς και πνευμόνων. Τα επίπεδα συγκέντρωσης των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου τη σκόνη και την αιθάλη) σχετίζονται επίσης με τη μειωμένη ορατότητα.

Η εκπομπή των σωματιδίων είναι άμεσα συνυφασμένη με τη χρήση του λιγνίτη για τη ηλεκτροπαραγωγή και τη θέρμανση. Κατά συνέπεια η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των καταναλωτών με χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση και με πιο καθαρές μορφές ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του ρύπου αυτής της μορφής. Παρόλα αυτά σημαντική συμμετοχή στη δημιουργία σωματιδίων στην ατμόσφαιρα έχει η κυκλοφοριακή συμφόρηση που καταγράφει αυξητικές τάσεις στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες και ιδιαίτερα όταν τα οχήματα έχουν μηχανές ντίζελ.

### 3.3.2. Δείκτες κλιματικής μεταβολής.

Η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί κατά  $0,6^{\circ}\text{C}$  από τα τέλη του 19ου αιώνα και υπάρχουν καταγεγραμμένες ενδείξεις για μία εμφανή μεταβολή του κλίματος ιδιαίτερα στις δύο τελευταίες δεκαετίες του εικοστού αιώνα η οποία συνεχίζεται με τουλάχιστον ίση ένταση και στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Η δεκαετία του 1990 υπήρξε η θερμότερη που έχει ποτέ καταγραφεί, ενώ με βάση διάφορες εκτιμήσεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Μεταβολή (Intergovernmental Panel on Climate Change) των Ηνωμένων Εθνών η εκτιμώμενη άνοδος της θερμοκρασίας μέχρι το 2100 είναι πιθανόν να ανέλθει μεταξύ  $1,4$  και  $5,8^{\circ}\text{C}$  [8].

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της IPCC η μεταβολή αυτή οφείλεται κυρίως στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων που είναι γνωστά ως «αέρια του θερμοκηπίου» στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου έχουν κυρίως βασική πηγή τους τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) που αποτελεί το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου, προέρχεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό του από την παραγωγή και χρήση συμβατικών καυσίμων, ενώ και η διευρυνόμενη αποψίλωση των δασών σε παγκόσμιο επίπεδο οδηγεί στη μείωση της ικανότητας δέσμευσης του μέσω της φυσικής διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.



**A) Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)**

Η παρακολούθηση των συνολικών καθαρών εκπομπών CO<sub>2</sub> από ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι πρωταρχικής σημασίας αφού αποτελεί το πιο σημαντικό αέριο θερμοκηπίου μετά τους υδρατμούς. Η επιστημονική κοινότητα αναγνωρίζει ότι η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> συνεχίζει να αυξάνεται και είναι πλέον ορατή η συμβολή του ανθρώπου στην αλλαγή του κλίματος και στις σημαντικές επιπτώσεις του στη γεωργία, στους υδάτινους πόρους, στα οικοσυστήματα και στην ανθρώπινη υγεία. Πριν τη δεκαετία του 1980 τα επίπεδα CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα ήταν άμεσα συσχετισμένα με την οικονομική ανάπτυξη και το ΑΕΠ των χωρών. Η σχέση αυτή (ΑΕΠ-CO<sub>2</sub>) με τη στροφή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περισσότερο ενεργειακά αποδοτικές πηγές (φυσικό αέριο) και φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας), έχει ανατραπεί με μια συνολική μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Παρόλα αυτά διάφορα άλλα φαινόμενα που βρίσκονται σε έξαρση και αυξητική τάση όπως ο τομέας των μεταφορών ίσως οδηγήσει σε συνολική αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub> μακροπρόθεσμα.

Το παγκόσμιο ισοζύγιο του C καθορίζεται από τον γνωστό κύκλο του C ο οποίος αποτελεί μια διηνεκή ανταλλακτική σχέση μεταξύ των αποθεμάτων και των ροών του στο περιβάλλον. Εκατοντάδες εκατομμύρια τόνοι C με τη μορφή του CO<sub>2</sub> απορροφώνται από τους ωκεανούς ή τα δέντρα (αποτελούν τα αποθέματα) ή απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα μέσω φυσικών διεργασιών. Από τη βιομηχανική επανάσταση και μετά το ισοζύγιο του έκλυσης - δέσμευσης C έχει διαταραχθεί. Οι κύριοι λόγοι αυξητικής τάσης του C με τη μορφή του CO<sub>2</sub> είναι:

- i) Εκπομπές CO<sub>2</sub> λόγω της παραγωγής ηλεκτρισμού και της θέρμανσης
- ii) Εκπομπές CO<sub>2</sub> από τον τομέα της ενέργειας (κυρίως κατά τη διάρκεια εξόρυξης του λιγνίτη, του πετρελαίου και φυσικού αερίου)
- iii) Εκπομπές CO<sub>2</sub> εξαιτίας της τελικής κατανάλωσης ενέργειας
- iv) Εκπομπές CO<sub>2</sub> λόγω της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων (υγρά & στερεά καύσιμα και φυσικό αέριο). Η αιτία αυτή είναι και η σημαντικότερη σε ότι αφορά την εκπομπή CO<sub>2</sub>.

**B) Εκπομπές μεθανίου (CH<sub>4</sub>)**

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές μεθανίου παρόλο που είναι πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες του διοξειδίου του άνθρακα είναι σχετικά μικρές αν συγκριθούν με τις συνολικές

εκπομπές CO<sub>2</sub>. Εντούτοις το μεθάνιο έχει πολύ υψηλό συντελεστή συνεισφοράς στην παγκόσμια θέρμανση και θεωρείται ο δεύτερος συνεισφέρων παράγοντας της ανθρωπογενούς Κλιματικής Αλλαγής. Το μεθάνιο είναι χημικά ενεργός παράγοντας εισβάλλοντας στις πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στην ατμόσφαιρα επηρεάζοντας ακόμη και τα επίπεδα του όζοντος της τροπόσφαιρας και της στρατόσφαιρας. Η έμμεση επίδραση του μεθανίου στην παγκόσμια θέρμανση που προέρχεται από αυτές τις χημικές αντιδράσεις μπορεί ίσως να συγκριθεί με την άμεση επίδραση παρόλο που υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα σε σχέση με την υπόθεση αυτή. Τα μεγαλύτερα ποσά μεθανίου που εκλύονται στην ατμόσφαιρα προέρχονται κυρίως από τη γεωργία (κατά 41%), τα στερεά απόβλητα (κατά 37%) και από τη μετατροπή της ενέργειας (κατά 37%) [18].

### **Γ) Εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>)**

Τα οξείδια του αζώτου δεν θεωρείται ως άμεσο αέριο του θερμοκηπίου, παρόλα αυτά προτρέπει στο σχηματισμό τροποσφαιρικού όζοντος το οποίο εν συνεχεία βοηθάει στην ενδυνάμωση της ακτινοβολίας στη γη. Οι κύριες πηγές παραγωγής του είναι ανθρωπογενείς και συνδέονται με την καύση των ορυκτών καυσίμων. Οι καθαρότερες τεχνολογίες μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση τους.

### **3.3.3. Δείκτες υδατικού περιβάλλοντος.**

Η αύξουσα χρήση νερού στα νοικοκυριά, τη βιομηχανία και ιδιαίτερα στη γεωργία, σε συνδυασμό με την άνιση γεωγραφική κατανομή των υδατικών πόρων, δημιουργεί σε τοπική και περιφερειακή κλίμακα σοβαρά προβλήματα λειψυδρίας, που είναι πιθανό να επιδεινωθούν από τη επερχόμενη κλιματική μεταβολή. Πέρα όμως από την ποσοτική διάσταση, η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων περιλαμβάνει και τη μέριμνα για τη διατήρηση της ποιότητάς τους σε επίπεδα που δεν απειλούν την ισορροπία των οικοσυστημάτων και την ανθρώπινη υγεία.

Σοβαρές όμως είναι και οι απειλές που δέχεται το θαλάσσιο περιβάλλον από την απόρριψη αποβλήτων, τις απορρίψεις από διερχόμενα πλοία αλλά και από ατυχήματα δεξαμενοπλοίων. Η ρύπανση των θαλασσών επηρεάζει την ισορροπία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και τον αλιευτικό πλούτο, ενώ στην περίπτωση των παράκτιων υδάτων οι συνέπειες αφορούν στη δημόσια υγεία και την απώλεια ευεξίας του πληθυσμού.

Αν και η επάρκεια και ποιότητα των υδατικών πόρων έχει έντονη – περισσότερο από άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα- την τοπική διάσταση, εν τούτοις η ανάλυση σε εθνικό επίπεδο μπορεί να υποδείξει την ύπαρξη και ένταση των πιθανών απειλών και των αναγκαίων προτεραιοτήτων στη διαμόρφωση πολιτικής.

### **A) Εκπομπές οργανικής ουσίας ως ισοδύναμα BOD (Biochemical Oxygen Demand)**

Τα επίπεδα του BOD περιγράφουν την επίδραση της αστικής και βιομηχανικής μόλυνσης στους υδάτινους πόρους καθώς και την προσπάθεια αντιμετώπισης τέτοιου τύπου περιβαλλοντικής υποβάθμισης.

Η οργανική ουσία που παράγεται μέσω διαφόρων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων αποτελεί βασική πηγή ρύπανσης των ποταμών. Η ευρείας έκταση οργανική μόλυνση συχνά οδηγεί στη ταχύτατη μείωση των επιπέδων του οξυγόνου στα ποτάμια και στη μερική ή ολική απώλεια του πληθυσμού των ψαριών και των ασπόνδυλων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας που βρίσκεται σε πλεόνασμα στα επιβαρημένα ποτάμια απαιτεί και ανάλογη ποσότητα οξυγόνου για να πραγματοποιηθεί. Επίσης, η αποικοδόμηση της οργανικής ύλης απελευθερώνει Αμμώνιο στο νερό, το οποίο δεν είναι τοξικό για τα ψάρια αλλά η μορφή αυτή εύκολα μετατρέπεται (σύμφωνα με τον κύκλο του Αζώτου) σε αμμωνία η οποία είναι ιδιαίτερα τοξική.

Οι κύριες πηγές οργανικής μόλυνσης στα ποτάμια είναι όπως προαναφέρθηκε τα αστικά και βιομηχανικά λύματα. Παρόλα αυτά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης έχει αυξηθεί σημαντικά ο αριθμός μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και κατά συνέπεια έχει μειωθεί το οργανικό φορτίο που αποτίθεται στα ποτάμια . Παρόλα αυτά σε μερικές χώρες (πχ Ελλάδα, Πορτογαλία) η επεξεργασία των λυμάτων δεν έχει εφαρμοσθεί σε μεγάλη κλίμακα και κατά περιόδους παρατηρούνται ανεξέλεγκτες αποθέσεις.

Τα υψηλά επίπεδα οργανικής μόλυνσης μειώνουν τη διαθεσιμότητα χρήσης του νερού και την ανάπτυξη ενώ μπορεί να επιβαρύνουν σημαντικά τον προϋπολογισμό των φορέων υλοποίησης της περιβαλλοντικής πολιτικής. Οι ασθένειες που προκαλούνται από οργανική μόλυνση είναι δυνατόν να μειώσουν την παραγωγικότητα των ενηλίκων και να βλάψουν την ανάπτυξη των παιδιών καθώς και την εκπαίδευσή τους. Επίσης το υψηλό οργανικό φορτίο του γλυκού νερού οδηγεί δυνητικά σε αύξηση της συγκέντρωσης των παθογόνων μικροοργανισμών και στην επιδείνωση του έμβιου περιβάλλοντος των βιοκοινοτήτων.

Η διαφοροποίηση των επιπέδων οργανικής μόλυνσης οφείλεται κατά κύριο λόγο στη διαφορά της πληθυσμιακής πυκνότητας καθώς και στη πλημμελή λειτουργία των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων ή στην ανυπαρξία τους (οι πιο σύγχρονες μονάδες τριτογενούς βιολογικού καθαρισμού έχουν τη δυνατότητα την αποφόρτιση έως και κατά 95% της οργανικής ουσίας).

### **B) Εκπομπές αζώτου (N) και φωσφόρου (P) (ως ισοδύναμα ευτροφισμού)**

Η μέτρηση του επιπέδου συγκέντρωσης αζώτου και φωσφόρου έχει στόχο να περιγράψει τις αρνητικές εξωτερικότητες στη χρήση λιπασμάτων καθώς και την αστική και βιομηχανική συμβολή. Επίσης η υψηλή συγκέντρωση τους (N, P) στο υδατικό περιβάλλον συνδέεται με ανεπαρκείς συνθήκες υγιεινής και/ή εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, ή ανεπαρκούς ελέγχου της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων όπως το N & P σε υδάτινα συστήματα οδηγούν σε ευτροφισμό, πολλαπλασιασμό των κυανο-φυκιών, μείωση του της διείσδυσης του φωτός, εξάντληση του διαλυμένου οξυγόνου στα επιφανειακά ύδατα, εξαφάνιση των βενθικών ασπόνδυλων, παραγωγή τοξινών που είναι δηλητηριώδης για τα ψάρια, τα βοοειδή και τους ανθρώπους και αλλαγές στη βιολογική δομή. Αυτές οι επιπτώσεις είναι κύρια εμφανείς σε μεγάλης κοίτης ποτάμια με μικρή ταχύτητα ροής, σε λίμνες, σε παράκτιες περιοχές, σε φυσικούς ή τεχνητούς ταμιευτήρες. Η μείωση της προσθήκης φωσφόρου και αζώτου στα υδάτινα συστήματα και κατά συνέπεια η μείωση των τιμών των συγκεντρώσεων τους σε αυτά συνδέεται άμεσα με την επαρκή και αποτελεσματική επεξεργασία των αστικών λυμάτων.

## **3.4. Σύνθετοι δείκτες ποιότητας νερού & κλιματολογικής επιβάρυνσης.**

Οι επιπτώσεις όλων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο κλίμα της γης έχει αναγνωριστεί ως η μεγαλύτερη παγκόσμια πρόκληση συμπεριλαμβάνοντας όλη τη διεθνή κοινότητα. Η εξομάλυνση των επιπτώσεων αυτού του φαινομένου απαιτεί την ανταπόκριση των κυβερνήσεων, των οικονομικών κλάδων-τομέων και τη σύσσωμη συνεργασία των κοινωνικών πρωταγωνιστών.

Κατά αναλογία οι διάφορες περιοχές του κόσμου αντιμετωπίζουν διαφορετικής έντασης και ποιότητας προβλήματα που σχετίζονται με ατυχήματα, χρήση και έλεγχο των υδάτινων πόρων, και θέτουν σε κίνδυνο την αειφόρο διαχείριση αυτών. Η ποιότητα των υδάτων και

ιδιαίτερα των επιφανειακών, είναι ένα ζήτημα κρίσιμης σημασίας. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες καθώς και οι φυσικές διεργασίες που πραγματοποιούνται στη φύση συντείνουν στην υποβάθμιση των υδάτων και στη σταδιακή μείωση της ικανότητάς τους να καλύπτουν τις ανάγκες του ανθρώπου, να αρδεύουν τις διάφορες καλλιέργειες, να ικανοποιούν ανάγκες αναψυχής κα.

### **3.4.1. Δείκτης μεταβολής & θέρμανσης του κλίματος.**

Οι εκπομπές αερίων από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες επηρεάζει τη συγκέντρωση και την κατανομή των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Οι μεταβολές αυτές μπορεί να προκαλούν παραβίαση της ακτινοβολίας της γήινης επιφάνειας και της κατώτερης ατμόσφαιρας μεταβάλλοντας, είτε την αντανάκλαση ή την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, είτε τις εκπομπές και την απορρόφηση της ακτινοβολίας των κυμάτων μεγάλου μήκους.

Ένα απλό μέτρο των σχετικών επιδράσεων στην ακτινοβολία από τις εκπομπές των διαφόρων αερίων θερμοκηπίου είναι ο δείκτης Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης (Global Warming Potential: GWP). Αυτός ο δείκτης ορίζεται σαν τη σωρευτική πίεση αναφορικά με την ακτινοβολούσα ενέργεια, μεταξύ του παρόντος και κάποιου ορισμένου χρονικού ορίζοντα που προκαλείται από μια μονάδα μάζας αερίου που εκλύεται τώρα και εκφράζεται σε σχέση με τη μονάδα αυτή για οποιοδήποτε αέριο αναφοράς. Οι τιμές του GWP για κάποια από τα πιο διαδεδομένα αέρια του θερμοκηπίου περιγράφονται στον πίνακα 3.

Οι αντιστοιχούσες τιμές του GWP για διάφορα άλλα αέρια δεν δίνονται από το Διακυβερνητικό Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (αλλά ούτε από άλλες πηγές) διότι σύμφωνα με τα τωρινά επιστημονικά δεδομένα, που αφορούν τις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στην ατμόσφαιρα, δεν είναι δυνατόν να υπολογιστούν οι έμμεσες συνέπειες αυτών των αερίων. Βάσει του πίνακα 3 και με την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων κατασκευής σύνθετων δεικτών (πχ μέθοδος κανονικοποίησης) το σύνολο των αερίων ρύπων μπορεί να εκφραστεί με μια τιμή η οποία ισοδυναμεί σε ένα μετρήσιμο και συγκρίσιμο δυναμικό μεταβολής του κλίματος [19].

ΑΕΡΙΟ	GWP
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO <sub>2</sub> )	1
ΜΕΘΑΝΙΟ (CH <sub>4</sub> )	21
ΟΞΕΙΔΙΑ ΑΖΩΤΟΥ	310
HFC-23	11.700
HFC-125	2.800
HFC-236fa	6.300
CF <sub>4</sub>	6.500
SF <sub>6</sub>	23.900

Πίνακας 3.2 Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης (GWP) εκπερασμένο σε τόνους ισοδύναμου CO<sub>2</sub> για χρονικό ορίζοντα εκατό ετών [19-20].

### 3.4.2. Δείκτες ποιότητας νερού.

Η διατήρηση και η αξιολόγηση της ποιότητας του νερού είναι διαδικασίες ιδιαίτερης σημασίας για τις σύγχρονες κοινωνίες. Οι πρώτες και πιο απλές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν καθαρά υποκειμενικές (πχ αν το νερό δείχνει καθαρό ή αν έχει οσμή; κα). Τέτοιου είδους εκτιμήσεις της ποιότητας των υδάτων μπορεί να είναι επαρκείς για συγκεκριμένη χρήση τους, στις περισσότερες περιπτώσεις το νερό ως άριστος διαλύτης για τις περισσότερες ουσίες και λόγω του γεγονότος ότι εμπεριέχει πάσης φύσεως συστατικά οδήγησε στην απαίτηση πολύ εξειδικευμένων και λεπτομερέστατων μεθόδων αξιολόγησής τους. Οι περισσότερες από αυτές αφορούν αναλυτικές υδροχημικές τεχνικές αξιολόγησης. Κάθε χημική παράμετρος είναι ιδιαίτερης σημασίας για τον καθορισμό της ποιότητας του νερού, παρόλα αυτά υπάρχουν χιλιάδες βιοχημικοί μολυντές ή ρυπαντές και μόνον ένας μικρός αριθμός αυτών είναι δυνατόν να προσδιοριστεί σε κάθε δείγμα ανάλογα και με τις χωρικές και καιρικές διαφοροποιήσεις που λήφθηκαν τα δείγματα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η χρήση αξιόπιστων και συστηματικών προγραμμάτων παρακολούθησης καθώς και αντιπροσωπευτικές και αξιόπιστες μέθοδοι αξιολόγησης.

Ο δείκτης ποιότητας νερού (Water Quality Index: WQI) θεωρείται ότι μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο μέσω του οποίου αναπτύσσονται κριτήρια κατηγοριοποίησης των επιφανειακών υδάτων. Ο δείκτης αυτός αποτελεί ένα μαθηματικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή πληθώρας ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών του νερού σε μοναδικούς αριθμούς που αντιπροσωπεύουν το επίπεδο ποιότητας του. Ο καθορισμός του δείκτη αυτού απαιτεί ένα βήμα κανονικοποίησης δηλαδή μετατροπής όλων των παραμέτρων σε κλίμακα από το μηδέν έως το εκατό (με το 100 να αποτελεί την μέγιστη

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

τιμή). Το επόμενο βήμα, για την εφαρμογή του δείκτη, είναι ο καθορισμός συντελεστών στάθμισης που αντιστοιχούν στη σημαντικότητα της κάθε παραμέτρου αναφορικά με την ποιότητα του νερού.

$$WQI = k \frac{\sum iC_iP_i}{\sum iP_i} \quad (1)$$

Για τον υπολογισμό του δείκτη ποιότητας νερού χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική εξίσωση 1 όπου η σταθερά **k** είναι μια υποκειμενική παράμετρος με μέγιστη τιμή τη μονάδα για εμφανή καλή ποιότητα του νερού και ελάχιστη τιμή το 0,25 για εμφανή προβλήματα υποβαθμισμένης ποιότητας υδάτων, **C<sub>i</sub>** είναι η κανονική τιμή της μεταβλητής και **P<sub>i</sub>** η σχετική βαρύτητα που δίδεται για κάθε μεταβλητή. Στη μελέτη αυτή όπως και σε πολλές άλλες περιπτώσεις που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία η υποκειμενική σταθερά **k** δεν εισάγεται στην εξίσωση γιατί συχνά οδηγεί σε υπερεκτίμηση της ρύπανσης λόγω της ιδιότητας της να σταθμίζει την οπτική εντύπωση του παρατηρητή γεγονός που συχνά δεν συσχετίζεται με την εργαστηριακά καταγεγραμμένη ρύπανση. Αναφορικά με την παράμετρο **P<sub>i</sub>** η μέγιστη τιμή 4 αποδόθηκε για τις μεταβλητές με τη μεγαλύτερη σημασία για την υδρόβια ζωή όπως πχ το διαλυμένο οξυγόνο (DO: Dissolved Oxygen) και τα συνολικά αιωρούμενα στερεά σωματίδια (TSS: Total Suspended Solids), και η τιμή της μονάδας για μεταβλητές με μικρή σχετικά σημασία όπως πχ η θερμοκρασία και το pH [21].

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	P <sub>i</sub>
TSS	4
BOD <sub>5</sub>	3
NH <sub>3</sub>	3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	2
COD	3
DO	4
T	1

Πίνακας 3.3. Τιμές της παραμέτρου P<sub>i</sub> για τις διάφορες μεταβλητές.

Όταν οι τιμές του δείκτη ποιότητας νερού (Water Quality Index: WQI) κυμαίνονται από 0-25 τότε η κατάσταση του νερού χαρακτηρίζεται ως ‘πολύ κακή’, όταν ευρύνονται από 25-50 ως ‘κακή’, όταν οι τιμές βρίσκονται μεταξύ 50-70 η ποιότητα του νερού είναι ‘μέτρια’, στην περίπτωση των τιμών μεταξύ 71-90 και 91-100 το νερό κατατάσσεται σαν ‘καλό’ και ‘εξαιρετικό’ αντίστοιχα [22].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Σύνοψη εμπειρικής βιβλιογραφίας.**

### **4.1. Εισαγωγή**

Σημαντικό ερευνητικό έργο είχε ήδη αρχίσει να γίνεται από τα τέλη της δεκαετίας του '60 για την ανάπτυξη Περιβαλλοντικών Δεικτών οι οποίοι ως εργαλείο καταγραφής της υφιστάμενης περιβαλλοντικής κατάστασης έχουν κύριο στόχο τη δυνατότητα να καταστεί εφικτή η επίτευξη της Αειφόρου Ανάπτυξης. Οι πιο γνωστοί διεθνείς οργανισμοί που έχουν ασχοληθεί και ασχολούνται με την κατασκευή και τη χρήση περιβαλλοντικών δεικτών είναι ο ΟΟΣΑ, η Παγκόσμια Τράπεζα Πληροφοριών, η Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για τη βιώσιμη ανάπτυξη αλλά και άλλοι σημαντικοί ιδιωτικοί ή δημόσιοι φορείς καθώς και επιστημονικές ομάδες ή ερευνητές σε εθνικό η διεθνές επίπεδο. Παράλληλα πολλοί από τους δείκτες αυτούς των οποίων η έννοια ήταν απλή και κατανοητή και η σημασία σχετικά αναντίρρητη είχαν αρχίσει να μετρούνται συστηματικά (πχ συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου) από τη δεκαετία του '70 [23].

Ιδιαίτερη προσπάθεια έχει γίνει από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Ο.Ο.Σ.Α.) ο οποίος ακολουθεί το πλαίσιο Πίεσης – Κατάστασης – Αντίδρασης το οποίο εστιάζεται στις συνέπειες που έχει η ανθρώπινη δράση στο περιβάλλον και η επιλογή των περιβαλλοντικών δεικτών που χρησιμοποιεί αφορά κυρίως θέματα όπως η κλιματική αλλαγή, η τρύπα του όζοντος, ο ευτροφισμός, η όξινη βροχή, οι φυσικοί πόροι (δάσος, υδάτινα αποθέματα), η υποβάθμιση των εδαφών κα. [24]

Η Παγκόσμια τράπεζα πληροφοριών (World Bank) επιδιώκει την ανάπτυξη ενός δείκτη (δείκτη συνολικής ποιότητας) ο οποίος προκύπτει από τη σύνθεση επιμέρους μεταβλητών και είναι ενδεικτικός όσον αφορά στο επίπεδο βιωσιμότητας που βρίσκεται κάθε χώρα. Το επίπεδο αυτό εκτιμάται καταρχήν με την απογραφή της υφιστάμενης κατάστασης των φυσικών πόρων της καθώς και με τη βοήθεια των διαθέσιμων οικονομικών μεθόδων (μέθοδος τιμής αγοράς, μέθοδος συνάρτησης παραγωγής, μέθοδος αποτρεπτικής συμπεριφοράς κα) που έχουν αναπτυχθεί για το σκοπό αυτό. Ο σκοπός του δείκτη αυτού είναι η ανάδειξη και η επικοινωνία της πληροφορίας σε επίπεδο τέτοιο που θα δώσει τη δυνατότητα στους υπευθύνους (κυβερνητικούς φορείς, μη κυβερνητικές οργανώσεις κα) να λαμβάνουν τις ορθές αποφάσεις σύμφωνα με τις σύγχρονες 'ανάγκες' του περιβάλλοντος όπως αυτές εκφράζονται μέσω της εθνικής ή διεθνούς περιβαλλοντικής νομοθεσίας.



Το 1972 το συνέδριο των Ηνωμένων Εθνών (ΗΕ) για το ανθρώπινο περιβάλλον αποτέλεσε ένα σημαντικό βήμα στην ανάπτυξη της έννοιας της βιώσιμης ανάπτυξης. Αν και η σύνδεση ανάμεσα στα περιβαλλοντικά θέματα με την ανάπτυξη δεν ήταν ιδιαίτερα έντονη ήταν όλο και περισσότερο αποδεκτό ότι η μορφή της οικονομικής ανάπτυξης θα έπρεπε να μεταβληθεί. Κατά συνέπεια προέκυψε και η ανάγκη να εξελιχθούν δείκτες, που όπως στην περίπτωση του ΑΕΠ για την οικονομική ανάπτυξη, θα μετρούν και θα καταγράφουν αυτή τη σχετικά νέα έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης. Στα πλαίσια αυτά η Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη στην παγκόσμια διάσκεψη του Ρίο (1992), έδωσε έμφαση στην ανάπτυξη δεικτών αειφορίας προκειμένου να καθοδηγήσει και να διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων. Οι δείκτες αυτοί χωρίζονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες (κοινωνικοί, οικονομικοί, περιβαλλοντικοί και θεσμικοί) και έχουν να κάνουν με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης που συζητήθηκαν στο Παγκόσμιο αυτό Συνέδριο για το Περιβάλλον [23]. Η ανάπτυξη των προτεινόμενων δεικτών στηρίζεται στο πλαίσιο δράσης – αντίδρασης του συστήματος περιβάλλοντος ανθρώπου που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Επίσης, το 1997 ο Prescott Allen πραγματοποίησε μια σημαντική προσπάθεια η οποία είχε ως αποτέλεσμα τη δημοσίευση της έκθεσης με τίτλο «Η Ευημερία των Εθνών» η οποία αναλύει ένα σύνθετο δείκτη βιωσιμότητας ‘Wellbeing Index’ με δύο άξονες αυτόν της φύσης και του ανθρώπου [25]. Άλλη σημαντική διεθνής προσπάθεια στην οποία προβάλλεται η ανάπτυξη ενός δείκτη ως μετρητικού εργαλείου σχετικού με την ποσότητα των φυσικών πόρων που καταναλώνει ένας δεδομένος πληθυσμός είναι αυτή που φέρει τον τίτλο «Ίχνη Οικολογίας» και πραγματοποιήθηκε για το Διεθνές Ινστιτούτο Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης. Σε εθνικό επίπεδο ξεχωρίζει το ολοκληρωμένο πρόγραμμα παρακολούθησης περιβάλλοντος της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) μέσω μιας απλής σχετικά συλλογής δεικτών [24], [26].

Το 2002 στο Γιοχάνεσμπουργκ της Νότιας Αφρικής παρουσιάστηκε ένα μαθηματικό μοντέλο με τίτλο: «Dashboard of Sustainability». Το συγκεκριμένο μοντέλο προτείνει το συσχετισμό της οικονομικής δραστηριότητας αποτιμημένης χρηματικά με περιβαλλοντικά μεγέθη μετρημένα σε φυσικές μονάδες. Μια σειρά από παράμετροι συμβάλλουν στην δημιουργία τεσσάρων θεματικών δεικτών (ο διοικητικός, ο κοινωνικός, ο οικονομικός και ο περιβαλλοντικός) και ενός συνολικού δείκτη αειφόρου ανάπτυξης. Για την κατασκευή του μοντέλου αυτού συνεργάστηκαν ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών και η Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος της ΕΕ [27].

Πέραν όμως των διεθνών οργανισμών, πλήθος προγραμμάτων και μοντέλων με βασικό τους εργαλείο τους περιβαλλοντικούς δείκτες έχουν αναπτυχθεί από την επιστημονική κοινότητα για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών φαινομένων όπως η ρύπανση θαλασσίων υδάτων ή η παρακολούθηση του φαινομένου της Ερημοποίησης στην Ελλάδα [28], [29]. Επιπλέον το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΕΚΠΑΑ) έχει θέσει ως κύριο στόχο του την κατασκευή δεικτών αειφόρου ανάπτυξης σε τοπικό επίπεδο αλλά και για κάθε περιβαλλοντικό ζήτημα. Στην πράξη τα διαθέσιμα στοιχεία σε ότι αφορά τους δείκτες αυτούς είναι περιορισμένα.

## **4.2. Σύνθετοι δείκτες ποιότητας νερού.**

Η χρήση σύνθετων δεικτών ποιότητας νερού για την εκτίμηση της κατάστασης των υδάτων καθώς και για την καταγραφή των χωρικών ή χρονικών μεταβολών της ποιότητας του είναι ιδιαίτερα σημαντική. Οι δείκτες που καταγράφουν μακροπρόθεσμα τη βαθμιαία υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, ερμηνεύουν δραστηριότητες που είναι υπεύθυνες, ενώ η καταγραφή ρυπαντών σε μια οριοθετημένη περιοχή δίνει τη δυνατότητα εντοπισμού των υπευθύνων.

Επίσης, οι σύνθετοι δείκτες ποιότητας του νερού έχουν τη δυνατότητα να ενσωματώσουν στα αποτελέσματά τους πλήθος μεταβλητών που αφορούν χημικές παραμέτρους (συγκέντρωση αμμωνίας, νιτρικών, φωσφόρου, διαλυμένου  $O_2$ , κα), φυσικές (θερμοκρασία, θολότητα, ηλεκτρική αγωγιμότητα, κα) καθώς και υποκειμενικές (οσμή, προσωπική εκτίμηση του κριτή για το αν το νερό δείχνει καθαρό, κα).

Το 2005 και το 1999 πραγματοποιήθηκαν δύο έρευνες οι οποίες στηρίχθηκαν στις αρχές του δείκτη ποιότητας νερού με πολύ σημαντικές ομοιότητες στην κατασκευή και στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων του δείκτη. Η πρώτη αφορά τη μέτρηση της ποιότητας των υδάτων ποταμού που βρίσκεται στην περιοχή της κοινότητας Las Rojas βορειοδυτικά της Μαδρίτης στην Ισπανία και η δεύτερη αφορά την καταγραφή της ποιότητας των υδάτων του ποταμού Suquia στην Cordoba της Αργεντινής.

Στην περίπτωση της Αργεντινής η πόλη Cordoba έχει αρνητική επίδραση στην ποιότητα των υδάτων του εγγύτερου ποταμού Suquia ιδιαίτερα μετά την παροχέτευση σε αυτόν του αποχετευτικού αγωγού της πόλης. Στην περίπτωση αυτή ο δείκτης ποιότητας των υδάτων (**Water Quality Index**) χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της εποχικής και της χωρικής

μεταβολής της ποιότητας του νερού στην ευρύτερη περιοχή από όπου διέρχεται ο ποταμός. Η εφαρμογή του δείκτη έδειξε ότι ιδιαίτερο πρόβλημα στην ποιότητα των υδάτων υφίσταται κατά τις ξηρές περιόδους και στα τμήματα του ποταμού που βρίσκονται κατάντη των σημείων που ρίπτονται τα υγρά απόβλητα της πόλης. Για την εκτίμηση της ποιότητας των υδάτων του ποταμού δεν χρησιμοποιήθηκε η υποκειμενική μεταβλητή  $k$  (σχέση 1, ενότητα 3.4.2) η οποία δείχνει να υπερεκτιμά το ρυπαντικό φορτίο που υφίσταται ο ποταμός βάσει της οπτικής εντύπωσης του παρατηρητή [21].

Στην Ισπανία που πραγματοποιήθηκε η δεύτερη έρευνα, διαπιστώθηκε ότι η ποιότητα των υδάτων του ποταμού Guadarrama και των υδάτων στην ευρύτερη υδρολογική λεκάνη, επηρεάστηκε κυρίως στα τμήματα του που διατρέχουν την πόλη. Στην περίπτωση αυτή εκτός από το δείκτη WQI που λαμβάνει υπόψη 7 μεταβλητές (BOD<sub>5</sub>, DO, οργανικό άζωτο, αμμωνία, νιτρικό και νιτρώδες άζωτο, συνολικός οργανικός φώσφορος και διαλυμένος οργανικός φώσφορος) ελήφθη υπόψη ως δείκτης έλεγχου της ποιότητας των υδάτων η συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό. Από τις μετρήσεις που έγιναν διαπιστώθηκε ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δυο κριτηρίων-μεθόδων αξιολόγησης της ποιότητας των υδάτων και κατά συνέπεια από άποψης οικονομίας χρόνου και χρήματος η μέτρηση της συγκέντρωσης οξυγόνου αποτελεί τη βέλτιστη λύση. Ειδικότερα η καλύτερη ποιότητα μετρήθηκε στην είσοδο των υδάτων στην ευρύτερη περιοχή της πόλης και η χειρότερη στην έξοδο τους από αυτήν. Επίσης διαπιστώθηκε ότι οι κλιματολογικές συνθήκες είναι ο σημαντικότερος παράγοντας επίδρασης στην ποιότητα των υδάτων συμβάλλοντας στη βελτίωση τους κατά τη διάρκεια του χειμώνα και στη χειροτέρευση τους κατά την άνυδρη περίοδο του καλοκαιριού [22].

### **4.3. Σύνθετοι δείκτες μεταβολής & θέρμανσης του κλίματος.**

Ύστερα από τη Συμφωνία Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τη κλιματική αλλαγή γνωστή ως Πρωτόκολλο του Κιότο που δεσμεύει τις βιομηχανικές χώρες στη μείωση των συνολικών εκπομπών τους σε ότι αφορά συγκεκριμένο αριθμό αερίων γνωστών ως «αερίων του θερμοκηπίου» κατά 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα που καταγράφηκαν το 1990, μέχρι το 2012, ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει δημοσιευθεί με στόχο την προσέγγιση της μέτρησης τους.

Από τότε μια μεθοδολογία έχει υιοθετηθεί ευρέως η οποία συγκρίνει εκπομπές αερίων σε όρους δυνητικής συμβολής τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το Διακυβερνητικό Πάνελ

για την Κλιματική Αλλαγή εισήγαγε το 1990 τη μεθοδολογία μέσω της οποίας το σύνολο των αέριων ρύπων μπορεί να εκφραστεί με μια τιμή η οποία ισοδυναμεί σε ένα μετρήσιμο και συγκρίσιμο δυναμικό μεταβολής του κλίματος.

Ειδικότερα, το 2008 το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων δημοσίευσε τη μελέτη που αφορά τον ετήσιο κατάλογο εκπομπών αερίων (θερμοκηπίου και άλλων) χρησιμοποιώντας ως βασικό μεθοδολογικό της εργαλείο τον δείκτη Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης (Global Warming Potential: GWP Index) [30]. Επίσης το Κέντρο Διεθνούς Έρευνας για το Κλίμα και το Περιβάλλον το 2002 δημοσίευσε ένα επιστημονικό άρθρο το οποίο τεκμηριώνει τη δυνατότητα του δείκτη Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης [20].

#### **4.4. Η περίπτωση του ‘Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης’ (EPI: Environmental Performance Index).**

Μέσα στα πλαίσια της ευρύτερης προσπάθειας συστηματικής καταγραφής πολύτιμων και αξιοποιήσιμων στοιχείων περιβαλλοντικής κατάστασης επιστημονικοί φορείς (ιστιτούτα και πανεπιστήμια) έχουν κατά καιρούς χρηματοδοτηθεί για να αναπτύξουν σύνθετους περιβαλλοντικούς δείκτες που έχουν την δυνατότητα να ενσωματώνουν πλήθος περιβαλλοντικών παραμέτρων. Το δυσκολότερο εγχείρημα για όλες τις προσπάθειες είναι να συνδεθεί η αντικειμενικότητα των επιτόπιων μετρήσεων με τους πολιτικούς στόχους και την υλοποίησή τους.

Ο Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης (EPI 2008) αποτελεί μια συλλογική προσπάθεια του προσωπικού και των ερευνητών του Κέντρου Πολιτικής και Νομοθεσίας για το Περιβάλλον του Πανεπιστημίου του Yale, του Κέντρου Διεθνούς Επιστήμης, Δικτύων και Πληροφόρησης του Πανεπιστημίου του Columbia (CIESIN), του Παγκοσμίου Οικονομικού Φόρουμ (World Economic Forum), του Κέντρου Έρευνας της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (JRC) καθώς και πληθώρας άλλων διακεκριμένων επιστημόνων. Ο δείκτης αυτός αποτελεί τη συνέχεια και τη βελτίωση δυο προηγούμενων δεικτών που δημοσιεύτηκαν το 2005 και το 2006. Ο πρώτος αφορά τον δείκτη περιβαλλοντικής αειφορίας (Environmental Sustainability Index) ενώ ο δεύτερος αφορά την πρώτη έκδοση του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (EPI 2006) [14].

## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

Οι ποσοτικές μετρήσεις που σχηματίζουν το Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) περιλαμβάνουν έναν σημαντικό αριθμό δεικτών οι οποίοι επιλέχθηκαν από ευρεία επισκόπηση της σχετικής επιστημονικής βιβλιογραφίας, εμπριθή διαβούλευση με ομάδα Επιστημονικών Συμβούλων και απόψεις των ειδικών. Ο κάθε επιμέρους δείκτης έχει κατασκευαστεί είτε βάσει της άριστης περιβαλλοντικής κατάστασης είτε βάσει αρχών που σχετίζονται με την επιστήμη της οικολογίας.

Σε κάθε επιμέρους δείκτη έχει τεθεί ένας σχετικός μακροπρόθεσμος στόχος δημόσιας υγείας ή οικολογικής αειφορίας. Οι στόχοι αυτοί πηγάζουν από:

- ✓ Διεθνείς συμφωνίες ή άλλες διεθνώς αποδεκτές επιδιώξεις
- ✓ Διεθνή πρότυπα που έχουν τεθεί από διεθνείς οργανισμούς
- ✓ Εθνικές Κανονιστικές Απαιτήσεις
- ✓ Επικρατούσες επιστημονικές παραδοχές

Οι δείκτες αυτοί χρησιμεύουν ως μέτρα μακροχρόνιας περιβαλλοντικής αποτελεσματικής πολιτικής. Για κάθε δείκτη και κάθε περιοχή (κράτος ή νομό) υπολογίζεται μια τιμή που καταγράφει την εγγύτητα επιπέδου της περιβαλλοντικής κατάστασης που επικρατεί και του στόχου που έχει τεθεί βάσει της ασκούμενης περιβαλλοντικής πολιτικής.

Οι επιμέρους δείκτες που σχηματίζουν τον ΔΠΕ αποσκοπούν στην πλήρη κάλυψη των ζητημάτων που σχετίζονται με τις επιλεγθείσες περιβαλλοντικές πολιτικές (Περιβαλλοντική Κατάσταση, Ατμοσφαιρική Ποιότητα, Υδατικοί Πόροι, Βιοποικιλότητα και ενδιαιτήματα, Παραγωγικές Φυσικές Πηγές και Κλιματολογική Αλλαγή). Για τη μέτρηση του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης εφαρμόστηκαν τα ακόλουθα κριτήρια επιλογής δεικτών: α) συνάφεια, β) αποτελεσματικότητα, γ) διαφάνεια και δ) ποιότητα δεδομένων.

Ο ΔΠΕ λόγω της σχετικά πρόσφατης δημοσίευσης του το 2008 δεν έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλά επιστημονικά άρθρα αλλά ο δείκτης περιβαλλοντικής αειφορίας που αποτελεί το προσχέδιο στην προσπάθεια της ερευνητικής ομάδας να κατασκευάσει το ΔΠΕ έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα με πρόσφατη αναφορά για το 2007 στη Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του ΥΠΕΧΩΔΕ [31].

## **4.5. Εμπειρικά μοντέλα σύγκρισης Περιβαλλοντικών Δεικτών με άλλες μεταβλητές.**

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία ο πληθυσμός και η δημογραφική μεταβολή αλληλεπιδρά με την περιβαλλοντική μεταβολή και την οικονομική ανάπτυξη με πολλούς τρόπους. Ειδικότερα, τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά ζητήματα που σχετίζονται με τη πληθυσμιακή αύξηση συνοψίζονται κυρίως στην αλλαγή των χρήσεων γης, στη διαχείριση αποβλήτων και στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Επίσης, η αύξηση της παραγωγής ως κριτήριο οικονομικής ανάπτυξης σε πολλούς τομείς (γεωργία, βιομηχανία) συνεχίζει να συνδέεται στενά με την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και πόρων και με τη μεγαλύτερη εκπομπή ρυπαντικού φορτίου. Παράλληλα η αύξηση του πληθυσμού και του παραγωγικού συντελεστή εργασίας επηρεάζει την οικονομική ανάπτυξη. Κατά συνέπεια το μέγεθος του πληθυσμού επηρεάζει και επηρεάζεται από το περιβάλλον και την οικονομική ανάπτυξη. Η πρόκληση που ανακύπτει από το γεγονός αυτό είναι η έρευνα και η ταυτοποίηση της πολυπλοκότητας των αλληλεπιδράσεων του πληθυσμού, του περιβάλλοντος και της οικονομικής ανάπτυξης. Μέχρι τώρα έχουν γίνει πολλές μελέτες και έρευνες που έχουν συμβάλει στην προσπάθεια ερμηνείας της σχέσης αλλά ο εντοπισμός και η ανάλυση της σχέσης μεταξύ της μεταβολής της ποιότητας του περιβάλλοντος, του πληθυσμού και της οικονομικής ανάπτυξης επιτάσσει την ανάγκη για περισσότερα και καλύτερα δεδομένα [32].

Ειδικότερα τα εμπειρικά μοντέλα που προσπαθούν να ερευνήσουν τη σχέση μεταξύ του περιβάλλοντος, του πληθυσμού και της ανάπτυξης απαρτίζονται από απλοποιημένες μορφές εξισώσεων που συνήθως σχετίζουν ένα (σύνθετο ή απλό) δείκτη περιβαλλοντικής επίδοσης (εξαρτημένη μεταβλητή) με έναν οποιοδήποτε τρόπο μέτρησης του ΑΕΠ (πχ κατά κεφαλήν ΑΕΠ) και το μέγεθος του πληθυσμού. Μερικά μοντέλα χρησιμοποιούν εκπομπές συγκεκριμένων ρύπων (πχ SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ή στέρεα σωματίδια) σαν εξαρτημένες μεταβλητές ενώ άλλα χρησιμοποιούν συγκεντρώσεις διαφόρων ρύπων από σταθμούς μέτρησης και άλλα σύνθετους δείκτες περιβαλλοντικής επίδοσης. Η περισσότερο συνηθισμένη ανεξάρτητη μεταβλητή των περισσότερων μοντέλων είναι το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, αλλά μερικές έρευνες χρησιμοποιούν δεδομένα ΑΕΠ που έχουν μετατραπεί σε μονάδες αγοραστικής δύναμης. Άλλες μελέτες ελέγχουν ανεξάρτητες μεταβλητές όπως η πληθυσμιακή πυκνότητα, η διανομή του εισοδήματος, το εμπορικό ισοζύγιο, καθώς και γεωγραφικές ή θεσμικές μεταβλητές. Η προσπάθεια ερμηνείας ενός περιβαλλοντικού δείκτη συνήθως

πραγματοποιείται με τη βοήθεια πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας, γραμμικής ή λογαριθμικής σχέσης-εξίσωσης [32].

Επίσης, η σχέση μεταξύ του αστικού περιβάλλοντος και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος είναι πολύπλοκη εμπλέκοντας αλληλεπιδράσεις μεταξύ του φυσικού και του τεχνητού περιβάλλοντος. Το τοπικό οικοσύστημα (πχ ορεινές, παράκτιες, υποτροπικές περιοχές) στο οποίο βρίσκεται μια πόλη είναι για παράδειγμα ένας κρίσιμος παράγοντας των περιβαλλοντικών συνθηκών. Στην περίπτωση της συγκέντρωσης ρύπων το αν και κατά πόσο μια μεγάλη πόλη θα επιβαρυνθεί με τις επιπτώσεις των αέριων ρύπων από τα αυτοκίνητα εξαρτάται από συγκεκριμένα φυσικά χαρακτηριστικά (πχ υψόμετρο, διεύθυνση και ένταση ανέμων, ηλιοφάνεια, βροχές και υγρασία). Η οικονομική ανάπτυξη επιτείνει πολλά αστικά περιβαλλοντικά προβλήματα (πχ στερεά απόβλητα, ρύποι αυτοκινήτων) επειδή η ποσότητα των αστικών απορριμμάτων ανά κάτοικο έχει επίσης την τάση να αυξάνεται σταθερά με την αύξηση των εισοδημάτων [33].

### 4.5.1. Περιβαλλοντική επίδοση και πολιτικά συστήματα

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το τμήμα Οικονομικών και Πολιτικής του πανεπιστημίου του Nottingham της Μεγάλης Βρετανίας με θέμα την καταγραφή της περιβαλλοντικής επίδοσης και τη συσχέτιση της με το είδος της πολιτικής που ασκείται σε δεκαοκτώ (18) κράτη του ΟΟΣΑ και των πολιτικών αλλαγών κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980. Ειδικότερα το σχετικό άρθρο περιγράφει τους παράγοντες που επιδρούν στη διαφορετική περιβαλλοντική επίδοση κρατών που ανήκουν στην ομάδα των ανεπτυγμένων βιομηχανικών κοινωνιών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι διαρθρωτικοί παράγοντες όπως το γεωγραφικό μέγεθος μιας χώρας, η πληθυσμιακή πυκνότητα και η αλλαγή στις μεθόδους παραγωγής παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του περιβάλλοντος. Παρόλα αυτά εξίσου σημαντικοί παράγοντες επίδρασης αποδεικνύονται βάσει των συμπερασμάτων που προέκυψαν οι θεσμικές και πολιτικές συνθήκες που επικρατούν στα κράτη αυτά.

Ειδικότερα, οι ερευνητές προσπάθησαν κυρίως να ερμηνεύσουν, μέσω του δείκτη περιβαλλοντικής επίδοσης, την επίδραση που έχει η μεταβολή της ασκούμενης περιβαλλοντικής πολιτικής. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τρεις διαφορετικές ομάδες κρατών με κοινά χαρακτηριστικά. Η πρώτη ομάδα (Ολλανδία, πρώην Δυτική Γερμανία, Αυστρία και Δανία) αφορά εκείνες τις χώρες που υιοθετούν μια ανάπτυξη με πιο έντονη 'οικολογική συνείδηση' και πιο ουσιώδη περιβαλλοντική πολιτική. Η δεύτερη ομάδα

(Σουηδία, Ιαπωνία, Φινλανδία και Βέλγιο) που απαρτίζεται από τις χώρες που αντιμετωπίζουν τις περιβαλλοντικές προκλήσεις σχετικά πιο αποτελεσματικά<sup>4</sup>. Η τρίτη (μεταξύ άλλων ΗΠΑ, Καναδάς, Γαλλία και Αυστραλία) αποτελείται από τα κράτη που αν και ασκούν κάποια περιβαλλοντική πολιτική ωστόσο δεν καταγράφουν, μέσω των αποτελεσμάτων το δείκτη, καλή περιβαλλοντική επίδοση. Τέλος, διαπιστώθηκε, βάσει της ομαδοποίησης αυτής, ότι κράτη με περισσότερο φιλελεύθερα πολιτεύματα καταγράφουν συγκριτικά χειρότερες περιβαλλοντικές επιδόσεις [34].

#### **4.5.2. Μέτρηση περιβαλλοντικής ποιότητας σε σχέση με την απώλεια ευημερίας.**

Το τμήμα Οικονομικών και Περιβαλλοντικών επιστημών του πανεπιστημίου Binghamton των ΗΠΑ ανέπτυξε ένα δείκτη περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που βασίζεται στη μέτρηση της απώλειας ευημερίας. Η πιθανότητα πρόκλησης βλαβών στην υγεία του ανθρώπου λόγω της υποβάθμισης του περιβάλλοντος μετατράπηκε σε απώλεια ευημερίας. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος υπολογίστηκε με τη βοήθεια ενός δείκτη ατμοσφαιρικής ρύπανσης που συμπεριλαμβάνει μετρήσεις πέντε αέριων ρύπων που καταγράφηκαν σε τρεις πολιτείες της Αμερικής. Οι αέριοι ρύποι αφορούσαν το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>) και θείου (SO<sub>2</sub>), το όζον (O<sub>3</sub>), και τα αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου μεγαλύτερης των 10 μικρομέτρων (10<sup>-6</sup> μ). Τα επίπεδα των αέριων ρύπων για κάθε πολιτεία που προέκυψαν από την εφαρμογή του δείκτη, συγκρίθηκαν με τα εύροι ορίων που έχουν καθορισθεί από την υπηρεσία περιβάλλοντος της Αμερικής και ταξινομούν την ατμοσφαιρική ποιότητα σε πέντε κλίμακες: καλή, μέτρια, ανθυγιεινή, πολύ ανθυγιεινή και επικίνδυνη. Η βασική παραδοχή αυτή της μελέτης, η οποία σύμφωνα με τον ερευνητή μπορεί να τεθεί υπό αμφισβήτηση, είναι ότι κατά τον υπολογισμό του δείκτη όλοι οι αέριοι ρύποι συμμετείχαν με τον ίδιο συντελεστή ανεξάρτητα από το μέγεθος του κινδύνου που εγκυμονούν για την ανθρώπινη υγεία. Επίσης, η μελέτη αυτή δεν έλαβε καθόλου υπόψη την πληθυσμιακή και δημογραφική κατάσταση των περιοχών γεγονός που θεωρείται σημαντικό σε ότι αφορά την αποτίμηση της απώλειας ευημερίας του ανθρώπου στις περιοχές υπό μελέτη [35].

---

<sup>4</sup> Ο όρος περιγράφει την περιβαλλοντική πολιτική όπως αυτή καθορίζεται μέσα από πλαίσια κανονισμών, αξιών και θεσμών που συνιστούν απτά και διακριτά περιβαλλοντικά αποτελέσματα.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Μεθοδολογία υπολογισμού του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) και σύγκρισης των αποτελεσμάτων του.**

### **5.1. Υπολογισμός του σύνθετου δείκτη ποιότητας νερού και μετατροπή των αερίων ρύπων σε ισοδύναμα CO<sub>2</sub>.**

Τα στοιχεία ανά νομό (παράρτημα Β) που αφορούν τις εκπομπές υγρών αποβλήτων (BOD, TSS, Ολικό N<sub>2</sub> και Ολικός P) αφού εφαρμόστηκε η μέθοδος της κανονικοποίησης για κάθε μια μεταβλητή ξεχωριστά μετατράπηκαν σε σύνθετους δείκτες ποιότητας νερού ανά νομό σύμφωνα με την εμπειρική εξίσωση:

$$WQI = k \frac{\sum iC_iP_i}{\sum iP_i}$$

Η παράμετρος P<sub>i</sub> για το BOD έλαβε την τιμή 3, η παράμετρος TSS έλαβε την τιμή 4, οι παράμετροι ολικός P και Ολικό N έλαβαν τις τιμές 1 και 3 αντίστοιχα. Τέλος, η μεταβλητή k δεν εισήχθη στην εξίσωση λόγω της υποκειμενικότητας της. Από την εφαρμογή της εξίσωσης προέκυψαν 51 τιμές του δείκτη για κάθε νομό της επικράτειας.

Στη συνέχεια τα στοιχεία ανά νομό που αφορούν τις εκπομπές αερίων ρύπων (μεθάνιο και οξείδια του αζώτου) μετατράπηκαν σε ισοδύναμα CO<sub>2</sub> σύμφωνα με τον πίνακα 3.2 και εφαρμόστηκε η μέθοδος της κανονικοποίησης. Οι τιμές του CO<sub>2</sub> που προέκυψαν μετά την κανονικοποίηση κυμάνθηκαν από 0 έως 1.

### **5.2. Υπολογισμός του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) ανά νομό.**

Οι επιμέρους δείκτες που συνθέτουν το ΔΠΕ δηλαδή ο δείκτης ποιότητας νερού και τα ισοδύναμα CO<sub>2</sub> αφού μετατράπηκαν σε τιμές που κυμαίνονται από το 1 (χειρότερη παρατηρηθείσα τιμή) έως το 0 (τιμή στόχος) έτσι ώστε να προκύψουν συγκρίσιμα αποτελέσματα σταθμίστηκαν σύμφωνα με τους συντελεστές στάθμισης που αναφέρονται

στον πίνακα 5.1 και προέκυψε ο ΔΠΕ του οποίου οι τιμές ανά νομό ήταν δεκαδικές. Για λόγους σύγκρισης και συσχέτισης πολλαπλασιάστηκαν με το 100.

Σύμφωνα με την τελευταία δημοσίευση του ΔΠΕ που πραγματοποιήθηκε το έτος 2008 (που αποτελεί τη συνέχεια δυο προηγούμενων δημοσιεύσεων της ίδιας ερευνητικής ομάδας για το έτος 2005 και το 2006) ο δείκτης που απεικονίζει την ατμοσφαιρική ποιότητα (ισοδύναμα CO<sub>2</sub> και διοξείδιο του S) συμμετέχει με συντελεστή 0,0125 στο ΔΠΕ, ο δείκτης που αφορά την επιβάρυνση των υδάτων συμμετέχει με 0,0375 και ο δείκτης που αφορά τα αιωρούμενα σωματίδια με 0,05. Μετά τη στάθμιση των δεικτών τα συνολικά αποτελέσματα που προέκυψαν διαιρέθηκαν με το άθροισμα των συντελεστών στάθμισης ( $0,0125*2+0,0375+0,05=0,1125$ ) έτσι ώστε οι τελικές τιμές του ΔΠΕ να κυμαίνονται από το 0 (καλύτερη τιμή) μέχρι το 1 (χειρότερη τιμή) [2].

### **5.3. Ερμηνεία του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) με τη βοήθεια διαφόρων προσδιοριστικών παραγόντων & της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης.**

Κύρια επιδίωξη όλων των κοινωνικοοικονομικών ερευνών που χρησιμοποιούν την πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι η επιδίωξη ελέγχου της σχέσης μεταξύ μιας εξαρτημένης ή κριτικής μεταβλητής (Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης) και ενός συνόλου ανεξάρτητων ή ερμηνευτικών μεταβλητών καθώς και η εκτίμηση των μοναδικών (και μη αλληλεπικαλυπτόμενων) επιδράσεων κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  &  $\epsilon$ ) και της αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών των μεταβλητών [36].

Ειδικότερα με αυτή την ενότητα γίνεται προσπάθεια ερμηνείας των τιμών που προέκυψαν από τον υπολογισμό του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης ανά νομό με τη βοήθεια διαφόρων επιλεγμένων δεικτών-μεταβλητών (συντελεστές προσδιορισμού) ανά νομό όπως:

- α) ο κατά κεφαλήν δείκτης του ΑΕΠ [37],
- β) η πληθυσμιακή πυκνότητα (ΕΣΥΕ απογραφή 2001),
- γ) ο αστικός πληθυσμός κάθε νομού ποσοστιαία (ΕΣΥΕ απογραφή 2001),
- δ) το ποσοστό συμμετοχής του κάθε νομού στο συνολικό ΑΕΠ της χώρας [37] και
- ε) η κατανάλωση (σε κιλοβατώρες) ρεύματος για βιομηχανική χρήση ως ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας του κάθε νομού [37].

Οι μεταβλητές αυτές επιλέχθηκαν κυρίως λόγω του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος που παρουσιάζει η σχέση της κατάστασης του περιβάλλοντος με την ανάπτυξη (όπως αυτή εκφράζεται μέσω του ΑΕΠ), τον πληθυσμό και την κατανάλωση ενέργειας από το βιομηχανικό κλάδο.

Ειδικότερα ο Δείκτης του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) έχει συχνά χρησιμοποιηθεί και ταυτίζεται με τον δείκτη ανάπτυξης. Το ΑΕΠ αποτελεί ένα μέτρο οικονομικής δραστηριότητας και δεν ενδείκνυται ως δείκτης, ο οποίος μπορεί να περιγράψει την γενική ευημερία. Παρόλα αυτά η σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της ποιότητας του περιβάλλοντος έχει αναλυθεί για πολλές χώρες τις τελευταίες δεκαετίες. Τα αποτελέσματα των ερευνών δείχνουν ότι μερικοί δείκτες βελτιώνονται με την αύξηση του εισοδήματος (πχ ποιότητα νερού και υγιεινή), άλλοι χειροτερεύουν και μετά βελτιώνονται (σωματίδια, οξείδια του θείου) και άλλοι χειροτερεύουν σταθερά (πχ εκπομπές οξειδίων του άνθρακα, οξυγόνο στο νερό). Σε γενικές γραμμές η ανάπτυξη όπως αυτή εκφράζεται μέσω του ΑΕΠ συμβάλει στη βελτίωση του περιβάλλοντος με την προϋπόθεση ότι διατίθενται κονδύλια για τη βελτίωση του [38].

Σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της πληθυσμιακής αύξησης στην ποιότητα του περιβάλλοντος αυτές κυρίως προέρχονται από τη μετατροπή των χρήσεων γης είτε λόγω της αύξησης της καλλιεργούμενης γης είτε λόγω της γενικότερης επεμβατικής επίδρασης του ανθρώπινου παράγοντα (οικιστική ανάπτυξη, χωροταξικός σχεδιασμός κα). Η εντατικοποίηση της γεωργίας σε αρκετές περιπτώσεις αποτελεί μοναδική λύση σε ότι αφορά τη κάλυψη των αυξημένων διατροφικών αναγκών των πολυπληθέστατων υπανάπτυκτων χωρών παρά το πλήθος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που τη συνοδεύουν [34], [39].

Η σύγκριση του ΔΠΕ με την κατανάλωση (σε κιλοβατώρες) ρεύματος για βιομηχανική χρήση ως ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας του κάθε νομού επιλέχθηκε με δεδομένο ότι οι παραγωγικές διαδικασίες στην Ελλάδα χαρακτηρίζονται για το σπάταλο χαρακτήρα τους δηλαδή δεν έχουν υιοθετηθεί πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας που θα βοηθούσαν στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Τα υψηλά ποσοστά της ενέργειας που διοχετεύονται στη βιομηχανία υπογραμμίζουν το γεγονός ότι η Ελλάδα βρίσκεται άνω του μέσου όρου στις εκπομπές των ρύπων που συντελούν στη δημιουργία του «φαινομένου του θερμοκηπίου» και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα ως αποτέλεσμα χρήσης ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

**5.3.1. Αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.**

Η μέθοδος της πολλαπλής παλινδρόμησης είναι μία ευέλικτη μέθοδος ανάλυσης δεδομένων που είναι κατάλληλη στην περίπτωση που η ποσοτική μεταβλητή (η εξαρτημένη η κριτήρια μεταβλητή) διερευνάται σε σχέση με οποιονδήποτε άλλο παράγοντα (εκφραζόμενος ως ανεξάρτητη μεταβλητή ή συντελεστής προσδιορισμού). Το μοντέλο της πολλαπλής παλινδρόμησης δίνει τη δυνατότητα να εξεταστούν οι επιδράσεις μίας ή περισσότερων μεταβλητών λαμβάνοντας και μη τις επιδράσεις των υπολοίπων μεταβλητών [40].

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,637 <sup>a</sup>	,406	,340	,093838872

a. Predictors: (Constant: συντελεστές προσδιορισμού):  
 α. η κατανάλωση (σε κιλοβατώρες) ρεύματος για βιομηχανική χρήση ως ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας του κάθε νομού, β. η πληθυσμιακή πυκνότητα, γ. ο κατά κεφαλήν δείκτης του ΑΕΠ, δ. ο αστικός πληθυσμός κάθε νομού ποσοστιαία, ε. το ποσοστό συμμετοχής του κάθε νομού στο συνολικό ΑΕΠ της χώρας.

b. Dependent Variable: Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης

**Πίνακας 5.1. Πίνακας συντελεστών προσδιορισμού**

Στην ενότητα αυτή το μοντέλο εξετάζει τη δυνατότητα ερμηνείας του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης από πέντε συντελεστές προσδιορισμού (βλ. προηγούμενη ενότητα).

Coefficients <sup>a</sup>							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)	-,017	,055		-,311	,757		
ο αστικός πληθυσμός κάθε νομού ποσοστιαία	,055	,122	,075	,453	,653	,477	2,098
η πληθυσμιακή πυκνότητα	-,676	,523	-,821	-1,292	,203	,033	30,592
ο κατά κεφαλήν δείκτης του ΑΕΠ	,172	,104	,227	1,655	,105	,705	1,419
το ποσοστό συμμετοχής του κάθε νομού στο συνολικό ΑΕΠ της χώρας	,027	,014	1,239	1,912	,062	,031	31,813
η κατανάλωση (σε κιλοβατώρες) ρεύματος για βιομηχανική χρήση ως ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας του κάθε νομού	,003	,083	,006	,042	,967	,653	1,532

a. Dependent Variable: INDICATOR

**Πίνακας 5.2. Εκτιμήσεις παραμέτρων**

Ο πίνακας 5.2. περιέχει τις εκτιμήσεις του μοντέλου και σύμφωνα με αυτόν προκύπτει ότι:

**Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) =**  
- 0,017 + 0,055 \* (Αστικό Πληθυσμό) – 0,676 \* (Πληθυσμιακή Πυκνότητα) +  
0,172 \* (Κατά κεφαλήν ΑΕΠ) + 0,027 \* (Ποσοστό Συμμετοχής του κάθε νομού στο  
συνολικό ΑΕΠ) + 0,003 \* (η κατανάλωση ρεύματος για βιομηχανική χρήση ως ποσοστό στη  
συνολική κατανάλωση ενέργειας του κάθε νομού). **(ΜΟΝΤΕΛΟ 1)**

Από τον πίνακα 5.2 προκύπτει ότι οι συντελεστές προσδιορισμού καθώς και ο σταθερός όρος δεν είναι στατιστικά σημαντικοί και δεν έχουν πολύ σημαντική επίδραση στον ΔΠΕ. Ο συντελεστής του αστικού πληθυσμού έχει θετικό πρόσημο (0,055) και δείχνει την αύξηση στην αναμενόμενη μέση τιμή του ΔΠΕ αν αυξηθεί ο αστικός πληθυσμός κατά μία μονάδα δεδομένου ότι οι υπόλοιποι προσδιοριστικοί όροι είναι σταθεροί. Το ίδιο παρατηρείται και για τους υπόλοιπους προσδιοριστικούς παράγοντες που έχουν εισαχθεί στο μοντέλο 1 πλην της πληθυσμιακής πυκνότητας που φαίνεται η μεταβολή της να έχει αντίθετη σχέση με την αναμενόμενη μέση μεταβολή της τιμής του ΔΠΕ.

Οι δύο τελευταίες στήλες του πίνακα 5.2 αναφέρονται στα διαγνωστικά συγγραμμικότητας. Το VIF (variation inflation factor) αποτελεί μέτρο διάγνωσης της συγγραμμικότητας και όταν λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 2 τότε υπάρχει ένδειξη ότι ενδεχομένως υφίσταται συγγραμμικότητα. Οι συντελεστές προσδιορισμού της «πληθυσμιακής πυκνότητας» και «του ποσοστού συμμετοχής του κάθε νομού στο συνολικό ΑΕΠ της χώρας» εμφανίζουν τιμή μεγαλύτερη του 2 γεγονός που επισημαίνει ότι ενδεχομένως ο αστικός πληθυσμός κάθε νομού και η πληθυσμιακή πυκνότητα περιγράφουν παρεμφερή χαρακτηριστικά του νομού καθώς και ο κατά κεφαλήν δείκτης του ΑΕΠ με τη συμμετοχή του κάθε νομού στο συνολικό ΑΕΠ.

Η τιμή της Tolerance φανερώνει το ποσοστό της διακύμανσης της μεταβλητής που εξηγείται από τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Τιμές μικρότερες του 0,5 όπως παρατηρούνται και πάλι στην περίπτωση του δεύτερου και τέταρτου συντελεστή προσδιορισμού αποτελούν ένδειξη του προβλήματος. Η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού που αφορά τον αστικό πληθυσμό κάθε νομού κινείται οριακά κάτω του 0,5 (σε ότι αφορά Tolerance) και άνω του 2 (σε ότι αφορά VIF) [41], [42].

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

Ο πίνακας Α.3 αναφέρεται και αυτός στα διαγνωστικά συγγραμμικότητας. Η τέταρτη στήλη Condition Index αποτελεί ένα ακόμη διαγνωστικό του προβλήματος. Ειδικότερα τιμές μεγαλύτερες του 15 φανερώνουν πιθανό πρόβλημα συγγραμμικότητας και τιμές άνω του 30 σοβαρό πρόβλημα συγγραμμικότητας. Σύμφωνα με τις τιμές που προκύπτουν από την στατιστική επεξεργασία μόνο ο τελευταίος συντελεστής προσδιορισμού ξεπερνάει το πρώτο όριο (17,6).

Σύμφωνα με τα κριτήρια ελέγχου του φαινομένου της συγγραμμικότητας επαναλήφθηκε η στατιστική επεξεργασία αφαιρώντας τον δεύτερο και τέταρτο συντελεστή προσδιορισμού (παράρτημα Πίνακες Α.4 έως Α.7 για τα αναλυτικά αποτελέσματα). Κατόπιν αυτής προέκυψε νέο μοντέλο για το οποίο το VIF, το Tolerance και το Condition Index έχουν τιμές οι οποίες δεν ξεπερνούν τα όρια εμφάνισης συγγραμμικότητας. Το νέο μοντέλο που προκύπτει περιγράφεται από τη σχέση:

$$\text{Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ)} = - 0,116 + 0,26 * (\text{Αστικό Πληθυσμό}) + 0,22 * (\text{Κατά κεφαλήν ΑΕΠ}) - 0,03 * (\text{η κατανάλωση ρεύματος για βιομηχανική χρήση ως ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας του κάθε νομού}). \text{ (MONTELO 2)}$$

Από τον πίνακα Α.6 του παραρτήματος προκύπτει ότι οι συντελεστές προσδιορισμού καθώς και ο σταθερός όρος είναι στατιστικά σημαντικοί και έχουν σημαντική επίδραση στον ΔΠΕ. Τα συμπεράσματα που βγαίνουν από το μοντέλο 2 όπως και στην περίπτωση του πρώτου είναι ότι ο συντελεστής που αφορά το ποσοστό του πληθυσμού κάθε νομού που είναι αστικός (0,26) δείχνει την αύξηση στην αναμενόμενη μέση τιμή του ΔΠΕ αν αυξήσουμε το ποσοστό αυτό κατά μία μονάδα δεδομένου ότι το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και κατανάλωση της ενέργειας από τη βιομηχανία είναι σταθερή. Για κάθε μονάδα αύξησης του ποσοστού του αστικού πληθυσμού η αναμενόμενη μέση τιμή του ΔΠΕ αυξάνεται κατά 0,26 μονάδες. Το ίδιο ισχύει και με το συντελεστή του ΑΕΠ που λαμβάνει την τιμή 0,22. Στην περίπτωση του συντελεστή της κατανάλωσης ενέργειας για βιομηχανική χρήση ο συντελεστής είναι -0,03 γεγονός που δείχνει την αρνητική σχέση του με το ΔΠΕ. Το γεγονός αυτός ενδεχομένως εκφράζει ότι η κατανάλωση ενέργειας που προέρχεται από τη βιομηχανία δεν αποτελεί το μοναδικό παράγοντα που συμβάλει στην περιβαλλοντική επιβάρυνση των νομών [43].

## **5.4. Ο Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) σε σχέση με το πλήθος των Περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων που πραγματοποιήθηκαν ανά Νομό.**

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιήθηκε συσχέτιση μεταξύ των τιμών του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης στους 51 νομούς και των αντίστοιχων τιμών που καθορίζουν το πλήθος των επιθεωρήσεων που πραγματοποιήθηκαν από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος (Ε.Υ.Ε.Π.).

Η συσχέτιση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ των τιμών του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης στους 51 νομούς και των αντίστοιχων τιμών που καθορίζουν το πλήθος των επιθεωρήσεων που πραγματοποιήθηκαν είναι ιδιαίτερα σημαντική στην περίπτωση που κρίνεται σκόπιμο να διερευνηθεί η σχέση της αποτελεσματικότητας της περιβαλλοντικής εποπτείας και του ελέγχου.

<b>Correlations</b>			
		<b>ΔΠΕ</b>	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΝΟΜΟ</b>
<b>ΔΠΕ</b>	Pearson Correlation	1	,542**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	51	51
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΝΟΜΟ</b>	Pearson Correlation	,542**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	51	51
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

**Πίνακας 5.3: Συσχέτιση μεταξύ ΔΠΕ και Πλήθους Επιθεωρήσεων ανά Νομό.**

Για τη διερεύνηση της σχέσης αυτής πραγματοποιήθηκε συσχέτιση «Pearson» τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται στον πίνακα 10. Οι τιμές που προκύπτουν από τη συσχέτιση κινούνται από -1 έως 1 και μετρούν τη δύναμη (σύμφωνα με την απόλυτη τιμή) και την διεύθυνση (σύμφωνα με το πρόσημο) της γραμμικής σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών [44].

## **Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα του ‘Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης’ (EPI: Environmental Performance Index) στους νομούς της Ελλάδος.**

### **6.1. Εισαγωγή.**

Τα στοιχεία ανά νομό (παράρτημα Β) προέρχονται από τη μελέτη που εκπονήθηκε στα πλαίσια της υλοποίησης του έργου με τίτλο: "Απογραφή αέριων ρύπων, στερεών και υγρών αποβλήτων από τη βιομηχανία και εκπομπών από την κεντρική θέρμανση" που είχε ως αντικείμενο την απογραφή των εκπομπών (αερίων ρύπων, υγρών και στερεών αποβλήτων) από σταθερές πηγές ρύπανσης (βιομηχανία και κεντρικές θερμάνσεις) [45]. Το έργο αυτό που χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Περιβάλλον" (ΕΠΠΕΡ), του Β' ΚΠΣ (Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης) εντασσόταν στο πλαίσιο της δημιουργίας υποδομής για την κάλυψη των αναγκών του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, της παρακολούθησης του περιβάλλοντος και της τήρησης των περιβαλλοντικών όρων και αποτελεί ιδιαίτερα αξιόπιστη και ολοκληρωμένη πηγή για την άντληση των απαιτούμενων δεδομένων για τον υπολογισμό του δείκτη ΔΠΕ. Τα στοιχεία που συλλεχθήκαν, καλύπτουν σημαντικές ανάγκες των φορέων που δραστηριοποιούνται στον τομέα του περιβάλλοντος (ΥΠΕΧΩΔΕ, ΕΥΠΕ), ως προς τη διαμόρφωση και λειτουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης πληροφοριών σχετικών με τους ρύπους που παράγονται από τις σταθερές πηγές ρύπανσης (βιομηχανία και κεντρικές θερμάνσεις) [46].

Στη μελέτη αυτή συλλέχθηκαν και συστηματοποιήθηκαν στοιχεία 1000 βιομηχανικών μονάδων από 48 βιομηχανικούς κλάδους (καθεστώς λειτουργίας, δραστηριότητα, γεωγραφική θέση, παραγωγή, εκπομπές κ.λπ.), σε σχέση με τη λειτουργία τους και την περιβαλλοντική τους επίδοση. Τα στοιχεία της απογραφής αφορούν τη χρονική περίοδο 2000-2001 και ο κύριος όγκος των απογεγραμμένων μονάδων εντοπίζεται στις περιφέρειες της Αττικής και της Κεντρικής Μακεδονίας, καθώς και στην περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας (βιομηχανικές περιοχές Οινόφυτων και Σχηματαρίου).

Εκτός από τη συμβολή των βιομηχανικών κλάδων στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος ιδιαίτερο ρόλο παίζει και η Κεντρική Θέρμανση που συμμετέχει στην ατμοσφαιρική



**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

ρύπανση ανάλογα με τον τύπο και την ισχύ του Θερμικού συγκροτήματος, το είδος του καυσίμου και την ποιότητα συντήρησης της εγκατάστασης.

<b>Μετρήσεις Αερίων Εκπομπών</b>	
<b>ΚΛΑΔΟΣ</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ</b>
Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών	5
Είδη υγιεινής και πυρίμαχα - κεραμικά - τούβλα κλπ	5
Τσιμέντο - ασβέστης - γύψος - αμιάντος κλπ	4
Παραγωγή σιδήρου, χάλυβα και σιδηροκραμάτων	3
Παραγωγή βασικών πολυτίμων και μη-σιδηρούχων μετάλλων (ανακύκλωση Pb, συσσωρευτές)	1
Χύτευση μετάλλων	2
Κατασκευή ηλεκτρικών συσσωρευτών κλπ	1
Διύλιση / αποθήκευση πετρελαιοειδών	3
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>24</b>

Πίνακας 6.1. Αριθμός μονάδων όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις αερίων εκπομπών στους διάφορους παραγωγικούς κλάδους [46].

Η απογραφή των εκπομπών από την Κεντρική Θέρμανση διέφερε ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή στην οποία πραγματοποιήθηκε και χωρίζεται σε δύο γεωγραφικές ενότητες: η μια αφορά το Πολεοδομικό Συγκρότημα Αθηνών και η άλλη τις Μεγάλες Ελληνικές πόλεις της Θεσσαλονίκης, της Πάτρας και της Λάρισα.

Ο αριθμός των μετρούμενων μονάδων και των δειγμάτων για τις αέριες εκπομπές και τα υγρά απόβλητα φαίνεται στους Πίνακες 5.1. και 5.2.

<b>Μετρήσεις Υγρών</b>		
<b>ΚΛΑΔΟΣ</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ</b>	<b>ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ / ΜΟΝΑΔΑ</b>
Χοιροτροφεία	2	3
Σφαγεία (και αλλαντικά)	24	3
Αλιεύματα	4	3
Επεξεργασία και συντήρηση φρούτων - λαχανικών	19	3
Γαλακτοκομικά	15	3
Ποτοποιία	14	3
Χαρτοποιία	4	3
Σαπούνια - Απορρυπαντικά	1	3
Κλωστοϋφαντουργεία – βαφεία – φινιριστήρια	23	3
Βυρσοδεψεία	13	3
Επιμεταλλωτήρια	11	3
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>130</b>	<b>390</b>

Πίνακας 6.2. Αριθμός μονάδων & επισκέψεων όπου καταγράφηκαν μετρήσεις υγρών εκπομπών στους διάφορους παραγωγικούς κλάδους [46].

## **6.2. Αποτελέσματα του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) και της στατιστικής παλινδρόμησης.**

Ο υπολογισμός του ΔΠΕ παρέχει μια εμπειρική βάση για τη σύγκριση της περιβαλλοντικής επίδοσης των νομών της Ελλάδος. Τα στοιχεία ανά νομό (παράρτημα Β) που αφορούν τις εκπομπές υγρών αποβλήτων μετατράπηκαν σε σύνθετους δείκτες ποιότητας νερού και οι εκπομπές αερίων (μεθάνιο και οξείδια του αζώτου) ανά νομό σε ισοδύναμα CO<sub>2</sub>. Στη συνέχεια ο δείκτης ποιότητας του νερού, τα ισοδύναμα CO<sub>2</sub>, το διοξείδιο του S και τα συνολικά αιωρούμενα σωματίδια σταθμίστηκαν σύμφωνα με τους συντελεστές στάθμισης που αναφέρονται στην ενότητα 5.2 και προέκυψε ο ΔΠΕ του οποίου οι τιμές ανά νομό ήταν δεκαδικές. Για λόγους σύγκρισης και συσχέτισης πολλαπλασιάστηκαν με το 100.

Παρόλο που τα αποτελέσματα σε σχέση με τους περισσότερο περιβαλλοντικά βεβαρημένους νομούς είναι αναμενόμενα ωστόσο η απεικόνιση της περιβαλλοντικής τους κατάστασης όπως αυτή εκφράζεται μέσω του ΔΠΕ (πολλαπλασιασμένο με το 100) αναδεικνύει μια σχετική και συγκρίσιμη θέση του κάθε νομού της Επικράτειας. Η κατάταξη των 51 νομών όπως αυτή προέκυψε βάσει των αποτελεσμάτων υπολογισμού του ΔΠΕ φαίνεται στον πίνακα Α1 του παραρτήματος.

Οι πέντε χειρότεροι νομοί σε ότι αφορά την περιβαλλοντική τους επίδοση (βάσει των μετρήσεων από τις εκπομπές της βιομηχανίας και των κεντρικών θερμάνσεων) είναι με σειρά η Κοζάνη, η ευρύτερη περιοχή του Λεκανοπεδίου Αττικής, η Εύβοια, η Βοιωτία και η Αρκαδία. Ο νομός της Κοζάνης με τιμή του ΔΠΕ 64,6, ξεπερνάει αρκετά τον πολυπληθέστερο της Αττικής (45,5) γεγονός που ερμηνεύεται από την δραστηριότητα των εργοστασίων παραγωγής ενέργειας της ΔΕΗ που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη το κάρβουνο. Το κάρβουνο αποτελεί τη μικρότερη από πλευράς θερμικής απόδοσης και τη χειρότερη από άποψη αερίων εκπομπών πρώτη ύλη ενώ είναι κοινά αποδεκτό ότι η παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα είναι υπεύθυνη για την πλειοψηφία των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου παγκοσμίως. Σημειώνεται επίσης πως στον άξονα Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας – Κοζάνης είναι συγκεντρωμένο το μεγαλύτερο κοίτασμα λιγνίτη της χώρας, από την εκμετάλλευση του οποίου παράγεται το 57 των αναγκών της Ελλάδας σε ηλεκτρική ενέργεια [47].

Η Βοιωτία επίσης εμφανίζει υψηλό δείκτη γεγονός που εξηγείται από την εντονότερη παρουσία διαφόρων βιομηχανικών δραστηριοτήτων τόσο κατά μήκος του οδικού άξονα που τη διατρέχει όσο και στις οριοθετημένες βιομηχανικές περιοχές (ΒΠΕ) της.

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ

<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ (ΔΠΕ) * 100</b>
Κοζάνης	64,62
Περιφέρεια Πρωτεύουσας	45,48
Εύβοιας	22,02
Βοιωτίας	20,48
Αρκαδίας	18,51
Μαγνησίας	16,65
Θεσσαλονίκης	13,90

Πίνακας 6.3. Νομοί με τη μεγαλύτερη τιμή του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (τιμή ΔΠΕ \*100)

Οι νομοί για τους οποίους ο ΔΠΕ κατέγραψε μηδενική τιμή είναι τα Γρεβενά, η Λευκάδα, η Ευρυτανία, η Κέρκυρα, η Κεφαλληνία, η Ζάκυνθος και η Σάμος. Στους νομούς αυτούς η βιομηχανική δραστηριότητα είναι ιδιαίτερα μικρή καθώς και οι εκπομπές από την υφιστάμενη βιομηχανία και θέρμανση αμελητέες. Ιδιαίτερα ο νομός της Ευρυτανίας και των Γρεβενών παρουσιάζουν το μικρότερη τιμή πληθυσμιακής πυκνότητας στην Ελλάδα σύμφωνα με την τελευταία απογραφή και το αποτέλεσμα θεωρείται απόλυτα αναμενόμενο αν αναλογιστεί κανείς και τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τους (δασοκάλυψη, μέσο υψόμετρο κλπ).

Οι νομοί που βρίσκονται στη μεσαία κατάταξη είναι ο νομός των Χανίων, της Πέλλας, της Αργολίδας, της Καρδίτσας, της Λέσβου, της Ημαθίας, των Τρικάλων, του Κιλκίς και της Αιτωλοακαρνανίας.

Τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και ειδικότερα σύμφωνα με το μοντέλο 2, έδειξαν ότι υπάρχει θετική σχέση μεταξύ της μεταβολής του ΑΕΠ και της μεταβολής του αστικού πληθυσμού του κάθε νομού με τη μεταβολή του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης. Δηλαδή παρατηρείται ότι οι νομοί που έχουν υψηλό κατά κεφαλήν ΑΕΠ και ποσοστό αστικού πληθυσμού καταγράφουν και υψηλό ΔΠΕ. Σε ότι αφορά τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης για το ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας για βιομηχανική χρήση ανά νομό ο συντελεστής (-0,027) που προέκυψε δεν βοηθάει να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τη σχέση της μεταβολής του με το ΔΠΕ.

### **6.3. Αποτελέσματα από τη συσχέτιση του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) με το πλήθος των Περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων που πραγματοποιήθηκαν ανά Νομό.**

Κύρια αρμοδιότητα της Υπηρεσίας αυτής είναι ο έλεγχος και η παρακολούθηση της εφαρμογής των περιβαλλοντικών όρων που επιβάλλονται για την πραγματοποίηση έργων και δραστηριοτήτων του Δημόσιου, του ευρύτερου δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα. Βασικός της στόχος είναι η υποστήριξη των υφιστάμενων μηχανισμών ελέγχου, η διασφάλιση της τήρησης της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και η πιο αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος.

Ειδικότερα, η αρμοδιότητα της ΕΥΕΠ αφορά ελέγχους σε περιοχές με σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα και δρομολόγηση λύσεων, μείωση του ποσοστού των έργων και δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται ή λειτουργούν χωρίς περιβαλλοντική αδειοδότηση, προστασία του περιβάλλοντος από τις παράνομες επεμβάσεις σε προστατευόμενες περιοχές, συλλογή και επεξεργασία στοιχείων που αφορούν στην τήρηση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και των περιβαλλοντικών όρων που επιβάλλονται για την πραγματοποίηση έργων και δραστηριοτήτων.

Οι επιθεωρήσεις από την ΕΥΕΠ πραγματοποιούνται είτε στο πλαίσιο του προγραμματισμού της υπηρεσίας, είτε μετά από καταγγελίες, είτε σε περιπτώσεις διερεύνησης ατυχημάτων (έκτακτοι έλεγχοι), όπως ακριβώς προβλέπεται από την Κοινοτική και την Εθνική Νομοθεσία. Η ΕΥΕΠ διαιρείται διοικητικά σε δύο τομείς, τον Τομέα Νοτίου Ελλάδας με έδρα την Αθήνα και τον Τομέα Βορείου Ελλάδας με έδρα τη Θεσσαλονίκη. Οι επιθεωρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ανά τομέα φαίνονται στον πίνακα Α.8 του παραρτήματος.

Το πλήθος των επιθεωρήσεων που αποτελεί ενδεικτική καταγραφή περιβαλλοντικής εποπτείας ανά νομό περιλαμβάνει παραβάσεις που αφορούν κυρίως σε έλλειψη περιβαλλοντικής αδειοδότησης, έλλειψη συστημάτων παρακολούθησης εκπομπών ρύπων (monitoring), μη τήρηση περιβαλλοντικών όρων, έλλειψη συστημάτων αντιρρύπανσης και μη σωστή λειτουργία τους και αυθαίρετες παρεμβάσεις. Το ποσοστό επιθεωρήσεων που πραγματοποιήθηκαν ανά κατηγορία έργου δραστηριότητας εμφανίζεται στον πίνακα 6.4.

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

Είδος δραστηριότητας	Ποσοστό επί του συνόλου (%)
Βιομηχανίες	42,5
Παραγωγή ενέργειας	3
Βιολογικοί Καθαρισμοί	5
ΧΑΔΑ	5
ΧΥΤΑ	2,5
Χοιροτροφικές-πτηνοτροφικές	4,5
Επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον	3
Λοιπά	34,5

**Πίνακας 6.4.: Ποσοστό Επιθεωρήσεων ανά Κατηγορία Έργου/Δραστηριότητας**

Ο συντελεστής συσχέτισης που προέκυψε (0,542) από τη συσχέτιση που πραγματοποιήθηκε μεταξύ της μεταβλητής του πλήθους επιθεωρήσεων και της μεταβλητής του ΔΠΕ δείχνει ότι υπάρχει θετική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών αλλά όχι πολύ ισχυρή. Το συμπέρασμα που μπορεί να βγει είναι ότι μέσω των δράσεων και ενεργειών της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών για την προώθηση της εφαρμογής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και της τήρησης των περιβαλλοντικών όρων, καθώς και της ελεύθερης πρόσβασης από τους πολίτες στην περιβαλλοντική πληροφόρηση δεν επετεύχθη κάποια βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών όπως αυτές καταγράφονται μέσω της διακύμανσης τιμών του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης στους 51 νομούς της επικράτειας. Παρόλα αυτά διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο πλήθος των ελέγχων που πραγματοποιήθηκε από την ΕΥΕΠ έγινε στους νομούς που εμφανίζουν τη χειρότερη περιβαλλοντική επίδοση. Κατά συνέπεια οι δράσεις και οι έλεγχοι της υπηρεσίας πραγματοποιούνται στους νομούς που έχουν τη μεγαλύτερη ανάγκη.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα**

Οι Δείκτες Περιβαλλοντικής Επίδοσης όπως και όλοι οι δείκτες γενικότερα αποτελούν χρησιμότερο εργαλείο για όλους εκείνους που καλούνται είτε λόγω πολιτικής είτε λόγω ουσιαστικής θέσης να λάβουν αποφάσεις για το σχεδιασμό και την εφαρμογή προγραμμάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Η χρήση περιβαλλοντικών δεικτών για την εκτίμηση και την αριθμητική απεικόνιση των επιπτώσεων που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στο περιβάλλον καθώς επίσης και για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την κατάσταση ενός πολύπλοκου συστήματος όπως είναι το περιβάλλον μέσω περιληπτικών στατιστικών στοιχείων είναι εφικτή αλλά έχει ιδιαίτερες δυσκολίες. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι κατά την κατασκευή των περιβαλλοντικών δεικτών (σύνθετων ή απλών) να δίνεται το μέγιστο δυνατό βάρος στην επιστημονική τεκμηρίωση και στην κοινή αποδοχή από την επιστημονική κοινότητα της μεθοδολογίας βάσει της οποίας προκύπτουν τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών δεικτών. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή αξιοπιστία και αποδοχή των αποτελεσμάτων γεγονός που είναι αναντίρρητα απαραίτητο για τη μικρότερη δυνατή αμφισβήτηση των συμπερασμάτων που μπορεί να προκύψουν.

Ειδικότερα ο υπολογισμός του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) παρέχει μια βάση για τη σύγκριση της περιβαλλοντικής επίδοσης των νομών της Ελλάδος σύμφωνα με την αξιοπιστία των δεδομένων που προέρχονται από τη μελέτη που εκπονήθηκε για την απογραφή των αέριων ρύπων, υγρών και στερεών αποβλήτων από τη βιομηχανία και των εκπομπών από την κεντρική θέρμανση. Η σχετική θέση στη λίστα της περιβαλλοντικής κατάταξης των νομών (παράρτημα Α) καθώς και η σύγκριση των τιμών που λαμβάνει ο Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης αποτελούν ένδειξη για την ένταση των πιέσεων που υφίσταται το περιβάλλον στους νομούς αυτούς.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του δείκτη οι νομοί της Κοζάνης και της Αττικής καταγράφουν τη μεγαλύτερη (χειρότερη) τιμή γεγονός που είναι δικαιολογημένο αν αναλογιστεί κανείς τα σύγχρονα περιβαλλοντικά ζητήματα που ταλανίζουν τις περιοχές αυτές. Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η διαφορά τιμής μεταξύ του πρώτου, του δεύτερου και του τρίτου σε περιβαλλοντική κατάσταση νομού. Ο νομός της Κοζάνης καταγράφει τριπλάσια τιμή και η Αττική διπλάσια σε σχέση με το νομό της Εύβοιας που βρίσκεται στην τρίτη θέση.

Ο τέταρτος σε σειρά νομός της Βοιωτίας καθώς και ο πέμπτος της Αρκαδίας (λόγω της μονάδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη Μεγαλόπολη) βρίσκονται πολύ κοντά σε τιμές γεγονός που περιγράφει την ήπια αποκλιμάκωση των τιμών του ΔΠΕ μέχρι το μηδενισμό του δείκτη (περιπτώσεις των νομών Λευκάδος, Γρεβενών, Ευρυτανίας, Ζακύνθου, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας και Σάμου).

Η σύγκριση της περιβαλλοντικής κατάστασης (όπως αυτή απεικονίζεται μέσω των τιμών του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης) με το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και την πληθυσμιακή πυκνότητα ή τον αστικό πληθυσμό έχει αποτελέσει συχνά αντικείμενο ανάλυσης από τα μέσα του εικοστού αιώνα. Υπάρχει η αντίληψη ότι ο πιο σύντομος δρόμος για τη βελτίωση του περιβάλλοντος είναι αυτός της οικονομικής ανάπτυξης [49] και ότι τα υψηλότερα εισοδήματα και το υψηλότερο βιοτικό επίπεδο έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης αγαθών και υπηρεσιών μικρότερης εντάσεως πρώτης ύλης καθώς και ζήτηση για ποιοτικότερο περιβάλλον που οδηγεί σε υιοθέτηση μέτρων περιβαλλοντικής προστασίας [32]. Στον αντίποδα αυτού του ισχυρισμού η αυξανόμενη οικονομική δραστηριότητα όσον αφορά την κατανάλωση και την παραγωγή απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες εισροών ενέργειας και ύλης γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερη έκλυση υγρών, στερεών και αερίων ρύπων που υπερβαίνουν τη φέρουσα ικανότητα δηλαδή την ικανότητα αφομοίωσης τους από το περιβάλλον, συμβάλλοντας στην υποβάθμιση του.

Στην περίπτωση του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης από την ανάλυση που έγινε μέσω παλινδρόμησης φαίνεται ότι οι νομοί με υψηλότερο κατά κεφαλήν ΑΕΠ έχουν μεγαλύτερο ΔΠΕ που σημαίνει ότι στην περίπτωση των 51 νομών η αυξημένη οικονομική δραστηριότητα έχει ως αποτέλεσμα την υψηλότερη πίεση στο φυσικό περιβάλλον γεγονός που επισημαίνει ότι δεν εφαρμόζονται αυστηρότερα μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας και πιθανώς δεν διατίθεται τα ανάλογα κονδύλια από τους υπεύθυνους περιβαλλοντικής πολιτικής στους νομούς που το έχουν ανάγκη.

Επίσης από την ανάλυση παλινδρόμησης βρέθηκε θετική σχέση μεταξύ του ΔΠΕ και του ποσοστού του αστικού πληθυσμού ανά νομό γεγονός που συντείνει στο ότι η μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα που παρατηρείται στα αστικά κέντρα δημιουργεί ιδιαίτερες πιέσεις στο περιβάλλον. Παρόλα αυτά η σύγκριση των αποτελεσμάτων του δείκτη με το ποσοστό του αστικού πληθυσμού του κάθε νομού, δείχνει ότι νομοί με μεγάλο αστικό πληθυσμό εμφανίζονται διεσπαρμένοι από την αρχή μέχρι το τέλος της κατάταξης του πίνακα περιβαλλοντικής επίδοσης των νομών. Για παράδειγμα οι νομοί με μεγάλο αστικό πληθυσμό

και καλή περιβαλλοντική επίδοση (Κέρκυρα, Ζάκυνθος και Ημαθία) αποδεικνύουν ότι η μεγάλη πυκνότητα του πληθυσμού στα αστικά κέντρα δεν αποτελεί ανυπέρβλητο εμπόδιο για την σχετικά καλή περιβαλλοντική κατάσταση των νομών.

Από τη σύγκριση του ΔΠΕ με την κατανάλωση ενέργειας για βιομηχανική χρήση προέκυψε μικρή σχέση και αρνητική που σημαίνει ότι η κατανάλωση ενέργειας από τη βιομηχανία δεν σχετίζεται με την περιβαλλοντική επίδοση των νομών. Το συμπέρασμα που μπορεί να βγει είναι ότι σημαντικότερο ρόλο στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος σίγουρα έχει η παρουσία των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις περιοχές με υψηλό ΔΠΕ παρά η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από αυτές.

Σε ότι αφορά τη σχέση του πλήθους των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών με την περιβαλλοντική επίδοση των νομών δε φαίνεται να υπάρχει μεγάλη συσχέτιση. Παρόλα αυτά η περιβαλλοντική πολιτική μέσω των ελέγχων που πραγματοποιεί η αρμόδια υπηρεσία είναι προς τη σωστή κατεύθυνση αν αναλογιστεί κανείς ότι οι περισσότεροι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν κυρίως στους νομούς που καταγράφουν τη χειρότερη περιβαλλοντική επίδοση.

Επίσης από την επεξεργασία των περιβαλλοντικών στοιχείων τόσο αυτών που αφορούν τη μελέτη που πραγματοποίησε το ΥΠΕΧΩΔΕ όσο και των άλλων αναγκαίων για τη σύγκριση στοιχείων προέκυψε ότι υπάρχει ανάγκη να κατευθυνθούν οι προσπάθειες προς τη διαμόρφωση κοινών πλαισίων συλλογής περιβαλλοντικών δεδομένων που θα κάνουν δυνατές τις συγκρίσεις τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Με τον τρόπο αυτό τα συμπεράσματα των μελετών και ερευνών που πραγματοποιούνται θα είναι πιο χρήσιμα και ουσιαστικά προς το όφελος της αποτελεσματικής περιβαλλοντικής πολιτικής και του περιβάλλοντος. Σε πολλές περιπτώσεις οι μετρήσεις διαφόρων περιβαλλοντικών παραμέτρων προκύπτουν μέσω εκτιμήσεων στατιστικών μοντέλων και μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από τις πραγματικές ενώ οι μετρήσεις μεταβλητών που είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό των δεικτών περιβαλλοντικής ποιότητας διεθνών οργανισμών δεν πραγματοποιούνται.

Κατά συνέπεια προβάλλεται ως επιτακτική η ανάγκη σε πρώτο στάδιο καταγραφής και σε δεύτερο ανάλυσης της περιβαλλοντικής πληροφορίας τουλάχιστον σε επίπεδο νομού και κατόπιν η αξιοποίηση της υπάρχουσας πληροφορίας έτσι ώστε οι προσπάθειες που πραγματοποιούνται για τον ευρύτερο Χωροταξικό και Περιβαλλοντικό Σχεδιασμό και τη διαχείριση του περιβάλλοντος (πχ μέσω των διαφόρων Στρατηγικών Μελετών



## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, για τον Τουρισμό κα)  
να είναι όσο το δυνατόν πιο επικοινωνητικές.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] United Nation Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO). Διαθέσιμο στο: <URL: [http://www.unesco.auth.gr/unescochair/files/2001\\_conference\\_abstracts\\_gr.doc](http://www.unesco.auth.gr/unescochair/files/2001_conference_abstracts_gr.doc), [Πρόσβαση στις 22 Οκτωβρίου 2009].
- [2] Yale Center for Environmental Law & Policy, Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, (2008). Environmental Performance Index. Διαθέσιμο στο: <URL: <http://epi.yale.edu>>
- [3] Organization for Economic Cooperation and Development OECD (2008), ‘Handbook on Constructing Composite Indicators. METHODOLOGY AND USER GUIDE’, OECD Publications.
- [4] Liu F. H. D. (1997) ‘Environmental Engineering Handbook’, 2nd edition, Lewis Publishers, New York.
- [5] Organization for Economic Cooperation and Development (OECD),(1991), ‘Environmental indicators: a preliminary set.’, (OECD), Paris.
- [6] EEA (2003), Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting. Copenhagen, Denmark.
- [7] EEA (2008), Catalogue of forward-looking indicators from selected sources. A contribution to the forward-looking component of a shared environmental information system. Technical Report No 8 Copenhagen, Denmark.
- [8] European Environment Agency (EEA), Διαθέσιμο στο: <URL : <http://star.eea.eu.int/>>, [Πρόσβαση στις 2 Μαρτίου 2009].
- [9] Environment Australia (2000), *National Pollutant Inventory Guide*, Version 2.4.
- [10] EEA (1999), Environmental Indicators: Typology and overview. Technical Report No 25. Copenhagen, Denmark.
- [11] Jesinghaus J. (1999), A European System of Environmental pressure Indices: First Volume of the Environmental Pressure Indices Handbook”
- [12] OECD (2002), Aggregated Environmental Indices, Review of Aggregation Methodologies in Use. Working Group on Environmental Information and Outlooks. Paris.

## **ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

- [13] Patterson M., J. Lermitt and N. Jollands (2003), The usefulness of aggregate indicators in policy making and evaluation: a discussion to application to eco-efficiency indicators in New Zealand, New Zealand.
- [14] Yale Center for Environmental Law & Policy, Center for International Earth Science Information Network, Columbia University , (2006). Pilot 2006 Environmental Performance Index. Διαθέσιμο στο: <URL: <http://epi.yale.edu>.>
- [15] ECNC-European Centre for Nature Conservation (2005), Indicators for the quantification of multifunctionality impacts. MEA-Scope, Netherlands.
- [16] EUROSTAT (1999), Towards environmental pressure indicators for the EU, 1<sup>st</sup> edition, Theme 8 Environment and energy.
- [17] Kiely G. (1998) 'Environmental Engineering ', McGraw-Hill, New York.
- [18] OECD (eds.) (2001), *Environmental indicators for agriculture. Volume 1 – Concepts and Framework*. OECD, Paris.
- [19] Forster, P. et al (2007) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
- [20] Sygna L., J.S. Fuglestedt and H.A. Aaheim (2003), The adequacy of GWPS as indicators of damage costs incurred by global warming, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- [21] Pesce S. and D. Wunderlin (2000), Use of the water quality indices to verify the impact of Cordoba City (Argentina) on Suquia river, Pergamon, Great Britain.
- [22] Borja R. et. al (2006), Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution, Madrid, Spain.
- [23] Μπριασούλη Ελ. (1997) 'Δείκτες Αειφορίας: κριτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας', Τμήμα Ανθρωπογεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- [24] Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), (1993). 'OECD core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment, Environmental Monographs No 83' ,OECD, Paris.

- [25] The International Development and Research Centre (IDRC) Science for Humanity, Διαθέσιμο στο: <URL: [http://www.idrc.ca/en/ev-5474-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/en/ev-5474-201-1-DO_TOPIC.html)>, [Πρόσβαση στις 22 Οκτωβρίου 2009].
- [26] Mathis Wackernagel, Justin Kitzes, Dan Moran, Steven Goldfinger and Mary Thomas (2006) 'The Ecological Footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand', SAGE Publications.
- [27] Millennium Development Goals Dashboard, Διαθέσιμο στο: <URL: <http://http://esl.jrc.it/dc>>, [Πρόσβαση στις 31 Οκτωβρίου 2009].
- [28] Farsari Y. and P. Prastacos, 'Sustainable Development Indicators: An overview', Institute of Applied and Computational Mathematics (IACM), Foundation for the Research and the Technology Hellas (FORTH).
- [29] Λέκα Α. Σπύρος Γκούμας Σπ. και Κ.Κασσιός (2005) 'Η Σύγχρονη Σημασία και ο Ρόλος των Περιβαλλοντικών Δεικτών στη Διαχείριση του Περιβάλλοντος, ΤΕΕ.
- [30] Ministry for the Environment, Physical Planning and Public Works (2008), 'CLIMATE CHANGE, EMISSIONS INVENTORY', Athens.
- [31] ΥΠΕΧΩΔΕ (2007) 'Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του', Αθήνα.
- [32] Panayotou Th. (2003) 'ECONOMIC GROWTH AND THE ENVIRONMENT' Economic Survey of Europe.
- [33] United Nations (2001) 'Population, Environment and Development. The Concise Report' United Nations Publication, New York.
- [34] Detlef J. (1998), Environmental performance and policy regimes: Explaining variations in 18 OECD-countries, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- [35] Khanna N. (2000) Measuring environmental quality: an index of pollution, Elsevier, New York.
- [36] Robins J. Clive (1987), On Interpreting Results of Multiple Regression Procedures: A Cautionary Note for Researchers and Reviewers, Plenum Publishing Corporation, New York.
- [37] ICAP, Στατιστικές απογραφές 2001, Διαθέσιμο στο: <URL : [www.econmics.gr](http://www.econmics.gr)> .

- [38] Παυλίκκας Ανδρέας (2008), Ο Δείκτης του ΑΕΠ και Η Μέτρηση της Ευημερίας των Πολιτών.
- [39] Ακύλας Ε., Σ. Λυκούδης και Δ. Λάλας (2005), Κλιματική αλλαγή στον Ελλαδικό χώρο. Ανάλυση παρατηρήσεων: Τάσεις των τελευταίων 100 ετών. Παρατηρητήριο κλιματικών αλλαγών, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.
- [40] Cohen J. & P., West S. and S.L. Aiken (2003), Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences, 3<sup>rd</sup> Ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [41] Τσαργής Μιχαήλ (2006), Ανάλυση Διακύμανσης στο SPSS, Διδακτικές Σημειώσεις.
- [42] University of California Los Angeles Academic Technology Services, SPSS Library. Διαθέσιμο στο: <URL : <http://www.ats.ucla.edu/stat/spss>>, [Πρόσβαση στις 2 Οκτωβρίου 2009].
- [43] Rubinfeld L. D. (1998), Reference Guide on Multiple Regression, University of California, Berkeley, California.
- [44] Χαλίκιας Ιωάννης (2003), Στατιστική. Μέθοδοι Ανάλυσης για Επιχειρηματικές Αποφάσεις 2<sup>nd</sup> Edition, Rosili, Γέρακας.
- [45] Διαθέσιμο στο: <URL: [http://www.minenv.gr/4/41/g4100\\_aro.htm](http://www.minenv.gr/4/41/g4100_aro.htm)>, [Πρόσβαση στις 27 Σεπτεμβρίου 2009].
- [46] Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Περιβάλλον" Ε.Π.ΠΕΡ" (2<sup>ο</sup> ΚΠΣ), *Απογραφή αέριων ρύπων, στερεών και υγρών αποβλήτων από τη βιομηχανία και εκπομπών από την κεντρική θέρμανση*, ΥΠΕΧΩΔΕ.
- [47] Διαθέσιμο στο: <URL: [http://www.kathimerini.gr/4dcgi/\\_w\\_articles\\_ell\\_37900\\_12/12/2004\\_126517](http://www.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_ell_37900_12/12/2004_126517)>, [Πρόσβαση στις 27 Σεπτεμβρίου 2009].
- [48] ΥΠΕΧΩΔΕ (2007), 'Περιβαλλοντικές Επιθεωρήσεις – Συνολική Αποτίμηση' , ΑΘΗΝΑ.
- [49] W. Beckerman (1992) 'Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose environment?', World Development, Vol. 20, No. 1.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ (ΔΠΕ) * 100</b>
Κοζάνης	64,62
Περιφέρεια Πρωτεύουσας	45,48
Εύβοιας	22,02
Βοιωτίας	20,48
Αρκαδίας	18,51
Μαγνησίας	16,65
Θεσσαλονίκης	13,9
Καβάλας	11,27
Φλώρινας	8,01
Ροδόπης	7,41
Λάρισας	7,09
Κορινθίας	6,5
Ηρακλείου	6,49
Ιωαννίνων	6,04
Έβρου	5,4
Αχαΐας	5,1
Ρεθύμνου	4,5
Δωδεκανήσου	4,25
Ξάνθης	3,67
Πιερίας	3,39
Φθιώτιδας	3,27
Ηλείας	3,06
Αιτωλοακαρνανίας	2,99
Κιλκίς	2,48
Τρικάλων	2,3
Ημαθίας	2,08
Λέσβου	1,87
Καρδίτσας	1,75
Αργολίδας	1,41
Πέλλας	1,21
Χανίων	1,18
Άρτας	1,12
Δράμας	0,96

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

Λακωνίας	0,81
Χαλκιδικής	0,8
Σερρών	0,66
Κυκλάδων	0,56
Μεσσηνίας	0,24
Θεσπρωτίας	0,14
Χίου	0,14
Πρέβεζας	0,13
Φωκίδας	0,12
Καστοριάς	0,08
Λασιθίου	0,02
Γρεβενών	0
Ευρυτανίας	0
Ζακύνθου	0
Κέρκυρας	0
Κεφαλληνίας	0
Λευκάδας	0
Σάμου	0

Πίνακας Α.1. Τιμή του Δείκτη Περιβαλλοντικής Επίδοσης (ΔΠΕ) (τιμή ΔΠΕ \*100) σε φθίνουσα κατάταξη.

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,271	5	,054	6,153	,000 <sup>a</sup>
	Residual	,396	45	,009		
	Total	,667	50			

a. Predictors: (Constant), α,β,γ,δ,ε

b. Dependent Variable: Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης

Πίνακας Α.2. Πίνακας ανάλυσης διακύμανσης

Collinearity Diagnostics <sup>a</sup>									
Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions					
				(Constant)	ο αστικός πληθυσμός	πληθυσμιακή πυκνότητα	ο κατά κεφαλήν δείκτης του ΑΕΠ	% ΑΕΠ κάθε νομού στο συνολικό ΑΕΠ	κατανάλωση ρεύματος προς βιομηχανική
1	1	4,114	1,000	,00	,00	,00	,01	,00	,01
	2	1,342	1,751	,00	,00	,01	,01	,01	,03
	3	,333	3,514	,04	,01	,00	,00	,00	,65
	4	,170	4,913	,04	,02	,00	,93	,00	,13
	5	,027	12,397	,71	,93	,05	,01	,01	,15
	6	,013	17,637	,20	,04	,94	,04	,98	,03

a. Dependent Variable: INDICATOR

Πίνακας Α.3. Διαγνωστικά συγγραμμικότητας

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,526 <sup>a</sup>	,277	,231	,101306792

a. Predictors: (Constant), KATANALWSI\_ENERGEIAS\_BIOMIXANIKI\_XRISI\_PROS\_SINOLO\_KATANALWSIS, POSOSTO\_ASTIKOU\_PLITHISMOU, KATA\_KEFALI\_AEP

Πίνακας Α.4. Πίνακας συντελεστών προσδιορισμού

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,185	3	,062	6,002	,002 <sup>a</sup>
	Residual	,482	47	,010		
	Total	,667	50			

a. Predictors: (Constant), KATANALWSI\_ENERGEIAS\_BIOMIXANIKI\_XRISI\_PROS\_SINOLO\_KATANALWSIS, POSOSTO\_ASTIKOU\_PLITHISMOU, KATA\_KEFALI\_AEP

b. Dependent Variable: INDICATOR

Πίνακας Α.5. Πίνακας ανάλυσης διακύμανσης

Coefficients <sup>a</sup>								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)		-,116	,048		-2,392	,021		
	ο αστικός πληθυσμός κάθε νομού ποσοστιαία	,261	,105	,355	2,472	,017	,744	1,343
	ο κατά κεφαλήν δείκτης του ΑΕΠ	,220	,110	,291	2,006	,051	,733	1,364
	η κατανάλωση (σε κιλοβατώρες) ρεύματος για βιομηχανική χρήση ως ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας του κάθε νομού	-,027	,084	-,046	-,320	,750	,743	1,347

a. Dependent Variable: INDICATOR

Πίνακας Α.6. Εκτιμήσεις παραμέτρων

Collinearity Diagnostics <sup>a</sup>							
Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions			
				(Constant)	Ποσοστό αστικού πληθυσμού	ο κατά κεφαλήν δείκτης του ΑΕΠ	Κατανάλωση ενέργειας προς βιομηχανική χρήση σε σχέση με το σύνολο κατανάλωσης
1	1	3,450	1,000	,01	,01	,02	,02
	2	,340	3,186	,05	,02	,00	,79
	3	,171	4,497	,07	,02	,95	,12
	4	,040	9,312	,87	,95	,03	,06

a. Dependent Variable: INDICATOR

Πίνακας Α.7 Διαγνωστικά συγγραμμικότητας



**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

<b>ΤΟΜΕΑΣ ΝΟΤΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ</b>	<b>480</b>	<b>ΤΟΜΕΑΣ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ</b>	<b>124</b>
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΑΣ	228	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΡΤΑΣ	4
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	19	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΓΡΕΒΕΝΩΝ	2
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΡΓΟΛΙΔΟΣ	10	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΔΡΑΜΑΣ	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	5	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΧΑΪΑΣ	12	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	43
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ	72	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	24
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ	12	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΚΑΒΑΛΑΣ	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΕΥΒΟΙΑΣ	24	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΚΙΑΚΙΣ	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	1	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΛΑΡΙΣΗΣ	12
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	2	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΛΕΣΒΟΥ	7
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΗΛΕΙΑΣ	13	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	17
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	7	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΠΙΕΡΙΑΣ	3
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΚΕΡΚΥΡΑΣ	3	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΣΑΜΟΥ	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	16	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΚΥΚΛΑΔΩΝ	19	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΧΙΟΥ	3
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΛΑΚΩΝΙΑΣ	6	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΛΗΜΝΟΥ	3
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΛΑΣΙΘΙΟΥ	3	ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΕΔΕΣΣΑΣ	1
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΛΕΥΚΑΔΑΣ	4		
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	4		
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΡΕΘΥΜΝΗΣ	5		
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ	8		
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΦΩΚΙΔΟΣ	1		
ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΧΑΝΙΩΝ	6		

**Πίνακας Α.8: Πλήθος Επιθεωρήσεων ανά Νομαρχία [45-48]**

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**

<b>Νομός</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>Cl</b>	<b>CO</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Cr<sup>+6</sup></b>
Ν. ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	35		29277	7513622	
Ν. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	47523		606881	998564901	
Ν. ΕΥΒΟΙΑΣ	14612		7058013	4634417126	
Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	5075		185445	103857943	
Ν. ΦΩΚΙΔΑΣ	148		1168	5226527	
Ν. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	913		174993	16351068	
Ν. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	29546		3784648	5883793165	
Ν. ΑΧΑΪΑΣ	3527		2295405	1140420272	
Ν. ΗΛΕΙΑΣ	1317		196373	32657428	
Ν. ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	18511		161228	327842722	
Ν. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	226		287528	15149232	
Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	12		237620	238796	
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ			26000		
Ν. ΑΡΤΑΣ	396		1456	6594824	
Ν. ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ			17540	5482750	
Ν. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	786		3481	14906486	
Ν. ΠΡΕΒΕΖΗΣ	149		65574	2551840	
Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	453		2346	9341792	
Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ	17906		270815	76889508	
Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	2625		7944025	3069664239	
Ν. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	325		154413	43918713	
Ν. ΔΡΑΜΑΣ	1569		73866	15169692	
Ν. ΗΜΑΘΙΑΣ	2810		16937	39794950	
Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	26712	594300	5258728	1426349235	
Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	5110		434593	272015291	
Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ					
Ν. ΚΙΛΚΙΣ	4423		22674	84683488	2520000
Ν. ΚΟΖΑΝΗΣ	143906		11746579	29124196548	
Ν. ΠΕΛΛΑΣ	2510		25378	44536665	
Ν. ΠΙΕΡΙΑΣ	408		8282	7847654	
Ν. ΣΕΡΡΩΝ	784		232702	13887836	
Ν. ΦΛΩΡΙΝΑΣ	25243		2610088	5165967921	
Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	67		51739	1941974	
Ν. ΕΒΡΟΥ	2808		118510	46329835	
Ν. ΞΑΝΘΗΣ	6038		61424	97343551	
Ν. ΡΟΔΟΠΗΣ	2706		185196	60247604	
Ν. ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΩΝ	17566		2076030	576517935	
Ν. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	15895		1919683	434444963	
Ν. ΛΕΣΒΟΥ	7053		905872	211197716	
Ν. ΧΙΟΥ	3480		429299	89826630	
Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	14291		1166100	904208012	
Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ			128700		
Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ	6		283193	12444132	
Ν. ΧΑΝΙΩΝ	17328		752236	645394079	
Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ	133470		9878562	5724935428	322005
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>578.271</b>	<b>594.300</b>	<b>61.890.602</b>	<b>61.394.664.092</b>	<b>2.842.005</b>

Πίνακας Β1 Εκπομπές αέριων ρύπων (CH<sub>4</sub>, Cl, CO, CO<sub>2</sub>, Cr<sup>+6</sup>) ανά νομό (σε kg ανά έτος) από στοιχεία των απογεγραμμένων μονάδων, σύμφωνα με υπολογισμούς και χρήση συντελεστών εκπομπής.

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

Νομός	F	HCl	HF	HNO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	NMVOC
Ν. ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	22275		3787			74
Ν. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	461405					166990
Ν. ΕΥΒΟΙΑΣ	233462		15189			168537
Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	29200					17147
Ν. ΦΩΚΙΔΑΣ						148
Ν. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	35653					3039
Ν. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	40150					252518
Ν. ΑΧΑΪΑΣ	2525		3506			11939
Ν. ΗΛΕΙΑΣ	4439		7450			4706
Ν. ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ						65947
Ν. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	45625					798
Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ						34
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ						
Ν. ΑΡΤΑΣ						1318
Ν. ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ			3125			
Ν. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ						2276
Ν. ΠΡΕΒΕΖΗΣ						481
Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ						1111
Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ	31500					42353
Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ						7184
Ν. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	32400				0	962
Ν. ΔΡΑΜΑΣ						1061
Ν. ΗΜΑΘΕΙΑΣ						9238
Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	260200	9486				85947
Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	163235		0	143000	343000	109
Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ						
Ν. ΚΙΑΚΙΣ	12375					13580
Ν. ΚΟΖΑΝΗΣ						828635
Ν. ΠΕΛΛΑΣ			2678			9026
Ν. ΠΙΕΡΙΑΣ	16425					1443
Ν. ΣΕΡΡΩΝ	24000					2759
Ν. ΦΛΩΡΙΝΑΣ						174022
Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ						106
Ν. ΕΒΡΟΥ	18000					9787
Ν. ΞΑΝΘΗΣ						20911
Ν. ΡΟΔΟΠΗΣ	56200					9158
Ν. ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΩΝ						291731
Ν. ΚΥΚΛΑΔΩΝ						263491
Ν. ΛΕΣΒΟΥ			3497			103782
Ν. ΧΙΟΥ	7830					58290
Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	18250		6205			209666
Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ						
Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ			5585			10
Ν. ΧΑΝΙΩΝ						43219
Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ	95650		0			547729
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1.610.798</b>	<b>9.486</b>	<b>51.021</b>	<b>143.000</b>	<b>343.000</b>	<b>3.431.262</b>

Πίνακας Β2 Εκπομπές αέριων ρύπων (F, HCl, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, NMVOC) ανά νομό (σε kg ανά έτος) από στοιχεία των απογεγραμμένων μονάδων, σύμφωνα με υπολογισμούς και χρήση συντελεστών εκπομπής.

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

<b>Νομός</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Pb</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>TOC</b>	<b>TSP</b>	<b>VOC</b>
Ν. ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	36115		336052		1630263	127658
Ν. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	1954648	2196	18184401		4929272	784816
Ν. ΕΥΒΟΙΑΣ	11300179	1141	33581402	216322	40345280	1274325
Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	199477		1476249		2146643	327774
Ν. ΦΩΚΙΔΑΣ	4639		1645		576772	
Ν. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	73572		533144		799007	211228
Ν. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	6306768		182943176		4895584	2614
Ν. ΑΧΑΪΑΣ	2612027	7100	1287576	70505	1851319	642890
Ν. ΗΛΕΙΑΣ	61269		535153		1453796	208543
Ν. ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	981696		11153029	493200	3976849	734179
Ν. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	67593		713512		2951118	222052
Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	6625		5168		197741	219373
Ν. ΛΕΥΚΑΔΑΣ	680		400		22800	29875
Ν. ΑΡΤΑΣ	13412		109396		7033	
Ν. ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ	6537		11525		631629	71847
Ν. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	25986		137599		13370	588
Ν. ΠΡΕΒΕΖΗΣ	6182		38009		160971	77750
Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	14885		18230		11656	
Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ	1401822		1066636		826087	255028
Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	7146382	32	2509519	198240	28818184	283950
Ν. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	53862		513209		1428067	7261
Ν. ΔΡΑΜΑΣ	66315		148316		250101	47275
Ν. ΗΜΑΘΕΙΑΣ	95411		891709		81229	41537
Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	3906759	20	12069904	44400	9063787	3975940
Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	693926		564376		6960387	776688
Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ					372590	
Ν. ΚΙΛΚΙΣ	151909		220715		5329945	59587
Ν. ΚΟΖΑΝΗΣ	25750883		87508039		207657044	
Ν. ΠΕΛΛΑΣ	95295		801753		96999	473
Ν. ΠΙΠΕΡΙΑΣ	29157		366191		21928	1145
Ν. ΣΕΡΡΩΝ	185573	61	471074		1282241	25967
Ν. ΦΛΩΡΙΝΑΣ	4694072		60900162		2357742	
Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	3469		1575		2427882	3358
Ν. ΕΒΡΟΥ	149067		1215244		953101	40797
Ν. ΞΑΝΘΗΣ	215549		1921314		635761	4500
Ν. ΡΟΔΟΠΗΣ	121406	838	1051714		2058018	27128
Ν. ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΩΝ	8210714		11838651		502804	64749
Ν. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	7645464		6980485		619929	337500
Ν. ΛΕΣΒΟΥ	3195449		3010496		240045	177234
Ν. ΧΙΟΥ	1612689		2138524		56313	493
Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	5135245	4	20396789		5147242	231863
Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ	3366		1980		96156	113765
Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ	26683		43312		1391880	237636
Ν. ΧΑΝΙΩΝ	956189		206900		1688860	336389
Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ	16683809	1544	49225161	647852	28253176	9624000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>111.902.753</b>	<b>12.935</b>	<b>517.129.413</b>	<b>1.670.519</b>	<b>375.218.600</b>	<b>21.609.775</b>

Πίνακας Β3 Εκπομπές αέριων ρύπων (NO<sub>x</sub>, Pb, SO<sub>2</sub>, TOC, TSP, VOC) ανά νομό (σε kg ανά έτος) από στοιχεία των απογεγραμμένων μονάδων, σύμφωνα με υπολογισμούς και χρήση συντελεστών εκπομπής.

**ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ**

**ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΝΑ ΝΟΜΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ \***

ΝΟΜΟΣ	BOD	TSS	Ολικό N	Ολικός P	Cr+3	Sulfides
	ΤΝ/ΕΤΟΣ	ΤΝ/ΕΤΟΣ	ΤΝ/ΕΤΟΣ	ΤΝ/ΕΤΟΣ	ΤΝ/ΕΤΟΣ	ΤΝ/ΕΤΟΣ
Ν. ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	72.2	178.8	58.5	45.1		
Ν. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	385.6	191.7	2.0	0.5		
Ν. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	168.1	2102.9	40.7	48.5	0.04	1.0
Ν. ΑΧΑΪΑΣ	952.4	869.9	35.1	0.0		7.2
Ν. ΗΛΕΙΑΣ	350.1	384.3	60.4	19.0		
Ν. ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	296.6	421.7	114.0	53.8	0.5	0.1
Ν. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	29.1	29.7	1.0	0.1		
Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	13.7	97.9	3.9	1.5		
Ν. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	1874.9	12318.1	202.3	90.4	0.1	0.4
Ν. ΑΡΤΑΣ	107.2	118.4	13.9	17.5		
Ν. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	796.3	354.7	155.2	39.8		
Ν. ΠΡΕΒΕΖΗΣ	1.4	3.5	4.4	0.5		
Ν. ΕΥΒΟΙΑΣ	419.8	2356.0	107.1	87.4	0.9	
Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	351.5	72.2	24.9	11.8		
Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ	1636.4	2067.6	34.8	6.4	0.2	
Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	17.7	14308.2	3.6	1.8		
Ν. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	62.8	57.8	46.6	32.7		0.5
Ν. ΔΡΑΜΑΣ	41.6	90.6	22.9	11.1		
Ν. ΗΜΑΘΙΑΣ	324.0	199.0	23.1	22.4		
Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	2792.2	1776.4	396.7	50.2	1.9	2.3
Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	87.8	13.5	569.4	3.7		
Ν. ΚΙΛΚΙΣ	292.0	134.5	22.1	1.4	3.1	
Ν. ΚΟΖΑΝΗΣ	54.1	7028.2	0.0	1.2	0.1	
Ν. ΠΕΛΛΑΣ	380.5	98.9	1.2	0.1		
Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	830.6	636.4	3.5	0.4	0.3	
Ν. ΠΙΕΡΙΑΣ	282.1	212.1	68.6	45.3	0.3	
Ν. ΣΕΡΡΩΝ	30.6	72.2	8.4	0.9		
Ν. ΦΛΩΡΙΝΑΣ	23.1	1424.2	35.2	14.5	0.03	
Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	93.9	61.4	0.0	0.0		
Ν. ΕΒΡΟΥ	684.6	1027.8	51.2	61.0		
Ν. ΞΑΝΘΗΣ	629.5	270.3	58.8	17.5		
Ν. ΡΟΔΟΠΗΣ	2014.7	2776.2	1.6	0.1		
Ν. ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΩΝ	0.4	50.7	0.0	0.0	0.001	
Ν. ΛΕΣΒΟΥ	42.0	8.8	11.0	0.9		
Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	478.2	1170.2	5.2	1.6	0.05	
Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ	180.3	244.1	70.0	80.1		1.2
Ν. ΧΑΝΙΩΝ	32.0	483.3	0.4	0.03		
Ν. ΑΤΤΙΚΗΣ	3387.8	23845.5	301.9	98.6	25.1	17.8
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>20217.6</b>	<b>77557.7</b>	<b>2559.7</b>	<b>868.1</b>	<b>32.7</b>	<b>30.4</b>

Πίνακας Β4 Εκπομπές υγρών αποβλήτων ανά νομό (σε kg ανά έτος) από στοιχεία των απογεγραμμένων μονάδων, σύμφωνα με υπολογισμούς και χρήση συντελεστών εκπομπής.