



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙ-
ΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΑΝΘΡΩΠΟ-
ΓΕΝΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ**



Κατερίνα Αχτύπη

A.M : 2008250

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Καρτάλης

ΑΘΗΝΑ 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να απευθύνω θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου Κωνσταντίνο Καρτάλη για τη βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα μου Ανθούλα και την αδερφή μου Έλενα οι οποίες με στήριξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και να αφιερώσω αυτή τη διπλωματική εργασία στην γιαγιά μου Ελένη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

2.1 Οικολογικό αποτύπωμα - Ορισμός

2.1.1 Τα είδη του οικολογικού αποτυπώματος

2.2 Βιοχωρητικότητα

2.2.1 Ο όρος της βιώσιμης ανάπτυξης

2.3 Τύποι χρήσεων της γης στο οικολογικό αποτύπωμα

2.4 Συντελεστές οικολογικού αποτυπώματος

2.5 Παραδοχές – Υποθέσεις

2.5.1 Τι εξαιρείται από τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ

ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ

3.1 Μεθοδολογίες οικολογικού αποτυπώματος

3.2 Αξιολόγηση της μεθόδου του οικολογικού αποτυπώματος

3.2.1 Πλεονεκτήματα της μεθόδου

3.2.2 Μειονεκτήματα της έννοιας του οικολογικού αποτυπώματος

3.2.3 Συμπεράσματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV : ΤΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

- 4.1 Μεθοδολογία υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος
- 4.2 Αποτυπώματα άνθρακα των εθνών, περιφερειών και πόλεων
- 4.3 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος
 - 4.3.1 Επιλογή των κατάλληλων αερίων
 - 4.3.2 Ορισμός των ορίων
 - 4.3.3 Η συλλογή των δεδομένων
 - 4.3.4 Υπολογισμός του αποτυπώματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ ΑΘΗΝΩΝ «ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΒΕΝΙΖΕΛΟΣ»

- 5.1 Η εταιρία
 - 5.1.1 Ιστορικό – Εγκαταστάσεις
 - 5.1.2 Υφιστάμενη περιβαλλοντική στρατηγική
- 5.2 Ανθρακικό αποτύπωμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο άνθρωπος έχει παίξει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των χαρακτηριστικών και στην εξέλιξη της Γης. Μεγάλο ποσοστό της χερσαίας έκτασης της Γης έχει τροποποιηθεί λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας ενώ η ανάπτυξη της κοινωνίας και η συγκέντρωση των ανθρώπων σε πόλεις επέφερε περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία όλο και γίνονταν πιο εμφανή μέσα στην πόλη αλλά και έξω από τα όρια αυτής. Προβλήματα δημιουργήθηκαν και σε πλανητικό επίπεδο με παραδείγματα όπως η υπερθέρμανσή του πλανήτη και η μείωση του ατμοσφαιρικού όζοντος.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν είναι ένα γεγονός πρόσφατο αλλά υπήρχαν και σε πόλεις στην αρχαιότητα, ενώ με την ανάπτυξη της βιομηχανίας τα προβλήματα ενισχύθηκαν και έγιναν περισσότερο συχνά. Η εκμετάλλευση του φυσικού κόσμου επέφερε καταστροφικές συνέπειες. Καθώς η οικονομία και ο πληθυσμός αυξάνονται το μέγεθος του πλανήτη παραμένει ίδιο, με αποτέλεσμα η Γη να μην μπορεί να συντηρεί τις ανάγκες και την ομαλή διαβίωση του ανθρώπου πάνω σε αυτή. Αν οι κάτοικοι της Γης ζούσαν με τα πρότυπα των Ηνωμένων Πολιτειών τότε θα χρειαζόμασταν τρεις πλανήτες για την υγιή διαβίωση τους.

Πρέπει λοιπόν, η πόλη να έχει υγιές περιβάλλον για να είναι η διαβίωση ευχάριστη για τους ανθρώπους και παράλληλα να προστατεύεται το περιβάλλον αφού το περιβάλλον, η οικονομία και η κοινωνία συνδέονται και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, πρώτο βήμα είναι η κατανόηση των επιπτώσεων των δραστηριοτήτων του ανθρώπου. Ένα χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση του πως επηρεάζει ο άνθρωπος το περιβάλλον αποτελεί το οικολογικό αποτύπωμα.

Το 1996 ο M. Wackernagel και ο W.Rees παρουσίασαν το χρήσιμο εργαλείο που ονόμασαν οικολογικό αποτύπωμα (eco-footprint). Σύμφωνα με τον Rees η οικονομική δραστηριότητα είναι η πιο σημαντική γεωλογική δύναμη που διαμορφώνει το πρόσωπο του πλανήτη και οι κλιματολόγοι συμφωνούν ότι έχει ήδη αρχίσει να επηρεάζει το παγκόσμιο κλίμα. Ο ίδιος αναφέρει ότι πάρα τα ευρήματα αυτά οι άνθρωποι, ιδιαίτερα αυ-

τοί που είναι αποξενωμένοι από τη φύση, σπάνια σκέφτονται τον εαυτό τους ως στοιχεία του οικοσυστήματος του πλανήτη.

Το οικολογικό αποτύπωμα που πρότειναν ο Rees και ο Wackernagel είναι ένα μέτρο κατανάλωσης φυσικών πόρων από μια κοινωνία για την κάλυψη των αναγκών της σε σύγκριση με αυτά που προσφέρει η Γη. Υπολογίζεται ότι το ανθρώπινο οικολογικό αποτύπωμα είναι 50% υψηλότερο από αυτό που η Γη μπορεί να έχει, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην υπέρβαση των οικολογικών ορίων. Με τη χρήση του οικολογικού αποτυπώματος μπορούμε να καθορίσουμε τις επιπτώσεις της συμπεριφοράς μας και να προτείνουμε λύσεις σε ατομικό, κοινωνικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Στόχος της διπλωματικής αυτής είναι η ανάλυση του οικολογικού αποτυπώματος από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και η εφαρμογή ειδικότερα του ανθρακικού αποτυπώματος στο Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών. Πιο συγκεκριμένα το κεφάλαιο II αναφέρεται σε στοιχεία θεωρίας, παραδοχές και υποθέσεις που λαμβάνουμε υπόψη για το οικολογικό αποτύπωμα. Στο κεφάλαιο III δίνεται η μεθοδολογία του εργαλείου του οικολογικού αποτυπώματος και η αξιολόγηση της μεθόδου, ενώ στο κεφάλαιο IV αναλύεται περισσότερο μια υποκατηγορία του οικολογικού αποτυπώματος που είναι το ανθρακικό αποτύπωμα, ώστε στο κεφάλαιο V να εφαρμοστεί η μεθοδολογία του με στόχο τον προσδιοσμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα για την περίπτωση του Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών «ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΒΕΝΙΖΕΛΟΣ».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

2.1 Οικολογικό αποτύπωμα - Ορισμός

Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα μέτρο κατανάλωσης φυσικών πόρων από μια κοινωνία για την κάλυψη των αναγκών της σε σύγκριση με αυτά που προσφέρει η Γη, λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο ζωής, τις συνήθειες και την τεχνολογία ενός τόπου (wwf.gr). Το οικολογικό αποτύπωμα μπορεί να είναι ενός ανθρώπου, μιας κοινότητας, μιας χώρας ακόμα και ενός κτηρίου. Πιο συγκεκριμένα το οικολογικό αποτύπωμα ενός συγκεκριμένου πληθυσμού είναι η περιοχή γης και νερού που απαιτείται για να παραχθούν οι πόροι που καταναλώνει ο πληθυσμός και να απορροφηθούν τα απόβλητα που παράγει ο πληθυσμός. (Rees 1999)

Ο William Rees εισήγαγε πρώτος τον όρο του οικολογικού αποτυπώματος το 1992 και στη συνέχεια ο M.Wackernagel κάτω από την επίβλεψη του Rees ανέπτυξε τη μεθοδολογία. Σύμφωνα με αυτούς το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα εργαλείο το οποίο δείχνει το φορτίο που επιβάλλεται στη Γη από τους ανθρώπους. Μετράει δηλαδή τις ανθρώπινες απαιτήσεις σε σχέση με αυτά που προσφέρει η Γη. Η απαιτούμενη περιοχή που χρειαζόμαστε αναφέρεται στο τμήμα εδάφους και στο νερό για την παραγωγή ζωοτροφών, ξυλείας και χαρτιού, άλλων καλλιεργήσιμων εκτάσεων αλλά και την περιοχή που καλύπτουν οι δρόμοι, τα κτήρια και οι άλλες υποδομές στις οποίες στηρίζομαστε. Επιπλέον στο οικολογικό αποτύπωμα παίζει ρόλο και η περιοχή των αποβλήτων, που προκύπτουν από την αξιοποίηση των πόρων.

Η ανάπτυξη μιας πόλης στο περιβάλλον επιφέρει επιπτώσεις στη Γη, στον αέρα και στο νερό και αυτό φαίνεται στο οικολογικό αποτύπωμα της.

Το οικολογικό αποτύπωμα ενός πληθυσμού ή μιας δραστηριότητας αναφέρεται γενικότερα στο οικολογικό αποτύπωμα της κατανάλωσης το οποίο περιλαμβάνει την περιοχή που χρειάζεται για την παραγωγή των υλικών που καταναλώνονται και την αναγκαία περιοχή για την απορρόφηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (Global Footprint Network glossary). Επίσης στο οικολογικό αποτύπωμα ενός πληθυσμού ή

μιας δραστηριότητας συμβάλλει το οικολογικό αποτύπωμα της παραγωγής, δηλαδή το σύνολο των πόρων και των αποβλήτων που παράγονται εντός της οριοθετημένης γεωγραφικής περιοχής.

Σε ατομικό επίπεδο οι κύριες συνιστώσες του οικολογικού αποτυπώματος που καθορίζουν το ποσό έκτασης του πλανήτη που χρειάζεται ένα άτομο για να διατηρήσει τον τρόπο ζωής του είναι η τροφή, δηλαδή το είδος και το ποσό τροφής που καταναλώνει, τα προϊόντα που αγοράζει, το σπίτι στο οποίο διαμένει, η ενέργεια που καταναλώνει και το πόσο κινείται και με ποιους τρόπους δηλαδή αν χρησιμοποιεί μέσα μαζικής μεταφοράς, αυτοκίνητο κ.α. Υπάρχουν αρκετά εφαρμογές υπολογισμού του ατομικού οικολογικού αποτυπώματος στο διαδίκτυο όπως αυτή της WWF <http://footprint.wwf.org.uk/>. Πέρα από το ατομικό οικολογικό αποτύπωμα μπορεί να υπολογιστεί το οικολογικό αποτύπωμα μιας περιοχής και το παγκόσμιο οικολογικό αποτύπωμα.

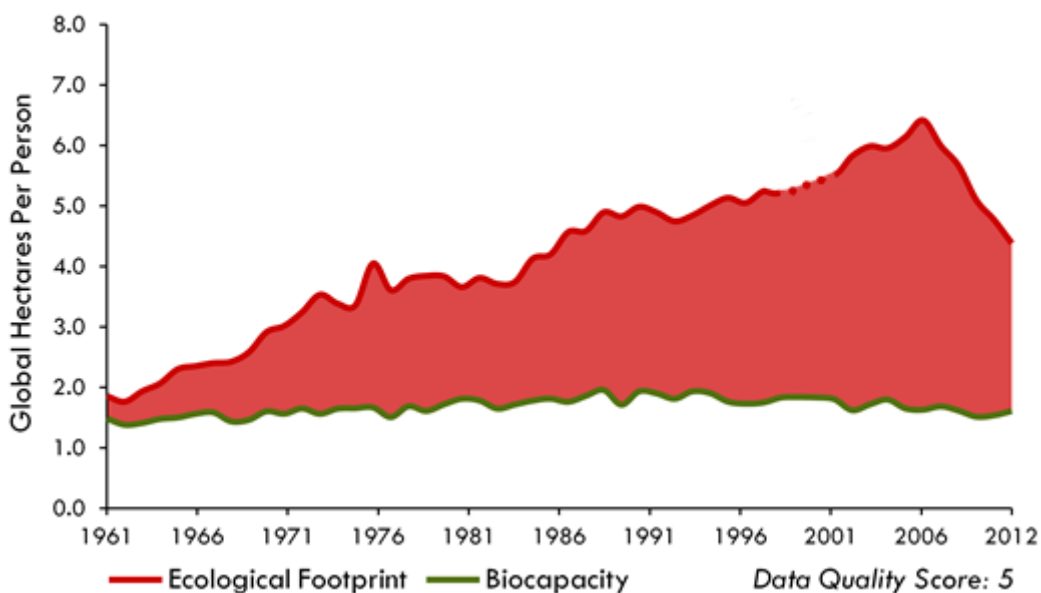
Το οικολογικό αποτύπωμα μετριέται σε εκτάρια. Το εκτάριο είναι μονάδα μέτρησης της επιφάνειας, συμβολίζεται ως ha και χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μεγάλων εκτάσεων γης. Ένα εκτάριο ισοδυναμεί με 10.000 τετραγωνικά μέτρα. Πιο χρήσιμο εργαλείο είναι το παγκόσμιο εκτάριο το οποίο είναι μια μονάδα μέτρησης του οικολογικού αποτυπώματος και συμβολίζεται ως gha. Σύμφωνα με το Global Footprint Network ένα παγκόσμιο εκτάριο είναι μια κοινή μονάδα που περιλαμβάνει το μέσο όρο παραγωγικότητας της γης και της θαλάσσιας περιοχής στον κόσμο, σε ένα δεδομένο έτος. Οι βιολογικά παραγωγικές περιοχές γης περιλαμβάνουν τα δάση και τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις αλλά όχι τις ερήμους και τον ανοικτό ωκεανό.

Το παγκόσμιο εκτάριο χρειάζεται, γιατί διαφορετικού τύποι γης έχουν διαφορετική παραγωγικότητα. Το παγκόσμιο εκτάριο είναι ο λόγος της συνολικής ποσότητας ενός πόρου που καταναλώνεται προς τη παγκόσμια μέση απόδοση του τύπου εδάφους που παράγει τον πόρο (M. Wackernagel et al., 2005). Αν διαιρέσουμε τη διαθέσιμη επιφάνεια του πλανήτη δια του σημερινού παγκόσμιου πληθυσμού, υπολογίζεται ότι στον καθένα μας "αντιστοιχούν" περίπου 2 εκτάρια.

Σήμερα η ανθρωπότητα χρησιμοποιεί το ισοδύναμο με 1,6 φορές τη Γή για να παραχθούν οι πόροι και να απορροφηθούν τα απορρίμματα. Αυτό σημαίνει ότι η Γη κάνει 1 χρόνο και έξι μήνες για να αναπαράγει αυτά που χρησιμοποιούμε σε ένα χρόνο. Η ανθρώπινη ζήτηση προβλέπεται να ξεπεράσει το 75% της αναγεννητικής χωρητικότη-

τας της Γης μέχρι το 2020 (wwf living planet report 2016). Αν, λοιπόν, η ζήτηση συνεχίζει να αυξάνεται τότε θα χρειαστούμε το αντίστοιχο με δυο πλανήτες Γης.

Για να δούμε αν είναι ικανή η Γη να συνεχίζει να παράγει προϊόντα χρησιμοποιούμε τον όρο βιοχωρητικότητα που συνδέεται άμεσα με το οικολογικό αποτύπωμα. Η βιοχωρητικότητα είναι η ικανότητα των οικοσυστημάτων να παράγουν χρήσιμα βιολογικά υλικά και να απορροφήσουν απόβλητα που παράγονται από τον άνθρωπο χρησιμοποιώντας τα σημερινά συστήματα διαχείρισης και τεχνολογίας εξόρυξης. Η ικανότητα αυτή μιας συγκεκριμένης περιοχής αντανακλά συγκεκριμένες φυσικές δυνατότητες της όσον αφορά τους διαθέσιμους πόρους υπό δεδομένες δεξιότητες διαχείρισης. Η βιοχωρητικότητα όπως και το οικολογικό αποτύπωμα μετριέται σε εκτάρια ανά κάτοικο (Global footprint network). Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η βιοχωρητικότητα της Ελλάδος και το οικολογικό της αποτύπωμα από το 1961 μέχρι το 2012.



ΣΧΗΜΑ 1 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ-ΒΙΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΤΟ 1961-2012 (ΠΗΓΗ: GLOBAL FOOTPRINT NETWORK)

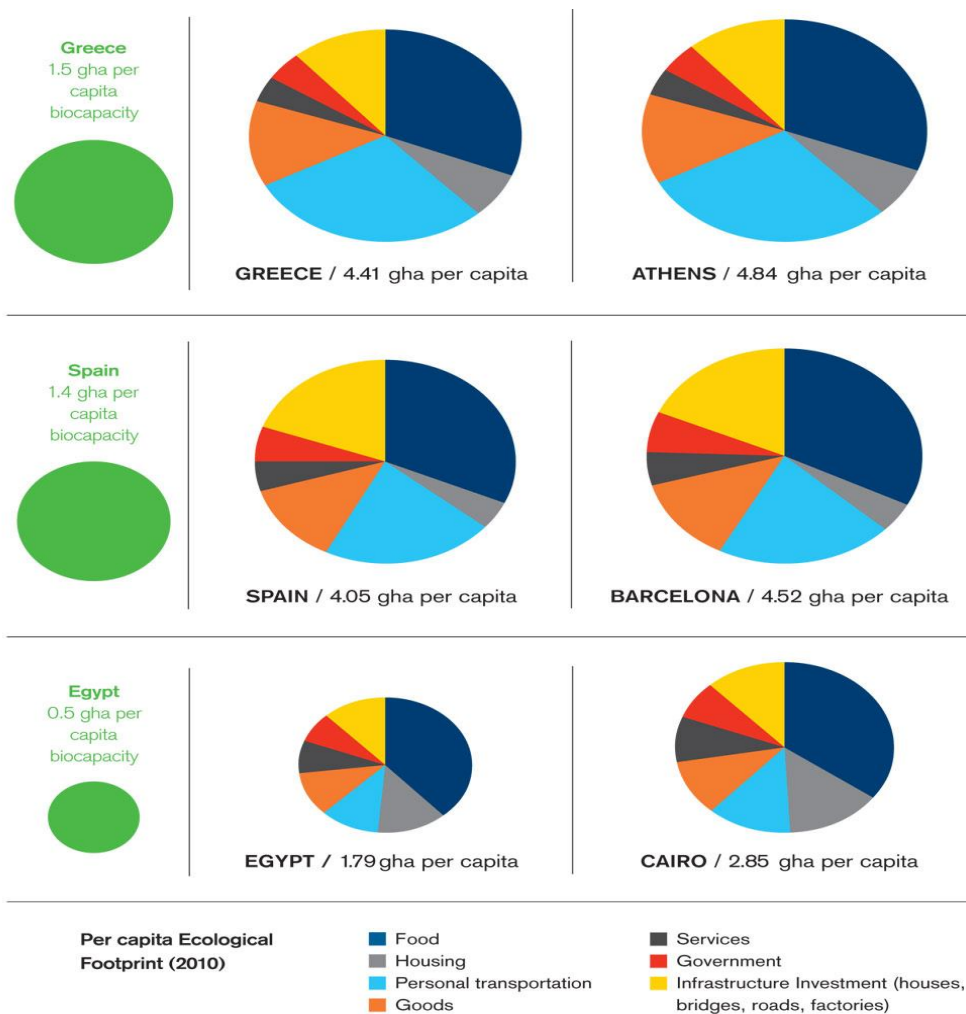
Στο Σχήμα διακρίνονται τα διαγράμματα της βιοχωρητικότητας και του οικολογικού αποτυπώματος σε ότι αφορά στα παγκόσμια εκτάρια ανά άτομο. Το οικολογικό αποτύπωμα ανά άτομο είναι 4,4 gha και η βιοχωρητικότητα ανά άτομο 1,6 gha. Βλέπουμε ότι υπάρχει μια ραγδαία αύξηση του οικολογικού αποτυπώματος ανά άτομο σε σχέση με την αντίστοιχη βιοχωρητικότητα. Αν όλοι στη Γη κατανάλωναν όπως στη Ελλάδα

τότε θα χρειαζόμασταν 2,77 πλανήτες σαν τη Γη για να επιζήσουμε (wwf). Αυτό δεν συμβαίνει μόνο στην Ελλάδα αλλά και σε όλο τον πλανήτη. Η παγκόσμια οικολογική υπέρβαση συμβαίνει, λοιπόν, εξαιτίας του γεγονότος ότι με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού αυξάνονται οι ανάγκες σε φυσικούς πόρους και σε κάλυψη επιφανειών για αστικές και αγροτικές υποδομές και επιπλέον αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και της απορρόφησης των αποβλήτων

Το 2003 υπήρχαν 11,2 δις εκτάρια διαθέσιμα και οι άνθρωποι απαίτησαν προϊόντα και υπηρεσίες που αντιστοιχούσαν σε 14,1 δις εκτάρια ενώ το 2012 η βιοχωρητικότητα της Γης ήταν 12,2 δις gha () ή 1,7 gha για κάθε άτομο ενώ το ανθρώπινο οικολογικό αποτύπωμα ήταν 20,1 δις ή 2,8 gha για κάθε άτομο (M. Boruckea et al. 2013).

Η συσχέτιση του οικολογικού αποτυπώματος και της βιοχωρητικότητας φαίνεται ότι είναι σημαντική καθώς αν το οικολογικό αποτύπωμα ξεπεράσει την βιοχωρητικότητα του περιβάλλοντός του η κατάσταση δεν είναι βιώσιμη. Το οικολογικό αποτύπωμα σε όλο τον κόσμο είναι 2,6 gha/cap σε σύγκριση με τη βιοχωρητικότητα παγκοσμίως που είναι 1,8 gha/cap και έτσι δημιουργείται το λεγόμενο overshoot. Αυτή η υπέρβαση δείχνει ότι η ανθρωπότητα χρησιμοποιεί 1,4 φορές περισσότερους πόρους από όσους είναι διαθέσιμοι. Τον Αύγουστο του 2016 η ανθρωπότητα εξάντλησε τον προϋπολογισμό της φύσης για το έτος και για το υπόλοιπο του έτους, θα διατηρήσει το οικολογικό μας έλλειμμα με την εξάντληση των τοπικών αποθεμάτων και τη συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (Global Footprint Network). Φαίνεται, λοιπόν, η μεγάλη σημασία του οικολογικού αποτυπώματος του κάθε ατόμου και συνολικά του παγκόσμιου χάρτη.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα οικολογικά αποτυπώματα τριών μεσογειακών χωρών και των πρωτεύουσών τους για το 2010. Στα διαγράμματα πίτας (Εικόνα 1) απεικονίζονται με διαφορετικά χρώματα επτά διαφορετικά στοιχεία που αποτελούν βάση για την κατανόηση και τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος. Αυτά είναι η τροφή, η στέγαση, οι ατομικές μεταφορές, τα αγαθά, οι υπηρεσίες, η κυβέρνηση και οι επενδύσεις σε υποδομές.



ΕΙΚΟΝΑ 1 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΡΙΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΟ 2010 (ΠΗΓΗ : FOOTPRINT NETWORK)

Παρατηρούμε ότι το οικολογικό αποτύπωμα της Ελλάδας είναι 4,41 gha κατά κεφαλήν ενώ της Αθήνας 4,84 gha/capita. Τα δύο κύρια στοιχεία που επιβαρύνουν το οικολογικό αποτύπωμα στην Ελλάδα είναι οι μεταφορές και η τροφή. Στην Ισπανία το οικολογικό αποτύπωμα κυμαίνεται στα 4,05 gha κατά άτομο και τέλος στην Αίγυπτο είναι μόλις στα 1,79 gha κατά κεφαλήν. Και σε αυτές τις δυο χώρες κύριο στοιχείο αποτελούν η τροφή και οι μεταφορές. Διαπιστώνουμε ότι το οικολογικό αποτύπωμα μεταφρασμένο σε παγκόσμια εκτάρια είναι μεγαλύτερο στις πρωτεύουσες από ότι στο επίπεδο των χωρών. Αυτό συμβαίνει διότι η μεγαλύτερη μερίδα του πληθυσμού αυτών των χωρών διαμένει και εργάζεται στις πρωτεύουσές τους.

2.1.1 Είδη του Οικολογικού αποτυπώματος

Τα είδη του οικολογικού αποτυπώματος είναι :

- Το αποτύπωμα της γης (land use footprint)
- Το αποτύπωμα του άνθρακα (carbon footprint)
- Το αποτύπωμα του νερού (water footprint)

Το αποτύπωμα της γης

Η Γη έχει περίπου 12 εκατομμύρια εκτάρια έκτασης που χωρίζονται σε εκτάσεις δασών, βοσκότοπων, καλλιεργήσιμων και αλιευτικών εκτάσεων και εκτάσεων οικιστικής γης (Global Footprint Network). Το αποτύπωμα της γης είναι το πραγματικό ποσό έκτασης που απαιτείται για την παραγωγή ενός προϊόντος ή που χρησιμοποιείται από έναν οργανισμό ή ένα έθνος.

Το αποτύπωμα της γης αξιολογεί τις εγχώριες και εκτός συνόρων περιοχές της γης οι οποίες χρειάζονται άμεσα ή έμμεσα για να ικανοποιηθεί η εγχώρια τελική κατανάλωση. Λόγω των περιορισμών στα δεδομένα, οι μελέτες του αποτυπώματος της γης συχνά επικεντρώνονται σε γεωργικές και δασικές περιοχές (Giljum S. et. al 2013).

Το αποτύπωμα του άνθρακα

Η έννοια του αποτυπώματος του άνθρακα καταγράφει το ενδιαφέρον των επιχειρήσεων, των καταναλωτών και των υπεύθυνων χάραξης πολιτικής. Είναι το σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οι οποίες προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από ένα άτομο, οργανισμό, εκδήλωση ή προϊόν. Είναι και αυτό ένα χρήσιμο εργαλείο το οποίο αναλύεται περισσότερο και παρουσιάζεται η μεθοδολογία του στο Κεφάλαιο 4.

Το αποτύπωμα του νερού

Η διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη για κατανάλωση νερού έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση των υδάτινων αποθεμάτων. Το αποτύπωμα του νερού είναι τμήμα του οικολογικού αποτυπώματος. Είναι ένας δείκτης της κατανάλωσης του νερού που εξετάζει την άμεση και την έμμεση χρήση του νερού από τον καταναλωτή και τον παραγωγό σε ορισμένο χρονικό διάστημα (Water Footprint Organization). Υπολογίζεται, όπως και άλλου είδους αποτυπώματα, για έναν άνθρωπο, μια κοινότητα, μια διαδικασία ή μια επιχείρηση. Ο όγκος του νερού που καταναλώνεται μετριέται σε κυβικά μέτρα (m^3). Το υδάτινο αποτύπωμα έχει τρία κύρια στοιχεία το πράσινο, το μπλε και το γκρι. Το πράσινο αποτύπωμα του νερού αντιπροσωπεύει το ποσό του νερού που προέρχεται από τη βροχόπτωση και καταναλώνεται σε αγροτικές διεργασίες, ενώ στο μπλε αποτύπωμα το νερό προέρχεται από επιφανειακά ή υπόγεια νερά και χρησιμοποιείται για την παραγωγή κάποιου προϊόντος. Τέλος το γκρι υδάτινο αποτύπωμα αναφέρεται στην ποσότητα του γλυκού νερού που χρειάζεται για να αφομοιωθούν οι ρύποι. Συνεπώς και οι τρεις συνιστώσες μας παρέχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της χρήσης του νερού είτε είναι από βροχοπτώσεις είτε από υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα.

Ο υπολογισμός του πράσινου υδατικού αποτυπώματος γίνεται από τον τύπο $YAg = CWUg/Y$ (Hoekstra et al.,2011) όπου $CWUg$ είναι το νερό από τη βροχόπτωση σε $m^3/στρ$, Y η απόδοση της καλλιέργειας και Ug η πράσινη μηνιαία υδατική χρήση όπως μετριέται σε $mm/μήνα$. Η συνολική πράσινη χρήση νερού ($CWUg$), για όλη την καλλιεργητική περίοδο από την ημέρα της σποράς (ημέρα 1) έως και τη συγκομιδή, προκύπτει ως το άθροισμα όλων των επιμέρους ημερήσιων τιμών πράσινου όγκου νερού που καταναλώθηκε κατά τη διάρκεια όλων των ημερών (n) της βλαστικής πε-

$$CWUg = \sum_{i=1}^n U_g$$

ριόδου:

Για το μπλε υδατικό αποτύπωμα ο υπολογισμός του γίνεται μέσα από την εξίσωση $YAb = CWUb/Y$ (Hoekstra et al.,2011)

όπου $CWUb$ αναφέρεται στην άρδευση ($m^3/στρ.$), Ub η μπλε μηνιαία υδατική χρήση και Y είναι η απόδοση της καλλιέργειας ($ton/στρ.$). Η συνολική μπλε χρήση νερού ($CWUb$) για όλη την καλλιεργητική περίοδο από την ημέρα της σποράς (ημέρα 1) έως

και τη συγκομιδή, προκύπτει ως άθροισμα όλων των επιμέρους ημερήσιων τιμών μπλε όγκου νερού που καταναλώθηκαν κατά τη διάρκεια όλων των ημερών (n) της βλαστικής περιόδου:

$$CWU_b = \sum_{i=1}^n U_b$$

με $u_b = \max(0, PET_c - P_{eff}) = I_r$

u_b : μπλε μηνιαία υδατική χρήση (mm/month)

PETC : εξατμισοδιαπνοή (mm/month)

Peff : ωφέλιμη βροχόπτωση (mm/month)

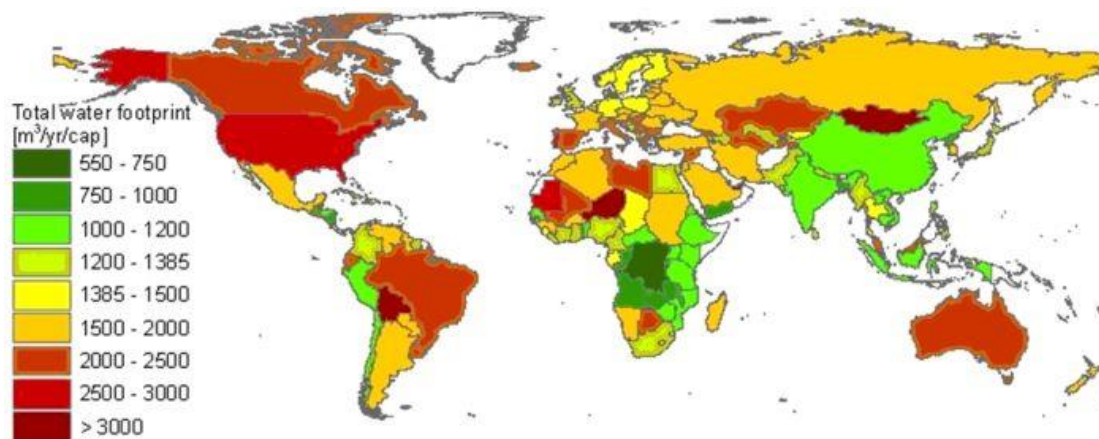
I_r : απαιτήσεις άρδευσης καλλιέργειας

Για το γκρι υδατικό αποτύπωμα ο τύπος που χρησιμοποιούμε είναι ο παρακάτω

$$Y.A_{ΓΚΡΙ} = [(a \cdot AR) / (c_{max} - c_{nat})] / Y \quad (\text{Hoekstra et al., 2011})$$

όπου: AR είναι η ποσότητα της ρυπαντικής ουσίας που εφαρμόζεται στο χωράφι (ton/στρ.), a είναι το ποσοστό του ρύπου που εισχωρεί στο υδατικό σύστημα, c_{max} είναι η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση του ρύπου στο υδατικό σύστημα (ton/m³, mg/l), c_{nat} είναι η φυσική συγκέντρωση του ρύπου στο υδατικό σύστημα (ton/m³, mg/l) και Y είναι η απόδοση της καλλιέργειας (ton/στρ.). Ως ρύποι κατά τη διαδικασία ανάπτυξης μιας καλλιέργειας, θεωρούνται τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα και τα εντομοκτόνα.

Στην Εικόνα 2 οι χώρες που είναι αποτυπωμένες με πράσινο χρώμα έχουν υδάτινο αποτύπωμα μικρότερο από το μέσο παγκόσμιο αποτύπωμα νερού ενώ οι χώρες που είναι αποτυπωμένες με κίτρινο χρώμα έχουν μεγαλύτερο αποτύπωμα νερού από το μέσο παγκόσμιο.



ΕΙΚΟΝΑ 2 ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΕ M^3 ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΚΑΤΟΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 1996-2005. ΠΗΓΗ: ΜΕΚΟΝΝΕΝ ΚΑΙ ΗΟΕΚΣΤΡΑ (2011)

Το υδάτινο αποτύπωμα της εθνικής κατανάλωσης ορίζεται ως το συνολικό ποσό του γλυκού νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνονται από τους κατοίκους ενός έθνους. Το αποτύπωμα νερού της εθνικής κατανάλωσης μπορεί να εκτιμηθεί με δύο τρόπους. Η προσέγγιση bottom-up εξετάζει το άθροισμα όλων των προϊόντων που καταναλώνονται πολλαπλασιαζόμενα με τα αντίστοιχα αποτυπώματα νερού. Στη top-down προσέγγιση, το αποτύπωμα νερού της εθνικής κατανάλωσης υπολογίζεται ως η συνολική χρήση των εγχώριων υδάτινων πόρων συν την εισαγωγή νερού μείον την εξαγωγή εικονικού νερού. Ως εικονικό νερό αναφέρεται στο νερό που απαιτείται για την παραγωγή του προϊόντος (A.Y. Hoekstra, 2003). Με βάση την προσέγγιση bottom-up, ο παγκόσμιος μέσος όρος αποτυπώματος νερού βρέθηκε να είναι $1385 \text{ m}^3/\text{έτος}$ ανά κάτοικο στην περίοδο 1996-2005 (Mekonnen & Hoekstra, 2011). Σημειώνεται ότι υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ χωρών: στις ΗΠΑ το μέσο αποτύπωμα νερού είναι $2842 \text{ m}^3/\text{έτος}$ ανά κάτοικο, ενώ στην Κίνα το αποτύπωμα νερού είναι $1071 \text{ m}^3/\text{έτος}$ ανά κάτοικο.

2.2 Βιοχωρητικότητα

Ο οργανισμός Global Footprint δίνει τον ορισμό της βιοχωρητικότητας ως την ικανότητα των οικοσυστημάτων να αναπαράγουν αυτά που οι άνθρωποι απαιτούν από αυτά . Πρόκειται ουσιαστικά για την ικανότητα των οικοσυστημάτων να παράγουν βιολογικά υλικά που χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπους και να απορροφήσουν τα από-

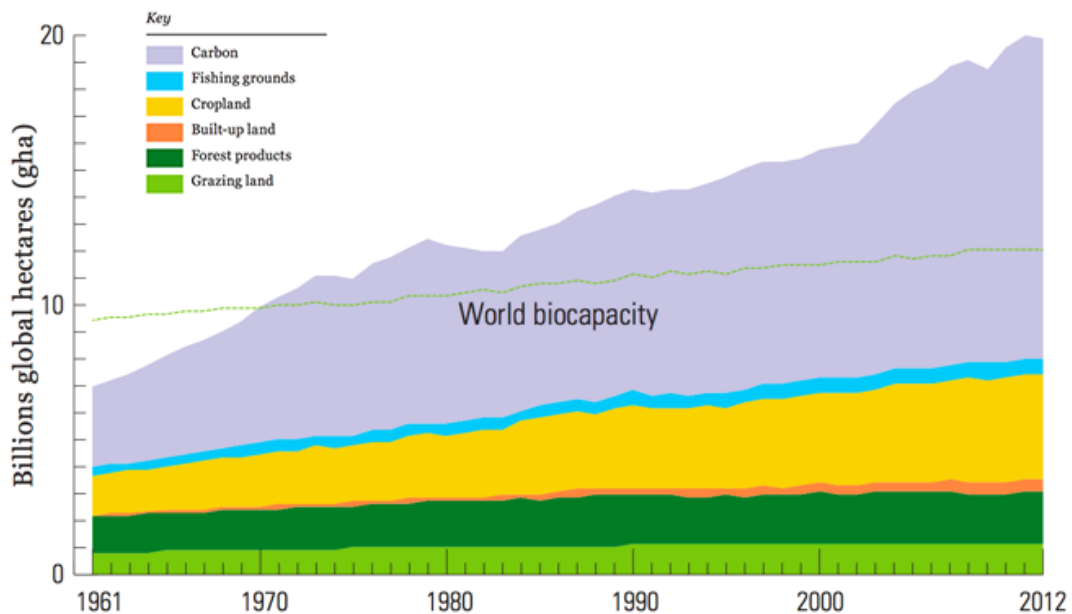
βλητα που παράγονται από τον άνθρωπο, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, . Η τιμή της βιοχωρητικότητας μπορεί να αλλάζει σε σχέση με τη γεωγραφική περιοχή που μετρείται αλλά και από διαφόρων γεγονότων που επηρεάζουν την εκάστοτε κοινωνία όπως η οικονομία ενός τόπου και το κλίμα του.

Μετρείται σε μονάδες παγκόσμιου εκτάριου και υπολογίζεται αν πολλαπλασιάσουμε την διαθέσιμη έκταση ενός συγκεκριμένου τύπου χρήσης γης με τον συντελεστή απόδοσης και τον κατάλληλο συντελεστή ισοδυναμίας. Η βιοχωρητικότητα μπορεί να υπολογιστεί για τους διάφορους τύπους χρήσεων της γης, που θα αναφερθούν παρακάτω, όπως είναι οι ιχθυοκαλλιέργειες, οι δασικές εκτάσεις, οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις και η οικιστική ζώνη. Παρατηρούμε ότι δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός της βιολογικής ικανότητας του ανθρακικού αποτυπώματος καθώς θεωρείται ότι απορροφάται από τις δασικές εκτάσεις. Αποτρέπουμε έτσι το διπλό υπολογισμό αυτού του τύπου βιοχωρητικότητας (NFA 2016). Είναι δυνατό επιπλέον να υπολογιστεί η βιοχωρητικότητα που αντιστοιχεί σε ένα άτομο. Το 2008 σύμφωνα με το Global Footprint Network υπήρχαν 12 δισεκατομμύρια στρέμματα βιολογικά παραγωγικής γης και νερού στη Γη. Για να υπολογίσουμε το ποσό της βιοχωρητικότητας που αντιστοιχεί σε κάθε άτομο διαιρούμε τον αριθμό των στρεμμάτων με τον αριθμό των ανθρώπων εν ζωή κατά το έτος αυτό, (6.7 δις το 2008), λαμβάνοντας ως αποτέλεσμα ότι ανά άτομο αντιστοιχούν 1,8 παγκόσμια εκτάρια. Προϋπόθεση για τον παραπάνω υπολογισμό είναι ότι δεν υπάρχει έκταση γης που προορίζεται για άλλα είδη που καταναλώνουν το ίδιο βιολογικό υλικό όπως οι άνθρωποι.

Ένας όρος που συνδέεται άμεσα με την βιολογική ικανότητα είναι η αειφόρος ανάπτυξη. Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που ταυτόχρονα διατηρεί την ικανότητα των φυσικών συστημάτων για την παροχή των φυσικών πόρων και των υπηρεσιών οικοσυστήματος. Το επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα είναι μια κατάσταση της κοινωνίας όπου οι συνθήκες διαβίωσης και χρήσης των πόρων συνεχίζουν να ανταποκρίνονται στις ανάγκες του ανθρώπου, χωρίς να υπονομεύεται η ακεραιότητα και η σταθερότητα των φυσικών συστημάτων. Στα σημερινά επίπεδα πληθυσμού, ο πλανήτης μας έχει μόνο 1,7 παγκόσμια εκτάρια βιολογικά παραγωγικού επιφάνειας ανά άτομο Σε μια κλίμακα από το μηδέν έως ένα, τα Ηνωμένα Έθνη ορίζουν 0.7 ως το όριο για ένα υψηλό επίπεδο ανάπτυξης όπου το 0,8 δίνεται για χώρες με πολύ υψηλή ανάπτυξη. Έτσι, το μέσο οικολογικό αποτύπωμα ανά άτομο σε όλο τον κόσμο θα πρέπει να μειωθεί σημαντικά κάτω από το όριο αυτό. Για να επιτευχθεί παγκόσμια αειφόρος ανά-

πτωξη, η ζήτηση της ανθρωπότητας, στα σημερινά επίπεδα του πληθυσμού, θα πρέπει να πέσει κάτω από τον μέσο όρο που είναι 1,7 GHA ανά άτομο.

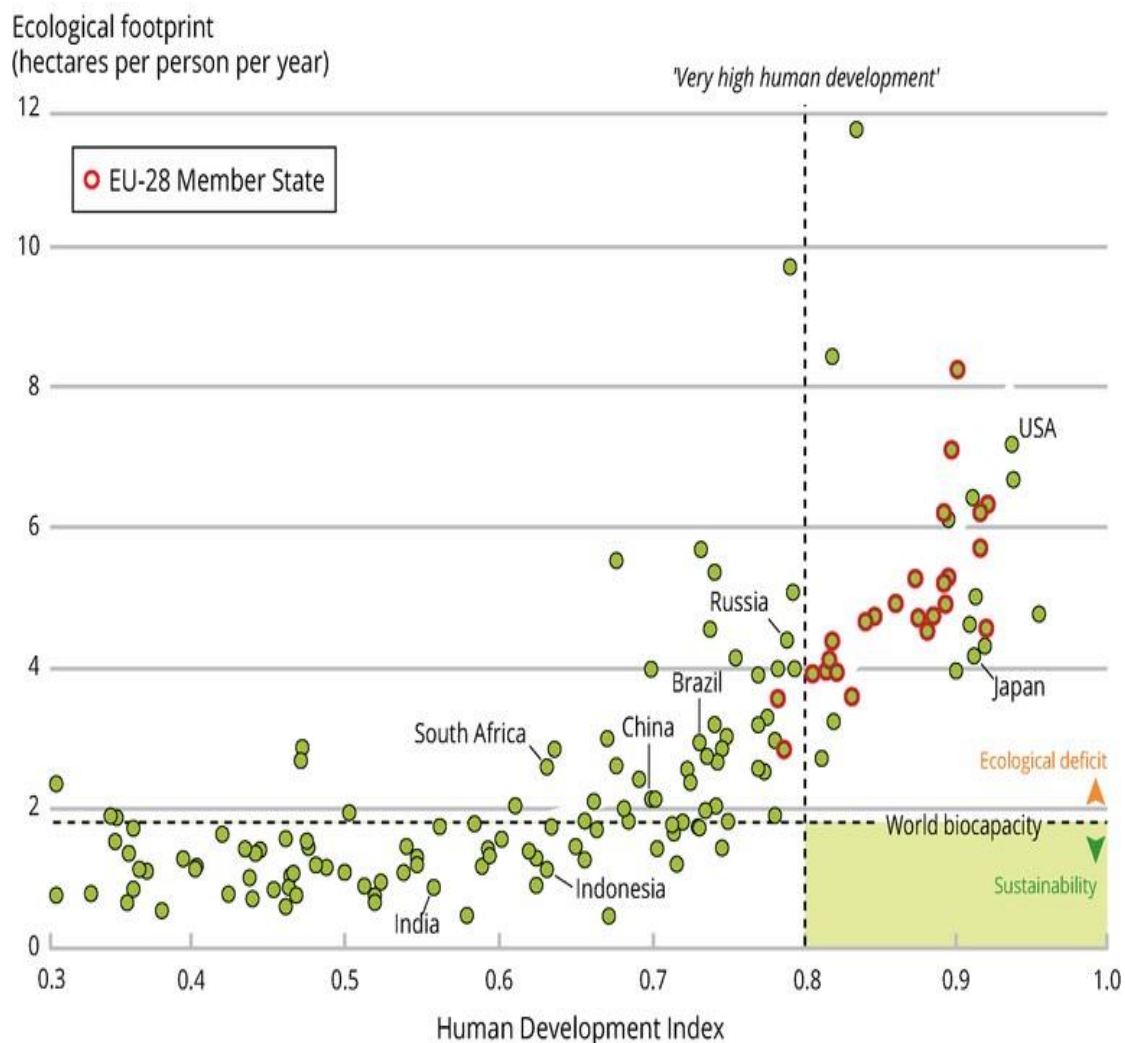
Η σύγκριση μεταξύ του οικολογικού αποτυπώματος με τη διαθέσιμη φέρουσα βιολογική ικανότητα, φανερώνει αν η περιοχή παρουσιάζει οικολογικό έλλειμα ή πλεόνασμα (Εικόνα 3). Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει και η οικονομική κατάσταση της χώρας που εξετάζεται. Το μέσο οικολογικό αποτύπωμα σε χώρες χαμηλού εισοδήματος κυμαίνεται μόλις 0.8 εκτάρια ανά άτομο ενώ σε οι χώρες υψηλού εισοδήματος χαρακτηρίστηκαν από συνεχή αύξηση του μέσου οικολογικού αποτυπώματος ανά άτομο, από 3.8 παγκόσμια εκτάρια σε 6.1 παγκόσμια εκτάρια, με σχετικά μικρή αύξηση του πληθυσμού. Ποιο είναι όμως ο τύπος γης ο οποίος έχει ξεπεράσει την βιοχωρητικότητα που αντιστοιχεί στον πλανήτη; Η απάντηση δίνεται στην παρακάτω σχήμα.



ΣΧΗΜΑ 2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΑ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ VS ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΓΗΣ, 1961-2012 (ΠΗΓΗ : LIVING PLANET REPORT 2016)

Στο σχήμα 2 παρατίθενται οι συνιστώσες των διαφόρων οικολογικών αποτυπωμάτων και οι χρονολογίες από το 1961 έως το 2012, ενώ ουσιαστικά συγκρίνεται η παγκόσμια βιολογική ικανότητα της Γης με τα αποτυπώματα του άνθρακα, των ιχθυοκαλλιεργειών, των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, της οικιστικής γης, των δασικών εκτάσεων και των βοσκοτόπων. Ειδικότερα ο άνθρακας αποτελεί το κύριο στοιχείο του οικολογικού αποτυπώματος. Είναι η σημαντικότερη συνιστώσα του αποτυπώματος σε πα-

γκόσμιο επίπεδο , για τις 145 από τις 233 χώρες και εδάφη που παρακολουθούνται το 2012. Κύρια αιτία της ήταν η καύση των ορυκτών καυσίμων, πετρελαίου και φυσικού αερίου. Η πράσινη γραμμή αντιπροσωπεύει την ικανότητα της Γης να παράγει πόρους και τις οικολογικές υπηρεσίες. Το αποτύπωμα του άνθρακα έχει ξεπεράσει τη γραμμή της παγκόσμιας βιοχωρητικότητας και όλο και αυξάνεται με τα χρόνια. Κυμαίνεται από 43 τοις εκατό το 1961 και 60 τοις εκατό το 2012 (Living planet report 2016). Ο στόχος για την βιοποικιλότητα που έχει τεθεί για το διάστημα μέχρι το 2050 είναι να διατηρηθεί η ακεραιότητα στα πιο σημαντικά φυσικά μέρη στη γη, συμβάλλοντας σε ένα πιο ασφαλές και βιώσιμο μέλλον για όλους (Living Planet Report 2012). Βέβαια, σύμφωνα με την Susan Burns, CEO του Global Footprint Network, έχει υπολογιστεί ότι μέχρι το 2030 θα χρειαστούν δύο πλανήτες για την παραγωγή πόρων που θα χρειάζονται οι άνθρωποι. Σύμφωνα με τους Εθνικούς Λογαριασμούς, του Global Footprint Network, για το έτος 2014, η βιολογική ικανότητα της συνολικής γης εκτιμάται στα 1,7 παγκόσμια εκτάρια (gha) ανά άτομο, αλλά το οικολογικό αποτύπωμα της ανθρωπότητας έχει φτάσει 2.6 gha ανά άτομο. Αυτή η υπέρβαση αυξάνεται κάθε χρόνο, δεδομένου ότι η ζήτηση υπερβαίνει την προσφορά κατά περίπου 50 τοις εκατό το 2014. Αυτό σημαίνει ότι χρειάστηκαν περίπου ένα χρόνο και έξι μήνες για τη Γη για να παράγει τους οικολογικούς πόρους που χρησιμοποιήθηκαν κατά το έτος αυτό. Το Global Footprint Network σημειώνεται ότι τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και το Κατάρ έχουν το μεγαλύτερο οικολογικό αποτύπωμα από όλα τα υπόλοιπα κράτη, ενώ ακολουθούν οι Ηνωμένες Πολιτείες, όπου απαιτούνται εννέα παγκόσμια εκτάρια για τη στήριξη της κατανάλωσης του κάθε ατόμου.



ΣΧΗΜΑ 3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΚΤΑΡΙΑ ΜΕ ΤΟ ΔΕΙΚΤΗ ΤΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (ΠΗΓΗ: EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY)

Το παραπάνω σχήμα δείχνει τη θέση 8 χωρών σε σχέση με το οικολογικό τους αποτύπωμα σε αναλογία με το δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης. Ο Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τρία στοιχεία: την εκπαίδευση, το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση και τον πλούτο. Εκφράζεται ως τιμή μεταξύ 0 και 1, από τις λιγότερο ως τις περισσότερο ανεπτυγμένες χώρες. Η διακεκομμένη γραμμή, όπου το οικολογικό αποτύπωμα είναι κάτω από 2 εκτάρια ανά άτομο ανά χρόνο, χωρίζει τις χώρες οι οποίες είναι οικολογικά βιώσιμες με τις χώρες όπου υπάρχει υπέρβαση της μέσης βιολογικής ικανότητας της γης. Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι οι Η.Π.Α η Ρωσία και η Ιαπωνία έχουν υπερβεί κατά πολύ τα όρια της υψηλής ανθρώπινης ανάπτυξης. Αντίθετα η Ινδία και η Ινδονησία βρίσκονται μέσα στα όρια της βιώσιμης ανάπτυξης. Τα κριτήρια για βιώσιμη ανάπτυξη σύμφωνα με τον Ο.Η.Ε είναι ότι το κα-

τώτερο όριο του δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης πρέπει να είναι η τιμή 0,8 και το μέγιστο όριο της βιώσιμης ανάπτυξης σε παγκόσμιο επίπεδο δεν πρέπει να ξεπερνά το 1,8 gha ανά άτομο του οικολογικού αποτυπώματος.

Ουσιαστικά για να κατανοήσουμε σε τι κατάσταση βρίσκεται ο πλανήτης συγκρίνουμε τη βιοχωρητικότητα με το οικολογικό αποτύπωμα, βλέποντας τα αποτελέσματα των πράξεων μας σε αναλογία με τα αποθέματα και τα αγαθά που μας προσφέρει η φύση. Αυτή η σύγκριση γίνεται πιο εύκολη αν σχεδιάσουμε τη βιοχωρητικότητα και το οικολογικό αποτύπωμα σε ένα διάγραμμα όπως φαίνεται και στο σχήμα 1 (σελίδα 5).

2.2.1 Ο όρος της βιώσιμης ανάπτυξης

Η βιοχωρητικότητα όπως αναφέρθηκε συνδέεται άμεσα με το οικολογικό αποτύπωμα. Δείχνει το πόσο μπορεί να αντέξει η γη τις επιπτώσεις των ενεργειών του ανθρώπου. Η σύγκριση αυτών των δυο αναδεικνύει τη βιωσιμότητα της γης ή της περιοχής που μελετάμε. Η βιωσιμότητα ορίζεται ως η ιδιότητα των παραγωγικών συστημάτων να παραμείνουν παραγωγικά. Σε γενικές γραμμές η βιωσιμότητα είναι η αντοχή των συστημάτων και των διαδικασιών. Ο όρος αυτός πρωτοεμφανίζεται στη Λέσχη της Ρώμης στην έκθεση «Όρια της Ανάπτυξης» το 1972, στις εκθέσεις Brundtland και UN Commission on Environment and Development του ΟΗΕ και στην Agenda 21.

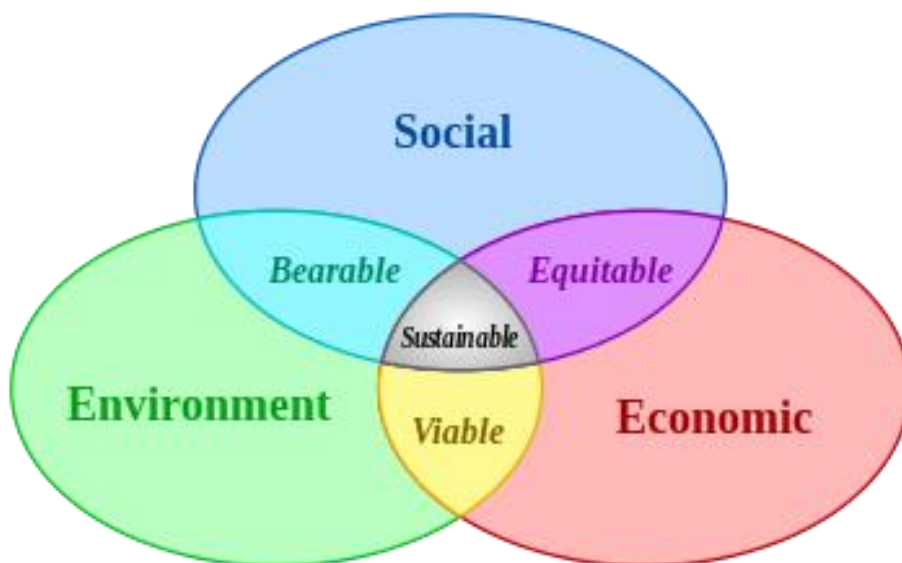
Η βιώσιμη ανάπτυξη που εμφανίζεται για πρώτη φορά στην έκθεση Brundtland (1987) και ορίζεται ως εξής: «Βιώσιμη είναι η ανάπτυξη που καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες». Η έκθεση Brundtland τονίζει ότι ισόρροπη ανάπτυξη σε παγκόσμιο επίπεδο σημαίνει ισορροπία μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών. Από τη σκοπιά της βιωσιμότητας:

- Οι αναπτυγμένες χώρες έχουν μεγάλη συνεισφορά στην περιβαλλοντική υποβάθμιση του πλανήτη και αναλογικά μικρότερες αναπτυξιακές ανάγκες.
- Αντίθετα, οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν αναλογικά μικρότερη συνεισφορά στην περιβαλλοντική υποβάθμιση αλλά παράλληλα τεράστιες αναπτυξιακές ανάγκες, αν πρόκειται να συγκλίνουν έστω και ελάχιστα προς το αναπτυξιακό επίπεδο των αναπτυγμένων χωρών.

Η έκθεση Brundtland επισημαίνει επίσης τα όρια και τους περιορισμούς

- Περιορισμοί που επιβάλλονται από τη σημερινή τεχνολογία και κοινωνική οργάνωση και την ικανότητα της βιόσφαιρας να απορροφά τις συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας
- Το πρόβλημα της φτώχειας και την ανάγκη να καλυφτούν οι ανάγκες όλων
- Το ζήτημα της οικονομικής ανάπτυξης και της δίκαιης κατανομής της
- Την ανάγκη αλλαγής των τρόπων ζωής, ιδίως στις πλούσιες χώρες
- Την ανάγκη ισορροπίας μεταξύ πληθυσμού, οικονομικής ανάπτυξης και παραγωγικού δυναμικού των οικοσυστημάτων.

Η βιώσιμη ανάπτυξη θέτει στόχους σε τρία πεδία, όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1: στην οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον. Οι τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας δεν αλληλοαναιρούνται αλλά αντίθετα αλληλοενισχύονται.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 VENN ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ: ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ (ΠΗΓΗ : IUCN 2006)

Για να υπάρξει βιώσιμη ανάπτυξη πρέπει η κοινωνία, η οικονομία και το περιβάλλον να βρίσκονται σε ισορροπία και να ικανοποιούνται οι βασικές ανθρώπινες ανάγκες χωρίς να υπάρχει καταστροφή ή υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Συγκεκριμένοι τύποι της βιωσιμότητας είναι, η βιώσιμη γεωργία, η βιώσιμη αρχιτεκτονική και

η οικολογική οικονομία. Η παγκόσμια προσπάθεια για την αειφορία θα κερδηθεί ή χαθεί, στις πόλεις του κόσμου, όπου το 70 έως 80 τοις εκατό του παγκόσμιου πληθυσμού αναμένεται να ζήσει μέχρι το 2050 (Global Footprint Network). Μπορούμε να μελετήσουμε την αειφορία σε διαστάσεις μιας οικογένειας, μιας κοινότητας ή μιας χώρας, όπως και το οικολογικό αποτύπωμα.

Ορίζουμε την βιωσιμότητα μιας περιοχής ως την οικολογική ικανότητα μιας περιοχής να παρέχει συνεχή υποστήριξη για καλύτερη ποιότητα ζωής στον άνθρωπο. Για την επίτευξη της περιφερειακής βιωσιμότητας μιας περιοχής πρέπει πρώτα να γνωρίζουμε την τρέχουσα οικολογική της κατάσταση. Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένας δείκτης, που μπορεί να μας δείξει την τρέχουσα οικολογική κατάσταση μιας περιοχής και βασίζεται στην κατανάλωση των ανθρώπινων πόρων και τη σπατάλη σε σχέση με τη διαθεσιμότητά τους (Wackernagel M. et al., 1998).

Η διαχείριση των αποβλήτων αποτελεί σημαντικό ζήτημα για την περιβαλλοντική προοπτική (Eik, 2005). Χωρίς μια αποτελεσματική και αποδοτική διαχείριση, τα απόβλητα που παράγονται μπορεί να οδηγήσουν σε κινδύνους για την υγεία και σε αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Έτσι είναι αναγκαία η ανάπτυξη ενός κατάλληλου συστήματος διαχείρισης αποβλήτων.

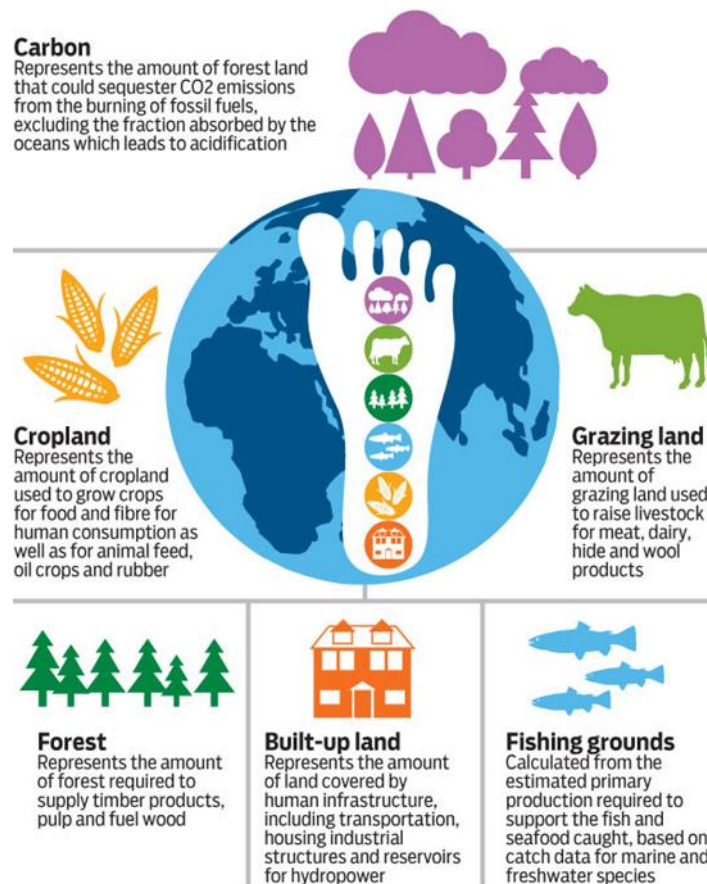
Τα οφέλη της αποτυπώματος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο περιλαμβάνουν:

- Βοηθά τις κυβερνήσεις να παρακολουθούν τη ζήτηση μιας πόλης ή περιοχής για το φυσικό κεφάλαιο, και να συγκρίνουν τη ζήτηση με το φυσικό κεφάλαιο που είναι διαθέσιμο.
- Ενημερώνει ένα ευρύ σύνολο πολιτικών, από τις μεταφορές έως την οικοδόμηση για οικιστική ανάπτυξη.
- Τονίζει τη σημασία των αποφάσεων για τις μακροπρόθεσμες υποδομές, επισημαίνοντας τις μελλοντικές ευκαιρίες ή κινδύνους.
- Προσθέτει αξία στα υφιστάμενα σύνολα δεδομένων σχετικά με την παραγωγή, το εμπόριο και τις περιβαλλοντικές επιδόσεις, παρέχοντας ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την ερμηνεία τους.
- Βοηθά να κατανοήσουν τη σχέση μεταξύ της τοπικής κατανάλωσης και των παγκόσμιων περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

- Συμβάλλει στην ευαισθητοποίηση σε θέματα βιωσιμότητας και στη συμμετοχή των πολιτών (Global Footprint network).

2.3 Τύποι χρήσεων της γης στο Οικολογικό αποτύπωμα

Στην εικόνα 3 παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία που αποτελούν το οικολογικό αποτύπωμα τα οποία είναι το αποτύπωμα του άνθρακα, η γεωργική γη, τα βοσκοτόπια, τα δάση, οι αλιευτικές ζώνες και η γη η οποία έχει καλυφθεί από ανθρώπινες κατασκευές.



ΕΙΚΟΝΑ 3 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΣΤΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ (ΠΗΓΗ: GLOBAL FOOTPRINT NETWORK)

Γεωργική έκταση γης

Γεωργική έκταση θεωρείται η περιοχή γης που απαιτείται για την καλλιέργεια όλων των γεωργικών προϊόντων συμπεριλαμβανομένων των τροφών για ζώα, λάδι και καουτσούκ. Είναι ο τύπος γης με το μεγαλύτερο μέσο όρος βιολογικής παραγωγικότητας

ανά εκτάριο. Από το 2003 υπάρχουν 1,5 δισεκατομμύρια εκτάρια καλλιεργήσιμης γης σε όλο τον κόσμο (FAO Food and Agriculture Organization). Σύμφωνα με τον ίδιο οργανισμό η γεωργική γη καλύπτει το 38,4% της χερσαίας έκτασης του πλανήτη από το 2011. Τα μόνιμα βοσκοτόπια είναι το 68,4% του συνόλου της γεωργικής γης και το 26,3% της παγκόσμιας έκτασης, ενώ η καλλιεργήσιμη γη είναι το 28,4% του συνόλου της γεωργικής γης (10,9 % της παγκόσμιας έκτασης) και οι μόνιμες καλλιέργειες (π.χ. αμπελώνες) είναι 3,1% (1,2% της παγκόσμιας έκτασης).

Ο υπολογισμός του αποτυπώματος των καλλιεργήσιμων εκτάσεων γίνεται με βάση τις ποσότητες παραγωγής των 164 διαφορετικών ειδών καλλιέργειας. Το αποτύπωμα του κάθε τύπου καλλιέργειας υπολογίζεται ως η περιοχή των καλλιεργούμενων εκτάσεων που θα απαιτούνταν για την παραγωγή των προϊόντων σε παγκόσμιο μέσο όρο. Εξ' ορισμού οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις, ως ενεργά διαχειριζόμενος τύπος χρήσης γης, έχουν απόδοση συγκομιδής ίση με την απόδοση της ανάπτυξης και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατόν για το αποτύπωμα της παραγωγής να υπερβεί τη βιολογική ικανότητα μέσα σε κάποια περιοχή (Kitzes et al., 2009)

Βοσκότοποι

Για την εκτροφή των ζώων για την παραγωγή προϊόντων όπως το κρέας, τα δέρματα, το μαλλί και το γάλα χρειάζονται εκτάσεις γης για τη βόσκηση. Παγκοσμίως υπάρχουν περίπου 3,5 δισεκατομμύρια εκτάρια φυσικών και ημι-φυσικών λιβαδιών και βοσκοτόπων σύμφωνα με τη Διεθνή Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας. Για το υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος ενός προϊόντος ζωικού κεφαλαίου χρησιμοποιούνται διατροφικά προφίλ για να προσδιοριστεί το μείγμα των τροφίμων που καταναλώνονται από αυτό το ζωικό κεφάλαιο. Το ποσό των βοσκοτόπων που απαιτούνται από ένα προϊόν ζωικού κεφαλαίου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το ύψος του χόρτου βοσκής που απαιτείται για την κάλυψη των συνολικών αναγκών τροφοδοσίας του εν λόγω προϊόντος, μετά την αφαίρεση των άλλων πηγών τροφοδοσίας που χρησιμοποιούνται.

Ιχθυοκαλλιέργειες

Για τη συγκομιδή ψαριών και άλλων θαλάσσιων προϊόντων απαιτούνται θαλάσσια αλιευτικά πεδία. Υπάρχει ένα αυξανόμενο χάσμα μεταξύ του διαθέσιμου ποσού ιχθύων και της ανθρώπινης ζήτησης. Αυτό είναι ένα πρόβλημα που επιδεινώνεται καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται. Το 2005, η παγκόσμια κατά κεφαλήν κατανάλωση ψαριών συλλαμβάνονται από την άγρια αλιεία ήταν 14,4 κιλά, με επιπλέον 7,4 κιλά να συλλέγεται από τα ιχθυοτροφεία. Περισσότερο από το 95 τοις εκατό των θαλάσσιων αλιευμάτων βρίσκεται στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα η οποία, εκτός από δυσπρόσιτες περιοχές, είναι περίπου 1,9 δισ. εκτάρια. Οι θαλάσσιες περιοχές, εκτός της υφαλοκρηπίδας, εξαιρούνται επί του παρόντος από το οικολογικό αποτύπωμα. Τα εσωτερικά ύδατα αποτελούν επιπλέον 0,4 δισεκατομμύρια εκτάρια των διαθέσιμων αλιευτικών πεδίων.

Δασικές εκτάσεις

Το αποτύπωμα των δασικών εκτάσεων υπολογίζει τις ετήσιες συγκομιδές ξυλείας για την προμήθεια των προϊόντων από ξύλο, όπως το χαρτί. Η συγκομιδή προϊόντων ξυλείας και καυσόξυλων απαιτεί φυσικά ή τεχνητά δάση. Σύμφωνα με το Διεθνή οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας το 2007 υπήρχαν 3.940 εκατομμύρια εκτάρια δασικής έκτασης στον κόσμο. Η απόδοση παραγωγής που χρησιμοποιείται στο αποτύπωμα δασικών εκτάσεων είναι η καθαρή ετήσια προσαύξηση της εμπορεύσιμης ξυλείας ανά εκτάριο. Ο υπολογισμός του αποτυπώματος των δασικών εκτάσεων γίνεται ανάλογα με την παραγωγή ποσοτήτων των 13 πρωτογενών προϊόντων ξυλείας και τριών προϊόντων καυσίμων από ξύλο

Οικιστική γη

Η οικιστική γη αφορά την εκτάση γης που καταλαμβάνουν ανθρώπινες κατασκευές που είτε είναι για στέγαση, είτε για μεταφορές, είτε για βιομηχανική παραγωγή. Χώροι που καταλαμβάνονται από υδροηλεκτρικά φράγματα και ταμιευτήρες, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, υπολογίζονται στην οικιστική γη. Το αποτύπωμα υδροηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται για κάθε χώρα με βάση τη

μέση αναλογία ισχύος εξόδου για να πλημμυρίζουν περιοχή δεξαμενή για 28 μεγαλύτερα φράγματα του κόσμου. Το αποτύπωμα της οικιστικής γης υπολογίζεται με βάση την έκταση της γης που καλύπτεται από την ανθρώπινη υποδομή: τη μεταφορά, τη στέγαση, τις βιομηχανικές δομές και τις δεξαμενές για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Το 2007, η κατοικημένη περιοχή της γης παγκόσμια ήταν 169.590.000 εκτάρια. Η οικιστική γη καταλαμβάνει έκταση που προηγουμένως ήταν καλλιεργήσιμη έκταση. Αυτή η υπόθεση βασίζεται στην παρατήρηση ότι οι ανθρώπινοι οικισμοί βρίσκονται σε εύφορες περιοχές με το ενδεχόμενο υποστήριξης υψηλής απόδοσης καλλιεργούμενων εκτάσεων (Wackernagel et al. 2002). Το αποτύπωμα της παραγωγής και το αποτύπωμα της κατανάλωσης του οικιστικού εδάφους είναι πάντα ίσο σύμφωνα με τους Εθνικούς Λογαριασμούς Αποτυπώματος.

2.4 Συντελεστές του Οικολογικού αποτυπώματος

Για τον υπολογισμό και τη μεθοδολογία του οικολογικού αποτυπώματος σημαντικό ρόλο παίζουν δυο παράγοντες, ο συντελεστής απόδοσης (yield factor) και ο συντελεστής ισοδυναμίας (equivalence factor).

- Συντελεστής απόδοσης (yield factor)

Ο συντελεστής απόδοσης χαρακτηρίζει τη διαφορά μεταξύ της τοπικής με τη παγκόσμια μέση παραγωγικότητα για συγκεκριμένο προϊόν, συγκεκριμένη περίοδο και δεδομένη χρήση της γης. Ουσιαστικά μεταφράζει ένα προϊόν σε έκταση που χρειάζεται ώστε να παραχθεί. Για οποιοδήποτε είδος γης L ο συντελεστής απόδοσης μιας χώρας δίνεται από την παρακάτω σχέση.

$$YF_L = \frac{\sum_{i \in U} A_{W,i}}{\sum_{i \in U} A_{N,i}}$$

όπου U είναι το σύνολο όλων των πρωτογενών προϊόντων μιας δεδομένης επιφάνειας γης και $A_{W,i}$, $A_{N,i}$ είναι οι επιφάνειες γης που χρειάζονται για να προμηθεύσουν μιας χώρας το ετήσιο ποσό προϊόντος i σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο αντίστοιχα. Αυτές

οι περιοχές υπολογίζονται από τις σχέσεις $A_{W,i} = \frac{P_i}{Y_{W,i}}$ και $A_{N,i} = \frac{P_i}{Y_{N,i}}$ όπου P_i ο συνολικός εθνικός ετήσιος ρυθμός αύξησης του προϊόντος i και $Y_{W,i}$ και $Y_{N,i}$ οι συντελεστές απόδοσης για το προϊόν i σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο αντίστοιχα. Με εξαίρεση τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις όλα τα άλλα είδη γης θεωρούνται ότι παρέχουν ένα προϊόν i και έτσι ο συντελεστής απόδοσης γίνεται $YF_L = \frac{Y_{N,i}}{Y_{W,i}}$.

Ο συντελεστής απόδοσης είναι ένας παράγοντας που ευθύνεται για τις διαφορές της παραγωγικότητας μεταξύ χωρών για ένα συγκεκριμένο τύπο εδάφους. Κάθε χώρα και για κάθε χρόνο έχει παράγοντες απόδοσης για γεωργικές καλλιέργειες, βοσκότοπους, δάση και αλιεία. Για παράδειγμα, το 2008, η γερμανική καλλιεργήσιμη γη ήταν 2,21 φορές πιο παραγωγική από τον παγκόσμιο μέσο όρο.

| Yield | Cropland | Forest | Grazing land | Fishing Ground |
|---------------|----------|--------|--------------|----------------|
| World Average | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Algeria | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.9 |
| Germany | 2.2 | 4.1 | 2.2 | 3.0 |
| Hungary | 1.1 | 2.6 | 1.9 | 0.0 |
| Japan | 1.3 | 1.4 | 2.2 | 0.8 |
| Jordan | 1.1 | 1.5 | 0.4 | 0.7 |
| New Zealand | 0.7 | 2.0 | 2.5 | 1.0 |
| Zambia | 0.2 | 0.2 | 1.5 | 0.0 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ, 2007

ΠΗΓΗ: NATIONAL FOOTPRINT ACCOUNTS 2010

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι συντελεστές απόδοσης για κάθε είδος χρήσης γης για την Αλγερία, την Γερμανία, την Ουγγαρία, την Ιαπωνία, την Ιορδανία, την Νέα Ζηλανδία και την Ζάμπια. Βλέπουμε ότι ο συντελεστής απόδοσης της δασικής έκτασης της Γερμανίας είναι πολύ μεγαλύτερος από αυτό της Αλγερίας αλλά και του παγκόσμιου μέσου όρου. Τα βοσκοτόπια στη Νέα Ζηλανδία είναι 2,5 φορές πιο παραγωγικά από το μέσο παγκόσμιο όρο. Ένα εκτάριο από βοσκοτόπι στην Νέα Ζηλανδία

παράγει περισσότερο κρέας από ότι ένα εκτάριο από βοσκοτόπι στην Ιορδανία (Kitzes et. al ,2007).

Ο συντελεστής απόδοσης του άνθρακα είναι ίδιος με αυτόν των δασικών εκτάσεων λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας δεδομένων σχετικά με την πρόσληψη άνθρακα σε άλλες χρήσεις γης. Τα ύδατα έχουν συντελεστή απόδοσης τη μονάδα λόγω της έλλειψης ενός ολοκληρωμένου συνόλου δεδομένων για την παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων του γλυκού νερού.

- Συντελεστής ισοδυναμίας (equivalence factor)

Προκειμένου να συνδυάσουμε το οικολογικό αποτύπωμα διαφορετικών ειδών χρήσης της γης χρειαζόμαστε ακόμα μια παράμετρο τον συντελεστή ισοδυναμίας. Ο συντελεστής αυτός μετατρέπει τις περιοχές, διαφορετικών χρήσεων, γης σε αντίστοιχες περιοχές μέσης παγκόσμιας βιοπαραγωγικότητας σε όλους τους τύπους γης (Galli et al., 2007). Ποικίλλει ανά τύπο χρήσης γης και ανά έτος. Για να υπολογίσουμε το συντελεστή ισοδυναμίας πρέπει να σταθμίσουμε διαφορετικές περιοχές εδάφους στο πόσο ικανές είναι να παράγουν προϊόντα χρήσιμα για τον άνθρωπο. Έτσι εκτός από την ποσότητα μας ενδιαφέρει και η ποιότητα του προϊόντος. Οι συντελεστές ισοδυναμίας υπολογίζονται χρησιμοποιώντας κατάλληλα ευρετήρια από το μοντέλο των παγκόσμιων αγρό-οικολογικών ζωνών σε συνδυασμό με δεδομένα από καλλιεργήσιμες περιοχές, δασικών εκτάσεων και βοσκοτόπων. Το μοντέλο των παγκόσμιων αγρό-οικολογικών ζωνών δίνει σε κάθε περιοχή έναν δείκτη καταλληλότητας. Οι δείκτες είναι πέντε :

- Πολύ Κατάλληλη (VS) – 0,9
- Κατάλληλες (S) - 0,7
- Μέτρια Κατάλληλη (MS) - 0,5
- Οριακά Κατάλληλη (MS) - 0,3
- Δεν είναι κατάλληλη (NS) - 0.1

Ο υπολογισμός του συντελεστή ισοδυναμίας υποθέτει ότι η έκταση γης μιας χώρας που έχει δείκτη 'Πολύ κατάλληλη' θα είναι καλλιεργήσιμη ενώ η υπόλοιπη θα είναι δασική έκταση. Αντίθετα η λιγότερη κατάλληλη εδαφική περιοχή θα γίνεται βοσκο-

τόπια (Wackernagel et al., 2002). Ο συντελεστής ισοδυναμίας για οικιστική περιοχή είναι ίσος με αυτόν για καλλιεργήσιμες εκτάσεις εκτός εάν υπάρχουν σαφείς αποδείξεις ότι η οικιστική περιοχή δεν βρίσκεται πάνω σε καλλιεργήσιμη έκταση. Επιπλέον ο συντελεστής ισοδυναμίας για περιοχή απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα έχει οριστεί ίσος με εκείνο των δασικών εκτάσεων. Για τους τύπους εδάφους (π.χ., καλλιεργήσιμων εκτάσεων) με παραγωγικότητα υψηλότερη από το μέσο όρο όλων των βιολογικά παραγωγικών εκτάσεων γης και υδάτων περιοχή στη Γη, ο συντελεστής ισοδυναμίας είναι μεγαλύτερος από 1. Για να μετατρέψουμε ένα μέσο εκτάριο καλλιεργήσιμης γης σε παγκόσμιο εκτάριο πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή ισοδυναμίας καλλιεργήσιμης γης 2.51 (footprint network glossary).

Άρα ο συντελεστής ισοδυναμίας μεταφράζει μια συγκεκριμένη περιοχή γης σε παγκόσμια εκτάρια και αντιπροσωπεύει τη παγκόσμια μέση δυνατή παραγωγικότητα όλων των βιοπαραγωγικών περιοχών. Η μέση παραγωγικότητα καλλιεργήσιμης έκτασης είναι υψηλότερη από τη μέση παραγωγικότητα άλλων ειδών χρήσης γης και χρειάζεται να μετατραπεί, χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο συντελεστή ισοδυναμίας για να εκφραστεί σε παγκόσμια εκτάρια. Οι συντελεστές ισοδυναμίας είναι ίδιοι για όλες τις χώρες αλλά ποικίλουν χρόνο με το χρόνο λόγω αλλαγών της σχετικής παραγωγικότητας του οικοσυστήματος ή λόγω άλλων περιβαλλοντικών παραμέτρων.

| Area Type | Equivalence Factor [global hectares per hectare] |
|-----------------------|---|
| Cropland | 2.51 |
| Forest | 1.26 |
| Grazing Land | 0.46 |
| Marine & Inland Water | 0.37 |
| Built-up Land | 2.51 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΤΣΟ 2007

(ΠΗΓΗ: NATIONAL FOOTPRINT ACCOUNTS 2010)

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει το συντελεστή ισοδυναμίας για κάθε είδος χρήσης γης, όπως καλλιεργήσιμη γη, δασική έκταση, βοσκοτόπια, αλιεία και ανεπτυγμένες περιοχές. Ο συντελεστής ισοδυναμίας δασικής έκτασης είναι 1.26. Τα βοσκοτόπια τα οποία

έχουν μειωμένη παραγωγικότητα σε σχέση με τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις έχουν συντελεστή ισοδυναμίας 0.46.

2.5 Παραδοχές – Υποθέσεις

Το οικολογικό αποτύπωμα πρέπει να τηρεί τις εξής παραδοχές (Wackernagel et al., 2002)

1. Είναι εφικτό να παρακολουθούμε τους περισσότερους από τους πόρους τους οποίους οι άνθρωποι καταναλώνουν και τα περισσότερα από τα απόβλητα τα οποία παράγουν.
2. Οι περισσότεροι πόροι και τα απόβλητα μπορούν να μετρηθούν υπό τον όρο μιας βιολογικά παραγωγικής περιοχής που είναι απαραίτητη για να διατηρήσει τη ροή. Οι ροές που δεν μπορούν να μετρηθούν αποκλείονται από την αξιολόγηση. Ως συνέπεια, αυτή η αξιολόγηση τείνει να υπερεκτιμά το αληθινό οικολογικό αποτύπωμα.
3. Κατηγοριοποιώντας κάθε περιοχή ανάλογα με την χρησιμοποίηση των πόρων της τότε διαφορετικές περιοχές μπορούν να μετατραπούν σε κοινή μονάδα μέτρησης το παγκόσμιο εκτάριο, δηλαδή εκτάριο με παγκόσμια μέση βιοπαραγωγικότητα.
4. Δεδομένου ότι κάθε παγκόσμιο εκτάριο αντιπροσωπεύει το ίδιο δυναμικό βιομάζας που παράγεται για ένα δεδομένο έτος τότε οι περιοχές αυτές μπορούν να προστεθούν δίνοντας τη συνολική ανθρώπινη ζήτηση και τη συνολική προσφορά της βιοχωρητικότητας, ουσιαστικά ένα πολύ καλό δείκτη για το οικολογικό αποτύπωμα.
5. Η ανθρώπινη ζήτηση εκφραζόμενη μέσω του οικολογικού αποτυπώματος, μπορεί να συγκριθεί άμεσα την προσφορά της φύσης, δηλαδή την βιοχωρητικότητα, μόνο όταν και το οικολογικό αποτύπωμα και η βιοχωρητικότητα εκφράζονται σε παγκόσμια εκτάρια.

6. Η περιοχή ζήτησης μπορεί να υπερβεί την περιοχή προσφοράς αν η ζήτηση σε ένα οικοσύστημα υπερβαίνει την αναγεννητική ικανότητά του. Για παράδειγμα το αποτύπωμα των δασικών προϊόντων που συγκομίζονται από ένα δάσος με διπλάσια ταχύτητα αναγέννησης είναι δυο φορές το μέγεθος της πραγματικής δασικής έκτασης. Η περίπτωση κατά την οποία το οικολογικό αποτύπωμα υπερβεί τη διαθέσιμη βιοχωρητικότητα είναι γνωστό ως overshoot. Το 2003 οι παγκόσμιοι λογαριασμοί Οικολογικού αποτυπώματος έδειξαν το ολικό αποτύπωμα της ανθρωπότητας ξεπέρασε την βιοχωρητικότητα της Γης κατά 25%.

2.5.1 Τι εξαιρείται από τον υπολογισμό του Οικολογικού Αποτυπώματος

Ο στόχος του οικολογικού αποτυπώματος είναι να μετρηθεί η ανθρώπινη ζήτηση στη βιόσφαιρα με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια, ωστόσο η μεθοδολογία είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να υποτιμάται η ανθρώπινη ζήτηση και να υπερεκτιμάται η διαθέσιμη βιολογική χωρητικότητα, όπου υπάρχει αβεβαιότητα. Λόγω ελλειπών δεδομένων θέτουμε ότι η βιοχωρητικότητα της φύσης είναι λίγο πιο μεγάλη από την πραγματική και οι ανθρώπινες ανάγκες μικρότερες από τις πραγματικές. Έτσι επιλέγεται η πιο αισιόδοξη εκτίμηση της βιοχωρητικότητας σε περίπτωση αμφιβολίας και εξαιρούνται οι δραστηριότητες για τις οποίες υπάρχουν μη επαρκή δεδομένα λόγω της αβεβαιότητας του αποτελέσματος. Το οικολογικό αποτύπωμα υποτιμάται καθώς δεν παρακολουθεί την κατανάλωση φρέσκου νερού, τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου παρά μόνο του άνθρακα και ακόμη δραστηριότητες που συστηματικά διαβρώνουν την ικανότητα της φύσης για αναγέννηση. Οι υπολογισμοί του οικολογικού αποτυπώματος πρέπει να είναι προσεκτικοί λόγω των μη ακριβών στοιχείων και δεδομένων από την παραγωγική διαδικασία. Εξαιρώντας τέτοιες διαδικασίες είναι βέβαιο ότι θα υπάρξουν σφάλματα στο αποτέλεσμα μας. Επιπλέον οι υπολογισμοί του οικολογικού αποτυπώματος δεν μετρούν μια περιοχή δυο φορές. Υπάρχουν πολλές δραστηριότητες του ανθρώπου που να συμβάλλουν στο οικολογικό αποτύπωμα όμως πρέπει να υπάρχουν και κάποιες διευκρινήσεις, όπως για παράδειγμα στον τομέα του τουρισμού. Οι τουριστικές δραστηριότητες αποδίδονται στην χώρα στην οποία συμβαίνουν και όχι στη χώρα καταγωγής του ταξιδιώτη, έτσι τα αποτυπώματα υπερεκτιμούν τις χώρες που φιλοξενούν τους τουρίστες και υποτιμούν τις χώρες από τις οποίες προέρχονται.

Αυτό συμβαίνει διότι λαμβάνουμε υπόψιν το που καταλήγουν οι ανθρώπινες ενέργειες και πράξεις. Έτσι χώρες με μεγάλη εισροή τουριστών διαφέρουν στο οικολογικό αποτύπωμα από χώρες που δεν είναι ιδιαίτερα τουριστικές. Αυτό μπορεί να επηρεάσει τη διαφορά του οικολογικού αποτυπώματος μεταξύ των χωρών αλλά δεν επηρεάζει το παγκόσμιο οικολογικό αποτύπωμα.

Ακόμη μια εξαίρεση είναι η παρακολούθηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η ζήτηση της βιοχωρητικότητας από εκπομπές αερίων θερμοκηπίου εκτός του άνθρακα δεν συμπεριλαμβάνεται στο οικολογικό αποτύπωμα. Λόγω της μη ολοκληρωμένης γνώσης για τη τύχη των εκπομπών είναι δύσκολο να εκτιμηθεί η βιοχωρητικότητα που χρειάζεται. Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα στατικό μέγεθος και είναι δυνατό να εξεταστεί βλέποντας το οικολογικό αποτύπωμα σε βάθος χρόνου, καθότι είναι ένα εργαλείο που βασίζεται σε δεδομένα παλαιότερων ετών και δεν μπορεί να προβλέψει το μέλλον άρα το οικολογικό αποτύπωμα δεν μπορεί να εκτιμήσει τις μελλοντικές απώλειες που θα προκληθούν από κάθε είδους υποβάθμιση των οικοσυστημάτων. Άρα το εργαλείο του οικολογικού αποτυπώματος δεν μπορεί να προβλέψει το μέλλον. Επιπλέον οι τεχνολογικές αλλαγές εξαιρούνται από τους λογαριασμούς του οικολογικού αποτυπώματος. Πιθανότατα το οικολογικό αποτύπωμα να μειωνόταν σημαντικά αν λαμβάνονταν υπόψιν η χρήση των τεχνολογιών που είναι φιλικά προς το περιβάλλον (Moffatt 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ III

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ

3.1 Μεθοδολογίες του Οικολογικού Αποτυπώματος

Η μεθοδολογία του οικολογικού αποτυπώματος βρίσκεται διαρκώς σε εξέλιξη, προσθέτοντας διαρκώς δεδομένα πιο λεπτομερή και καλύτερα. Αυτό συμβαίνει λόγω των συνεχώς αναπτυσσόμενων τεχνολογιών αλλά και την αναγκαιάς τώρα πια εύρεσης λύσεων για την καλύτερη ζωή του ανθρώπου πάνω στον πλανήτη Γη.

Το πιο απλό οικολογικό αποτύπωμα που μπορούμε να υπολογίσουμε είναι αυτό της κατανάλωσης. Η μεθοδολογία προτάθηκε από τον Wackernagel το 1996 και περιλαμβάνει στατιστικά στοιχεία του πληθυσμού και στοιχεία της κατανάλωσης που αντιστοιχούν σε ένα μέσο άνθρωπο. Υπάρχουν πολλοί τομείς κατανάλωσης από όπου παίρνουμε στοιχεία για τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος. Η κατανάλωση αναφέρεται σε στοιχεία της καθημερινότητας του μέσου ανθρώπου. Για παράδειγμα για τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος παίρνουμε στατιστικά στοιχεία από την κατανάλωση του φαγητού, τη στέγαση, τις μεταφορές, τις υπηρεσίες και τα αγαθά, τις καλλιεργήσιμες και δασικές εκτάσεις και τα βοσκοτόπια. Οι Εθνικοί Λογαριασμοί Αποτυπώματος υπολογίζουν το εθνικό αποτύπωμα της κατανάλωσης για τις Η.Π.Α και για χώρες που έχουν πληθυσμό πάνω από ένα εκατομμύριο (Kitzes et al., 2007). Οι Λογαριασμοί αυτοί παρακολουθούν και ένα πολύ σημαντικό απόβλητο το διοξείδιο του άνθρακα. Μπορούμε να υπολογίσουμε και ξεχωριστά το ανθρακικό αποτύπωμα. Για παράδειγμα μια σοκολάτας γάλακτος περιλαμβάνει τις εκπομπές της εκτροφής των αγελάδων και της παραγωγής του γάλακτος, της καλλιέργειας των σπόρων του κακάο και της ζάχαρης, τη μεταποίηση του προϊόντος, την παρασκευαστική διαδικασία και την συσκευασία. Περιλαμβάνει επίσης τις εκπομπές που προκαλούνται από τη μεταφορά του προϊόντος κατά τη διανομή του στα σημεία πώλησης καθώς και της απόρριψης της συσκευασίας από τον τελικό καταναλωτή.

Έτσι το οικολογικό αποτύπωμα δίνεται από τη παρακάτω σχέση (Global Footprint Network)

$$EF_c = EF_p + (EF_i - EF_e)$$

Όπου EF_c : το αποτύπωμα της κατανάλωσης της βιοχωρητικότητας από τους κατοίκους μιας χώρας.

EF_p : το αποτύπωμα της παραγωγής

EF_i : το αποτύπωμα των εισαγωγών

EF_e : το αποτύπωμα των εξαγωγών

$EF_i - EF_e$: το καθαρό οικολογικό αποτύπωμα του εμπορίου

Το αποτύπωμα της κατανάλωσης αναφέρεται στη συνολική εγχώρια ετήσια ζήτηση για πόρους και υπηρεσίες ενός πληθυσμού. Λαμβάνει υπόψη τις εξαγωγές των εθνικών πόρων αλλά και τις εισαγωγές πόρων και οικολογικών υπηρεσιών από άλλες χώρες. Είναι σημαντικό ώστε να βλέπουμε πόσο από τη βιοχωρητικότητα της φύσης ζητάει μια χώρα ανάλογα με αυτά που έχει και αυτά που εισάγει από άλλες χώρες. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των χωρών μέσω των εισαγωγών και εξαγωγών είναι πολύ σημαντική στη διαμόρφωση του οικολογικού αποτυπώματος της κατανάλωσης. Έτσι μπορεί να υπάρχουν και διαφορές στα οικολογικά αποτυπώματα μεταξύ των χωρών αλλά σε παγκόσμιο επίπεδο δεν υπάρχει διαφορά.

Το αποτύπωμα της παραγωγής συνδέεται άμεσα με την κατανάλωση καθώς η κατανάλωση της βιοχωρητικότητας είναι αποτέλεσμα των μεθόδων παραγωγής μέσα σε μια γεωγραφική περιοχή. Είναι το άθροισμα όλων των βιοπαραγωγικών περιοχών που μπορούν να υποστηρίξουν την καλλιέργεια προϊόντων, την εκτροφή ζώων, τη δημιουργία οικοδομημάτων και την απορρόφηση των αποβλήτων. Η παραγωγή είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη ικανότητα της Γης να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις του ανθρώπου. Μια περιοχή είναι βιώσιμη όταν το οικολογικό αποτύπωμα και η βιολογική ικανότητα είναι ίσες και σε αρμονία με τη φυσική ικανότητα του πλανήτη για να ανακάμψει μετά την πίεση που παράγεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Global Footprint Network).

Τέλος στην εξίσωση του οικολογικού αποτυπώματος πρέπει να προστεθεί και το αποτύπωμα του εμπορίου, δηλαδή το οικολογικό αποτύπωμα των εξαγωγών και των εισαγωγών που αναφέρεται σε μια χώρα. Το EF_i είναι το αποτύπωμα των εισαγωγών ενώ το EF_e το αποτύπωμα των εξαγωγών. Στη εξίσωση παίρνουμε τη διαφορά αυτών των δυο με αποτέλεσμα το καθαρό οικολογικό αποτύπωμα του εμπορίου. Αν η διαφορά

είναι μικρότερη του μηδενός δηλαδή το αποτύπωμα των εξαγωγών είναι μεγαλύτερο από το αποτύπωμα των εισαγωγών τότε μια χώρα θεωρείται ότι εξάγει ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και άλλες οικολογικές υπηρεσίες. Αντίθετα αν η διαφορά έχει θετικό πρόσημο τότε αυτό σημαίνει ότι η χώρα έχει ανάγκη από εισαγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και άλλων οικολογικών υπηρεσιών.

Το οικολογικό αποτύπωμα μετράει την βιοχωρητικότητα μεταξύ των διαφόρων χρήσεων γης και μεταξύ διαφορετικών χωρών. Για να μπορούμε να συγκρίνουμε πρέπει όλα να έχουν την ίδια μονάδα μέτρησης, η οποία έχει επιλεγεί να είναι το παγκόσμιο εκτάριο (gha). Τα αποτελέσματα τα εκφράζουμε σε παγκόσμια εκτάρια με τη βοήθεια δυο συντελεστών τον συντελεστή απόδοσης και το συντελεστή ισοδυναμίας (Monfreda et al., 2004). Υπάρχουν τέσσερα βήματα για τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος. Το πρώτο στάδιο για τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος του πληθυσμού της μελέτης είναι να συγκεντρωθεί, σημείο προς σημείο, η συνολική ετήσια κατανάλωση του κάθε αγαθού που χρησιμοποιείται από αυτόν τον πληθυσμό. Το δεύτερο βήμα είναι να μετατραπεί η κατανάλωση του κάθε στοιχείου σε έκταση που απαιτείται για να παραχθεί αυτό το στοιχείο διαιρώντας τη συνολική κατανάλωση από την παραγωγικότητα της γης ή της απόδοσης. Αυτό μας δίνει το οικολογικό αποτύπωμα ενός μεμονωμένου στοιχείου.

Γενικά ισχύει ότι :

$$Footprint(gha) = Area(ha) * Equivalence\ factor\left(\frac{gha}{ha}\right) \quad (1)$$

Στο τρίτο στάδιο το συνολικό οικολογικό αποτύπωμα του πληθυσμού, Fp , προσδιορίζεται αθροίζοντας τα αποτυπώματα για n μεμονωμένα στοιχεία.

$$\text{Δηλαδή } Fp = \sum_{i=1}^n ai \quad (2).$$

Στο τέταρτο βήμα, το κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα Fc προκύπτει από τη διαίρεση του συνολικού αποτυπώματος του πληθυσμού με το μέγεθος του πληθυσμού N :

$$Fc = \frac{Fp}{N} \quad (3).$$

Οι λογαριασμοί του οικολογικού αποτυπώματος περιλαμβάνουν μόνο την περιοχή της ζήτησης των πρωτογενών και δευτερογενών προϊόντων και όχι άλλες πιθανές επιδράσεις στην μελλοντική απώλεια της βιολογικής παραγωγικότητας. Τα πρωτογενή

προϊόντα περιγράφουν τα μη μεταποιημένα αποτελέσματα της εξόδου μιας συγκεκριμένης περιοχής, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν απ' ευθείας με ελάχιστη μεταβολή ή να μεταποιηθούν σε ένα δευτερεύον προϊόν. Για παράδειγμα στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις, τα βοσκοτόπια και στα δάση τα πρωτογενή προϊόντα είναι τα φρούτα, τα λαχανικά, τα κτηνοτροφικά και η ξυλεία. Για να βρούμε την περιοχή σε ha που αντιστοιχεί στην βιολογική παραγωγικότητα των πρωτογενών προϊόντων διαιρούμε το άθροισμα της παραγωγής και του εμπορίου με τη παγκόσμια απόδοση (M. Wackernagel et al., 2005)

$$Area(ha) = \frac{[Production + (Imports - Exports)](tons)}{Global Yield \left(\frac{tons}{ha}\right)} \quad (4)$$

Το άθροισμα της παραγωγής με το εμπόριο μετريέται σε τόνους, ενώ η παγκόσμια απόδοση σε τόνους ανά εκτάριο.

Τα δευτερογενή προϊόντα είναι προϊόντα που προέρχονται από πρωτογενή προϊόντα, όπως είναι το κρέας, το γάλα και το χαρτί. Ενώ το οικολογικό αποτύπωμα ενός πρωτογενούς προϊόντος υπολογίζεται με βάση την παγκόσμια απόδοση, το αποτύπωμα ενός δευτερεύοντος προϊόντος ισούται με το αποτύπωμα του μητρικού πρωτογενούς προϊόντος του. Το πρωτογενές προϊόν θα έχει πανομοιότυπο αποτύπωμα ανεξάρτητα από την προέλευσή του. Αντίθετα το αποτύπωμα ενός δευτερογενούς προϊόντος αλλάζει ανάλογα με την απόδοση μιας χώρας. Το αποτύπωμα των δευτερογενών προϊόντων συμπεριλαμβάνεται στο γενικό αποτύπωμα της παραγωγής μόνο όταν αυτά τα προϊόντα είναι εξαγόμενα. Αυτά που δεν εξάγονται συμπεριλαμβάνονται στο αποτύπωμα του μητρικού προϊόντος. Σε αυτή τη περίπτωση πρέπει να βρούμε τρεις περιοχές που έχουν μετατραπεί σε μονάδες μετρήσεις ha. Οι περιοχές που χρειαζόμαστε είναι η περιοχή των εξαγωγών των δευτερογενών προϊόντων, η περιοχή των εισαγωγών των δευτερογενών προϊόντων και η περιοχή της παραγωγής των δευτερογενών προϊόντων.

Η περιοχή εξαγωγών δευτερογενών προϊόντων δίνεται από τη σχέση (M. Wackernagel, et al., 2005)

$$\begin{aligned}
& \text{Area of Exports(secondary)(ha)} \\
& = \text{Exports(secondary)(tons)} \\
& * \left[\frac{\text{Area of Imports(secondary)(ha)} + \text{Area of production(secondary)(ha)}}{\text{Imports(secondary)(tons)} + \text{Production(secondary)(tons)}} \right] (5)
\end{aligned}$$

Όπου:

$$\begin{aligned}
& \text{Area of Imports(secondary)(ha)} \\
& = \text{Imports(secondary)(tons)} \\
& * \left[\frac{\text{Global conversion efficiency} \left(\frac{\text{tons(primary)}}{\text{tons(secondary)}} \right)}{\text{Global yield (primary)} \left(\frac{\text{tons}}{\text{ha}} \right)} \right] (6)
\end{aligned}$$

Αυτή η σχέση δίνει την περιοχή των εισαγωγών των δευτερογενών προϊόντων που έχει μετατραπεί σε εκτάρια. Ουσιαστικά είναι το γινόμενο των εισαγωγών σε τόνους με το πηλίκο του παγκόσμιου συντελεστή μετατροπής με την παγκόσμια απόδοση.

Και

$$\begin{aligned}
& \text{Area of production (secondary)(ha)} \\
& = \text{Production(secondary)(tons)} \\
& * \left[\frac{\text{National conversion efficiency} \left(\frac{\text{tons(primary)}}{\text{tons(secondary)}} \right)}{\text{Global yield (primary)} \left(\frac{\text{tons}}{\text{ha}} \right)} \right] (7)
\end{aligned}$$

Από την εξίσωση αυτή παίρνουμε την έκταση σε μονάδες μέτρησης ha της παραγωγής των δευτερογενών προϊόντων. Για την περιοχή της παραγωγής παίρνουμε το γινόμενο της παραγωγής σε τόνους με το πηλίκο του εθνικού συντελεστή μετατροπής με την παγκόσμια απόδοση. Βλέπουμε ότι σε αυτή την περίπτωση διαλέγουμε τον εθνικό συντελεστή μετατροπής καθότι η παραγωγή είναι οριοθετημένη μέσα στη χώρα που παράγει και όχι παγκόσμια.

Σημαντικός όρος του οικολογικού αποτυπώματος είναι και το αποτύπωμα των δασικών εκτάσεων. Το αποτύπωμα των δασικών προϊόντων αξιολογεί την ανθρώπινη ζήτηση για τα προϊόντα που απορρέουν από δάση. Κάποια από αυτά είναι το χαρτί, τα καύσιμα και οι κατασκευές. Συνδέεται έμμεσα με το αποτύπωμα του άνθρακα αλλά δεν υπολογίζονται μαζί. Οι Εθνικοί Λογαριασμοί Αποτυπώματος του 2016 παρακολουθούν την παραγωγή πρωτογενών δασικών προϊόντων και προϊόντων που προέρχο-

νται από αυτούς, όπως δηλαδή στα πρωτογενή και δευτερογενή προϊόντα. Τα δευτερεύοντα προϊόντα των δασικών εκτάσεων μετριοούνται σε κυβικά μέτρα (m³) ή σε τόνους.

| Name (-) | EF _p (gha) | EF _i (gha) | EF _e (gha) | EF _c (gha) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Timber Products | 1,911,227 | 3,304,618 | 1,518,356 | 3,697,490 |
| Wood Fuel | 979,793 | 32,060 | 63,547 | 948,306 |
| TOTAL | 2,891,020 | 3,336,679 | 1,581,903 | 4,645,796 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΞΥΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟ ΞΥΛΑ (ΠΗΓΗ : NFA 2016)

Ο Πίνακας 3 συνοψίζει τα οικολογικά αποτυπώματα της παραγωγής, των εισαγωγών, των εξαγωγών και κατανάλωσης τόσο για την ξυλεία όσο και για τα προϊόντα καυσίμων από ξύλο. Στην πρώτη στήλη έχουμε το οικολογικό αποτύπωμα της παραγωγής στη δεύτερη το αποτύπωμα των εισαγωγών και στην τρίτη το αποτύπωμα των εισαγωγών για τα δυο προϊόντα. Τέλος στην τελευταία στήλη δίνεται το οικολογικό αποτύπωμα της παραγωγής το οποίο δίνεται από την εξίσωση $EF_c = EF_p + (EF_i - EF_e)$.

Ένας ακόμη όρος που συμπεριλαμβάνεται στο οικολογικό αποτύπωμα της παραγωγής είναι και το οικολογικό αποτύπωμα της περιοχής που αποτελείται από κτήρια και οικοδομικά στοιχεία. Πολλές φορές οι κατοικήσιμες περιοχές που αποτελούνται από σπίτια και άλλα κτήρια έχουν κτιστεί πάνω από γεωργικές περιοχές με αποτέλεσμα να έχει χαθεί μέρος της βιοπαραγωγικότητας της γης. Η έκταση της οικιστικής περιοχής όμως ισοδυναμεί με την έκταση της γεωργικής περιοχής που έχει καλύψει. Το οικολογικό αποτύπωμα μιας τέτοιας περιοχής σε παγκόσμια εκτάρια δίνεται από την εξίσωση (M. Wackernagel et al., 2005).

Footprint of builtup land(gha)

$$= \text{Area}(\text{builtup})(\text{ha}) * \text{Equivalance factor}(\text{builtup}) \left(\frac{\text{gha}}{\text{ha}} \right) * \text{Yield factor}(\text{cropland})(-) \quad (8)$$

Το 2008 η κατοικημένη περιοχή της γης του κόσμου ήταν περίπου 170 εκατομμύρια εκτάρια. Για τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος της οικιστικής περιοχής σημαντικό ρόλο παίζει ο συντελεστής ισορροπίας που μετρείται σε παγκόσμιο εκτάριο ανά εκτάριο και ο συντελεστής αποδοτικότητας της καλλιεργήσιμης γης ο οποίος δεν

έχει μονάδες μέτρησης. Επειδή θεωρείται ότι οι κατοικημένες περιοχές με κτήρια και άλλες υποδομές είναι χτισμένες πάνω σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις χρησιμοποιούμε τους συντελεστές απόδοσης και ισορροπίας της καλλιεργήσιμης έκτασης (Wackernagel et al., 2002). Όμως αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την υπερτίμηση του οικολογικού αποτυπώματος και της βιοχωρητικότητας και επειδή αυτά τα δυο είναι ίσα όποια ανακρίβεια υπάρχει στην υπόθεση θα επηρεάσει και τα δυο. Όπως είναι φανερό από την εξίσωση του οικολογικού αποτυπώματος της περιοχής, που αποτελείται από κτήρια, δρόμους και άλλες υποδομές, δεν συμπεριλαμβάνονται οι εξαγωγές και εισαγωγές που μπορεί να κάνει μια εταιρεία ή ένα εργοστάσιο που βρίσκεται μέσα στην οικιστική γη που μελετάμε. Αυτή η παράλειψη δεν ενδέχεται να υπερτιμήσει το αποτύπωμα των χωρών εξαγωγής αλλά ούτε και να υποτιμήσει το αντίστοιχο αποτύπωμα των χωρών που κάνουν εισαγωγές.

| Name [-] | EF _P [gha] | EF _I [gha] | EF _E [gha] | EF _C [gha] |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Infrastructure Area | 1,522,629 | - | - | 1,522,629 |
| TOTAL | 1,522,629 | - | - | 1,522,629 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕ ΥΠΟΔΟΜΕΣ (ΠΗΓΗ : NFA 2016)

Στην παραπάνω εικόνα δίνεται το οικολογικό αποτύπωμα της κατανάλωσης των περιοχών με υποδομές. Παρατηρούμε ότι το αποτύπωμα της παραγωγής ισούται με το αποτύπωμα της κατανάλωσης διότι δεν συμμετέχουν τα αποτυπώματα των εισαγωγών και εξαγωγών που μπορεί να συμβαίνουν σε επιχειρήσεις ή εργοστάσια στα πλαίσια της περιοχής που μελετάμε.

| Name [-] | Area [ha] | Yield Factor [wha ha ⁻¹] | IYF [-] | EQF [gha ha ⁻¹] | EF _P [gha] |
|----------------|--------------|---|------------|--------------------------------|--------------------------|
| Infrastructure | 557,571 | 1.32 | 0.99 | 2.56 | 1,861,565 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΤΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ (ΠΗΓΗ :NFA 2016)

Στον Πίνακα 5 τα Yield factor και EQF δίνουν το συντελεστή απόδοσης και το συντελεστή ισοδυναμίας, αντίστοιχα, για καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Η τελευταία στήλη EF_P υπολογίζει το αποτύπωμα. Για τον υπολογισμό του αποτυπώματος στην περίπτωση αυ-

τή χρησιμοποιούμε την εξίσωση $EF_p = (P/Y_N) * YF * EQF * IYF$ (Global footprint network, 2016)

Όπου,

EF_p : το οικολογικό αποτύπωμα της παραγωγής ενός προϊόντος

P : ποσότητα του προϊόντος που εξάγεται

Y_N : Εθνική μέση απόδοση για την εξαγωγή του προϊόντος

YF : Ο παράγοντας απόδοσης

EQF : Ο συντελεστής ισοδυναμίας

IYF : Ο διαχρονικός συντελεστής απόδοσης, δεν έχει μονάδες

Η ποσότητα EF_p υπολογίζεται από την γενική εξίσωση (2) έχοντας ως δεδομένο την ποσότητα του προϊόντος P . Αν θέλουμε να υπολογίσουμε τη βιοχωρητικότητα τότε η κατάλληλη εξίσωση είναι

$$Biocapacity (gha) = Area(ha) * EQF \left(\frac{gha}{ha} \right) * Yield\ factor(-) \quad (9)$$

Η συνολική βιολογική ικανότητα μιας χώρας είναι το άθροισμα των βίο παραγωγικών περιοχών του, εκφρασμένο σε παγκόσμια εκτάρια. Μετατρέπουμε κάθε βίο παραγωγική περιοχή σε παγκόσμια εκτάρια από τον πολλαπλασιασμό της περιοχής με τον κατάλληλο συντελεστή ισοδυναμίας και το συντελεστή απόδοσης που είναι ο κατάλληλος ειδικά για αυτή τη χώρα. Η παγκόσμια βιολογική ικανότητα του πλανήτη μπορεί επίσης να εκφραστεί ως εξής: $\sum P_i * EQF_i = A$, όπου P είναι τα φυσικά εκτάρια βιολογικού παραγωγικού χώρου, EQF είναι ο συντελεστής ισοδυναμίας για κάθε περιοχή του τύπου i και A είναι η παγκόσμια βιολογικής ικανότητα που εκφράζεται εκτάρια.

Μια άλλη απλούστερη μεθοδολογία είναι αυτή που δίνεται στο Ecological Footprint Atlas του 2010. Σύμφωνα με αυτό το οικολογικό αποτύπωμα υπολογίζει τη ζήτηση των οικολογικών πόρων όπου και αν βρίσκονται και τους παρουσιάζει ως τη παγκόσμια μέση έκταση που απαιτείται για να υποστηρίξει μια συγκεκριμένη ανθρώπινη δραστηριότητα. Η ζήτηση των πόρων είναι στην κλίμακα των παγκόσμιων εκτάρια και οι αποδοτικότητες λαμβάνονται από διεθνείς στατιστικούς οργανισμούς όπως ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας.

$$\text{Το οικολογικό αποτύπωμα εδώ δίνεται από την εξίσωση } EF = \frac{D_{\text{annual}}}{Y_{\text{annual}}}$$

Όπου D_{annual} είναι η ετήσια ζήτηση του προϊόντος και Y_{annual} είναι η ετήσια αποδοτικότητα του ίδιου προϊόντος. Επειδή μετράμε σε κλίμακα παγκόσμιου εκτάριου σημαντικό ρόλο παίζει και ο παράγοντας ισορροπίας EQF. Η παραπάνω σχέση είναι καλύτερα να γραφτεί ως

$$EF = \left(\frac{P}{Y_n}\right) * YF * EQF \quad (10)$$

Η παραπάνω σχέση θέλει ως δεδομένα τον αριθμό των προϊόντων P στην ετήσια κατανάλωση, την μέση ετήσια αποδοτικότητα για το προϊόν που καταναλώνεται ή που εκπέμπεται και τους συντελεστές αποδοτικότητας και ισορροπίας. Ο συντελεστής ισοδυναμίας μεταφράζει την περιοχή που παρέχεται ή ζητείται από ένα συγκεκριμένο τύπο χρήσης γης σε μονάδες του παγκόσμιου μέσου όρου βιολογικά παραγωγικού τομέα, τα παγκόσμια εκτάρια και διαφέρει ανάλογα με τον τύπο χρήσης γης και έτος (Ecological Footprint Atlas 2010).

Η σχέση (10) είναι χρήσιμη για τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος ενός προϊόντος. Για τον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος της παραγωγής παίρνουμε το άθροισμα όλων των παραγωγικά ενεργών προϊόντων και τους συντελεστές για κάθε από αυτά τα προϊόντα δηλαδή

$$EF_p = \sum \frac{P_i}{Y_{n,i}} * YF_i * EQF_i = \sum \frac{P_i}{Y_{w,i}} * EQF_i \quad (11).$$

$Y_{n,i}$ είναι ο συντελεστής απόδοσης που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη χώρα για την παραγωγή κάθε προϊόντος ενώ $Y_{w,i}$ είναι η μέση παγκόσμια αποδοτικότητα του αγαθού i και EQF_i είναι ο συντελεστής ισοδυναμίας για το τύπο χρήσης γης που παράγουν προϊόντα i. Επίσης παρακολουθούνται και τα δευτερεύοντα προϊόντα. Τα πρωτογενή και τα παράγωγά τους προϊόντα συσχετίζονται με ένα συγκεκριμένο αριθμό. Ο ρυθμός εκχύλισης για ένα παράγωγο προϊόν, EXTR(secondary), χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό την αποτελεσματικής απόδοσης $Y_{w,i}$. Συχνά ο EXTR είναι απλά η αναλογία μάζας των παράγωγων προϊόντων στην πρωτοβάθμια είσοδο που απαιτείται.

$$Y_{w, \text{secondary}} = Y_{w, \text{primary}} * EXTR(\text{secondary}) \quad (12)$$

Η γενικευμένη φόρμουλα για τον ρυθμό εκχύλισης είναι

$$EXTR(\text{secondary}) = \frac{TCF(\text{secondary})}{FAF(\text{secondary})},$$

όπου FAF(secondary) είναι ο συντελεστής κατανομής του αποτυπώματος και TCF(secondary) ο συντελεστής τεχνικής μετατροπής για

τα δευτερεύοντα προϊόντα. Για να υπολογίσουμε τον συντελεστή FAF χρησιμοποιούμε την εξίσωση

$$FAF(secondary) = \frac{TCF(secondary) * V(secondary)}{\sum TCFi * Vi}$$
 όπου V_i είναι η τιμή αγοράς για κάθε

παράγωγο προϊόν (M. Bogucke et al., 2013).

Για τον υπολογισμό της βιοχωρητικότητας δίνεται η εξίσωση

$$BC = \sum An,i * YFn,i * EQFi \quad (13).$$

Όπου An,i είναι η βιοπαραγωγική περιοχή που είναι διαθέσιμη για την παραγωγή κάθε i προϊόντος της συγκεκριμένης χώρας, YFn,i είναι ο συντελεστής απόδοσης για τις εκτάσεις που παράγουν προϊόντα i για συγκεκριμένη χώρα και $EQFi$ είναι ο συντελεστής ισοδυναμίας για τον τύπο χρήσης γης που παράγει κάθε προϊόν i .

Για ένα συγκεκριμένο τύπο χρήσης γης l ο συντελεστής απόδοσης είναι

$$YFl = \frac{\sum Aw,i}{\sum An,i} \quad (14).$$

Aw, i και An, i είναι οι εκτάσεις όπου χρειάζονται να παραχθεί ετησίως το διαθέσιμο ποσό του προϊόντος i της εν λόγω χώρας σε παγκόσμιο όσο και σε εθνικό επίπεδο, αντίστοιχα.

$$Aw, i = \frac{Pi}{Yw,i} \quad \text{και} \quad An, i = \frac{Pi}{Yn,i}.$$
 Όπου P_i είναι ο συνολικός εθνική ετήσιος ρυθμός αύξη-

σης του προϊόντος i , και Yn,i και Yw,i είναι εθνικές και παγκόσμιες αποδόσεις για το ίδιο προϊόν, αντίστοιχα. Έτσι An,i είναι πάντα η περιοχή που παράγει ένα συγκεκριμένο προϊόν i σε μια δεδομένη χώρα, ενώ Aw,i δίνει την ισοδύναμη έκταση της παγκόσμιας μέσης γης για το ίδιο προϊόν i . Αν εξαιρέσουμε τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις, όλοι οι τύποι χρήσης γης που περιλαμβάνονται στο National Footprint Account υποτίθεται ότι παρέχουν μόνο ένα ανθρώπινο πρωτογενές προϊόν i , όπως ξύλο από δασικές εκτάσεις ή χόρτο από βοσκότοπους. Για αυτές τις περιοχές ο συντελεστής απόδοσης απλοποιείται στην εξίσωση

$$YFl = \frac{Yn,i}{Yw,i} \quad (15).$$

Για παράδειγμα, ο μέσος όρος εκτάριού βοσκότοπου στη Νέα Ζηλανδία παράγει περισσότερο χορτάρι από ένα παγκόσμιο μέσο όρο εκτάριο βοσκότοπου της Γης. Έτσι, από την άποψη της παραγωγικότητας, ένα εκτάριο λειμώνων στη Νέα Ζηλανδία ισο-

δυναμεί με περισσότερο από ένα παγκόσμιο μέσο εκτάριο βοσκότοπου και είναι δυναμικά σε θέση να υποστηρίξει περισσότερο την παραγωγή κρέατος (M. Borucke et al., 2013).

| Greece | 2000 | 2010 | Change (%) |
|---|-----------|-----------|------------|
| Number of holdings | 817 060 | 723 010 | -11.5 |
| Total UAA (ha) | 3 583 190 | 3 477 930 | -2.9 |
| Livestock (LSU) | 2 540 110 | 2 406 520 | -5.3 |
| Number of persons working on farms (Regular labour Force) | 1 431 250 | 1 212 720 | -15.3 |
| Average area per holding (ha) | 4.4 | 4.8 | 9.7 |
| UAA per inhabitant (ha/person) | 0.33 | 0.31 | -6.4 |

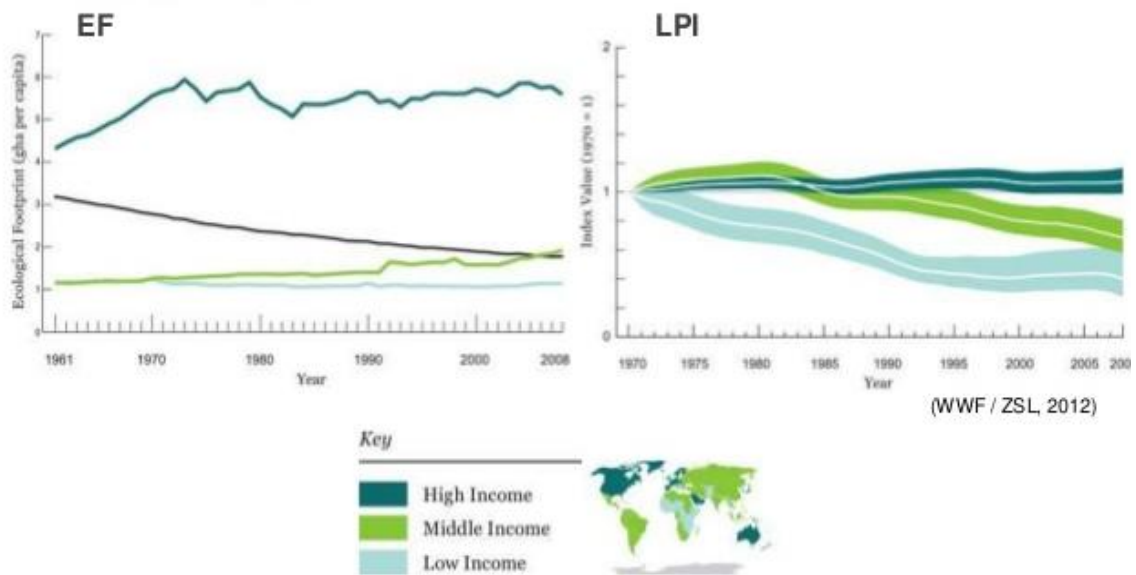
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΝ, ΒΑΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ, ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, ΤΟ 2000 ΚΑΙ ΤΟ 2010. (ΠΗΓΗ : EUROSTAT, 2010)

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 6, υπήρχαν 723.010 γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Ελλάδα το 2010 και 817.060 το 2000. Παρόλο που έπαυσε η δραστηριότητα σε 94.050 αγροκτήματα μεταξύ του 2000 και του 2010 και υπήρξε μείωση της τάξεως του 12, η Ελλάδα ήταν ένα από τα κράτη μέλη της ΕΕ με το μεγαλύτερο αριθμό των εκμεταλλεύσεων το 2010. Η χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση μειώθηκε επίσης στην Ελλάδα με ρυθμό -2,9% και διαμορφώθηκε σε περίπου 3,5 εκατομμύρια εκτάρια το 2010, καλύπτοντας έτσι περίπου το ένα τέταρτο της ελληνικής επικράτειας. Ωστόσο το μέσο μέγεθος των εκμεταλλεύσεων αυξήθηκε μεταξύ των δύο ετών του 2000 και 2010, από 4,4 έως 4,8 εκτάρια ανά εκμετάλλευση. Το γεωργικό εργατικό δυναμικό μειώθηκε επίσης στην Ελλάδα, από 1,4 εκατομμύρια το 2000 σε 1,2 εκατομμύρια το 2010 δηλαδή με ποσοστό -15,3%. Κατά το πέρασμα από το 2000 στο έτος 2010 υπήρξαν σοβαρές κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές στην Ελλάδα και αυτό είναι ένας σοβαρός λόγος που βλέπουμε αυτές τις ραγδαίες αλλαγές. Εκτός από τις κλιματικές συνθήκες ρόλο παίζει και ο τρόπος ζωής των πολιτών κάθε χώρας και οι κοινωνικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτές.

Στην εικόνα 4 στο αριστερό διάγραμμα βλέπουμε τις αλλαγές στο οικολογικό αποτύπωμα ανά άτομο σε χώρες υψηλού, μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος. Στο διάγραμμα φαίνεται ότι το κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα των χωρών με υψηλό εισόδημα υπερδιπλασιάστηκε σε αντίθεση με των χωρών μέσου και χαμηλού εισοδήματος

το οποίο έμεινε σχετικά σταθερό. Χώρες υψηλού εισοδήματος είχαν ιστορικά την πιο ραγδαία αύξηση του κατά κεφαλήν αποτύπωματος. Αυτό οφειλόταν κυρίως στην αύξηση του άνθρακα στο κατά κεφαλήν αποτύπωμα, κατά 1,6 φορές μεταξύ των ετών 1961 και 1970. Σε αντίθεση, μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος χώρες είχαν απαιτήσει λιγότερο από το μέσο όρο της βιολογικής ικανότητας, που είναι διαθέσιμη σε παγκόσμιο επίπεδο, ανά άτομο έως το 2006, όταν οι χώρες μεσαίου εισοδήματος υπερέβησαν την τιμή αυτή. Οι χώρες μεσαίου εισοδήματος περιλαμβάνουν πολλές από τις παγκόσμια αναδύμενες οικονομίες, συμπεριλαμβανομένων της Βραζιλίας, της Ρωσίας, της Ινδίας, της Ινδονησίας, της Κίνας και της Νότιας Αφρικής. Συνολικά, ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει υπερδιπλασιαστεί από το 1961, ενώ το αποτύπωμα ανά άτομο έχει αυξηθεί κατά 65 τοις εκατό. Αυτά τα δυο συνδέονται σε μεγάλο βαθμό με την αυξημένη εκβιομηχάνιση. Παρά το γεγονός ότι η αύξηση του πληθυσμού επιβραδύνεται σε ορισμένα σημεία, η περαιτέρω αύξηση του πληθυσμού, σε συνδυασμό με την αύξηση της μεσαίας τάξης στις αναδύμενες οικονομίες, έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν το παγκόσμιο αποτύπωμα της ανθρωπότητας δραματικά στο εγγύς μέλλον. Οι πολίτες των χωρών με χαμηλό εισόδημα έχουν, κατά μέσο όρο μικρότερο αποτύπωμα σήμερα από ό, τι το 1961 με μείωση 0,01 GHA ανά άτομο.

Στο δεξί διάγραμμα δίνεται ότι η υποχώρηση της βιοποικιλότητας είναι μεγαλύτερη σε χώρες με χαμηλό εισόδημα. Το Planet Index Living (2016) δείχνει ότι για τις χώρες παραστάσεις υψηλού εισοδήματος υπήρχε μια αύξηση της τάξης του 7 τοις εκατό μεταξύ 1970 και 2008. Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται σε έναν συνδυασμό παραγόντων. Μπορεί τα έθνη να εισάγουν πόρους από χώρες χαμηλού εισοδήματος, αλλά με τον τρόπο αυτό ταυτόχρονα υποβαθμίζεται η βιοποικιλότητα των χωρών, χαμηλού εισοδήματος, διατηρώντας παράλληλα το υπόλοιπο της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων της χώρας που εισάγει τους πόρους. Σε πλήρη αντίθεση, ο δείκτης για τις χώρες μεσαίου εισοδήματος έχει μειωθεί κατά 31 τοις εκατό, και πιο ανησυχητικά ο δείκτης για τις χαμηλού εισοδήματος χώρες έχει μειωθεί κατά 60 τοις εκατό.



Global Footprint Network, 2011

ΕΙΚΟΝΑ 4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΜΕΣΟ ΕΘΝΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ ΑΠΟ ΤΟ 1961 ΜΕΧΡΙ ΤΟ 2006 (ΠΗΓΗ : GLOBAL FOOTPRINT NETWORK,2011)

Μεταξύ του έτους 2010 και 2011 υπήρξε αλλαγή στη μεθοδολογία εύρεσης του οικολογικού αποτυπώματος (NFA 2013). Το οικολογικό αποτύπωμα και η βιοχωρητικότητα μετριέται σε παγκόσμια εκτάρια. Το οικολογικό αποτύπωμα χρησιμοποιεί τη βοήθεια του συντελεστή απόδοσης για να δείξει τη διαφορά μεταξύ της τοπικής και της παγκόσμιας παραγωγικότητας. Τα διάφορα είδη χρήσης της γης στη συνέχεια μετατρέπονται σε παγκόσμια εκτάρια χρησιμοποιώντας συντελεστές ισοδυναμίας για κάθε τύπο χρήσης γης. Ως εκ τούτου, ο αριθμός των παγκόσμιων εκταρίων της βιολογικής ικανότητας που υπάρχουν στον πλανήτη, σε κάθε δεδομένο έτος αντανακλά μόνο τη συνολική βιολογικά παραγωγική περιοχή του πλανήτη και είναι εντελώς ανεπηρέαστα από τις μεταβολές των αποδόσεων (Wackernagel et al.,2004). Στους Εθνικούς Λογαριασμούς Αποτυπώματος του 2011 έχει εφαρμοστεί μια μέθοδος για την αναφορά του οικολογικού αποτυπώματος και της βιολογικής ικανότητας σε «σταθερά παγκόσμια εκτάρια». Αυτό γίνεται μέσα από μια σειρά μέσω- παγκοσμίων διαχρονικών παραγόντων απόδοσης (IYFs : Intertemporal Yield Factors) (M. Borucke et al.,2013)

Οι IYFs υπολογίζονται για κάθε έτος και κάθε τύπου χρήσης γης, προκειμένου να παρακολουθούνται οι αλλαγές στον κόσμο από το μέσο όρο βιολογικής παραγωγικότητας κατά την πάροδο του χρόνου για κάθε τύπο εδάφους. Για οποιοδήποτε δεδομένο

τύπο της γης που παράγουν προϊόντα i , σε ένα δεδομένο έτος j , με ένα επιλεγμένο έτος βάσης β , ο μέσος παγκόσμιος διαχρονικός παράγοντας απόδοσης (IYF_w) έτσι υπολογίζεται ως εξής:

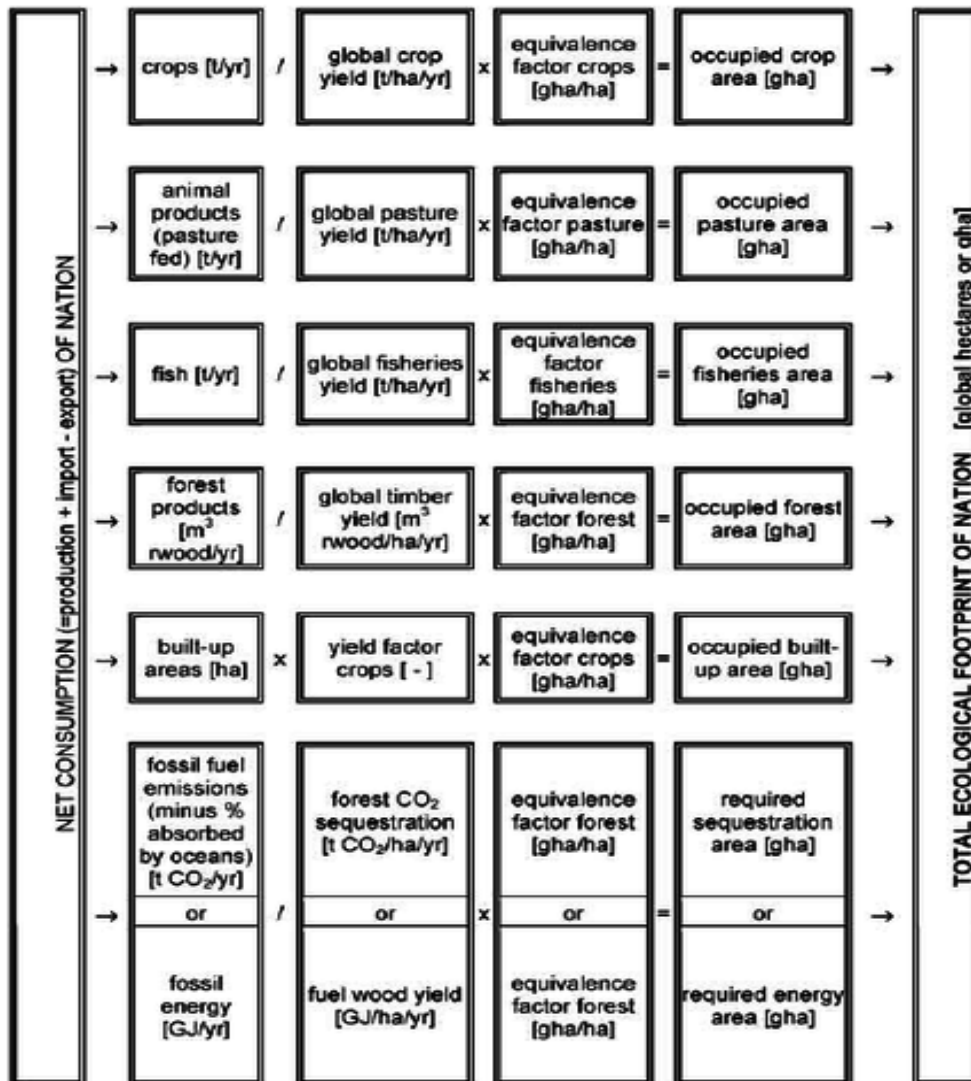
$$IYF_{w,j} = \frac{\sum \frac{P_{w,i,j}}{Y_{w,i,\beta}}}{\sum \frac{P_{w,i,j}}{Y_{w,i,j}}} \quad (16)$$

Όπου P είναι η ποσότητα ενός προϊόντος που συλλέγεται και Y_w είναι η ειδική απόδοση μέσο όρο του προϊόντος. Τα IYF συμπληρώνουν τη λειτουργία των παραγόντων απόδοσης ενώ Y_f συγκρίνουν την απόδοση ενός συγκεκριμένου τύπου χρήσης γης σε ένα συγκεκριμένο έθνος με την παγκόσμια μέση απόδοση για το ίδιο τύπο χρήσης γης. Το οικολογικό αποτύπωμα υπολογίζεται με αυτόν τον τρόπο από την εξής σχέση :

$$EF = \sum \frac{P_{n,i,j}}{Y_{n,i,j}} * Y_{Fn,i,j} * IYF_{w,i,j} * EQF_{i,j} = \sum \frac{P_{n,i,j}}{Y_{w,i,j}} * IYF_{w,i,j} * EQF_{i,j} \quad (17)$$

Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να υπολογίσουμε και την βιολογική ικανότητα $BC = \sum A_{n,i,j} * Y_{Fn,i,j} * IYF_{w,i,j} * EQF_{i,j}$. Ισχύει, για οποιοδήποτε i προϊόν, σε ένα δεδομένο έτος j και το A_n αντιπροσωπεύει τη διαθέσιμη βίο παραγωγική περιοχή στην χώρα. Υπολογίζοντας τα IYF για κάθε τύπο χρήσης γης απαιτεί η ποσότητα παραγωγής και τα δεδομένα απόδοσης κατά πάροδο του χρόνου. Τα δεδομένα της ποσότητας παραγωγής είναι διαθέσιμα για όλα τα προϊόντα που παρακολουθούνται από το NFA κατά την περίοδο 1961-2008, τα δεδομένα απόδοσης είναι διαθέσιμα μόνο για τα προϊόντα που προέρχονται από την καλλιεργήσιμη γη. Αυτό καθιστά τον υπολογισμό του IYF σήμερα δυνατόν μόνο για το τύπο γης των καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Όταν έχουμε ελλιπή δεδομένα τότε το IYF για όλα τα άλλα είδη γης ορίζεται ίσο με 1.

Η εικόνα 5 συνοψίζει τις εξισώσεις για τον υπολογισμό των οικολογικών αποτυπωμάτων κάθε παραμέτρου της καθαρής κατανάλωσης από την παραγωγή είτε από τις εισαγωγές. Οι παράμετροι έχουν ήδη αναφερθεί και είναι η αλιεία, η κτηνοτροφία, η αγροκαλλιέργεια, οι δασικές εκτάσεις, οι οικιστικές ζώνες και οι ορυκτών καυσίμων. Στα αριστερά της εικόνας αποδίδεται το ολικό οικολογικό αποτύπωμα ενός έθνους.



ΕΙΚΟΝΑ 5 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ . Το ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟ ΣΥΝΟΨΙΖΕΙ ΤΟ ΠΩΣ ΤΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΜΕΤΑΦΡΑΖΕΙ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΜΕΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ. ΓΙΑ ΛΟΓΟΥΣ ΑΠΛΟΥΣΤΕΥΣΗΣ, ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟ ΑΠΟΚΛΕΙΕΙ ΤΑ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.

3.2 Αξιολόγηση της μεθόδου του οικολογικού αποτυπώματος

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα και περιορισμοί που σχετίζονται με την ανάπτυξη της προσέγγισης του οικολογικού αποτυπώματος. Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά τα κύρια θετικά και αρνητικά στοιχεία του εργαλείου του οικολογικού αποτυπώματος και στη συνέχεια γίνεται αναλυτική περιγραφή.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθοδολογίας του οικολογικού αποτυπώματος (Moffatt , 2000).

| <i>Πλεονεκτήματα</i> | <i>Μειονεκτήματα</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Σαφές μήνυμα | Μια στατική ανάλυση |
| Εύκολο στον υπολογισμό | Αγνοεί τις τεχνολογικές αλλαγές |
| Περιλαμβάνει το εμπόριο | Αγνοεί τους υπόγειους πόρους |
| Μπορεί να θεωρηθεί ως μια μονάδα | Στερείται μέτρα ισοτιμίας |
| | Δεν υπάρχουν προδιαγραφές πολιτικής |

3.2.1 Πλεονεκτήματα της μεθόδου

Υπάρχουν πολλές έννοιες παρόμοιες με την έννοια του οικολογικού αποτυπώματος, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ανάλυσης της ενεργειακής ανάλυσης, των εκτιμήσεων του κύκλου ζωής, της ενεργειακής αξιολόγησης του τρόπου ζωής, του υπολογισμού της καθαρής πρωτογενούς παραγωγικότητας των οικοσυστημάτων του κόσμου και άλλων. Αυτό που διαφοροποιεί το οικολογικό αποτύπωμα από άλλες μεθόδους αξιολόγησης είναι ο τρόπος με τον οποίο ερμηνεύει την ανάλυση των ανθρωπινων δραστηριοτήτων. Το οικολογικό αποτύπωμα έχει τη δυνατότητα να μεταφράζει τη σχέση μεταξύ ανθρώπων και οικοσυστημάτων μέσω της κατανάλωσης των πόρων. Η αξία της ιδέας είναι ότι μπορεί να μεταφράσει πολύπλοκα σχέδια σε αριθμητική αξία.

Το μοντέλο του οικολογικού αποτυπώματος αναγνωρίζει επίσης ότι οι άνθρωποι είναι βιολογικοί οργανισμοί και ότι η οικονομία τους είναι ένα πλήρως περιορισμένο, αναπτυσσόμενο και εξαρτώμενο υποσύστημα του οικοσυστήματος το οποίο είναι περιορισμένο σε μέγεθος και δεν μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω. Έτσι, η έννοια συνδέει τους ανθρώπους με τη γη. Σύμφωνα με τον Moffatt (2000) το κύριο πλεονέκτημα του οικολογικού αποτυπώματος είναι η σαφήνεια του μηνύματος καθώς αποτελεί σημαντική λειτουργία κάθε δείκτη τόσο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής όσο και για το ευρύ κοινό. Στη συνέχεια, ο υπολογισμός βάσει του οποίου βασίζεται το οικο-

λογικό αποτύπωμα είναι σχετικά εύκολος και πολλά από τα δεδομένα είναι διαθέσιμα για διαφορετικές χώρες. Τρίτον, οι λεπτομερείς υπολογισμοί περιλαμβάνουν και το εμπόριο. Εάν συμπεριληφθεί το παγκόσμιο εμπόριο τότε, υπό την προϋπόθεση ότι όλες οι περιοχές διατηρούν το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων τους, υπάρχουν μερικοί χαμένοι και μερικοί νικητές. Τέταρτον, το μέτρο μπορεί να ως μια μονάδα, για παράδειγμα, χ μονάδες γης κατά κεφαλήν. Είναι προφανές ότι κάθε εδαφική μονάδα μπορεί επίσης να παρέχει ροή αγαθών, πληροφοριών, φυσικού και ανθρωπογενούς κεφαλαίου καθώς και ρύπανση εντός και εκτός της περιοχής.

3.2.2 Μειονεκτήματα της έννοιας του οικολογικού αποτυπώματος

Η προσέγγιση του οικολογικού αποτυπώματος συχνά κατηγορείται ότι είναι ένα εργαλείο, το οποίο δημιουργήθηκε για να προσελκύσει την προσοχή των μέσων ενημέρωσης. Μια βασική κριτική του μοντέλου είναι ότι αναπτύχθηκε σε μια ερμηνεία της ισχυρής βιωσιμότητας, ενώ οι προγραμματιστές των ιδεών υιοθέτησαν ισχυρή βιωσιμότητα ως θεμελιώδες πρότυπο για την οικολογική σκέψη. Μια ισχυρή επεξήγηση βιωσιμότητας υποδεικνύει την πεποίθηση ότι η αειφορία είναι ένα θέμα της status quo - είναι τα ατμοσφαιρικά επίπεδα του CO₂ ή σταθερές ποσότητες αποθηκευμένης ενέργειας. Η ιδέα υποστηρίζει ότι το επίπεδο υποκατάστασης μεταξύ του φυσικού κεφαλαίου και του ανθρώπινου κεφαλαίου είναι κοντά στο μηδέν, δηλαδή βρίσκεται σε ισορροπία, ή μπορεί να συνδεθεί με την υπόθεση ότι η φύση έχει αξία που πρέπει να φυλάσσεται. Επιπλέον υποστηρίζει ότι τουλάχιστον ορισμένα κρίσιμα, μη αναστρέψιμα φυσικά αποθέματα κεφαλαίου δεν θα πρέπει να μειώνονται με την πάροδο του χρόνου, δεδομένου ότι η υποκατάσταση με ανθρώπινο κεφάλαιο δεν είναι πιθανόν εφικτή. Οι κριτικοί λένε επίσης ότι η ισχυρή μέθοδος βιωσιμότητας δεν λαμβάνει υπόψη τις σημερινές και τις μελλοντικές τεχνολογικές βελτιώσεις καθώς και την ανθρώπινη ευρηματικότητα που θα ξεπεράσει τα περιβαλλοντικά προβλήματα, συμπεριλαμβανομένης της αλλαγής του κλίματος. Ως εκ τούτου, είναι πιθανή η υποκατάσταση του φυσικού κεφαλαίου. Υποστηρίζουν επίσης ότι η έννοια αποκλείει τους οικονομικούς και κοινωνικούς δείκτες, διότι η ανθρωπότητα πρέπει να συμπεριληφθεί στον υπολογισμό.

Οι επικριτές σχολιάζουν αρνητικά την έννοια της έλλειψης πληρότητας για τη μετάφραση διαφόρων κατηγοριών κατανάλωσης σε αντίστοιχες εκτάσεις. Πρώτον, δεν λαμβάνονται υπόψη οι περιφερειακοί και τοπικοί τύποι γης και η χρήση τους. Συχνά επισημαίνεται ότι ορισμένες κατηγορίες λαμβάνουν παρόμοια σημασία ανεξάρτητα από τα διαφορετικά επίπεδα περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το οικολογικό αποτύπωμα υπολογίζει την υποθετική χερσαία έκταση, ενώ παράλληλα δεν διακρίνει μεταξύ βιώσιμης και μη βιώσιμης χρήσης γης. Επιπλέον υποστηρίζουν περαιτέρω ότι σύμφωνα με το οικολογικό αποτύπωμα, η χρήση γης έχει μόνο μία μόνο λειτουργία. Όμως, σε πολλές περιπτώσεις η χρήση γης παρέχει πολλές λειτουργίες. Η έννοια αμφισβητείται επίσης από το γεγονός ότι οι διαδικασίες μέτρησης και συγκέντρωσης για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που οφείλονται στη χρήση ενέργειας (όπως οι εκτάσεις που χρησιμοποιούνται από τα ορυκτά καύσιμα) είναι ασαφείς.

Στην εργασία του Ian Moffatt με τίτλο « Ecological footprints and sustainable development » (2000) αναφέρονται με λεπτομέρεια και τα μειονεκτήματα του εργαλείου του οικολογικού αποτυπώματος. Πρώτον θεωρεί ότι το εργαλείο δεν είναι δυναμικό αλλά στατικό. Είναι δυνατόν να εξεταστεί η δυναμική αυτού του μέτρου με την παρακολούθηση του οικολογικού αποτυπώματος μέσω της ιστορικής εποχής. Τέτοιες ιστορικές μελέτες μπορούν να αποκαλύψουν τις διαδικασίες που οδηγούν σε μη βιώσιμες πρακτικές σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες. Πιο σημαντικό όμως είναι η ανάγκη ανάπτυξης μιας δυναμικής προσέγγισης για την αναζήτηση διαφορετικών σεναρίων ανάπτυξης (Moffatt, 1996, Lange, 1999) στα πρώτα χρόνια της επόμενης χιλιετίας, τουλάχιστον εάν θέλουμε να γίνει βιώσιμη η ανάπτυξη - όπως στην έκθεση Brundtland (Παγκόσμια Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης, 1987) και στις συμφωνίες Τοπικής Ατζέντας 21 που αναδύθηκαν μετά τη Διάσκεψη του Ρίο το 1992. Δεύτερον, ορισμένοι συγγραφείς όπως ο Selman σημειώνουν ότι «είναι άσκοπο να υποστηρίξουμε ότι υπάρχει άμεση ισοδυναμία μεταξύ της μιας περιοχής και του οικολογικού της αποτυπώματος» (Selman 1996, σελ. 38) και άλλοι υποστήριξαν την ανάγκη να εξεταστούν οι χωρικές ροές του εμπορίου στην παραγωγή των δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης (Van den Bergh και Verbruggen, 1999). Τρίτον, ο ρόλος της τεχνολογικής αλλαγής αγνοείται, πράγμα που θεωρείται σπουδαίο μειονέκτημα στη μέθοδο του οικολογικού αποτυπώματος διότι υπάρχει μια «έκρηξη» στην ανάπτυξη της τεχνολογίας. Χρησιμοποιώντας φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες, συνεπάγεται η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και η μείωση της διακίνηση των πόρων. Τέταρτον,

το οικολογικό αποτύπωμα δεν εξετάζει τους ωκεανούς και τα υπόγεια νερά. Πέμπτο, το οικολογικό αποτύπωμα αντιπροσωπεύει ένα μέτρο αποθέματος. Θα ήταν χρήσιμο να ενσωματωθεί το μέτρο αποθέματος με τις ροές μέσα ή έξω από μια περιοχή. Όπως πρότεινε ο Daly (1997) σε πολλές δημοσιεύσεις, η μείωση της διακίνησης είναι σημαντική πτυχή για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Τέλος, δεν προσφέρει πολιτικές προτάσεις, εκτός από τη συμπερίληψη περισσότερων εκτάσεων, τη μείωση του πληθυσμού ή τη μείωση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης. Δεν αναφέρονται τα μέσα πολιτικής που απαιτούνται για την επίτευξη τέτοιων επιθυμητών στόχων.

3.2.3 Συμπεράσματα

Το οικολογικό αποτύπωμα, αποτελεί σίγουρα το πιο σημαντικό περιβαλλοντικό δείκτη. Κάθε χώρα πρέπει να αναλύσει τη χρήση των πόρων και να λάβει μέτρα για να αποτρέψει την υπερεκμετάλευση τους και να επενδύσει τις προσπάθειές της για την επίλυση των ζητημάτων της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Μέσα από αυτή την εργασία μπορούμε να πούμε ότι τα δυνατά σημεία του οικολογικού αποτυπώματος είναι ότι μπορεί να παρουσιάσει τα αποτελέσματα του και να είναι κατανοητά σε ένα ευρύ κοινό και μπορεί να δείξει ποσοτικά την υπερκατανάλωση που κάνουμε. Επιπλέον μας δείχνει το σημείο όπου μπορεί να υπερβούμε τη διαθεσιμότητα των πόρων. Υπάρχουν πράγματι μεθοδολογικές εξελίξεις που προσπαθούν να ενισχύσουν τη σχέση μεταξύ ανθρώπινης κατανάλωσης και των οικολογικών ορίων, όχι μόνο στον τομέα της αλλαγής του κλίματος αλλά κυρίως στους τομείς της υγείας των οικοσυστημάτων, της βιοποικιλότητας και της βιωσιμότητας των γεωργικών πρακτικών, της διαχείρισης της γης και των αλιευτικών πρακτικών. Μεθοδολογικά, θα πρέπει να γίνουν περαιτέρω βελτιώσεις στο οικολογικό αποτύπωμα. Το οικολογικό αποτύπωμα δεν μπορεί να απαντήσει στην ερώτηση πόσο καιρό θα είναι δυνατή η οικολογική υπέρβαση. Ουσιαστικά το οικολογικό αποτύπωμα δείχνει μια αποτίμηση γενική για αυτό μπορεί να διαιρεθεί σε άλλες κατηγορίες, όπως το ανθρακικό αποτύπωμα, που μας δίνει καλύτερη εικόνα για το ποσό και την πηγή των αερίων του θερμοκηπίου που οδηγούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Όμως στη μετατροπή αυτών των αερίων σε παγκόσμια εκτάρια είναι δυνατό να επέλθουν αβεβαιότητες στα αποτελέσματα.

Είναι φανερό πως η συνεχής αύξηση του πληθυσμού και κατά συνέπεια η συνεχής αυξανόμενη ζήτηση σε αγαθά δημιουργούν ένα παγκόσμιο οικολογικό έλλειμμα. Η ζήτηση στους πόρους υπερβαίνει κατά πολύ τη φέρουσα ικανότητα της γης για ανανέωση των φυσικών της πόρων. Η ζήτηση εξαρτάται και από την οικονομική κατάσταση της εκάστοτε χώρας. Η ζήτηση των πόρων από τη γη σε μια χώρα με «πλούσιους» καταναλωτές αντιστοιχεί σε 5 με 10 εκτάρια, ενώ όπως αναφέραμε σε κάθε άτομο αντιστοιχούν μόνο 2 εκτάρια γης.

Επιπτώσεις του αυξανόμενου οικολογικού αποτυπώματος μπορεί να συνεπάγουν και κίνδυνο για τα υπόλοιπα είδη του πλανήτη. Οι ελέφαντες και τα θαλάσσια θηλαστικά είναι κάποια από αυτά. Τα περισσότερα θηλαστικά απειλούνται με εξαφάνιση, κυρίως λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η πετρελαϊκή ρύπανση, η ηχορύπανση, η κλιματική αλλαγή και έρευνες για υδρογονάνθρακες είναι κοινές απειλές για όλα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΤΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

4.1 Μεθοδολογία υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για το αποτύπωμα του άνθρακα. Το αποτύπωμα του άνθρακα είναι το σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από έναν άνθρωπο, ένα γεγονός, έναν οργανισμό ή ένα προϊόν. (Carbon trust). Ένα αέριο του θερμοκηπίου (GHG greenhouse gas) είναι κάθε αέριο στην ατμόσφαιρα που απορροφά και εκπέμπει θερμότητα και ως εκ τούτου διατηρεί την ατμόσφαιρα του πλανήτη θερμότερη από ό,τι θα ήταν διαφορετικά. Ουσιαστικά αντιπροσωπεύει την βιολογική ικανότητα που απαιτείται για να απομονωθεί το διοξείδιο του άνθρακα από τις εκπομπές από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Το αποτύπωμα του άνθρακα είναι δύσκολο να προσδιοριστεί αφού απαιτεί μια σαφή δήλωση των παραδοχών και της μεθοδολογικής προσέγγισης. Ένα αποτύπωμα άνθρακα διαμορφώνεται στο πλαίσιο της ανθρωπογενούς αλλαγής του κλίματος, γεγονός που υποδηλώνει ότι ο όρος «αποτύπωμα άνθρακα» μπορεί να είναι υπερβολικά περιοριστικός, καθώς το κλίμα επηρεάζεται όχι μόνο από τον άνθρακα αλλά και από το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), το διοξείδιο του θείου (SO₂), την ανακλαστικότητα κ.α.

Οι L.Wright, S. Kemp και ο I. Williams πρότειναν έναν πιο πρακτικό ορισμό: « Το αποτύπωμα του άνθρακα είναι ένα μέτρο του συνολικού ποσού του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και των εκπομπών μεθανίου (CH₄) από έναν ορισμένο πληθυσμό, σύστημα ή δραστηριότητα, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις σχετικές πηγές, εντός του χωρικού και χρονικού ορίου του πληθυσμού, του συστήματος, της δραστηριότητας, του ενδιαφέροντος ».

Εκφράζεται σε ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα CO₂eq. Είναι μια ποσότητα που περιγράφει, για ένα δεδομένο μείγμα και ποσό των αερίων του θερμοκηπίου, την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που θα έχει την ίδια δυνητική θέρμανση του πλανήτη, όταν μετράται σε καθορισμένο χρονικό διάστημα που είναι περίπου 100 χρόνια. Συμπερασματικά για οποιαδήποτε ποσότητα και είδος των αερίων του θερμο-

κηπίου, το CO₂e αντικατοπτρίζει την ποσότητα του CO₂ που θα έχει το αντίστοιχο παγκόσμιο αντίκτυπο του πλανήτη. Για παράδειγμα αν εκπέμπεται 1kg μεθανίου, αυτό μπορεί να εκφραστεί ως 25kg του CO₂e (1kg CH₄ * 25 = 25kg CO₂e).

Η χρήση του αποτυπώματος του άνθρακα σε αντίθεση με το οικολογικό αποτύπωμα έχει περιορισμό στη χρήση των σταθερών καυσίμων άνθρακα που απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα. Έτσι το αποτύπωμα του άνθρακα συμπεριλαμβάνεται στο οικολογικό αποτύπωμα αφού η αύξηση των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει μια συσσώρευση του οικολογικού χρέους. Μερικές εκτιμήσεις του αποτυπώματος του άνθρακα εκφράζουν τα αποτελέσματα σε τόνους ανά έτος χωρίς να μεταφράζουν το ποσό σε έκταση που χρειάζεται για να το απομονώσει.

Οι άμεσες εκπομπές του άνθρακα είναι το αποτύπωμα του άνθρακα της ενέργειας και των καυσίμων που καίγονται από διάφορους τύπους μεταφορών. Μερικές μορφές της ενεργειακής παραγωγής του αποτυπώματος του άνθρακα είναι τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων και τεχνολογίες που δεν βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα. Οι τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο έχουν το μεγαλύτερο αποτύπωμα διότι καίνε τα καύσιμα αυτά κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους, ενώ οι τεχνολογίες που δεν βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα όπως η αιολική, η υδροηλεκτρική και τα φωτοβολταϊκά θεωρούνται ως χαμηλού άνθρακα τεχνολογίες γιατί δεν εκπέμπουν CO₂ κατά τη λειτουργία τους. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το κοινό χαρακτηριστικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των συστημάτων πυρηνικής ενέργειας είναι ότι οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και άλλων ατμοσφαιρικών ρύπων είναι «έμμεση», δηλαδή, προκύπτουν από τα στάδια του κύκλου ζωής, εκτός της παραγωγής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την αιολική ενέργεια έχει ένα από τα χαμηλότερα αποτυπώματα άνθρακα. Σε αυτή την περίπτωση σχεδόν όλες οι εκπομπές άνθρακα συμβαίνουν κατά το στάδιο των κατασκευών και είναι περίπου το 98% της συνολικής εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα. Ένα άλλο είδος τεχνολογίας που δεν βασίζεται σε ορυκτά καύσιμα είναι τα φωτοβολταϊκά τα οποία είναι φτιαγμένα από κρυσταλλικό πυρίτιο το οποίο είναι ένα ημιαγώγιμο υλικό και εξάγεται από χαλαζιακή άμμο σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

Εκτός από αυτές τις τεχνολογίες μεγάλο περιβαλλοντικό αντίκτυπο έχουν και τα μέσα μεταφοράς, όπως τα αυτοκίνητα, τα λεωφορεία, τα τρένα, τα πλοία και τα αεροπλάνα.

Από το 1995 έως το 2011 οι εκπομπές CO₂ του οδικού τομέα για τη μεταφορά επιβατών μειώθηκε κατά 7% και 19% για εμπορευματικές μεταφορές. Αυτό συνέβη γιατί υπήρχαν τεχνολογικές βελτιώσεις, όπως την απομάκρυνση του θείου από τα καύσιμα. Ο σιδηρόδρομος είναι ένα από τα πιο ενεργειακά αποδοτικό μέσο όπου οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έχουν μειωθεί κατά 24% από το 1995. (European Commission, 2003)

Τέλος η περιβαλλοντική επίπτωση της αεροπορίας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Τα αεροπλάνα εκπέμπουν οξείδια του αζώτου και υδρατμούς ψηλά στην τροπόσφαιρα, τα οποία είναι αέρια του θερμοκηπίου. Εκτός από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα από τα καύσιμα κατά τη λειτουργία του αεροπλάνου, υπάρχουν και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα αυτοκίνητα που βοηθούν στην εξυπηρέτηση των επιβατών και του προσωπικού στο έδαφος. Επιπλέον υπάρχουν εκπομπές που προέρχονται από την παραγωγή της ενέργειας που χρησιμοποιείται σε κτίρια του αεροδρομίου, την κατασκευή αεροσκαφών και την κατασκευή των υποδομών του αερολιμένα. Μια μελέτη που έγινε στη Φινλανδία έδειξε ότι για εγχώριες πτήσεις μικρότερες των 463 km οι εκπομπές είναι 259 g/km CO₂e ανά επιβάτη ενώ για μεγαλύτερες από 463 km είναι 178 g/km CO₂e ανά άτομο. Τέλος για πτήσεις μεγάλων αποστάσεων, η εκπομπές ανά επιβάτη είναι 114 g/km CO₂e (Average passenger aircraft emissions and energy consumption per passenger kilometer in Finland 2008). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα αεροπλάνα για τις Η.Π.Α υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο (J. Caves, 2007)

$$\left(\frac{\text{Miles Flown}}{41.986 \left(\frac{\text{passenger miles}}{\text{gallon}} \right)} \times 20.88 \left(\frac{\text{lbs CO}_2}{\text{gallon}} \right) \times 2.7 \right) \div 2204.6 = \text{CO}_2 \text{ Emissions (tonnes)}$$

Αρχικά παίρνουμε τον συνολικό αριθμό μιλίων που έκαναν όλοι οι επιβάτες από μια χώρα και από όλες τις αεροπορικές εταιρείες και το διαιρούμε με την αποδοτικότητα καυσίμων ανά επιβάτη. Έπειτα πολλαπλασιάζουμε αυτό το λόγο με τον συντελεστή εκπομπών CO₂ για τα καύσιμα. Ο αριθμός αυτός στο τέλος πολλαπλασιάζεται με το 2,7 όπου ονομάζεται RFI (Radiative Forcing Index) το οποίο είναι ένα μέτρο του παγκόσμιου αντίκτυπου από τα αέρια του θερμοκηπίου εκτός του διοξειδίου του άνθρακα. Ο συνολικός αριθμός μιλίων που πωλούνται από αμερικανικές αεροπορικές εται-

ρείες είναι 809.728.364.758 μίλια. Διαιρούμε αυτόν τον αριθμό με τα συνολικά γαλόνια των καυσίμων που αγοράζονται από εταιρείες με έδρα τις Ηνωμένες Πολιτείες, που είναι 19.285.575.892 γαλόνια. Το αποτέλεσμα αυτού του υπολογισμού είναι η αποδοτικότητα καυσίμου ανά επιβάτη, 41.986 επιβατικά μίλια / γαλόνι και υπολογίζεται κατά μέσον όρο σε όλες τις πτήσεις που εκτελούνται από αερομεταφορείς των ΗΠΑ.

Εκτός από τα μέσα μεταφοράς, οι ηλεκτρικές συσκευές συνεισφέρουν και αυτές στο αποτύπωμα του άνθρακα. Για να υπολογίσουμε τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα σε τόνους χρησιμοποιούμε τον τύπο (J. Caves, 2007)

$$\left(\frac{ElectricityConsumption \left(\frac{Kwh}{day} \right)}{Use(Suite/ Individual)} \right) \times 365days \times \left(1.486 \frac{lbsCO_2}{Kwh} \right) \div 2204.6 = CO_2Emissions(tonnes)$$

Για μια δεδομένη ηλεκτρική συσκευή παίρνουμε το πηλίκο της ηλεκτρικής κατανάλωσης ανά ημέρα με τη χρήση της συσκευής από όλα τα άτομα που την χρησιμοποιούν. Αυτό το λόγο τον πολλαπλασιάζουμε επι 365 ημέρες και έπειτα με τον αριθμό 1.486 lbs CO₂/Kwh όπου είναι ο συντελεστής σταθμισμένης εκπομπής άνθρακα. Τέλος το διαιρούμε με το 2204,6.

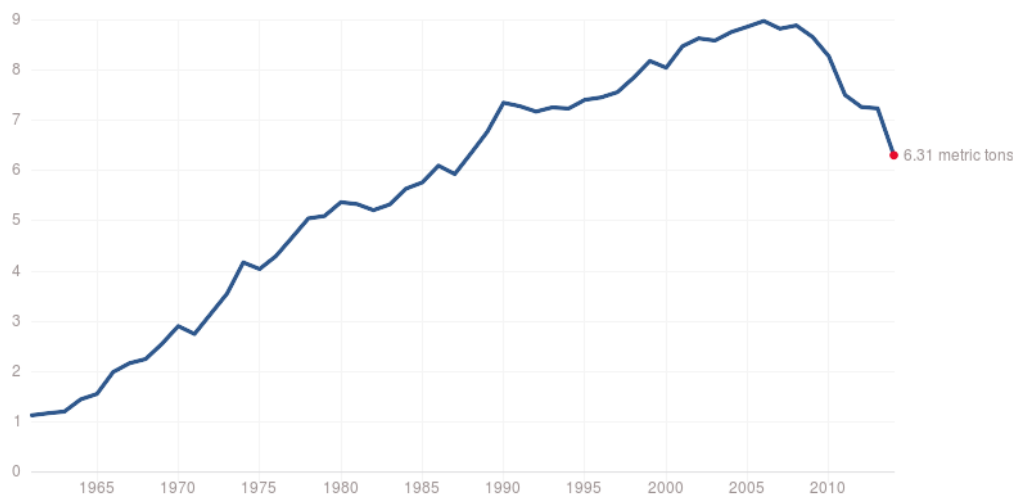
Για παράδειγμα ένα ψυγείο ενεργειακής κατανάλωσης A που είναι ενεργό 24 ώρες την ημέρα έχει κατανάλωση 408 kWh και εκπέμπει 175kg CO₂ ανά χρόνο, ενώ ένα ψυγείο ενεργειακής κατανάλωσης A++ εκπέμπει 89kg CO₂ ανά χρόνο (Energy consumption, Carbonfootprint.com). Το αποτύπωμα του άνθρακα μιας χώρας αυξάνεται αναλογικά με το εισόδημα, αλλά οι πιο σημαντικοί παράγοντες που το επηρεάζουν είναι τα τρόφιμα, η κινητικότητα και τα προϊόντα. Σε παγκόσμιο επίπεδο το 72% των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέρχεται από την κατανάλωση που κάνουν τα νοικοκυριά, το 10% από την κατανάλωση που κάνουν οι διοικητικές αρχές και 18% από επενδύσεις. Η τροφή συνεισφέρει κατά 20% στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, η λειτουργία και η συντήρηση των κατοικιών κατά 19% και οι μεταφορές κατά 17%. (Hertwich et al., 2009)

Σύμφωνα με τον Hertwich το 2001 η Ελλάδα είχε 13,7 tCO₂e/p. Τα ποσά που συμβάλλουν το φαγητό, τα ρούχα, τα προϊόντα, οι υπηρεσίες και οι μεταφορές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Για πληθυσμό 10,6 εκατομμύρια κατοίκους τα ρούχα συνεισφέρουν κατά 3% στο αποτύπωμα του άνθρακα, ενώ οι κατασκευές 14%.

| country | footprint [tCO ₂ e/p] | domes share | populati (million) | constructi | Shelt | foo | clothin | Manufactur products | mobil | servic | trad |
|---------|----------------------------------|-------------|--------------------|------------|-------|-----|---------|---------------------|-------|--------|------|
| Greece | 13,7 | 65% | 10,6 | 14% | 16% | 19% | 3% | 10% | 18% | 15% | 5% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΟΜΠΗ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΤΟ 2001 (ΠΗΓΗ: HERTWICH ET AL.,2009)

Συνοψίζοντας όλες τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα από το 1960 μέχρι το 2013 στην Ελλάδα έχουμε το Διάγραμμα 6, που μας δείχνει ότι από 1960 είχαμε μια συνεχή αύξηση στις εκπομπές του CO₂ μέχρι και το 2005, όπου από εκεί και έπειτα οι εκπομπές άρχισαν να μειώνονται. Το 2013 είχαμε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα της τάξεως των 6,31 τόνων.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΟΥ CO₂ ΑΠΟ ΤΟ 1960 ΜΕΧΡΙ ΤΟ 2013 ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. (ΠΗΓΗ: THE WORLD BANK DATA)

| DATE | VALUE | CHANGE, % |
|------|-------|-----------|
| 2013 | 6.31 | -12.89 % |
| 2012 | 7.24 | -0.40 % |
| 2011 | 7.27 | -3.17 % |

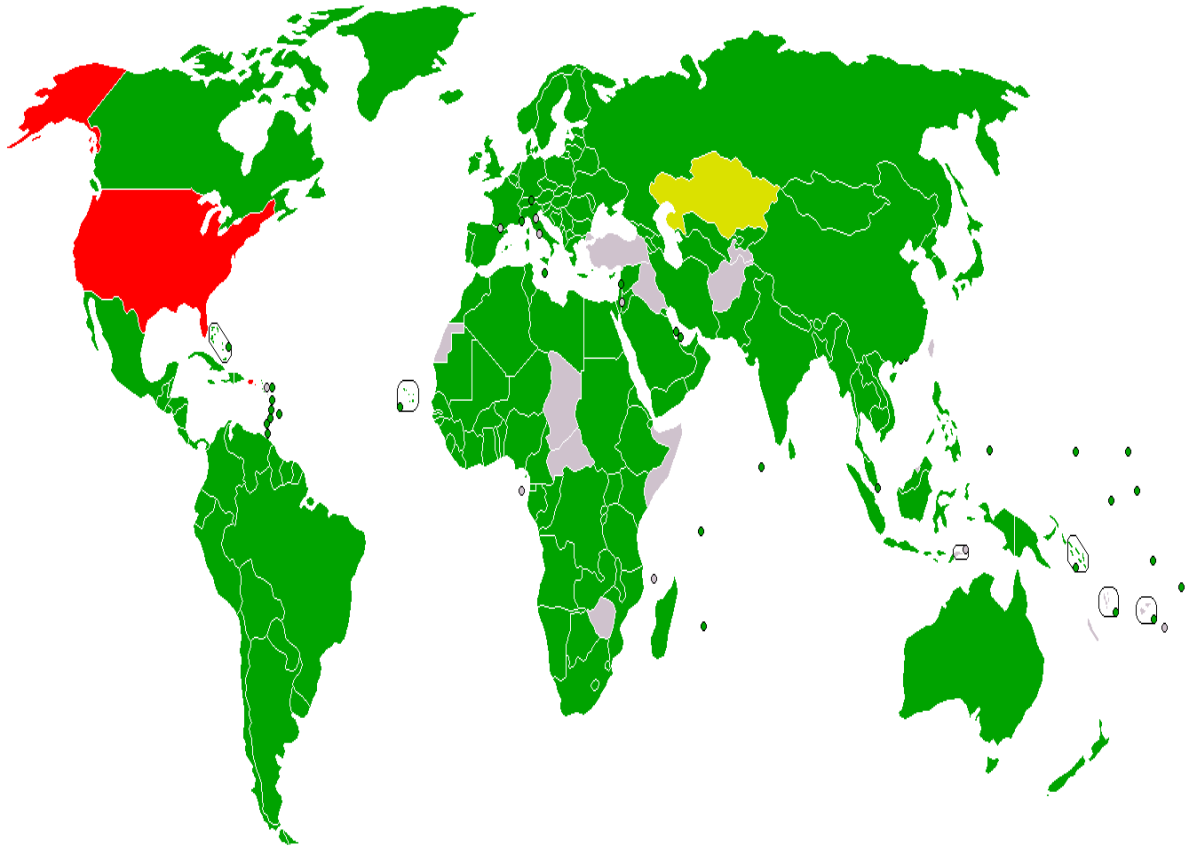
| | | |
|------|------|---------|
| 2010 | 7.51 | -9.31 % |
| 2009 | 8.28 | -4.44 % |
| 2008 | 8.66 | -2.58 % |
| 2007 | 8.89 | 0.73 % |
| 2006 | 8.83 | -1.70 % |
| 2005 | 8.98 | 1.27 % |
| 2004 | 8.87 | 1.22 % |
| 2003 | 8.76 | 1.96 % |
| 2002 | 8.59 | |

4.2 Αποτυπώματα άνθρακα των Κρατών, περιφερειών και πόλεων

Η ανάδειξη του οικολογικού αυτού προβλήματος κατά την πάροδο των χρόνων προσέλκυσε το ενδιαφέρον των χωρών. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της αλλαγής του κλίματος ορίστηκε μια συνθήκη, γνωστή ως Πρωτόκολλο του Κιότο το 1997 με την οποία οι χώρες που έχουν λάβει μέρος σε αυτή δεσμεύονται να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έχοντας ως δεδομένα ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη υπάρχει και ότι αυτό που το έχει προκαλέσει είναι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από ανθρωπογενείς διεργασίες. Προς το παρόν υπάρχουν 192 χώρες που έχουν υπογράψει το πρωτόκολλο του Κιότο. Στην εικόνα 6 φαίνονται πιο καθαρά ποιες χώρες υπέγραψαν και επικύρωσαν το πρωτόκολλο αλλά και ποιες δεν έχω πάρει θέση. Η Ελλάδα υπέγραψε το πρωτόκολλο το 1998 και άρχισε την εφαρμογή του το 2005 (unfccc). Στο Κιότο με τη συμμετοχή περισσότερων από 150 χωρών καταρτίστηκε το Πρωτόκολλο που όριζε ότι «οι ανεπτυγμένες χώρες θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές των έξι βασικότερων αερίων που εντείνουν το φαινόμενο κατά τουλάχιστον 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.» Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο προβλέπει αρχικά μείωση της παραγωγής των έξι αερίων που θεωρείται ότι εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 5,2%, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, μέχρι το 2012 και παρέχει ένα διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών που έχουν προκληθεί από τον άνθρωπο, ορίζοντας στόχους μείωσης των επικίνδυνων εκπομπών για τις ανεπτυγμένες χώρες. Η πρώτη περίοδος δέσμευσης του πρωτοκόλλου ξεκίνησε το

2008 και έληξε το 2012. Μια δεύτερη περίοδος δέσμευσης συμφωνήθηκε το 2012, γνωστή ως τροποποίηση της Ντόχα στο πρωτόκολλο.

Από τον Απρίλιο του 2017, 77 κράτη έχουν αποδεχθεί την τροποποίηση της Ντόχα, ενώ η έναρξη ισχύος απαιτεί την αποδοχή 144 κρατών. Στην εικόνα 7 φαίνονται με μπλε οι χώρες που έχουν αποδεχθεί την τροποποίηση της Ντόχα. Από τις 37 χώρες με δεσμευτικές δεσμεύσεις, 7 έχουν επικυρώσει. Διεξήχθησαν διαπραγματεύσεις στο πλαίσιο των ετήσιων διασκέψεων της UNFCCC για την αλλαγή του κλίματος σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν μετά τη λήξη της δεύτερης περιόδου δέσμευσης το 2020. Αυτό οδήγησε στην έγκριση της συμφωνίας του Παρισιού το 2015, η οποία αποτελεί ξεχωριστό μέσο στο πλαίσιο της UNFCCC και όχι τροπολογία Του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Από τον Ιούνιο του 2017, 195 μέλη της UNFCCC υπέγραψαν τη συμφωνία, 151 από τα οποία την έχουν επικυρώσει. Το 2017, ο Πρόεδρος Donald J. Trump απέσυρε τις Ηνωμένες Πολιτείες από τη συμφωνία.

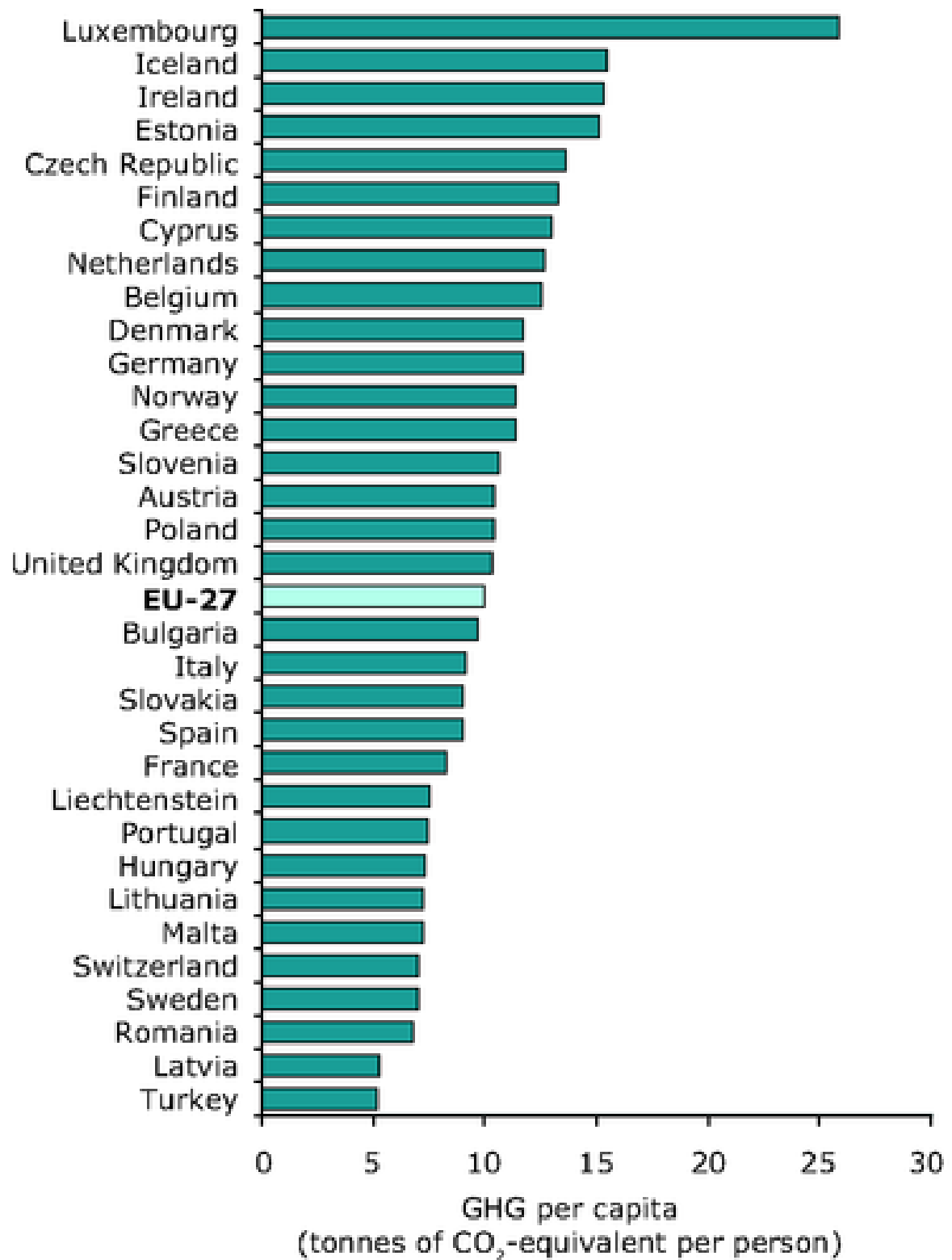


ΕΙΚΟΝΑ 6 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΧΩΡΩΝ ΣΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ: ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΟ ΧΡΩΜΑ ΔΗΛΩΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΠΟΥ ΥΠΕΓΡΑΨΑΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΥΡΩΣΑΝ ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ, ΜΕ ΚΙΤΡΙΝΟ ΟΣΕΣ ΤΟ ΥΠΕΓΡΑΨΑΝ ΚΑΙ ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ Η ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ ΤΟΥ, ΜΕ ΚΟΚΚΙΝΟ ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΠΟΥ ΤΟ ΥΠΕΓΡΑΨΑΝ ΑΛΛΑ ΔΕΝ ΤΟ ΕΠΙΚΥΡΩΣΑΝ ΚΑΙ ΜΕ ΓΚΡΙ ΧΡΩΜΑ ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΠΑΡΕΙ ΘΕΣΗ.



ΕΙΚΟΝΑ 7 ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΜΠΛΕ ΧΡΩΜΑ ΟΙ ΧΩΡΕΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΠΙΚΥΡΩΣΕΙ ΤΗΝ ΤΡΟΠΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΝΤΟΧΑ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΣΠΙΣΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ. ΑΠΟ ΤΙΣ 12 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2017, 77 ΧΩΡΕΣ ΕΧΟΥΝ ΕΠΙΚΥΡΩΣΕΙ ΤΗΝ ΤΡΟΠΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΝΤΟΧΑ. (ΠΗΓΗ : UNFCCC.INT)

Στην εικόνα 8 κατατάσσονται οι χώρες ανάλογα με τους τόνους CO_{2eq} που παράγονται ανά άτομο. Στη χαμηλότερη θέση βρίσκεται η Τουρκία με 5 τόνους CO_{2eq} ανά άτομο ενώ την υψηλότερη θέση κατέχει το Λουξεμβούργο με πάνω από 25 τόνους CO_{2eq} ανά άτομο. Παρόλο που το Λουξεμβούργο είναι τόσο μικρή χώρα έχει διπλάσιο ανθρακικό αποτύπωμα από τις Η.Π.Α. Αυτό συμβαίνει διότι υπήρξε μια ταχεία αύξηση του πληθυσμού μεταξύ 2000 και 2007 και αύξηση της οικονομίας κατά 34%. Έχει το υψηλότερο ποσοστό ιδιοκτησίας αυτοκινήτων και την υψηλότερη κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας στην Ευρώπη. Επιπλέον, οι τιμές των καυσίμων είναι χαμηλές, πράγμα που ενθαρρύνει τον τουρισμό καυσίμων από τους οδηγούς στις γειτονικές χώρες (Happy Planet Index).



ΕΙΚΟΝΑ 8 ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΧΩΡΩΝ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ ΤΟ 2008 (ΠΗΓΗ : EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY)

4.3 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος

Για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος, πρέπει να εκτιμηθεί η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται κατά τη διάρκεια ζωής ενός συστήματος. Ο κύκλος ζωής περιλαμβάνει όλα τα στάδια ενός συστήματος όπως την κατασκευή του, τη χρήση και τελικά την παρακμή του. Αναλύοντας τον κύκλο ζωής, βλέπουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα των εισροών και των εκροών όσον αφορά την παραγωγή ατμοσφαιρικών ρύπων και την κατανάλωση ενέργειας. Τα γενικά βήματα που ακολουθούνται για το προσδιορισμό του ανθρακικού αποτυπώματος είναι :

- Επιλογή των αερίων που θα μετρήσουμε
- Ορισμός των ορίων μελέτης
- Συλλογή δεδομένων
- Υπολογισμός αποτυπώματος

4.3.1 Επιλογή των κατάλληλων αερίων

Τα αέρια του θερμοκηπίου που θα χρησιμοποιηθούν εξαρτώνται από το σύστημα το οποίο εξετάζουμε. Αρκετές μελέτες περιλαμβάνουν μόνο τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για τον καθορισμό του ανθρακικού αποτυπώματος.

4.3.2 Ορισμός των ορίων

Ο ορισμός των ορίων αφορά την επιλογή των δραστηριοτήτων των οποίων οι εκπομπές θα ποσοτικοποιηθούν και θα συνεκτιμηθούν για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος. Χρειαζόμαστε στοιχεία από τρία πεδία για τον καθορισμό του αποτυπώματος. Το πρώτο πεδίο αφορά όλες τις έμμεσες εκπομπές που προέρχονται από την παραγωγή ενέργειας που χρησιμοποιείται. Το δεύτερο πεδίο 2 αφορά όλες τις άμεσες εκπομπές όπως από καύσιμα και ιδιότητα μέσα μεταφοράς. Το τελευταίο πεδίο περιλαμβάνει όλες τις έμμεσες εκπομπές που δεν αφορούν την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας όπως επαγγελματικά ταξίδια, μεταφορά από μη ιδιότητα μέσα μεταφοράς κλπ.

4.3.3 Η συλλογή των δεδομένων

Τα δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν είτε επί τόπου με μετρήσεις με την χρήση ειδικού εξοπλισμού, είτε με εκτιμήσεις βάσει συντελεστών εκπομπών και μοντέλων. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από τον αντικειμενικό στόχο της μελέτης. Παρόλο που οι μετρήσεις πεδίου δίνουν τα πιο ακριβή αποτελέσματα, η εφαρμογή τους εμποδίζεται από το υψηλό κόστος με αποτέλεσμα οι συντελεστές και τα μοντέλα εκπομπών να είναι οι πλέον προτιμώμενες τεχνικές.

Η χρήση μοντέλων και συντελεστών εκπομπών πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα λειτουργικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου συστήματος. Ως εκ τούτου διαφορετικοί παράγοντες και μοντέλα εκπομπών έχουν προταθεί για διάφορες περιοχές.

4.3.4 Υπολογισμός του αποτυπώματος

Ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος μπορεί να προσεγγιστεί μεθοδολογικά με δυο βασικές κατευθύνσεις. Από «κάτω προς τα πάνω» (bottom-up) βασιζόμενοι στην ανάλυση διεργασιών ή από «πάνω προς τα κάτω» (top-down) βασιζόμενοι στην ανάλυση των περιβαλλοντικών εισροών-εκροών. Τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί μετατρέπονται σε ισοδύναμους τόνους CO₂ με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής που παρέχονται από την IPCC.

Η μονάδα του ανθρακικού αποτυπώματος ποικίλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του υπό εξέταση συστήματος. Το ανθρακικό αποτύπωμα για άτομα και δυναμικές διεργασίες υπολογίζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, συνήθως ετήσια. Υπάρχουν και συστήματα για τα οποία απαιτείται συνδυασμός υπολογισμών. Για παράδειγμα το ανθρακικό αποτύπωμα ενός κτιρίου στο στάδιο κατασκευής του υπολογίζεται μόνο μια φορά ενώ στη λειτουργική του φάση απαιτούνται περιοδικοί υπολογισμοί. Ως εκ τούτου, ο παράγοντας του χρόνου πρέπει να αναφέρεται ρητά. Τέλος, στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος είναι απαραίτητο να αναφέρονται και οι αβεβαιότητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ ΑΘΗΝΩΝ «ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΒΕΝΙΖΕΛΟΣ»

5.1 Η εταιρία

5.1.1 Ιστορικό – Εγκαταστάσεις

Ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών (Δ.Α.Α.) (εικόνα 9) βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Αττικής, περίπου 25 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά της πόλης των Αθηνών. Καταλαμβάνει έκταση περίπου 17 τετραγωνικών χιλιομέτρων και συγγενεύει με τις οικιστικές περιοχές των Σπάτων, Αρτέμιδος, Κορωπίου, Παλλήνης, Μαρκοπούλου και Μεσογείων. Στα τέλη της δεκαετίας του 1970 ολοκληρώθηκαν τα σχέδια για την κατασκευή του Διεθνούς Αερολιμένα Αθηνών και τη μεταφορά του από το Ελληνικό στα Σπάτα αλλά ακυρώθηκαν το 1981 λόγω της πετρελαϊκής κρίσης. Οι απαιτήσεις όμως αυξάνονταν και έτσι το 1995 υπήρξε διεθνής διαγωνισμός όπου επιλέγει η επελέγη η γερμανική εταιρία Hochtief για την κατασκευή του. Το ελληνικό δημόσιο κατέχει το 55% ενώ η εταιρεία το 45%. Η διαδικασία έγινε μέσω ενός συνεταιριστικού σχήματος Δημοσίου και Ιδιωτικού τομέα, με τη μέθοδο BOOT, όπου περιλαμβάνει 4 στάδια: την Κατασκευή, την Ιδιοκτησία, την Λειτουργία και τη Μεταβίβαση. Οι εργασίες για την κατασκευή του ολοκληρώθηκαν το 2000 και εγκαινιάστηκε το 2001. Από το 2013 το καναδικό συνταξιοδοτικό ταμείο «Public Sector Pension Investment Board» κατέχει το 40%, το ελληνικό δημόσιο το 55% και ο Όμιλος Κοπελούζου το 5%.

Η επιλογή του αεροδρομίου «Ελευθέριος Βενιζέλος» ως αντικείμενο μελέτης αυτής της πτυχιακής έγινε με σκοπό να μελετηθούν οι περιβαλλοντικές δράσεις και ενέργειες αλλά και ο υπολογισμός του ανθρακικού του αποτυπώματος. Η μεθοδολογία που επιλέχθηκε αποτελείται από την βιβλιογραφική έρευνα και την μελέτη των στοιχείων που έχει αναρτήσει ο ΔΑΑ στην ιστοσελίδα του, καθώς και από στοιχεία που δόθηκαν από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος του αεροδρομίου.



ΕΙΚΟΝΑ 9 ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΑΘΗΝΩΝ (ΠΗΓΗ : ΥΡΑ.GR)

Ο κωδικός του, σύμφωνα με τα πρότυπα της IATA είναι ATH. Από το 2001 έως το 2007 η επιβατική κίνηση έφτασε μέχρι και τα 16.538.403. Λόγω της οικονομικής κρίσης από το 2007 έως το 2013 η επιβατική κίνηση έπεσε κατά 4 εκατομμύρια. Στην συνέχεια υπήρξε ανάκαμψη, λόγω επανέναρξης πτήσεων από κάποιες εταιρείες και λόγω της επέκτασης των δικτύων προορισμών από πολλές εταιρείες όπως η Aegean Airlines. Το 2016 η επιβατική κίνηση έφτασε το ποσό των 20,017,530, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 7. Το 2013, το αεροδρόμιο κατατάχθηκε ως 35ο., σε επιβατική κίνηση στην Ευρώπη. Σήμερα στον ΔΑΑ λειτουργούν 68 αεροπορικές εταιρείες που συνδέουν την Αθήνα με τακτικές αεροπορικές γραμμές με 116 προορισμούς σε 53 χώρες στον κόσμο. Αξιοσημείωτη είναι η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος στα έτη όπου υπήρχε αύξηση του επιβατικού κοινού που είχε και ως αποτέλεσμα τη βράβευση του αερολιμένα.

| ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ | Κίνηση Εσωτερικού | | | Κίνηση Εξωτερικού | | | Συνολική Κίνηση | | |
|------------------|-------------------|------------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|
| | 2016 | 2015 | %2016/2015 | 2016 | 2015 | %2016/2015 | 2016 | 2015 | %2016/2015 |
| Ιανουάριος | 438.315 | 376.125 | 16,5% | 654.529 | 600.263 | 9,0% | 1.092.844 | 976.388 | 11,9% |
| Φεβρουάριος | 450.527 | 355.944 | 26,6% | 619.767 | 549.561 | 12,8% | 1.070.294 | 905.505 | 18,2% |
| Μάρτιος | 511.686 | 406.020 | 26,0% | 776.487 | 693.408 | 12,0% | 1.288.173 | 1.099.428 | 17,2% |
| Απρίλιος | 528.783 | 506.737 | 4,4% | 945.969 | 949.189 | -0,3% | 1.474.752 | 1.455.926 | 1,3% |
| Μάιος | 649.400 | 581.247 | 11,7% | 1.151.082 | 1.072.181 | 7,4% | 1.800.482 | 1.653.428 | 8,9% |
| Ιούνιος | 687.074 | 661.003 | 3,9% | 1.269.992 | 1.221.090 | 4,0% | 1.957.066 | 1.882.093 | 4,0% |
| Ιούλιος | 796.623 | 725.597 | 9,8% | 1.579.022 | 1.413.530 | 11,7% | 2.375.645 | 2.139.127 | 11,1% |
| Αύγουστος | 798.454 | 719.917 | 10,9% | 1.568.147 | 1.430.348 | 9,6% | 2.366.601 | 2.150.265 | 10,1% |
| Σεπτέμβριος | 725.650 | 636.629 | 14,0% | 1.406.896 | 1.222.110 | 15,1% | 2.132.546 | 1.858.739 | 14,7% |
| Οκτώβριος | 588.090 | 540.022 | 8,9% | 1.185.781 | 1.038.096 | 14,2% | 1.773.871 | 1.578.118 | 12,4% |
| Νοέμβριος | 486.146 | 471.587 | 3,1% | 846.580 | 733.502 | 15,4% | 1.332.726 | 1.205.089 | 10,6% |
| Δεκέμβριος | 490.436 | 452.758 | 8,3% | 862.094 | 730.513 | 18,0% | 1.352.530 | 1.183.271 | 14,3% |
| Σύνολο | 7.151.184 | 6.433.586 | 11,2% | 12.866.346 | 11.653.791 | 10,4% | 20.017.530 | 18.087.377 | 10,7% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ (ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ-ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ) ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 2015 ΚΑΙ 2016 (ΠΗΓΗ : ΑΙΑ.GR)

Στο μη αεροναυτιλιακό σκέλος ο ΔΑΑ έχει αναπτύξει εκτενή εμπορική δραστηριότητα προσφέροντας υπηρεσίες και προϊόντα στο κεντρικό αεροσταθμό και είναι φορέας πολιτισμού με τις διάφορες εκθέσεις που βρίσκονται στο χώρο του μουσείου στο αεροδρόμιο. Επιπλέον η Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών Α.Ε παρέχει την απαραίτητη υποδομή για την εκτέλεση των διαδικασιών τελωνειακού ελέγχου από τα Ελληνικά Τελωνεία.

5.1.2 Υφιστάμενη περιβαλλοντική στρατηγική

Το ΔΑΑ από την αρχή της λειτουργίας του είχε ως προτεραιότητα του την προστασία του περιβάλλοντος. Η περιβαλλοντική του δράση δεν αφορά μόνο την περιοχή του αεροδρομίου αλλά και τις γύρω περιοχές όπως του Κορωπίου, της Παλλήνης και των Σπάτων. Επιπλέον έντονη είναι και η ευαισθητοποίηση των εργαζομένων της εταιρεία προς τα περιβαλλοντικά θέματα. Επενδύει σε ενεργειακά αποδοτικές υποδομές εδώ και δέκα χρόνια. Λειτουργεί σύμφωνα με το σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης πιστοποιημένο με το πρότυπο EN ISO 14001 από το 2000 και διαθέτει Κέντρο Περιβαλλοντικής Πληροφόρησης και Μουσείο στο Κεντρικό Αεροσταθμό, ενώ παράλληλα υποστηρίζει τη λειτουργία δικτύου παρακολούθησης θορύβου στις τοπικές κοινω-

νίες. Η πιστοποίηση παραμένει σε ισχύ έως τις 15/09/2018. Κάθε χρόνο δημιουργείται ένα Περιβαλλοντικό Σχέδιο που περιγράφει αναλυτικά τα προγράμματα τα οποία εφαρμόζονται και στοχεύουν στην υπεύθυνη και αποτελεσματική διαχείριση όλων των περιβαλλοντικών προκλήσεων.

Η Εταιρεία Αεροδρομίου, αναγνωρίζοντας τη σημασία της διατήρησης της καλής ποιότητας του αέρα, αντιμετωπίζει το θέμα καταγράφοντας τις εκπομπές ρύπων από τις σχετικές πηγές, παρακολουθώντας τις συγκεντρώσεις ρύπων και τις μετεωρολογικές παραμέτρους στο αεροδρόμιο και την ευρύτερη περιοχή και αναλαμβάνοντας πρωτοβουλίες για τη μείωση των εκπομπών σύμφωνα με το πρότυπο του Ανθρακικού Αποτυπώματος. Συνεπώς, υπολογίζονται οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NOx), υδρογονανθράκων HCs και μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στο χώρο του αεροδρομίου, που περιλαμβάνει τις εκπομπές των αεροσκαφών (κατά τη φάση της προσγείωσης και της απογείωσης), εκπομπές λόγω της εξυπηρέτησης των αεροσκαφών και εκπομπές από την οδική κυκλοφορία στο οδικό δίκτυο του αεροδρομίου.

Μια ακόμα δράση του είναι το πρόγραμμα ανάδειξης και προστασίας του Υγροτόπου Βραυρώνα που περιλαμβάνει εθελοντικές ενέργειες καθαρισμού, δημιουργία μονοπατιών, δημιουργία μονοπατιού για άτομα με προβλήματα όρασης, πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και άλλες ενέργειες, όπως η κατασκευή 6 πάρκων σε τοπικές κοινωνίες 84 στρεμμάτων. Έχει ως στόχο του την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατασκευάζοντας ένα φωτοβολταϊκό πάρκο ισχύος 8,05MWp το 2011, καλύπτοντας επιφάνεια 160.000τ.μ. και αποτελείται από 28.740 πλαίσια (panels). Το φωτοβολταϊκό πάρκο παράγει ηλεκτρική ενέργεια που καλύπτει το 10% των αναγκών της αεροπορικής κοινότητας και μειώνει τις εκπομπές CO₂ κατά περίπου 11.000 τόνους ετησίως (aia.gr).

Το σπουδαιότερο περιβαλλοντικό επίτευγμα του ΔΑΑ ήταν να μειώσει σημαντικά το αποτύπωμα άνθρακά του και από το 2015 να αντισταθμίσει τις εναπομένουσες εκπομπές του με αποτέλεσμα να γίνει το πρώτο αεροδρόμιο στην Ελλάδα με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα. Υπήρξε μείωση κατά 45% των εκπομπών θερμοκηπίου από το 2005 έως το 2015.



ΕΙΚΟΝΑ 9 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ ΣΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟΥ ΜΕ ΙΣΧΥ ΕΩΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΙΟΥΛΙΟ ΤΟΥ 2017 (ΠΗΓΗ: ΑΙΑ.GR)

Οι περιβαλλοντικές αυτές δράσεις του αερολιμένα είχαν ως συνέπεια την διάκρισή του και την κατάκτηση βραβείων όπως το βραβείο Greenbuilding τον Απρίλιο του 2008. Η εφαρμογή μέτρων, για τη θέρμανση, τον κλιματισμό, την ψύξη και άλλες λειτουργίες στα κτίρια, οδήγησε σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και συνεπώς της συμβολής του ΔΑΑ στην κλιματική αλλαγή.

5.2 Ανθρακικό αποτύπωμα

Για να υπολογίσουμε το ανθρακικό αποτύπωμα του αερολιμένα Αθηνών πρέπει να έχουμε δεδομένα από τις εκπομπές των αερίων των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Εκτός από τις μετρήσεις χρειαζόμαστε και τους συντελεστές του ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO₂-e).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση για την εύρεση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα του Carbon Trust Standard – Carbon footprint spreadsheet. Η μεθοδολογία αυτού του προγράμματος είναι η πιο απλή και κοινή για την εύρεση του αποτυπώματος του άνθρακα. Η βασική εξίσωση είναι η $CF = AD * EF$, όπου CF το ανθρακικό αποτύπωμα μιας δραστηριότητας που είναι το γινόμενο των δεδομένων της δραστηριότητας (Activity Data, AD) με τον συντελεστή

που ποσοτικοποιεί τις εκπομπές ανά μονάδα δραστηριότητας, ο οποίος ονομάζεται συντελεστής εκπομπών (Emission Factors, EF). Αυτό μας δίνει το αποτύπωμα μιας δραστηριότητας. Στη συνέχεια θα αθροίσουμε τα ποσά άνθρακα από όλες τις δραστηριότητες που συμβαίνουν στον ΔΑΑ και θα βρούμε το ανθρακικό αποτύπωμα. Οι εκπομπές υπολογίζονται για το σύνολο των αερίων του θερμοκηπίου και όχι μόνο για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Οι τιμές των εκπομπών υπολογίζονται σε κιλά (ή τόνους) ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα(CO₂eq) και αποτελεί μέχρι σήμερα την διεθνώς αναγνωρισμένη μονάδα μέτρησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Μετράμε το ανθρακικό αποτύπωμα για τις χρονιές 2015 και 2016 και στη συνέχεια θα συγκρίνουμε αυτές τις δυο χρονιές. Τα δεδομένα που έχουμε και για τις δυο χρονιές για τον ΔΑΑ είναι το ηλεκτρικό ρεύμα που καταναλώνει, το φυσικό αέριο, οι εκπομπές του στόλου των οχημάτων και των σταθερών πηγών. Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι μετρημένο σε kWh, το φυσικό αέριο σε Nm³ και τα υπόλοιπα σε λίτρα. Στο στόλο οχημάτων χρησιμοποιήθηκαν και τις δυο χρονιές πετρέλαιο, βενζίνη και υγραέριο (LPG) ενώ για τις σταθερές πηγές χρησιμοποιήθηκαν πετρέλαιο και πετρέλαιο θέρμανσης. Όπως αναφέρθηκε χρειάζονται και οι συντελεστές εκπομπής οι οποίοι είναι διαφορετικοί για κάθε στοιχείο. Για τις σταθερές πηγές οι συντελεστές εκπομπής είναι 3,0595 kgCO₂e/lit και 2,6561 kgCO₂e/lit για το πετρέλαιο θέρμανσης και το πετρέλαιο αντίστοιχα. Για τον στόλο των οχημάτων οι συντελεστές είναι 2,6676 kgCO₂e/lit για το πετρέλαιο, 2,3117 kgCO₂e/lit για τη βενζίνη και 1,6396 kgCO₂e/lit για το υγραέριο. Ένα μέσο επιβατικό όχημα εκπέμπει περίπου 2 τόνους CO₂ ανά 10.000 διανυθέντα χιλιόμετρα (ai.a.gr). Τέλος για το φυσικό αέριο είναι 2,1060 kgCO₂e/Nm³ και για το ηλεκτρικό ρεύμα 0,6850 kgCO₂e/kWh. Το φύλλο excel του προγράμματος Carbon footprint που χρησιμοποιήθηκε δεν περιείχε, για τον στόλο των οχημάτων τον συντελεστή εκπομπής για το υγραέριο. Επελέγη από το Department for Environment, Food & Rural Affairs (gov.uk) και εισήχθη σαν ένα πρόσθετο δεδομένο.

| Πηγή | 2016 | 2015 |
|-----------------|--|---|
| Ηλεκτρικό ρεύμα | 52.582.743,8 kWh | 50.665.069 kWh |
| Φυσικό αέριο | 1.096.133 Nm ³ | 1.146.746 Nm ³ |
| | 93.996,9 λίτρα βενζίνης (petrol) | 144.694 λίτρα βενζίνης (petrol) |
| Στόλος οχημάτων | 399.056,4 λίτρα πετρελαίου (diesel) | 384.393 λίτρα πετρελαίου (diesel) |
| | 12.365 λίτρα υγραερίου (LPG) | 6.099 λίτρα υγραερίου (LPG) |
| Σταθερές πηγές | 12.365 λίτρα πετρελαίου (diesel) | 25.978 λίτρα πετρελαίου (diesel) |
| | 23.899 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης (heating oil) | 3.334 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης (heating oil) |

Τα δεδομένα για το 2015 συλλέχτηκαν από την Ετήσια έκδοση : Φροντίδα για το Περιβάλλον 2016 και τα δεδομένα για το 2016 από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος του αεροδρομίου.

Πολλαπλασιάζοντας κάθε τιμή του πίνακα με τον αντίστοιχο συντελεστή εκπομπής βρίσκουμε τις εκπομπές CO₂ σε κιλά. Έπειτα προσθέτουμε όλες τις εκπομπές για να βρούμε το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα. Τα αποτελέσματα που βρήκαμε παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

| Πηγή | Εκπομπές CO ₂ 2016 | Εκπομπές CO ₂ 2015 |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ηλεκτρικό Ρεύμα | 36.019.705,3 | 34.706.078,9 |
| Φυσικό Αέριο | 2.308.412,3 | 2.415.001,2 |
| | 1.064.522,9 | 1.025.406,8 |
| Στόλος Οχημάτων | 217.292,6 | 334.489,1 |
| | 7.026,9 | 10.000,0 |
| Σταθερές Πηγές | 73.119,0 | 10.200,4 |
| | 32.842,6 | 68.999,9 |
| Σύνολο (kg) | 39.722.921,5 | 38.570.176,3 |
| Σύνολο σε τόνους | 39.722,9215 | 38.570,1763 |

Είναι σημαντική η σύγκριση μεταξύ αυτών των δύο ετών. Οι εκπομπές για το 2015 ήταν 38.570,2 τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ενώ το 2016 αυξήθηκαν σε 39.723 τόνους. Παρατηρείται αύξηση της χρήσης του ηλεκτρικού ρεύματος, των λίτρων πετρελαίου και του υγραερίου για το στόλο των οχημάτων. Αντίθετα υπήρξε μείωση στην κατανάλωση του φυσικού αερίου και της βενζίνης για τα οχήματα. Επιπλέον βλέπουμε ότι για το 2015 τα λίτρα πετρελαίου που χρησιμοποιήθηκαν ήταν περισσότερα από το πετρέλαιο θέρμανσης. Για το 2016 τα ποσά αντιστράφηκαν και τα λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ήταν πιο πολλά από τα λίτρα πετρελαίου. Κατά την άποψή μου η κύρια αιτία για την αύξηση στα ποσά που χρησιμοποιήθηκαν ανάμεσα στις δυο χρονιές είναι η αύξηση της επιβατικής κίνησης κατά 2 εκατομμύρια (Πίνακας 7).

Όπως αναφέρεται στην Ετήσια έκδοση : Φροντίδα για το Περιβάλλον 2016 λόγω χαμηλότερων θερμοκρασιών κατά τους χειμερινούς μήνες του 2015 παρουσιάζεται αύξη-

ση στην κατανάλωση του φυσικού αερίου και υπήρξε μείωση κατά 6.000 τόνους CO₂ σε σχέση με το 2014.

Στην Ετήσια έκδοση : Φροντίδα για το περιβάλλον 2017 δίνεται ότι οι εκπομπές του CO₂ είναι 39.711 τόνοι ενώ εδώ βρήκαμε 39.722,9215 τόνοι. Υπάρχει μια μικρή διαφορά στα αποτελέσματα λόγω ελάχιστων διαφορών μεταξύ των συντελεστών εκπομπής που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα, που χρησιμοποιήθηκε, με αυτούς που επιλέχθηκαν από το Αεροδρόμιο για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος.

Για να επιτευχθεί η ουδετερότητα του άνθρακα για έναν αερολιμένα είναι σχεδόν αδύνατη χωρίς εξωτερική βοήθεια. Έτσι για παράδειγμα, ένας αερολιμένας θα μπορούσε να πληρώσει για μια εγκατάσταση αιολικής ενέργειας που αντικαθιστά μια ηλεκτροπαραγωγή με καύση άνθρακα. Για να επιτευχθεί το επίπεδο διαπίστευσης ένας αερολιμένας πρέπει να συμπληρώσει επιτυχώς τέσσερα στάδια την «Χαρτογράφηση», τη «Μείωση», τη «Βελτιστοποίηση» και τέλος το « Ουδέτερο Ισοζύγιο».

Το 2009 ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών πιστοποιήθηκε στο στάδιο της Χαρτογράφησης και το 2010 προχώρησε στο στάδιο της Μείωσης, όπου μεταξύ του 2005 και του 2015 μείωσε το ανθρακικό αποτύπωμα κατά 45%. Το 2015 πέρασε στο στάδιο της Βελτιστοποίησης, όπου μηδένισε το αποτύπωμα του άνθρακα για εκείνη τη χρονιά μέσω της αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών άνθρακα αλλά και εγγύηση προέλευσης καθαρής ενέργειας από έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έτσι το 2016 ο ΔΑΑ πέρασε στο τελικό στάδιο και πιστοποιήθηκε με το Ουδέτερο Ισοζύγιο Άνθρακα και έγινε το πρώτο αεροδρόμιο στην Ελλάδα με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα (aia.gr).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας μπορούμε να βγάλουμε κάποια πολύ σημαντικά συμπεράσματα. Το εργαλείο του οικολογικού αποτυπώματος είναι πολύ σημαντικό για τη βιώσιμη ανάπτυξη τόσο σε ατομικό όσο και σε πλανητικό επίπεδο. Αυτό το έχουν αντιληφθεί και πολλοί οργανισμοί και εταιρείες και το χρησιμοποιούν για να υπολογίσουν το ανθρακικό τους αποτύπωμα. Το οικολογικό αποτύπωμα παρέχει μια σαφή εικόνα για το ποσό των αγαθών που χρησιμοποιούνται καθώς και των εκτάσεων για την παραγωγή τους. Μπορούμε να καταλάβουμε την υπερεκμετάλλευση των πόρων και σε εθνικό επίπεδο το ποσό του οικολογικού πλεονάσματος ή ελλείματος.

Η πρώτη ενέργεια που πρέπει να κάνει κάποιος είναι να καταλάβει τις επιπτώσεις και τις ρίζες της κλιματικής αλλαγής, έτσι θα μπορεί να αναγνωρίσει και το οικολογικό του αποτύπωμα και τον αντίκτυπο που έχουν οι πράξεις του προς το περιβάλλον. Η μείωση του οικολογικού αποτυπώματος είναι ένα εργαλείο προς την αειφορία. Μπορούμε να επεκτείνουμε τις βιοπροπαραγωγικές περιοχές μέσω της αναδάσωσης ή της διατήρησης του εδάφους ή να αυξήσουμε τις συγκομιδές και τις υπηρεσίες ανά εκτάριο. Καλύτερη χρήση των πόρων που συλλέγονται χρησιμοποιώντας λιγότερες εισροές για την παραγωγή, όπως λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας ή αντλίες θερμότητας. Μακροπρόθεσμα, η μείωση της κατανάλωσης και των αποβλήτων κατά κεφαλήν μπορεί να επιτύχει τη μείωση του συνολικού ανθρώπινου αποτυπώματος μόνο εάν ο ανθρώπινος πληθυσμός δεν συνεχίσει να αυξάνεται.

Σε ατομικό επίπεδο οι δυο κυριότερες πηγές που έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον είναι η κατανάλωση ενέργειας και η τροφή. Κάποιες λύσεις για να μειώσουμε το αποτύπωμα μας στο περιβάλλον είναι να χρησιμοποιούμε τη λιγότερη δυνατή ενέργεια που απαιτείται για μια δουλειά, να αντικαταστήσουμε τη χρήση ορυκτών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως το νερό, ο άνεμος και η ηλιακή ενέργεια. Για την διατροφή είναι γνωστό πως η μείωση στην κατανάλωση του κρέατος έχει μικρότερη επίπτωση στο περιβάλλον. Λόγω της εκπομπής μεθανίου από τα ζώα, τη διάβρωση του εδάφους από τα βοσκοτόπια και τα αντιβιοτικά στα τρόφιμά μας βλέπουμε τον αντίκτυπο στο περιβάλλον. Επιπλέον οι κατοικίες αντιπροσωπεύουν το 60% της πα-

γκόσμιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα. Απαραίτητη είναι η μείωση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας κτιρίων και η βελτίωση της θερμικής απόδοσης των κτιρίων με τη χρήση υλικών φιλικών στο περιβάλλον και την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σχεδιασμό κτιρίων, όπως οι ηλιακές κυψέλες.

Για την περιβαλλοντική αφύπνιση στους πολίτες σημαντική είναι η βοήθεια κάθε χώρας και η θέσπιση κάποιων κανόνων. Το Νοέμβριο του 2013 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο θέσπισε το 7ο πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον που κατευθύνει την ευρωπαϊκή περιβαλλοντική πολιτική έως το 2020 και οραματίζεται ότι μέχρι το 2050 θα ζούμε μέσα στα οικολογικά όρια. Η ΕΕ προσπαθεί να προωθήσει και να εφαρμόσει μέτρα όπως: η βελτίωση της αποδοτικότητας της κατανάλωσης ενέργειας και η μείωση των παραγόμενων ρύπων με άμεση τεχνολογική αντιμετώπιση σε προβλήματα όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και η διάβρωση των εδαφών. Οι οικολογικές τεχνολογίες πρέπει να έχουν χαμηλότερες εισροές υλικών και ενέργειας και χαμηλότερες εκροές ρύπων. Ένα παράδειγμα τεχνολογίας, φιλικής προς το περιβάλλον, είναι οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας που βοηθούν στη θέρμανση, στη ψύξη και στη παροχή ζεστού νερού χρήσης, η οποία μπορεί να παίζει αποτελεσματικό ρόλο στην αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών.

Το συμπέρασμα είναι ότι όλοι πρέπει να εκμεταλλευτούμε το εργαλείο του οικολογικού αποτυπώματος για να μπορέσουμε να δούμε τι ενέργειες πρέπει να πάρουμε ώστε να μειώσουμε τον αντίκτυπο μας πάνω στη Γη. Πρέπει να πάρουμε θέση και να είμαστε ενεργοποιημένοι σε περιβαλλοντικά θέματα κάνοντας δράσεις είτε ατομικές είτε ομαδικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Galli A. et al. (2007). An Exploration of the Mathematics behind the Ecological Footprint.
- Monfreda C. et al. (2004). Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessments.
- Kitzes, J. et al. (2007). Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts, Science for environment and Sustainable Society, Vol. 4, No. 1.
- Kitzes, J., & Wackernagel, M. (2009). Answers to common questions in Ecological Footprint accounting. Ecological Indicators, 9(4), 812-817.
- Borucke M. et al. (2013). Accounting for demand and supply of the Biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework.
- Global footprint network (2010). Ecological footprint Atlas
- Environment 2016, Athens International Airport
- Hertwich C. et al. (2009) Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis
- WWF for a leaving planet (2006), LIVING PLANET REPORT 2006
- Ecological footprints and sustainable development Ian Moffatt (2000)

- Working Guidebook to the National Footprint Accounts: 2016, Global footprint network
- Calculations Used in Carbon Footprint Calculator, Jeremy Caves (2007)

Ηλεκτρονικές πηγές :

- <http://www.footprintnetwork.org/>
- <http://waterfootprint.org/en/>
- <https://www.aia.gr/el/company-and-business/environment/airport-and-environment/>
- <https://www.carbontrust.com/home/>
- <http://happyplanetindex.org/>
- <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs>