



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ**

**ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΜΠΣ «ΕΝΕΡΓΕΙΑ: ΔΙΚΑΙΟ, ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ»**

**Εκτίμηση των επιπτώσεων της οικονομικής  
κρίσης με τη μέθοδο του οικολογικού  
αποτυπώματος**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ της ΚΑΛΛΙΟΠΗΣ ΛΑΖΟΥ**

**Επιβλέπων Καθηγητής: ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΡΑΒΑΝΤΗΣ**

Η Λάζου Καλλιόπη του Νικολάου βεβαιώνω ότι το έργο που εκπονήθηκε και παρουσιάζεται στην υποβαλλόμενη διπλωματική εργασία είναι αποκλειστικά ατομικό δικό μου. Οποιας πληροφορίες και υλικό που περιέχονται έχουν αντληθεί από άλλες πηγές, έχουν καταλλήλως αναφερθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία. Επιπλέον τελώ εν γνώσει ότι σε περίπτωση διαπίστωσης ότι δεν συντρέχουν όσα βεβαιώνονται από μέρους μου, μου αφαιρείται ανά πάσα στιγμή αμέσως ο τίτλος.

Λάζου Ν. Καλλιόπη

## Ευχαριστίες

Στον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον κ. Παραβάντη Ιωάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή των Διεθνών Πολιτικών στην Τεχνολογία, την Ενέργεια και το Περιβάλλον, του Τμήματος Διεθνών και Ευρωπαϊκών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιά, οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες, για την καθοδήγηση και τις εύστοχες παρατηρήσεις του, σε όλα τα στάδια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τον ευχαριστώ, επίσης, για τις πολύτιμες γνώσεις και συμβουλές που μου παρείχε, καθώς και για τη συνεχή υποστήριξη που μου παρείχε. Ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Εξίσου θερμά ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου, για τη στήριξη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τις φίλες και συμφοιτήτριές μου Αικατερίνη Χρόνη και Παρασκευή Αλεβίζου για την υποστήριξή τους στην ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών μας.

## Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναλύσει την έννοια του οικολογικού αποτυπώματος, χρησιμοποιώντας οικονομικά στοιχεία που προέρχονται από το διεθνή, ευρωπαϊκό και ελληνικό περιβάλλον, κάνοντας συγκρίσεις, να θέσει ο έγκυρα ερωτήματα σχετικά με την περιβαλλοντική πολιτική που εφαρμόζεται σήμερα, και να καταλήξει σε συμπεράσματα και προτάσεις.

Αναλύεται η έννοια του οικολογικού αποτυπώματος, σε διεθνείς, ευρωπαϊκούς, καθώς και εθνικούς όρους και γίνεται μια σύγκριση μεταξύ αυτών. Είναι ουσιαστικά ένα εργαλείο για τη μέτρηση της ετήσιας αναγεννητικής ικανότητας της βιόσφαιρας, που είναι απαραίτητη για την ανανέωση των φυσικών πόρων, και η οποία καταναλώνεται από ένα ορισμένο πληθυσμό, σε διάστημα μεγαλύτερο του ενός έτους. Η ανάλυση επικεντρώνεται στην ολοκληρωμένη εκτίμηση της βιώσιμης ανάπτυξης για την ενσωμάτωση του πόρου της κατανάλωσης και της ικανότητας της γης, γεγονός που αντικατοπτρίζει τον ανθρώπινο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Το πρόβλημα, στο οποίο αυτή η ανάλυση εστιάζει, είναι αυτή του οικολογικού ελλείμματος, το οποίο προκύπτει όταν το οικολογικό αποτύπωμα υπερβαίνει την βιολογική ικανότητα της γης. Η προσέγγιση της βιώσιμης ανάπτυξης με την μέθοδο του οικολογικού αποτυπώματος, καταφέρνει να δώσει μετρήσιμα και συγκρίσιμα στοιχεία που σχετίζονται με το πρόβλημα της βιωσιμότητας του πλανήτη, τονίζοντας την οικονομική διάσταση του προβλήματος και, εστιάζοντας στην αύξηση της

ευαισθητοποίησης της παγκόσμιας κοινότητας και στην ενεργοποίηση των μηχανισμών για τον σχεδιασμό και την λήψη απόφασης.

## Πίνακας περιεχομένων

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>8</b>
1.1	Εισαγωγή.....	8
1.2	Δομή διπλωματικής.....	9
<b>2</b>	<b>Βιβλιογραφική επισκόπηση</b>	<b>11</b>
2.1	Εισαγωγή.....	11
2.1.1	Οικολογικό Αποτύπωμα .....	13
2.1.2	Βιοϊκανότητα .....	15
2.1.3	Οικολογική υπέρβαση.....	16
2.1.4	Πλανητικό εκτάριο.....	16
2.2	Δυνάμεις και αδυναμίες της ανάλυσης οικολογικού αποτυπώματος.....	17
2.2.1	Δυνάμεις:.....	17
2.2.2	Αδυναμίες: .....	19
2.3	Υπολογισμός/Μεθοδολογία .....	20
2.3.1	Οικολογικό Αποτύπωμα και βιολογικές ικανότητες: Βασικές εξισώσεις.....	23
2.3.2	Συντελεστές απόδοσης.....	27
2.3.3	Συντελεστές Ισοδυναμίας .....	29
2.4	Συσχέτιση οικολογικού αποτυπώματος (correlation) .....	30
2.5	Οικολογικό αποτύπωμα χωρών υψηλού, μέσου και χαμηλού εισοδήματος την περίοδο οικονομικής κρίσης.....	35
2.6	Οικολογικό αποτύπωμα ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών .....	40
2.7	Εμπειρίες από τη διεθνή πραγματικότητα.....	45
<b>3</b>	<b>Μεθοδολογία</b>	<b>48</b>
3.1	Εισαγωγή.....	48
3.2	Ερευνητικά ερωτήματα.....	50
<b>4</b>	<b>Ανάλυση Δεδομένων και Ερμηνεία Ευρημάτων</b>	<b>51</b>

4.1	Το ευρωπαϊκό οικολογικό αποτύπωμα .....	51
4.2	Το ελληνικό οικολογικό αποτύπωμα .....	52
4.3	Οικολογικό αποτύπωμα και οικονομικό κόστος.....	56
<b>5</b>	<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>58</b>
5.1	Η επίτευξη των στόχων της έρευνας.....	58
5.2	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Οικολογικού Αποτυπώματος <sup>60</sup>	
5.2.1	Οφέλη οικολογικού αποτυπώματος.....	61
5.2.2	Μειονεκτήματα του αποτυπώματος.....	63
5.3	Πέντε Παράγοντες Αλλαγής .....	67
5.3.1	Μείωση του οικολογικού αποτυπώματος.....	68
5.3.2	Μεγιστοποίηση βιοχωρητικότητας.....	69
5.4	Τι μπορεί το οικολογικό αποτύπωμα να προσθέσει στην Αειφόρο Ανθρώπινη Ανάπτυξη;.....	71
5.5	Περιθώρια βελτίωσης .....	71
5.5.1	Βασικά ευρήματα.....	74
5.6	Μελλοντικές επεκτάσεις .....	75
<b>6</b>	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>77</b>

# *1 Εισαγωγή*

## **1.1 Εισαγωγή**

Τα τελευταία χρόνια, ο όρος «οικονομική κρίση» παρουσιάζεται κατά κόρον ως το βασικό αίτιο όλων των προβλημάτων της χώρας αλλά και της παγκόσμιας κοινότητας . Οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης στο περιβάλλον και κατά συνέπεια στην ποιότητα της ζωής του πολίτη απασχολούν έντονα την διεθνή κοινότητα.. Η οικονομική ανάπτυξη που επιτεύχθηκε από το δεύτερο μισό του προηγούμενου αιώνα , στηρίχθηκε σε μια αλόγιστη σπατάλη των φυσικών πόρων της γης , χωρίς αρχικά να γίνεται αντιληπτό ότι τα ενεργειακά αλλά και τα φυσικά αποθέματα της γης δεν είναι απεριόριστα.. Η συνειδητοποίηση του οικολογικού προβλήματος που αντιμετωπίζει ο πλανήτης, και η ζωτική ανάγκη της επίλυσης του , αναγκάζει την επιστημονική κοινότητα να επινοήσει εργαλεία μέτρησης της ανθρώπινης δραστηριότητας η οποία έχει επίδραση στο περιβάλλον. Μια τέτοια μέθοδο μέτρησης αποτελεί το οικολογικό αποτύπωμα. Το οικολογικό αποτύπωμα έχει γίνει γνωστό στο ευρύτερο κοινό μέσω των μέσων ενημέρωσης, και λειτουργεί πλέον ως εργαλείο αναφοράς. Προσφέρει μια εξαιρετική ένδειξη των απαιτήσεων της



ανθρωπότητας πάνω στη φύση και επιτρέπει την αξιολόγηση του οικολογικού ελλείμματος, με την σύγκριση προσφοράς και ζήτησης. Το οικολογικό χρέος πολλών χωρών είναι μη βιώσιμο και επιβαρύνει τις ολοένα αυξανόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Το αποτύπωμα χρησιμοποιείται για να καταδείξει τις τάσεις της κακής χρήσης των πόρων και την αντίθεση μεταξύ των οικολογικών οφειλετών και πιστωτών του κόσμου.

Το αποτύπωμα θα πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω, αναλύοντας τα παλαιότερα δεδομένα αλλά και τις μελλοντικές τάσεις, προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα, αλλά και να καταδείξει την παγκόσμια υπερβολική χρήση του φυσικού κεφαλαίου και την έλλειψη ισορροπίας μεταξύ των εθνικών κρατών του κόσμου αναδεικνύοντας ταυτόχρονα την επιτακτική ανάγκη μείωσης της παγκόσμιας ανισότητας. Πρέπει να αναγνωρισθεί η αξία αλλά και οι περιορισμοί του αποτυπώματος, διότι το αποτύπωμα δεν αρκεί από μόνο του, να εντοπίσει το σύνολο των ανθρωπογενών επιπτώσεων πάνω στη Γη..

## **1.2 Δομή διπλωματικής**

Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται η βιβλιογραφική επισκόπηση όπως αυτή προέκυψε ύστερα από εμπειριστατωμένη έρευνα.

Περιλαμβάνει το εννοιολογικό πλαίσιο και τις θεωρίες που έχουν διατυπωθεί για το θέμα, καθώς και τα σχετικά ερευνητικά ευρήματα. Εστιάζει στην βιβλιογραφική ανασκόπηση ενημερωμένη από την πρόσφατη ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία, η οποία στηρίζεται σε μεγάλου εύρους σχετικές με το θέμα, πρωτογενείς πηγές (πρωτότυπα επιστημονικά άρθρα).

Στην δεύτερη ενότητα γίνεται αναφορά στην μεθοδολογία που χρησιμοποιείται από την διεθνή πρακτική για την ανάλυση του οικολογικού αποτυπώματος και αναλύονται διεξοδικά οι έξι παραδοχές . οι οποίες εξασφαλίζουν την εξαγωγή ενός ποσοτικού αποτελέσματος. Αναφέρονται επίσης και κάποια νέα ερωτήματα που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης για να απαντηθούν

Στην Τρίτη ενότητα γίνεται ανάλυση των δεδομένων , και ερμηνεία των ευρημάτων τόσο του Ευρωπαϊκού οικολογικού αποτυπώματος όσο και του ελληνικού , στο οποίο όμως δίνεται ιδιαίτερη έμφαση λόγω της ιδιαιτερότητας του αλλά και της τοπικότητας που μας αφορά ως εθνική οντότητα. Τέλος γίνεται μια συγκριτική μελέτη του οικολογικού αποτυπώματος και του οικονομικού κόστους , καταλήγοντας σε πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα

Στην τέταρτη ενότητα των συμπερασμάτων αναλύονται τα οφέλη και τα μειονεκτήματα του οικολογικού αποτυπώματος, η μελλοντική συνεισφορά του στην αειφόρο ανάπτυξη με την μείωση του οικολογικού αποτυπώματος και την μεγιστοποίηση της βιοχωρητικότητας , τα περιθώρια βελτίωσης του οικολογικού αυτού εργαλείου και οι μελλοντικές επεκτάσεις..

## **2 Βιβλιογραφική επισκόπηση**

### **2.1 Εισαγωγή**

Η οικονομική και κοινωνική ευημερία εξαρτάται από την ικανότητα του πλανήτη να παρέχει πόρους και υπηρεσίες οικοσυστήματος (De Fries et al., 2004). Ενώ οι περισσότερες πολιτικές αποφάσεις ελήφθησαν σχετικά με μια υπόθεση απεριόριστων πόρων και υπηρεσιών οικοσυστήματος, ο πλανήτης έχει όρια και η αειφόρος ανάπτυξη δεν μπορεί να διασφαλιστεί χωρίς να λειτουργεί στο εσωτερικό τους (Rockström et al., 2009).

Περιβαλλοντικές αλλαγές, όπως η αποψίλωση των δασών, η κατάρρευση της αλιείας, και η συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα δείχνουν ότι η ανθρώπινη ζήτηση είναι πιθανό να υπερβαίνει την αναγεννητική και απορροφητική δυναμική της βιόσφαιρας.

Καθώς οι απαιτήσεις από τα φυσικά συστήματα ραγδαία αυξάνονται ,γεγονός που οφείλεται στην αύξηση της παγκόσμιας οικονομίας και την ανάγκη για επίτευξη καλύτερων επιπέδων διαβίωσης, διάφορες μελέτες δείχνουν ότι πολλά από τα κατώτατα όρια της Γης αυξάνονται και ότι, εξαιτίας αυτού του γεγονότος, η μελλοντική ικανότητα της βιόσφαιρας να προσφέρει για την ανθρωπότητα, περιορίζεται επικίνδυνα.

Από τη δεκαετία του 1980 φαίνεται ότι η ανθρώπινη ζήτηση σε αγαθά και υπηρεσίες έχει υπερκαλύψει την αναγεννητική ικανότητα της βιόσφαιρας (Wackernagel et al, 2002). Στόχος των κάθε είδους ληπτών αποφάσεων, οι οποίοι εργάζονται και δραστηριοποιούνται στο χώρο του περιβάλλοντος, είναι να σταματήσουν την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος του πλανήτη μας, και να δημιουργήσουν συνθήκες ικανές να επιτρέπουν στον άνθρωπο , να ζει σε αρμονία με τη φύση. Έτσι, χρησιμοποιούνται πολλά «εργαλεία» τα οποία προσφέρουν βοήθεια για την επίτευξη του φιλόδοξου αυτού στόχου.

Οι Barnosky et al (2012) υποστηρίζουν ότι μία πλανητική μετάβαση πλησιάζει ως αποτέλεσμα των πολλών ανθρώπινων πιέσεων, και ότι απαιτούνται εργαλεία για την ανίχνευση προειδοποιητικών στοιχείων και την πρόβλεψη των συνεπειών αυτών των πιέσεων στα οικοσυστήματα. Η προσεκτική διαχείριση της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης με τη βιόσφαιρα είναι επομένως απαραίτητη για να εξασφαλιστεί η μελλοντική ευημερία. Υπολογιστικά εργαλεία απαιτούνται για την παρακολούθηση των συνδυασμένων επιπτώσεων των πιέσεων που οι άνθρωποι θέτουν στον πλανήτη (Galli et al., 2012).

Η αειφόρος οικονομία, προωθείται, εκτός των άλλων, και μέσα από τις αναπτυχθείσες έννοιες του οικολογικού αποτυπώματος (Ecological footprint), της βιοϊκανότητας (Ecological capacity, biocapacity), της οικολογικής υπέρβασης (Ecological overshoot) και του πλανητικού εκταρίου (Global hectare-gha).

Αξιοποιώντας τη σπουδαιότερη σχετική βιβλιογραφία καθώς και τα επιστημονικά συμπεράσματα συνεδρίων, ημερίδων κλπ, αλλά και ερευνητικές εργασίες που ήδη είναι σε εξέλιξη, προσεγγίζονται και αναλύονται οι παραπάνω έννοιες.

### **2.1.1 Οικολογικό Αποτύπωμα**

Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα εργαλείο που καθιστά την αειφορία μετρήσιμη. Προμηθεύει δε τους λήπτες αποφάσεων με στοιχεία που έχουν σχέση με τους φυσικούς πόρους και έτσι βοηθά την ανθρώπινη οικονομία να λειτουργήσει αποτελεσματικά αλλά πάντα μέσα στα όρια των οικολογικών περιορισμών της γης.. Συνεπώς, θέλοντας να δώσει μια εικόνα της κατάστασης ,στην οποία βρίσκεται το φυσικό περιβάλλον, και των επιπτώσεων που έχουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες πάνω σ' αυτό, το οικολογικό αποτύπωμα μετρά την ανθρώπινη ζήτηση σε αγαθά που προέρχονται από τη φύση και συγκρίνει την ανθρώπινη κατανάλωση των φυσικών πόρων με την οικολογική ικανότητα ή βιοϊκανότητα της γης να αναπαράγει τους πόρους αυτούς (WWF International 2006, Kitzes et al. 2007 ). Το οικολογικό αποτύπωμα, ουσιαστικά, ακτινογραφεί το τι συμβαίνει στο παρελθόν από άποψη ζήτησης, από τη μια μεριά, και από την άλλη, από την άποψη των αντίστοιχων διαθέσιμων φυσικών πόρων. Με άλλα λόγια, το οικολογικό αποτύπωμα , δεν κάνει καμιά πρόβλεψη για το μέλλον. Η διαδικασία μέτρησης του οικολογικού αποτυπώματος μπορεί να αφορά εκτός από συγκεκριμένα προϊόντα (κρέας, γάλα, τσάι, πατάτες, βαμβάκι, σιτάρι κλπ) και ένα άτομο, μια επιχείρηση, μια πόλη, ένα κράτος ή και τον πλανήτη μας συνολικά (ξηρά και θάλασσα). Π.χ., το εθνικό οικολογικό αποτύπωμα μετρά την βιολογική ικανότητα που απαιτείται για να παραχθούν τα αγαθά και οι υπηρεσίες που

καταναλώνονται από τους κατοίκους της χώρας αυτής, αλλά και τη βιολογική ικανότητα που χρειάζεται για να απορροφήσουν τα απόβλητα που οι κάτοικοι αυτοί παράγουν (Gerbens-Leenes and Hoekstra, 2008). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι πόροι που χρησιμοποιούνται για να παράγουν αγαθά και υπηρεσίες που εξάγονται σε άλλες χώρες, συνυπολογίζονται στο οικολογικό αποτύπωμα της χώρας όπου τα αγαθά και οι υπηρεσίες τελικά καταναλώνονται. Το εθνικό οικολογικό αποτύπωμα ισούται με το εθνικό ίχνος της πρωτογενούς παραγωγής, συν τις εισαγωγές, μείον τις μεταβολές στα υπάρχοντα αποθέματα, μείον τις εξαγωγές. Προϊόντα που προκύπτουν μετά από επεξεργασία πρωτογενών προϊόντων (π.χ. ξυλοπολτός), μετατρέπονται σε ισοδύναμο του πρωτογενούς προϊόντος (π.χ. στρόγγυλο ξύλο), του οποίου οι ποσότητες μεταφράζονται σε πλανητικά εκτάρια.

Σε αντιληπτικό επίπεδο χωρικής βάσης, περιγράφονται ουσιαστικά οι επιδράσεις της κατανάλωσης των φυσικών πόρων ή η μεταβολή στη χρήση τους, που αποδίδεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή (χωρική ενότητα) (Luck et al., 1999). Προκύπτει ότι υπάρχουν σημαντικές πτυχές που κάνουν την εκτίμηση του οικολογικού ίχνους ένα πολύτιμο στοιχείο (εργαλείο) θεώρησης της ανταπόκρισης των πόλεων στις οικολογικές αρχές, μιας και η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι βασισμένη στην αρχή του κύκλου ζωής και στην συνολική κατανάλωση πόρων (Holden, 2004). Σε αυτό το πλαίσιο, το οικολογικό αποτύπωμα μιας πόλης, είναι το αποτέλεσμα του μεταβολισμού των εισροών και εκροών της (Girardet, 1992 και 1999), δηλαδή οι επιπτώσεις που έχει η λειτουργία της στο περιβάλλον.

Σε περιπτώσεις όπου το οικολογικό αποτύπωμα ξεπερνά τη διαθέσιμη παραγωγική έκταση γης, παρατηρείται ένα «κενό βιωσιμότητας», που παραπέμπει στο λεγόμενο «οικολογικό έλλειμμα» (Wackernagel and Rees, 1996). Το μέγεθος αυτό αποτελεί κύρια προϋπόθεση για την επίτευξη μακροπρόθεσμων βιώσιμων όρων. Ουσιαστικά, δηλαδή, η ανάλυση του Οικολογικού Αποτυπώματος περιέχει στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως άξονες διαμόρφωσης πολιτικών και ενημέρωσης της κοινής γνώμης. Η χρήση της μεθόδου του Οικολογικού Αποτυπώματος σε διαχρονικό επίπεδο (χρονοσειρές) βοηθά στην παρατήρηση της προόδου, με κατεύθυνση τη βιωσιμότητα, μέσω της εκτίμησης των αποκλίσεων που επιφέρουν τα καταναλωτικά πρότυπα και η μεταβολή των οικολογικών συμπεριφορών. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το Οικολογικό Αποτύπωμα λειτουργεί κυρίως ως εργαλείο παροχής ενός «οικολογικού στιγμιότυπου» αναφορικά με τις τρέχουσες απαιτήσεις από τη φύση.

### **2.1.2 Βιοϊκανότητα**

Η ικανότητα των οικοσυστημάτων να παράγουν χρήσιμα βιολογικά υλικά και να απορροφούν τα υλικά απόβλητα που παράγονται από τον άνθρωπο, χρησιμοποιώντας τα σημερινά συστήματα διαχείρισης και τεχνολογίες εξόρυξης. "Χρήσιμα βιολογικά υλικά" ορίζονται εκείνα που χρησιμοποιούνται από την ανθρώπινη οικονομία. Ως εκ τούτου, αυτό που θεωρείται "χρήσιμο" μπορεί να αλλάζει από χρόνο σε χρόνο (π.χ. η χρήση του καλαμποκιού / κοτσάνια αραβοσίτου για κυτταρική παραγωγή αιθανόλης θα οδηγήσει τα καλαμπόκια να γίνουν ένα χρήσιμο υλικό, και έτσι αυξάνουν την βιολογική ικανότητα των καλλιεργήσιμων εκτάσεων αραβοσίτου).

Η βιολογική ικανότητα μιας περιοχής υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την πραγματική φυσική περιοχή με το συντελεστή απόδοσης και τον κατάλληλο συντελεστή ισοδυναμίας. Η βιοχωρητικότητα εκφράζεται συνήθως σε παγκόσμια εκτάρια.

### **2.1.3 Οικολογική υπέρβαση**

Η οικολογική υπέρβαση αναφέρεται σ' εκείνο το επίπεδο ζήτησης των φυσικών πόρων που υπερβαίνει την οικολογική φέρουσα ικανότητα (Wackernagel et al. 2004). Δηλαδή, όταν η ανθρώπινη ζήτηση από ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα υπερβαίνει την ικανότητα αυτού να αναπαράγει τα αγαθά που καταναλώνονται, αλλά και να απορροφά τα απόβλητα, τότε μιλάμε για οικολογική υπέρβαση.

Εξ ορισμού, η οικολογική υπέρβαση οδηγεί σε βαθμιαία εξάντληση των πόρων και σε συσσώρευση απορριμμάτων. Συνεπώς, η ύπαρξη οικολογικής υπέρβασης θα πρέπει να κινητοποιεί την κοινωνία και τους λήπτες αποφάσεων για σημαντικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο αξιοποιείται το περιβάλλον, ώστε να δημιουργηθούν προϋποθέσεις για αειφορικότητα.

### **2.1.4 Πλανητικό εκτάριο**

Και το οικολογικό αποτύπωμα και η βιοϊκανότητα μετρούνται σε μονάδες πλανητικών εκταρίων(ΠΕ) . Το πλανητικό εκτάριο είναι ένα εκτάριο το οποίο υποδηλώνει τη μέση παραγωγικότητα όλων των βιολογικά παραγωγικών εκταρίων πάνω στη γη. Π.χ. για το έτος 2003, υπήρχαν συνολικά 11,2 δισεκατομμύρια ΠΕ διαθέσιμης έκτασης και στο ίδιο έτος οι ανθρώπινες ανάγκες



σε προϊόντα και υπηρεσίες ανήλθαν σε 14,1 ΠΕ (υπέρβαση κατά 25%). Προφανώς, αν αυτή η υπέρβαση συνεχιστεί, τα διάφορα γήινα οικοσυστήματα συνεχώς θα χειροτερεύουν και στο τέλος ίσως και να καταρρεύσουν.

## **2.2 Δυνάμεις και αδυναμίες της ανάλυσης οικολογικού αποτυπώματος**

Η ανάλυση οικολογικού αποτυπώματος έχει τόσο δυνατά όσο και αδύνατα σημεία, και χώρο για μεθοδολογική βελτίωση. Η κύρια αδυναμία είναι η έλλειψη στοιχείων καταναλωτικής δαπάνης που θα παρέχουν πιο ακριβείς και συγκρίσιμες εκτιμήσεις.

Ο Mathis Wackernagel (ένας από τους αρχιτέκτονες του αποτυπώματος) σημειώνει ότι οι εκτιμήσεις αποτυπώματος τείνουν να είναι συντηρητικές, επειδή δεν λαμβάνουν υπόψη όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες στη φύση, αγαθά και υπηρεσίες (π.χ. υπηρεσίες οικοσυστήματος, όπως η απορρόφηση των αποβλήτων). Το αποτύπωμα προσφέρει ένα νέο εργαλείο για τον προσδιορισμό της οικολογικής βιωσιμότητας και βοηθά τόσο τα φυσικά πρόσωπα όσο και τους ειδικούς στα κέντρα αποφάσεων. Μια αναφορά των δυνατών και αδύνατων σημείων του οικολογικού αποτυπώματος παρουσιάζεται παρακάτω:

### **2.2.1 Δυνάμεις:**

- Η έννοια του οικολογικού αποτυπώματος γίνεται εύκολα αντιληπτή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από απλούς πολίτες, όσο και από

πολιτικούς αλλά και ειδικούς περιβάλλοντος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα επίπεδα και σε όλους τους τομείς.

- Υπάρχει ήδη ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων που εμπλέκεται ενεργά και συνεισφέρει στον υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος. Η μεθοδολογική προσέγγιση γίνεται ευρέως γνωστή, και προωθείται η αναζήτηση μιας κοινής μεθοδολογίας.
- Το οικολογικό αποτύπωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης αειφόρου ανάπτυξης, παρέχοντας οδηγίες για την κατεύθυνση στην οποία πρέπει να κινηθεί η διεθνής κοινότητα προς την μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.
- Η υιοθέτηση από την WWF του οικολογικού αποτυπώματος μέσω της χρήσης των υπολογισμών του αποτυπώματος εθνικών κρατών, ενισχύει τις δυνατότητές του και διευρύνει την χρήση του.
- Οι περιφερειακές αρχές, π.χ., στην Ουαλία στο Ηνωμένο Βασίλειο, έχουν υιοθετήσει επίσης την έννοια του οικολογικού αποτυπώματος, εντάσσοντας το στις στρατηγικές περιφερειακής ανάπτυξης.
- Το οικολογικό αποτύπωμα παρέχει έναν οδηγό για την πορεία βελτίωσης της βιολογικής ικανότητας. Απεικονίζει τις στρατηγικές για τις αλλαγές που πρέπει να υιοθετηθούν, παρουσιάζοντας βασικές συνιστώσες της κατανάλωσης, και έτσι δίνεται η δυνατότητα αλλαγής με τον συντονισμό πολλών διαφορετικών προσπαθειών από ένα μεγάλο εύρος των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η αποτελεσματικότητα της αντικατάστασης των παραδοσιακών πηγών ενέργειας με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και των συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς, αποϋλοποίησης, βιοπαραγωγής, κλπ, γίνεται εμφανής.

### 2.2.2 Αδυναμίες:

- Δεν είναι ακόμη σαφές ποια είναι η ευρύτερη εφαρμογή του οικολογικού αποτύπωματος, σε ποιο επίπεδο θα πρέπει να είναι, πού χρησιμοποιείται και ποιος είναι ο σκοπός της ύπαρξής του.
- Το οικολογικό αποτύπωμα δεν απαντά στην επίλυση του προβλήματος της ενεργειακής κατανάλωσης , ένα πρόβλημα που είναι ζωτικής σημασίας για τις σύγχρονες κοινωνίες και δεν έχει την δυνατότητα να επηρεάσει προς την κατεύθυνση της λήψης συγκεκριμένων αποφάσεων και αλλαγών πολιτικής σ αυτό τον τομέα.
- Το οικολογικό αποτύπωμα σε περιφερειακό επίπεδο: η έννοια δεν εστιάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό στις δυνατότητες σε περιφερειακό επίπεδο. Αυτό είναι εν μέρει αποτέλεσμα της έλλειψης πρόσβασης στα τοπικά δεδομένα.
- Υπάρχει έλλειψη διαφάνειας: οι υπολογισμοί είναι πολύπλοκοι και συχνά δεν είναι προσβάσιμοι στους πιθανούς χρήστες των αποτελεσμάτων.
- Η διαδικασία παραγωγής μόνο οριακά παρουσιάζεται. Η ποιότητα του περιβάλλοντος ή η υποβάθμιση του δεν αντιμετωπίζονται στην προσέγγιση. Το οικολογικό αποτύπωμα ούτε δίνει εικόνα για τα θέματα αυτά, αλλά ούτε και είναι ένα εργαλείο για την βελτίωση τους.
- Η έννοια στερείται αρκετές από τις βασικές διαστάσεις της Βιώσιμης Ανάπτυξης , και κατά συνέπεια δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας δείκτης για τη βιωσιμότητα,. Το οικολογικό αποτύπωμα δεν

περιλαμβάνει τις κοινωνικές / οικονομικές πτυχές, π.χ., το ζήτημα της φτώχειας.

- Με τον υφιστάμενο τρόπο υπολογισμού, οι πλούσιες χώρες μπορούν να ξεπεράσουν τα εμπόδια του "εθνικού οικολογικού ελλείμματος» (συγκρίνοντας εθνικό οικολογικό αποτύπωμα με την υφιστάμενη εθνική βιοχωρητικότητα), ενώ στον αντίποδα, οι φτωχές χώρες του Νότου θα μπορούσαν να καταλήξουν με ένα αρνητικό «εθνικό οικολογικό έλλειμμα». Αυτή η οπτική απομακρύνει το επίκεντρο της συζήτησης από την υπερκατανάλωση του Βορρά, και αποτελεί αδυναμία ολιστικής προσέγγισης του προβλήματος.
- Είναι αναγκαία η συνέχιση της έρευνας στην προσπάθεια του να διευκρινιστεί το "γιατί", «Τι» και «πώς» της προσέγγισης του αποτυπώματος, αλλά και οι λύσεις- αποτελέσματα που μπορούν να προκύψουν από τη χρήση του. Την ίδια στιγμή, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ποιες είναι αυτές οι παράμετροι και τα δεδομένα τα οποία δεν μπορούν να εξεταστούν και να καθοριστούν από το οικολογικό αποτύπωμα. Το οικολογικό αποτύπωμα θα μπορούσε ίσως στη συνέχεια, να γίνει ένα εργαλείο για την ανάπτυξη σεναρίων, αλλά ποτέ για ρεαλιστικές προβλέψεις.

### **2.3 Υπολογισμός / Μεθοδολογία**

Όπως υποστηρίζουν οι Wackernagel και Rees (1996, p.63), «η έννοια του Οικολογικού Αποτυπώματος βασίζεται στην ιδέα ότι για κάθε στοιχείο υλικής ή ενεργειακής κατανάλωσης, μία ορισμένη ποσότητα γης εντός ενός ή περισσότερων οικοσυστημάτων απαιτείται για την παροχή των

καταναλωτικά συσχετιζόμενων ροών πόρων και συγκεντρώσεων αποβλήτων». Βέβαια, ο προσδιορισμός των συνολικών εκτάσεων γης για την υποστήριξη των καταναλωτικών προτύπων, προϋποθέτει την εκτίμηση των επιπτώσεων στις χρήσεις γης εκ μέρους κάθε κατηγορίας ξεχωριστά. Λόγω της πληθώρας των διεργασιών παραγωγής, διάθεσης και κατανάλωσης των αγαθών-υπηρεσιών, οι υπολογισμοί περιορίστηκαν σε βασικές κατηγορίες και διακριτά είδη.

Η ανάγκη για περισσότερο ενδεδειγμένες και εξειδικευμένες αναλύσεις υπαγορεύει την εκτίμηση του Οικολογικού Αποτυπώματος βάσει δεδομένων περιφερειακής ή τοπικής κατανάλωσης και παραγωγικότητας (Wackernagel and Rees, 1996). Ακολουθώντας αυτή τη φιλοσοφία, έχουν υλοποιηθεί προσπάθειες έγκυρου υπολογισμού του αποτυπώματος σε επίπεδο πόλεων, δήμων, νοικοκυριών αξιοποιώντας κατάλληλα διαθέσιμα τοπικά στοιχεία. Η μεθόδους παραδοχές υπολογισμού του Οικολογικού Αποτυπώματος (Wackernagel et al, 2002) είναι:

- Η πλειοψηφία των πόρων που οι άνθρωποι καταναλώνουν και τα απόβλητα που παράγουν μπορούν να ανιχνευθούν.
- Οι περισσότερες από αυτές τις ροές πόρων και αποβλήτων μπορούν να μετρηθούν με βάση τη βιολογικά παραγωγική έκταση που θεωρείται αναγκαία για τη διατήρησή τους. Οι ροές πόρων και αποβλήτων που δεν δύναται να μετρηθούν εξαιρούνται από την αξιολόγηση, οδηγώντας σε μία συστηματική υποτίμηση της πραγματικά ανθρώπινης έκτασης του Οικολογικού Αποτυπώματος.
- Με τη στάθμιση κάθε περιοχής ανάλογα με τη βιοπαραγωγικότητά της, διαφορετικοί τύποι περιοχών μπορούν να μετατραπούν στην κοινή μονάδα

των παγκόσμιων εκταρίων (gha-εκτάρια βάσει του παγκόσμιου μέσου όρου βιοπαραγωγικότητας).

- Λόγω του γεγονότος ότι ένα παγκόσμιο εκτάριο (gha) αντιστοιχεί σε μία μόνο χρήση και το σύνολο των παγκόσμιων εκταρίων κάθε έτους αντιπροσωπεύει την ίδια ποσότητα βιοπαραγωγικότητας, τα επιμέρους μεγέθη μπορούν να προστεθούν για να υπολογιστεί ένας συγκεντρωτικός δείκτης του Οικολογικού Αποτυπώματος ή της βιοϊκανότητας.
- Η ανθρώπινη ζήτηση, που εκφράζεται ως το Οικολογικό Αποτύπωμα, μπορεί να συγκριθεί άμεσα με την προσφορά της φύσης, την βιοϊκανότητα, όταν βέβαια και τα δύο μεγέθη εκφράζονται σε παγκόσμια εκτάρια (gha).
- Η απαιτούμενη περιοχή μπορεί να υπερβαίνει την έκταση που προσφέρεται, σε περίπτωση που ένα οικοσύστημα υπερβαίνει την αναγεννητική ικανότητα των οικοσυστημάτων από τα οποία εξαρτάται (π.χ. οι άνθρωποι μπορεί να ζητούν προσωρινά υψηλότερη βιοϊκανότητα από τα δάση ή την αλιεία σε σχέση με τη διαθεσιμότητα αυτών των οικοσυστημάτων). Η κατάσταση αυτή, όπου το Οικολογικό Αποτύπωμα υπερβαίνει τη διαθέσιμη βιοϊκανότητα, είναι γνωστή ως υπέρβαση

### 2.3.1 Οικολογικό Αποτύπωμα και βιολογικές ικανότητες: Βασικές

#### εξισώσεις

Το Οικολογικό Αποτύπωμα μετρά κατάλληλα τη βιοχωρητικότητα σε πέντε διαφορετικούς τύπους χρήσεως γης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με έξι κατηγορίες ζήτησης. Ο λόγος είναι ότι δύο κατηγορίες ζήτησης, των δασικών προϊόντων και της δέσμευσης του άνθρακα, ανταγωνίζονται για την ίδια κατηγορία βιοχωρητικότητας, αυτή της δασικής γης.

Ο μέσος όρος βιολογικής παραγωγικότητας διαφέρει μεταξύ των διαφόρων τύπων χρήσεως γης, καθώς και μεταξύ των χωρών για οποιοδήποτε δεδομένο τύπο. Για τη συγκρισιμότητα των διαφόρων μορφών χρήσεως γης και των χωρών, το οικολογικό αποτύπωμα και η βιοχωρητικότητα συνήθως εκφράζονται σε μονάδες πλανητικών εκτάρων (GHA). Τα πλανητικά εκτάρια παρέχουν περισσότερες πληροφορίες από απλό βάρος - τα οποία δεν λαμβάνουν υπόψη τον βαθμό της χερσαίας και θαλάσσιας έκτασης που χρησιμοποιείται. Το πλανητικό εκτάριο είναι ένα εκτάριο το οποίο υποδηλώνει τη μέση παραγωγικότητα όλων των βιολογικά παραγωγικών εκταρίων πάνω στη γη. Π.χ. για το έτος 2003, υπήρχαν συνολικά 11,2 δισεκατομμύρια ΠΕ διαθέσιμης έκτασης και στο ίδιο έτος οι ανθρώπινες ανάγκες σε προϊόντα και υπηρεσίες ανήλθαν σε 14,1 ΠΕ (υπέρβαση κατά 25%). Προφανώς, αν αυτή η υπέρβαση συνεχιστεί, τα διάφορα γήινα οικοσυστήματα συνεχώς θα χειροτερεύουν και στο τέλος ίσως και να καταρρεύσουν. Δύο σημαντικά είδη συντελεστών χρησιμοποιούνται, οι συντελεστές απόδοσης (YF) και οι συντελεστές ισοδυναμίας (Monfreda et al., 2004). Η χρήση των πλανητικών εκτάρων επιτρέπει για την προσθήκη οικολογικού

αποτυπώματος (και βιοϊκανότητας) τιμές των διαφόρων τύπων γης σε ένα μόνο αριθμό: κατανάλωση με επίκεντρο τις εφαρμογές που έχουν παγκόσμιο επίπεδο και μελέτες παγκόσμιας αειφορίας με στόχο τη σύγκριση του οικολογικού αποτυπώματος (και βιοχωρητικότητας) με τα αποτελέσματα των Εθνών, ώστε να επωφεληθούν από τη χρήση των συνολικών εκταρίων (Ferguson, 1999).

Για ένα δεδομένο έθνος, το οικολογικό αποτύπωμα της παραγωγής,  $EF_P$ , αποτελεί πρωταρχικό ζήτημα για τη βιοχωρητικότητα και υπολογίζεται ως εξής,

$$EF_P = \sum_i \frac{P_i}{Y_{N,i}} \cdot YF_{N,i} \cdot EQF_i = \sum_i \frac{P_i}{Y_{w,i}} \cdot EQF_i \quad (\text{Εξίσωση 1})$$

όπου  $P$  είναι η ποσότητα του κάθε πρωτογενούς προϊόντος  $i$  που συλλέγεται (ή διοξειδίο του άνθρακα που εκπέμπεται) στο έθνος

$Y_{N,i}$  είναι η ετήσια εθνική μέση απόδοση για την παραγωγή του αγαθού  $i$  (ή απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα χωρητικότητα στις περιπτώσεις όπου το  $P$  είναι  $CO_2$ )

$YF_{N,i}$  είναι ο συντελεστής απόδοσης ανά χώρα για την παραγωγή κάθε προϊόν  $i$ ?

$Y_{w,i}$  είναι η μέση παγκόσμια απόδοση του αγαθού  $i$

$EQF_i$  είναι ο συντελεστής ισοδυναμίας για το τύπο χρήση γης που παράγουν προϊόντα  $i$ .



Η ισοδυναμία του δεύτερου και τρίτου όρου στην εξίσωση 1 προκύπτει από τον ορισμό του  $YF_{N,i}$ .

Μια πληθώρα παράγωγων προϊόντων παρακολουθούνται επίσης στην NFA για την οποία η απόδοση παραγωγής (YW) πρέπει να υπολογιστεί πριν από την εφαρμογή της εξίσωσης 1. Πρωτογενή και παράγωγα προϊόντα σχετίζονται με συγκεκριμένο ρυθμό εξόρυξης προϊόντος. Το ποσοστό εκχύλισης για ένα παράγωγο προϊόν,  $EXTR_D$ , χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της αποτελεσματικής απόδοσης της ως εξής:

$$Y_{W,D} = Y_{W,P} \cdot EXTR_D$$

(Εξίσωση 2)  
όπου  $Y_{W,D}$  και  $Y_{W,P}$  είναι η παγκόσμια μέση απόδοση για το παράγωγο και το πρωτογενές προϊόν, αντίστοιχα. Συχνά  $EXTR_D$  είναι απλά ο λόγος μάζας του παράγωγου προϊόντος στην πρωτοβάθμια είσοδο που απαιτείται. Η αναλογία αυτή είναι γνωστή ως ο τεχνικός συντελεστής μετατροπής (FAO, 2000) για το παράγωγο προϊόν, και δηλώνεται ως  $TCF_D$  παρακάτω. Είναι μερικές περιπτώσεις όπου πολλαπλά παράγωγα προϊόντα δημιουργήθηκαν ταυτόχρονα από το ίδιο πρωταρχικό του προϊόντος. Για παράδειγμα, σογιέλαιο και αλεύρι σόγιας και τα δύο εξάγονται ταυτόχρονα από το ίδιο πρωτογενές προϊόν, σε αυτήν την περίπτωση, της σόγιας. Σε αυτήν την κατάσταση, αθροίζοντας τα πρωτογενή ισοδύναμα προϊόντα με τα παράγωγα θα οδηγούμασταν σε διπλή καταμέτρηση. Για να επιλυθεί αυτό το ζήτημα, το οικολογικό αποτύπωμα του πρωτογενούς προϊόντος πρέπει να κατανέμεται μεταξύ των ταυτόχρονα παράγωγων προϊόντων. Η γενικευμένη φόρμουλα για το ποσοστό εκχύλισης για ένα παράγωγο προϊόν D είναι:

$$EXTR_D = \frac{TCF_D}{FAF_D} \quad (\text{Εξίσωση 3})$$

όπου  $FAF_D$  είναι ο συντελεστής κατανομής αποτυπώματος.

Αυτό κατανέμει το αποτύπωμα ενός πρωτογενούς προϊόντος μεταξύ των ταυτόχρονα παράγωγων προϊόντων, σύμφωνα με τις TCF-σταθμισμένες τιμές. Οι τιμές των παραγώγων προϊόντων αντιπροσωπεύουν σε σχέση με τη συμβολή τους στην παροχή κινήτρων για τη συγκομιδή του πρωτογενούς προϊόντος. Αυτό είναι το μόνο σημείο, σε ολόκληρο το πλαίσιο NFA, όπου νομισματικά στοιχεία χρησιμοποιούνται για την κατανομή φυσικών ροών. Επιπλέον, αυτή η μέθοδος προϋποθέτει μία σταθερή σχέση τιμής προς μάζα σταδιακά, η οποία είναι απίθανο να είναι η υπόθεση. Η εξίσωση για την κατανομή του συντελεστή Αποτυπώματος ενός παράγωγου προϊόντος είναι:

$$FAF_D = \frac{TCF_D \cdot V_D}{\sum TCF_i \cdot V_i} \quad (\text{Εξίσωση 4})$$

όπου  $V_i$  είναι η τιμή αγοράς του κάθε παράγωγου προϊόντος. Για μια αλυσίδα παραγωγής με μόνο ένα παράγωγο προϊόν, τότε,  $FAFD$  είναι 1 και ο ρυθμός εξαγωγής είναι ίσος με το τεχνικό συντελεστή μετατροπής. Για μια δεδομένη χώρα, η βιολογική ικανότητα BC υπολογίζεται ως εξής:

$$BC = \sum_i A_{N,i} \cdot YF_{N,i} \cdot EQF_i \quad (\text{Εξίσωση 5})$$

Όταν  $A_{N,i}$  είναι η βιοπαραγωγική περιοχή που είναι διαθέσιμη για την παραγωγή του κάθε προϊόντος  $i$  στη κάθε χώρα,

$YF_{N,i}$  είναι ο συντελεστής απόδοσης ανά χώρα για τα προϊόντα της γης που παράγουν  $i$ , και  $EQF_i$  είναι ο Συντελεστής ισοδυναμίας για τον τύπο χρήσης γης που παράγει κάθε προϊόν  $i$ .

### 2.3.2 Συντελεστές απόδοσης

Οι συντελεστές απόδοσης (YFs) αντιπροσωπεύουν διαφορετικά επίπεδα των χωρών της παραγωγικότητας για συγκεκριμένους τύπους χρήσεως γης.

Οι υπολογισμοί που έχουν σχέση με το οικολογικό αποτύπωμα χρησιμοποιούν τους συντελεστές απόδοσης (yield factors) που λαμβάνουν υπόψη τους εθνικές διαφορές στη βιολογική παραγωγικότητα. Οι συντελεστές απόδοσης είναι ο λόγος του εθνικού μέσου όρου των αποδόσεων προς τον παγκόσμιο μέσο όρο. Υπολογίζεται από την άποψη της ετήσιας διαθεσιμότητας των προϊόντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Για κάθε τύπο χρήσης γης  $L$ , ο συντελεστής απόδοσης

$YF_L$  μιας χώρας  $i$  δίνεται από

$$YF_i = \frac{\sum_{l=0}^n A_{w,l} \cdot W_{l,i}}{\sum_{i=0}^n A_{N,i}}$$

(Εξίσωση 6) όπου  $U$  είναι το σύνολο όλων των χρησιμοποιήσιμων πρωτογενών προϊόντων μιας δεδομένη απόδοσης τύπου χρήσεως γης, και  $A_{w,l}$  και  $A_{N,i}$  είναι οι εκτάσεις που είναι αναγκαίες για την παροχή από την εν λόγω χώρας ετησίως του προϊόντος  $i$  σε παγκόσμιες και εθνικές αποδόσεις, αντίστοιχα. Οι περιοχές αυτές υπολογίζονται ως

$$A_{N,i} = \frac{P_i}{Y_{N,i}} \text{ και } A_{W,i} = \frac{P_i}{Y_{W,i}} \quad (\text{Εξίσωση 7})$$

όπου  $P_i$  είναι ο συνολικός εθνικός ετήσιος ρυθμός αύξησης του προϊόντος  $i$ , και  $Y_{N,i}$  και  $Y_{W,i}$  είναι οι εθνικές και παγκόσμιες αποδόσεις για το ίδιο προϊόν, αντίστοιχα. Έτσι  $A_{N,i}$  είναι πάντα η περιοχή που παράγει ένα δεδομένο προϊόν  $i$  σε δεδομένη χώρα, ενώ  $A_{W,i}$  δίνει την ισοδύναμη περιοχή του κόσμου από το μέσο όρο της γης αποδίδοντας το ίδιο προϊόν  $i$ . Με εξαίρεση αυτή των καλλιεργούμενων εκτάσεων, όλοι οι τύποι χρήσεως γης που περιλαμβάνονται στο National Footprint Accounts θεωρούνται ότι παρέχουν μόνο ένα ανθρώπινο χρήσιμο πρωτογενές προϊόν  $i$ , όπως το ξύλο από δασικές εκτάσεις ή το χόρτο από τους βοσκοτόπους. Για αυτούς τους τύπους χρήσεως γης, η εξίσωση για το YF απλοποιείται σε:

$$YF_L = \frac{Y_{N,i}}{Y_{W,i}} \quad (\text{Εξίσωση 8})$$

Λόγω της δυσκολίας της ανάθεσης απόδοσης για δομημένες εκτάσεις, ο συντελεστής απόδοσης για αυτόν τον τύπο υποτίθεται ότι είναι ίδιος με εκείνο των καλλιεργήσιμων εκτάσεων (με άλλα λόγια οι αστικές περιοχές υποτίθεται κατασκευάστηκαν σε παραγωγικές γεωργικές εκτάσεις). Ο συντελεστής απόδοσης για το αποτύπωμα άνθρακα υποτίθεται ότι είναι ίδιος με εκείνο για τις δασικές εκτάσεις, λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας των δεδομένων που αφορούν την πρόσληψη άνθρακα. Όλα

τα εσωτερικά ύδατα αποδίδουν ΥF του ενός, λόγω της έλλειψης δεδομένων για παραγωγικότητα του γλυκού νερού του οικοσυστήματος.

### **2.3.3 Συντελεστές Ισοδυναμίας**

Επίσης, χρησιμοποιείται ο συντελεστής ισοδυναμίας (ΣΙ) (equivalence factor) που δείχνει ένα εκτάριο συγκεκριμένου τύπου παραγωγικής γης (π.χ. γεωργική γη, βοσκοτόποι, δάση, ψαρότοποι) με πόσα πλανητικά εκτάρια ισοδυναμεί (Galli et al., 2007). Για παράδειγμα ο συντελεστής ισοδυναμίας των βοσκοτόπων είναι 0,49 gha/ha, που σημαίνει ότι η παραγωγικότητά τους είναι περίπου η μισή σε σχέση με την μέση παγκόσμια παραγωγικότητα (όλων των τύπων παραγωγικής γης) (Kitzes et al. 2007). Οι συντελεστές ισοδυναμίας υπολογίζονται σε ετήσια βάση.

Το σκεπτικό πίσω από τον υπολογισμό είναι να σταθμίσουμε διαφορετικές περιοχές της γης όσον αφορά την εγγενή ικανότητα τους για την παραγωγή των βιολογικών πόρων της. Το κριτήριο στάθμισης δεν είναι η πραγματική ποσότητα της βιομάζας που παράγεται, αλλά τι κάθε εκτάριο θα είναι σε θέση να παραδώσει εγγενώς.

Ως προσέγγιση της εγγενούς ικανότητας, ο συντελεστής ισοδυναμίας υπολογίζεται χρησιμοποιώντας δείκτες καταλληλότητας από το παγκόσμιο μοντέλο αγροοικολογικών ζωνών σε συνδυασμό με δεδομένα σχετικά με τις πραγματικές εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης, των δασικών περιοχών και των βοσκοτόπων από FAOSTAT (FAO and IIASA, 2000; FAO Resource STAT Statistical Database 2008). Το μοντέλο GAEZ χωρίζει το σύνολο του εδάφους

συνολικά σε πέντε κατηγορίες, με βάση το υπολογιζόμενο δυναμικό της παραγωγικότητας των καλλιεργειών υπό κάλυψη των γεωργικών εισροών. Όλες οι εκτάσεις έχουν εκχωρηθεί με μια ποσοτική καταλληλότητα του δείκτη ως εξής:

- Πολύ Κατάλληλο (VS) - 0,9
- Κατάλληλο (S) - 0,7
- Μέτρια Κατάλληλο (MS) - 0,5
- Οριακά Κατάλληλο (MS) - 0,3
- Δεν είναι κατάλληλο (NS) - 0.1

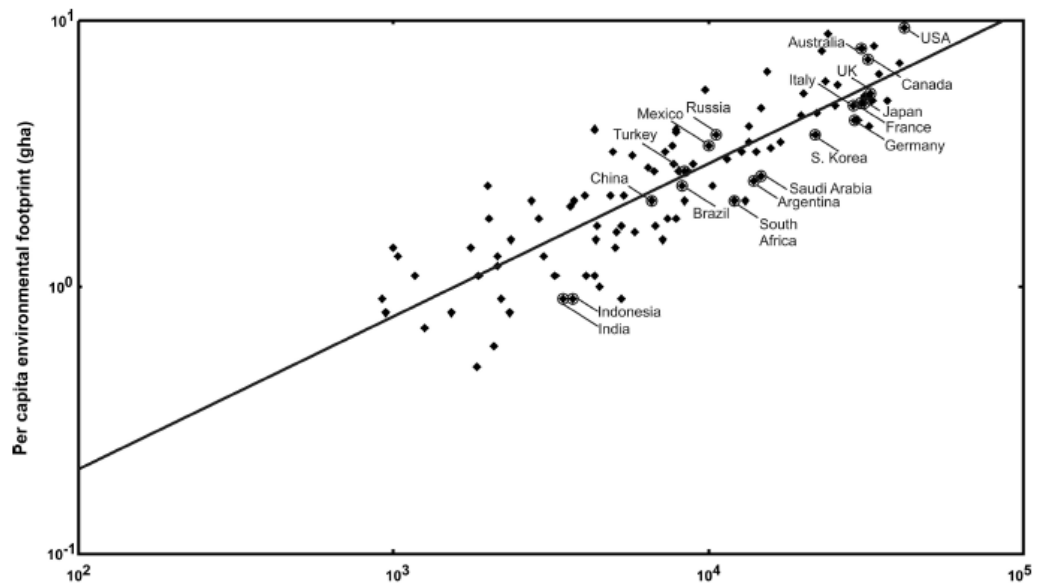
Σε κάθε έτος, υπολογίζεται ως ο λόγος του παγκόσμιου μέσου δείκτη καταλληλότητας για ένα δεδομένο τύπο χρήσης γης με τον μέσο όρο καταλληλότητας του δείκτη για όλους τους τύπους χρήσης γης.

## **2.4 Συσχέτιση οικολογικού αποτύπωματος (correlation)**

Ο Cranston (2010) ανέπτυξε μια «εξουσία-δικαίου» συσχετίζοντας την εξίσωση που συνδέει το εθνικό κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα στην οικονομική ευημερία και την πληθυσμιακή πυκνότητα. Πολλές κινητήριες δυνάμεις που προηγουμένως είχαν θεωρηθεί ως καθοριστικοί παράγοντες για το οικολογικό αποτύπωμα έχουν εξαλειφθεί από την εξίσωση συσχέτισης, καθώς και οι σχέσεις με αυτούς τους παράγοντες. Έτσι, η αρχική έκφραση ήταν στη μορφή:

$$ef = constant[(GNI)^p(PD)^q(EI)^r(CR)^s]$$

(Εξίσωση 9)  
 Η σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και του κατά κεφαλήν οικολογικού αποτυπώματος για άλλη μια φορά φαίνεται να είναι ισχυρότερη (Σχήμα 2-1), με εκθέτη  $p = 2/3$ .



Σχήμα 2.1: Σχέση μεταξύ του κατά κεφαλήν οικολογικού αποτυπώματος και του εθνικού εισοδήματος (Global Footprint Network, 2014; World Bank, 2013).

Η ένταση ενέργειας και η αναλογία άνθρακα δεν είχαν εξαλειφθεί, αλλά είχε αρκετά ισχυρούς συσχετισμούς να εγγυάται την συμπερίληψη στην τελική εξίσωση. Η συμπερίληψη αυτών των μεταβλητών μπορεί να εξηγηθεί δεδομένου ότι τα στοιχεία ήταν πιο πρόσφατα, και η βελτίωση της χρήσης αποδόσεων ενέργειας και άνθρακα έχει αρχίσει να εφαρμόζεται, επηρεάζοντας έτσι από τις τιμές αποτυπώματος με ένα πιο σημαντικό τρόπο. Επέτρεψε επίσης μια δίκαιη σύγκριση μεταξύ των εξισώσεων συσχέτισης για τον άνθρακα και το οικολογικό

αποτύπωμα. Η πυκνότητα του πληθυσμού εξακολουθούσε να έχει μια μικρή επίδραση επί του αποτυπώματος, και μέσω της ένταξής τους παρέχεται καλύτερος συσχετισμός μέσα στην τελική εξίσωση.

Η τελική εξίσωση αποδείχθηκε να είναι:

$$ef = constant[(GNI)^p (PD)^q (EI)^r (CR)^s] \quad (Εξίσωση 10)$$

Η συσχέτιση αυτή θα μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου, όπως οι βελτιώσεις στη χρήση ενέργειας, όσο οι αλλαγές στο ενεργειακό μείγμα και τη διεθνή ανάπτυξη έρχονται στο προσκήνιο. Πολυ-γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιήθηκε για την επικύρωση αυτού του αποτελέσματος, όπως αναφέρεται λεπτομερώς στην εξίσωση 10.

$$ef = 0.0042[(GNI)^{0.5986} (PD)^{-0.1158} (EI)^{0.2398} (CR)^{0.1859}] \quad (Εξίσωση 11)$$

Οι προκύπτοντες εκθέτες από πολύ-γραμμική παλινδρόμηση θεωρήθηκαν ότι έχουν πάρα πολλά σημαντικά ψηφία που κρίνονται σκόπιμα, δεδομένης της ακρίβειας των διαθέσιμων δεδομένων. Αντ 'αυτού οι κλασματικοί εκθέτες στην εξίσωση 11 εγκρίθηκαν, σύμφωνα με την τυποποιημένη σημειογραφία από διαστατική ανάλυση. Οι ομοιότητες μεταξύ αυτών των τιμών φαίνονται στον Πίνακα 2.1.



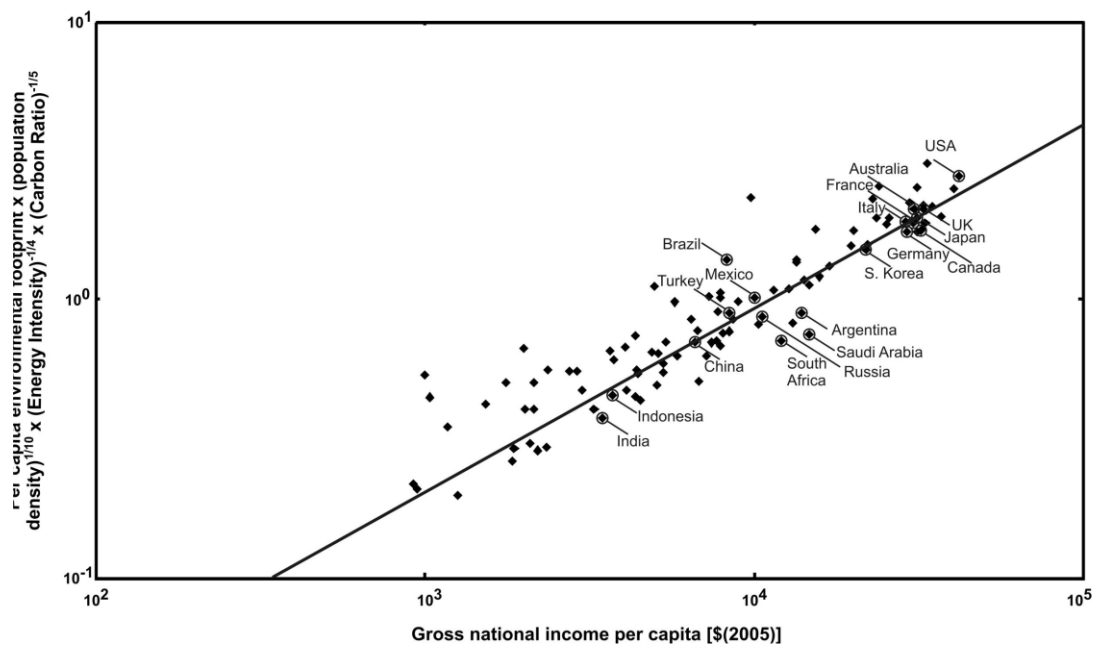
Παράμετρος	Εκθέτες πολύ- γραμμικής παλινδρόμησης	Εκθέτες με τα κατάλληλα σημαντικά ψηφία	Εκθέτες διαστατικής Ανάλυσης
<b>GNI</b>	0.5986	0,6 $\approx$ 2/3	2/3
<b>PD</b>	-0.1158	0,1 $\approx$ -1/10	1/10
<b>EI</b>	0.2398	0,25 $\approx$ 1/4	1/4
<b>CR</b>	0.1859	0,2 $\approx$ 1/5	1/5

*Πίνακας 2.1: Σύγκριση του συσχετισμού «εξουσίας δικαίου» εκφραστές εξίσωση*

Η συσχέτιση εξίσωσης του οικολογικού αποτυπώματος μπορεί να παρασταθεί γραφικά στο σχήμα 2.2, όπου δίνεται έμφαση στους G-20. Η θέση των χωρών σχετικά με τη συσχέτιση των γραμμών καταδεικνύει τη σπάταλη ή λιτή τάση τους προς τους πόρους της φύσης. Ο ανεπτυγμένος κόσμος επικεντρώνεται γύρω από το άνω άκρο της γραμμής συσχετισμού. Οι αναπτυσσόμενες χώρες είναι πολύ πιο απλωμένες, αντιπροσωπεύοντας όχι μόνο διαφορετικά στάδια της ανάπτυξής τους, αλλά και της χρήσης του φυσικού κεφαλαίου. Χώρες όπως η Βραζιλία φαίνεται να έχουν υπερβολική χρήση των πόρων, αλλά αυτό πρέπει να εξεταστεί παράλληλα με τη κακή χρήση από το έθνος των ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών και της περιορισμένης πρόσβασης σε στρατηγικές μείωσης του άνθρακα. Αυτό το αποτέλεσμα είναι προκατειλημμένο από το γεγονός ότι ο υπολογισμός για το αποτύπωμα άνθρακα στην έκθεση Living Planet 2008 πιθανότατα αποτελεί υποτίμηση (Reed, 2008).

Αυτό επηρεάζει τα αποτελέσματα για το δείκτη του άνθρακα καθώς και τη τελική εξίσωση συσχετισμού. Θεωρήθηκε ότι η υποτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα της Βραζιλίας είναι ένα αποτέλεσμα της υπερτίμησης της ενσωματωμένης ενέργειας των εξαγωγών (Reed, 2008).

Η Κίνα είναι σύμφωνη με τη τάση συσχετισμού, αλλά με την πάροδο του χρόνου μπορεί να προβλεφθεί ότι οι εν λόγω αναδυόμενες οικονομίες μπορούν γρήγορα να επεκταθούν με την υπερβολική χρήση των φυσικών πόρων.



Σχήμα 2.2: το εθνικό κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα που συσχετίζεται εξίσωση(G-20 εθνικά κράτη επισημαίνεται) *Global Footprint Network, 2014; World Bank, 2013*).

Αυτή η εξίσωση οικολογικού αποτυπώματος συγκρίθηκε με την τελική εξίσωση αποτυπώματος άνθρακα. Και οι δύο εξισώσεις έχουν παρόμοια τελικά αποτελέσματα, όπου ο οικονομικός πλούτος υπερέχει του αποτυπώματος σε κάθε περίπτωση. Ωστόσο, οι υποστηρικτές αυτών των

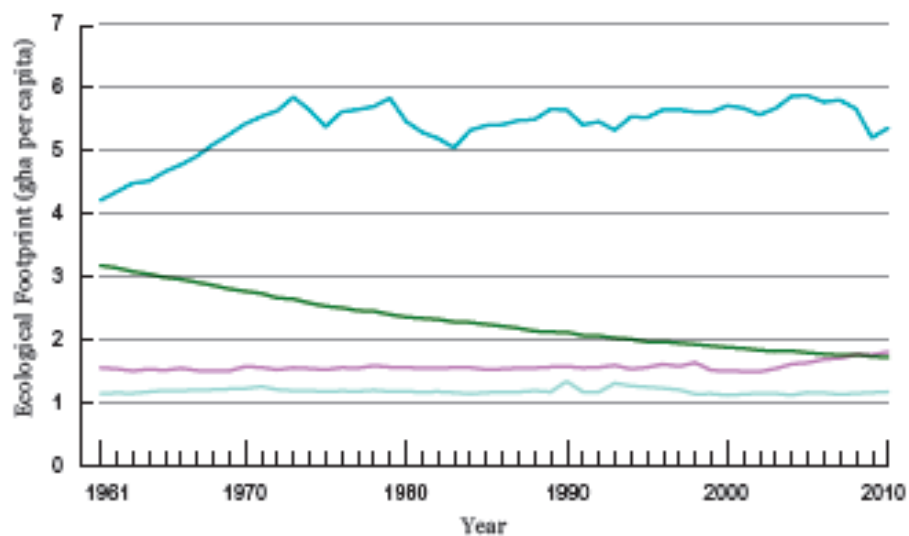
παραμέτρων ποικίλλουν μεταξύ αυτών των δύο δεικτών. Ο εκθέτης για την ευημερία είναι μεγαλύτερος για το αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο αποδεικνύει ότι αυτή η ενεργεία βασισμένη στο αποτύπωμα είναι περισσότερο εξαρτώμενη από την οικονομική ευημερία από ό, τι το οικολογικό αποτύπωμα. Το αποτέλεσμα αυτό είναι διαισθητικό, δεδομένου ότι οι περισσότερες πλούσιες χώρες έχουν μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα λόγω της διαθεσιμότητας, για παράδειγμα, υπηρεσιών ενέργειας και μεταφορών. Η σχέση μεταξύ του αποτυπώματος άνθρακα και τόσο η ενεργειακή ένταση όσο και η αναλογία άνθρακα είναι ισχυρότερη από ό, τι με το οικολογικό αποτύπωμα. Αυτό οφείλεται στις σημαντικές επιπτώσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και στις στρατηγικές μείωσης των εκπομπών άνθρακα που μπορεί να έχει από τον τελικό αποτύπωμα άνθρακα. Οι εξελίξεις αυτές θα επηρεάσουν κυρίως τη χρήση της ενέργειας που συνδέεται με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, και ως εκ τούτου το αποτύπωμα άνθρακα. Το αποτύπωμα άνθρακα αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό τμήμα του οικολογικού αποτυπώματος (Ewing κ.ά., 2008β) και ήταν αναμενόμενο ότι αυτές οι εξελίξεις θα επηρεάσουν επίσης το οικολογικό αποτύπωμα, σε μικρότερο όμως βαθμό, όπως προτείνεται από την εξίσωση 10.

## **2.5 Οικολογικό αποτύπωμα χωρών υψηλού, μέσου και χαμηλού εισοδήματος την περίοδο οικονομικής κρίσης**

Σύμφωνα με το Living Planet Report 2014 συγκρίνοντας το μέσο κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα των χωρών υψηλού, μέσου και χαμηλού εισοδήματος (Σχήμα 1) παρατηρείται ότι οι υψηλού εισοδήματος χώρες έχουν

διατηρήσει τα υψηλά επίπεδα της κατανάλωσης, αλλά αυτή η τάση κυμαίνεται ανάλογα με την παγκόσμια οικονομία. Γεγονότα όπως οι πετρελαϊκές κρίσεις (δεκαετία του 1970) και υφέσεις στη δεκαετία του 1980 και του 2000 που συγκλόνισαν οικονομίες, μείωσαν σημαντικά τη ζήτηση πόρων. Ωστόσο, με την επακόλουθη οικονομική ανάκαμψη ήρθε αύξηση της κατανάλωσης.

Απαιτήσεις σε πόρους - οι οποίες αυξήθηκαν κατά τη διάρκεια της υπερανάπτυξης των αρχών της δεκαετίας του 2000 - μειώθηκαν όταν οι οικονομίες του κόσμου άρχισαν να συρρικνώνονται το 2007.



Key

- High income
- Middle income
- Low income
- World biocapacity

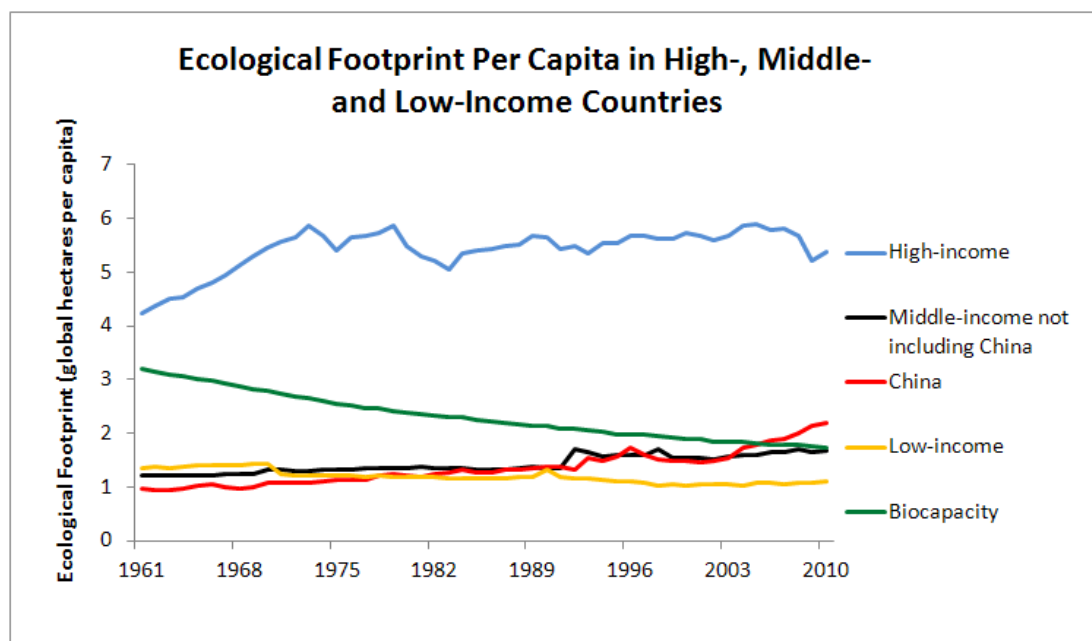
*Σχήμα 2.3: Κατά κεφαλήν Οικολογικό Αποτύπωμα (GHA) σε υψηλού, μέσου και χαμηλού εισοδήματος χώρες (World Bank classification and data) μεταξύ του 1961 και του 2010 (Global Footprint Network, 2014; World Bank, 2013)*

Η χρήση των οικολογικών πόρων και υπηρεσιών των χωρών υψηλού εισοδήματος εξακολουθεί να είναι περίπου πέντε φορές υψηλότερη ανά κάτοικο σε σχέση με χώρες με χαμηλό εισόδημα. Οι χώρες υψηλού εισοδήματος εξαρτώνται συχνά από την βιοχωρητικότητα των άλλων εθνών ή των παγκόσμιων κοινών αγαθών για την κάλυψη των απαιτήσεων των καταναλωτών τους, ενώ η εισαγόμενη βιοχωρητικότητα μπορεί να είναι οικονομικά προσιτή για τις χώρες υψηλού εισοδήματος σήμερα, αλλά οι τιμές θα μπορούσαν να αλλάξουν και οι οικολογικοί περιορισμοί να διαταράξουν τις αλυσίδες εφοδιασμού.

Οι μέσες και χαμηλές εισοδήματος χώρες έχουν συνήθως μικρότερα κατά κεφαλήν αποτυπώματα. Παρ'όλα αυτά, σχεδόν το ήμισυ των χωρών αυτών ζουν με κατά κεφαλήν αποτύπωμα χαμηλότερο από 1,7 GHA - το μέγιστο κατά κεφαλήν αποτύπωμα που θα μπορούσε να αντιγραφεί σε όλο τον κόσμο χωρίς να οδηγεί στην παγκόσμια υπέρβαση. Ακόμη και ένα αποτύπωμα αυτού του μεγέθους θα σήμαινε ότι η ανθρωπότητα υποστηρίζει το σύνολο της βιολογικής ικανότητας του πλανήτη και δεν αφήνει χώρο για τα άγρια είδη.

Οι μέσες και χαμηλές εισοδήματος χώρες σχετικά με τη φύση υψηλού εισοδήματος χωρών μειώθηκαν απότομα κατά την έναρξη της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης το 2008. Το 2010 το αποτύπωμα ανά άτομο άρχισε να αυξάνεται και πάλι μόνο σε λίγες χώρες υψηλού εισοδήματος, καθώς οι κυβερνήσεις άρχισαν να ξοδεύουν δισεκατομμύρια δολάρια για την τόνωση των οικονομιών τους.

Κατά τη διάρκεια της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, το κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα μεσαίων και χαμηλών εισοδημάτων χωρών παρέμεινε αμετάβλητο, σύμφωνα με τα National Footprint Accounts 2014.



Σχήμα 2.4: Μεταβολές στο οικολογικό αποτύπωμα ανά άτομο σε υψηλού, μέσου και χαμηλού εισοδήματος χώρες μεταξύ 1961 και 2010. (Global Footprint Network, 2014 NFA edition).

Η βιοχωρητικότητα ανά άτομο έχει μειωθεί, επειδή ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει αυξηθεί ταχύτερα από την παραγωγικότητα της βιολογικής ικανότητας. Σε παγκόσμιο επίπεδο, το ανά άτομο οικολογικό αποτύπωμα της ανθρωπότητας μειώθηκε κατά 3% μεταξύ 2008 και 2009, γεγονός που οφείλεται κυρίως στη μείωση της ζήτησης για ορυκτά καύσιμα που οδήγησε και σε φθίνοντα αποτυπώματα άνθρακα. Οι χώρες χαμηλού εισοδήματος, που συνήθως χαρακτηρίζονται από μικρότερη ελαστικότητα στο βιοτικό

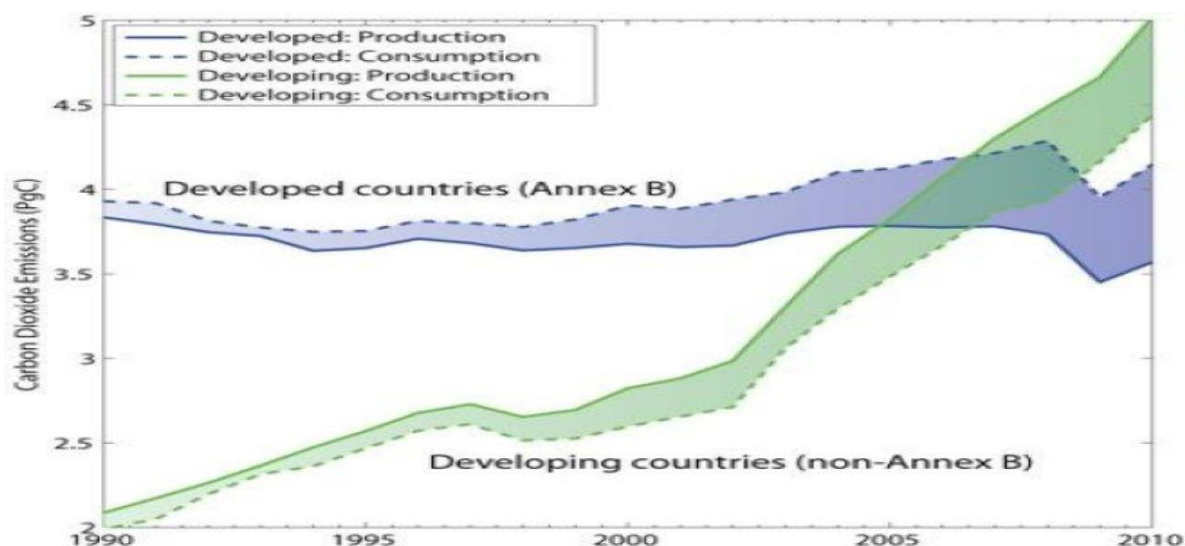
τους επίπεδο, συνέβαλαν ελάχιστα στη μείωση του ανά άτομο οικολογικού αποτυπώματος της ανθρωπότητας.

Κάθε χρόνο, το Global Footprint Network ενημερώνει τα National Footprint Accounts, όπου συγκρίνει τις απαιτήσεις πάνω από 220 εθνών για τους οικολογικούς τους πόρους και τις υπηρεσίες (τα ίχνη τους) με το διαθέσιμο ποσό εντός των συνόρων τους (βιοχωρητικότητα). Οι επιδόσεις κάθε χώρας διαφέρουν από χρόνο σε χρόνο, αλλά μία γενικότερη τάση συνεχίστηκε για δεκαετίες: 'Παγκόσμια οικολογική υπέρβαση συνεχίζει να αυξάνεται'. Η οικολογική υπέρβαση ανέρχεται το 2014 στο 54% πάνω από βιοχωρητικότητα του πλανήτη. Η ανθρωπότητα απαιτεί περισσότερο από 1,5 φορές περισσότερες βιολογικές ικανότητες από ό, τι ο πλανήτης μας μπορεί. Τα National Footprint Accounts 2014 καλύπτουν πέντε δεκαετίες. Παρακολουθούν το οικολογικό αποτύπωμα και τη βιολογική ικανότητα των εθνών από το 1961 μέχρι το 2010, το πιο πρόσφατο έτος για το οποίο είναι διαθέσιμα πλήρη δεδομένα. Με τα τελευταία στοιχεία, το Global Footprint Network μπορεί να προβάλει τις επιπτώσεις στους πόρους της πρόσφατης παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.

Στις χώρες υψηλού εισοδήματος το κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα μειώθηκε από το 2008 έως το 2009. Αλλά τα ίχνη τους ήταν περισσότερο από τριπλάσια σε σχέση με χώρες μεσαίου εισοδήματος και περίπου πέντε φορές μεγαλύτερα από χώρες χαμηλού εισοδήματος. Στις περισσότερες μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος χώρες, είτε διατηρήθηκε είτε αυξήθηκε η κατά κεφαλήν τους ζήτηση κατά τη διάρκεια της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.

Οι διαφορές στο οικολογικό Αποτύπωμα μεταξύ υψηλών, μεσαίων και χαμηλών εισοδημάτων χωρών είναι πιο έντονη στη συνιστώσα του άνθρακα. Αυτό το στοιχείο του άνθρακα αποτελεί ένα μεγαλύτερο μερίδιο των οικολογικών αποτυπωμάτων στις χώρες υψηλού εισοδήματος από ό, τι για τις μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος χώρες.

## 2.6 Οικολογικό αποτύπωμα ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών



Σχήμα 2.5: (Image courtesy of DOE/Oak Ridge National Laboratory)

Για πρώτη φορά, το 2009, οι αναπτυσσόμενες χώρες ξεπέρασαν τις ανεπτυγμένες χώρες σε κατανάλωση με βάση τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η σκιασμένη περιοχή αντιπροσωπεύει τη διαφορά μεταξύ ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων βάσει της κατανάλωσης και της παραγωγής με βάση τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.



Η απότομη μείωση των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που οφείλεται στην παγκόσμια οικονομική κρίση το 2009, ανέκαμψε γρήγορα το 2010, σύμφωνα με έρευνα που υποστηρίζεται από το Κέντρο Ανάλυσης στο Τμήμα Oak Ridge National Laboratory Energy.

Το 2010, οι εκπομπές είχαν φτάσει σε υψηλά όλων των εποχών 9,1 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα, σε σύγκριση με 8,6 δισεκατομμύρια τόνους το 2009. Η ύφεση είχε επίσης ακολουθηθεί από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις αναδυόμενες οικονομίες του αναπτυσσόμενου κόσμου. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι εκπομπές με βάση την κατανάλωση, είτε αυτές που συνδέονται με την κατανάλωση των αγαθών και των υπηρεσιών, αυξήθηκαν 6,1% το 2009 και το 2010.

Ως αποτέλεσμα, το 2009 σηματοδότησε την πρώτη φορά που οι αναπτυσσόμενες χώρες είχαν υψηλότερες εκπομπές με βάση την κατανάλωση από τις ανεπτυγμένες χώρες.

«Στο παρελθόν, οι ανεπτυγμένες χώρες απελευθέρωναν περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα, αλλά αυτό δεν ισχύει πλέον λόγω των αναδυόμενων οικονομιών στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπως η Κίνα και η Ινδία," δήλωσε ο Tom Boden της CDIAC του ORNL. "Αυτή η τάση θα συνεχιστεί πιθανότατα στο μέλλον με βάση τις τρέχουσες εξελίξεις."

Τρεις σημαντικοί παράγοντες εκτιμώνται για την ταχεία ανάκαμψη του διοξειδίου του άνθρακα (Peters, et al,2011).

Ο αντίκτυπος της Παγκόσμιας Οικονομικής Κρίσης(2008-2009) για τις εκπομπές υπήρξε βραχυχρόνιος λόγω της ισχυρής αύξησης των εκπομπών στις αναδυόμενες οικονομίες, της επιστροφής στην ανάπτυξη των εκπομπών στις

ανεπτυγμένες οικονομίες, και την αύξηση της έντασης των ορυκτών καυσίμων της παγκόσμιας οικονομίας .

Μέχρι στιγμής, η Παγκόσμια Οικονομική Κρίση δεν συνέβαλε στη μακροπρόθεσμη μείωση των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπως έχει συμβεί στο παρελθόν. Για παράδειγμα, οι πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και του 1979 προκάλεσαν επίμονες διαταραχές των τιμών και διαρθρωτικές αλλαγές στην παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας που οδήγησαν σε μείωση της παγκόσμιας εξάρτησης από το πετρέλαιο και την αύξηση της εξάρτησης από το φυσικό αέριο, η οποία οδήγησε σε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα .

Η παγκόσμια χρηματοοικονομική κρίση ήταν μια ευκαιρία για να μετακινηθεί η παγκόσμια οικονομία μακριά από μια τροχιά υψηλών εκπομπών. Τα αποτελέσματα όμως δεν παρέχουν καμία ένδειξη ότι αυτό συμβαίνει, και δείχνουν ότι η κρίση ήταν αρκετά διαφορετική από τις προηγούμενες παγκόσμιες κρίσεις.

Ο Boden επικαλείται δύο λόγους για αυτή την ασυνήθιστη ανάκτηση. Η παγκόσμια χρηματοοικονομική κρίση δεν επηρέασε μεγάλες αναπτυσσόμενες χώρες, όπως η Κίνα και η Ινδία, όπως έκανε στις Ηνωμένες Πολιτείες και στα ευρωπαϊκά έθνη.

Η οικονομική ανάπτυξη της Ισπανίας την περίοδο από το 1990 έως το 2010 ήταν στενά συνδεδεμένη με την αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η μείωση των οδικών μεταφορών και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης , υπήρξαν ισχυροί συντελεστές της μείωσης των εκπομπών , γεγονός που αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα των μέτρων

εξοικονόμησης ενέργειας. Βάσει αυτής της ανάλυσης, στοχευμένες συστάσεις αλλαγής πολιτικής έχουν προταθεί για μελλοντική εφαρμογή (Sobrino, 2014).

Οι Perez-López et al. (2013) ήταν οι μόνοι συγγραφείς που ανάλυσαν μερικώς την οικονομική κρίση, αλλά δεν εξέτασαν την επίδραση των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων, που είναι το κλειδί για την ανάλυση σε μια περίοδο οικονομικής αλλαγής. Συνεπώς, είναι ενδιαφέρον να προβούμε σε πιο λεπτομερή μελέτη, συμπεριλαμβανομένων και των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων.

Κατά την περίοδο της οικονομικής κρίσης παρατηρήθηκε μεγάλη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, που ανέρχεται σε περίπου 15 εκατομμύρια μετρικούς τόνους στο διάστημα από το 2007 έως το 2010. Η οδική χρήση (U) και ενεργειακή απόδοση (E) ήταν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την μείωση των εκπομπών, που εξασφαλίζουν εξοικονόμηση των 7,25 και 5,25 εκατομμυρίων μετρικών τόνων, αντίστοιχα. Το εισόδημα των εργαζομένων (W) είχε επίσης θετική επίδραση, με μείωση κατά 5,15 εκατομμύρια μετρικούς τόνους των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, η επίδραση του άνθρακα (C), συνέβαλε στη μείωση κατά 3,34 εκατομμύρια μετρικών τόνων των εκπομπών. Για πρώτη φορά, η οικονομική ανάπτυξη (ΑΕΠ) συνέβαλε στη μείωση των συνολικών εκπομπών. Τέλος, κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η εργασία (J) επιφέρει αύξηση 9,88 εκατομμύρια μετρικούς τόνους των εκπομπών που οφείλεται στο γεγονός ότι ο συνολικός πληθυσμός αυξήθηκε ταχύτερα από τον αριθμό των απασχολημένων. Η περίοδος των τεσσάρων ετών 2007-2010 χαρακτηρίστηκε από μειώσεις εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα των μεταφορών μετά από 17

χρόνια σταθερής αύξησης. Κύριοι παράγοντες που επηρέασαν την ένταση της χρήσης ήταν: η μείωση του ποσοστού απασχόλησης και η μείωση του κατά κεφαλήν εισοδήματος . Σε αυτή την περίοδο, η κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε. Ένας από τους λόγους της μείωσης αυτής ήταν η άνοδος των τιμών του πετρελαίου η οποία προκλήθηκε από την κρίση έλλειψης ενέργειας (Mendiluce, 2010).

Είναι σημαντικό οι ανεπτυγμένες, ή οι βιομηχανικές χώρες του ευημερούντος Βορρά, να διαδραματίσουν πλήρως το ρόλο τους στη διατήρηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, καθώς εκπέμπουν σήμερα το μεγαλύτερο μέρος των ρύπων στην ατμόσφαιρα (Hammond, 2000). Ωστόσο, είναι ζωτικής σημασίας η αειφόρος ανάπτυξη, να εξεταστεί σε ένα παγκόσμιο πλαίσιο. Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα ως εκ τούτου, θα μπορούσε να βοηθηθεί από τη μεταφορά βέλτιστων πρακτικών ενεργειακών τεχνολογιών από τις πλουσιότερες στις φτωχότερες περιφέρειες. Αυτό τελικά θα είναι προς το συμφέρον όλων των πολιτών του «Πλανήτη Γη» (Hammond, 2000).

Το οικολογικό αποτύπωμα χρησιμοποιείται παραδοσιακά για να δώσει ένα «στιγμιότυπο» των απαιτήσεων ενός πληθυσμού από την φύση για ένα συγκεκριμένο έτος (όπως έχει τονιστεί και παραπάνω). Είναι εμφανές ότι υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ του βιομηχανικού Βορρά και του αναπτυσσόμενου Νότου. Ωστόσο, το αποτέλεσμα αυτό ήταν ενδεικτικό γιατί αφορά σε διάστημα ενός μόνον έτους, και έχει στηριχθεί στην υπόθεση ότι η ισορροπία μεταξύ των αναπτυσσόμενων και βιομηχανικών χωρών μπορεί να αρχίζει να μετατοπίζεται στο μέλλον. Η συνεισφορά των

λαών του βιομηχανοποιημένου Βορρά και του πυκνοκατοικημένου Νότου μέχρι το 2100 εξετάστηκαν από τους Cranston & Hammond (2010b) χρησιμοποιώντας την εξίσωση συσχέτισης, για το εθνικό οικολογικό αποτύπωμα παράλληλα με τις διεθνείς προβλέψεις της αύξησης του πληθυσμού ,και το ακαθάριστο περιφερειακό εισόδημα.

Πρέπει να τονιστεί ότι οι προβλέψεις των συνολικών παγκόσμιων και περιφερειακών αποτυπωμάτων στο μέλλον, παράλληλα με τους άλλους δείκτες ανάπτυξης (όπως τον πληθυσμό και την οικονομική ευημερία) είναι πολύπλοκες. Ο Hammond (2006a) ανέπτυξε μια εξίσωση που συσχετίζει το κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα των εθνικών κρατών , την πυκνότητα του πληθυσμού και τον οικονομικό πλούτο. Αυτή η εξίσωση στη συνέχεια αναθεωρήθηκε από τον Cranston (2010) με βάση τα πιο πρόσφατα δεδομένα και ένα ευρύτερο φάσμα των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η εξίσωση αυτή έχει χρησιμοποιηθεί, μαζί με τις διεθνείς προβλέψεις της αύξησης του πληθυσμού και του ακαθάριστου περιφερειακού εισοδήματος, προκειμένου να εκτιμηθεί το σχετικό μέγεθος των αποτυπωμάτων για τον ευκατάστατο Βορρά και τον πυκνοκατοικημένο Νότο έως το 2100.

## **2.7 Εμπειρίες από τη διεθνή πραγματικότητα**

Το έτος 2005, σε παγκόσμιο επίπεδο, το μέσο οικολογικό αποτύπωμα ήταν ίσο με 2,7 ΠΕ/άτομο, και δεδομένου ότι για το συγκεκριμένο έτος η βιολογική ικανότητα του πλανήτη ήταν 2,1 ΠΕ/άτομο, το οικολογικό έλλειμμα αντιστοιχούσε σε 0,6 ΠΕ/άτομο. Για το ίδιο έτος, το Ευρωπαϊκό οικολογικό

αποτύπωμα ανήλθε σε 4,7 ΠΕ/άτομο, τη στιγμή που η συνολικά διαθέσιμη παραγωγική γη ήταν μόλις 2,3 ΠΕ/άτομο, με αποτέλεσμα να προκύπτει οικολογικό έλλειμμα ίσο με 2,4 ΠΕ/άτομο. Όσον αφορά την Ελλάδα, για το έτος αυτό, το συνολικό οικολογικό αποτύπωμά της ήταν ίσο με 5,9 ΠΕ/άτομο. Δεδομένου όμως ότι η βιολογική ικανότητα της χώρας μας για το έτος αυτό καταγράφηκε στα 1,7 ΠΕ/άτομο, δημιουργήθηκε οικολογικό έλλειμμα της τάξης του 4,2 ΠΕ/άτομο. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ακριβώς επταπλάσιο από το αντίστοιχο παγκόσμιο (4,2 έναντι 0,6).

Το μεγάλο ελληνικό οικολογικό αποτύπωμα αποδίδεται, εκτός των άλλων και στην μεγάλη κατανάλωση νερού, δηλαδή στο υδάτινο αποτύπωμα. Η μέση ετήσια κατανάλωση είναι 2.389 m<sup>3</sup>/κάτοικο, κάτι που μας φέρνει στην δεύτερη θέση μετά τις Η.Π.Α. Τέλος, ο Έλληνας έχει περίπου διπλάσιο υδάτινο αποτύπωμα από τον παγκόσμιο μέσο όρο που αντιστοιχεί σε 1.243 m<sup>3</sup>/έτος, ανά κάτοικο (WWF International 2008).

Συγκρίνοντας, αυτή οικολογική κρίση η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη, με την οικονομική κρίση που αντιμετωπίζουμε τα τελευταία χρόνια, προκύπτει το συμπέρασμα πως η πρώτη θα έχει αρκετά πιο καταστροφικές συνέπειες για την ανθρωπότητα.

Πιο συγκεκριμένα, ο Pavan Sukhdev, οικονομολόγος της γερμανικής Deutsche Bank ο οποίος ηγείται μιας Ευρωπαϊκής μελέτης πάνω στα οικοσυστήματα, αναφέρει πως κάθε χρόνο χάνουμε φυσικό κεφάλαιο αξίας μεταξύ 2 και 5 τρισεκατομμυρίων δολαρίων, μόνο από την αποψίλωση των δασών. Οι απώλειες δε που είχαν σημειωθεί, μέχρι το χρόνο της σχετικής έρευνας, στον χρηματοοικονομικό τομέα υπολογίζονται μεταξύ 1 και 1,5

τρισεκατομμυρίων δολαρίων (Black 2008). Τα παραπάνω ποσά, υπολογίστηκαν, με βάση την αξία των υπηρεσιών που κανονικά θα παρήγαγαν τα διάφορα οικοσυστήματα που χάνονται κάθε χρόνο, όπως για παράδειγμα η αξία της βροχόπτωσης για τις καλλιέργειες, ή ο περιορισμός της προστασίας από τις πλημμύρες κ.ο.κ.

## **3 Μεθοδολογία**

### **3.1 Εισαγωγή**

Στην παρούσα έρευνα, λήφθηκε υπόψη ελληνική και διεθνής βιβλιογραφία καθώς και τα συμπεράσματα των ελληνικών και διεθνών επιστημονικών συνεδρίων και συναντήσεων. Δεδομένα από Global Footprint Network, χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για την ανάλυση. Για τους υπολογισμούς, το Global Footprint Network χρησιμοποιεί τα διαθέσιμα εθνικά στατιστικά στοιχεία και συλλέγει δεδομένα από δημόσια και ιδιωτικά ιδρύματα, πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα. Το Global Footprint Network συλλέγει και εκτιμά το εθνικό οικολογικό αποτύπωμα για περισσότερο από 200 χώρες, καθώς και το μέσο παγκόσμιο αποτύπωμα

Η ανάλυση οικολογικού αποτυπώματος βασίζεται σε έξι υποθέσεις. Οι υποθέσεις αυτές εξασφαλίζουν ότι υπάρχει μια ποσοτική απάντηση στο γεγονός ότι απαιτείται αναγεννητική ικανότητα για να διατηρηθεί μια δεδομένη ροή πόρου.

Οι έξι παραδοχές για την οικολογική ανάλυση αποτυπώματος είναι οι εξής:



- α) Τα ετήσια ποσά των πόρων που καταναλώνονται και τα απόβλητα που δημιουργούνται από τις χώρες που εξετάζονται, παρακολουθούνται από εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς.
- β) Η ποσότητα των βιολογικών πόρων που διατίθενται για ανθρώπινη χρήση είναι άμεσα συνδεδεμένη με το ποσό της βιοπαραγωγικής γης που απαιτείται για την αναγέννηση και την αφομοίωση των αποβλήτων.
- γ) Η συνολική ζήτηση σε παγκόσμια εκτάρια μπορεί να αθροιστεί με την προσθήκη αλληλοαποκλειόμενων πηγών παροχής και των περιοχών των αποβλήτων που απαιτούνται, για τη στήριξη της ζήτησης. Αυτό σημαίνει ότι καμία από τις υπηρεσίες ή τις ροές πόρων που περιλαμβάνονται στο Ecological footprint Accounts δεν παρέχεται στο ίδιο κομμάτι γης ή θαλάσσιο χώρο, εξασφαλίζοντας ότι προστίθενται μόνο μια φορά στο οικολογικό αποτύπωμα σε όλους τους τομείς. Σε αντίθετη περίπτωση ο διπλός υπολογισμός θα διόγκωνε την εκτίμηση της συνολικής ζήτησης.
- δ) Η συνολικά ανθρώπινη ζήτηση (οικολογικό αποτύπωμα) και η προσφορά της Φύσης (βιοχωρητικότητα) μπορούν να συγκριθούν άμεσα μεταξύ τους.
- στ) η ζήτηση μπορεί να υπερβεί την περιοχή προσφοράς. Αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί είτε μέσω εισαγωγών (οικολογικό έλλειμμα του εμπορικού ισοζυγίου) είτε μέσω της υπερβολικής χρήσης των εγχώριων πόρων, γεγονός που οδηγεί σε ένα φυσικό κεφαλαιακό έλλειμμα (οικολογική υπέρβαση)

### **3.2 Ερευνητικά ερωτήματα**

1) Πόσο είναι το ελληνικό οικολογικό αποτύπωμα και ποια η εξελικτική του πορεία στο διάστημα των τελευταίων 50 ετών συγκρινόμενο παράλληλα με το αντίστοιχο ευρωπαϊκό αποτύπωμα

2) Ποια είναι η σχέση της οικονομικής κρίσης με την οικολογική κρίση και ποιο το κόστος ενός υποθετικού οικολογικού κραχ σε όρους οικονομικών μεγεθών

3) Ποια μπορεί να είναι η συμβολή του οικολογικού αποτυπώματος όπως εφαρμόζεται με τη σημερινή μεθοδολογία και σε ποιους επιμέρους τομείς είναι επιβεβλημένο να γίνουν βελτιώσεις για να διευρυνθεί η εφαρμογή του έτσι ώστε να αποτελέσει τον καθοριστικό δείκτη μέτρησης της βιοχωρητικότητας και του οικολογικού ελλείμματος

4) Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν και ποιες αποφάσεις πρέπει να ληφθούν προς την κατεύθυνση της μείωσης του οικολογικού αποτυπώματος αλλά και παράλληλης αύξησης της βιοχωρητικότητας σε παγκόσμια κλίμακα.

## **4 Ανάλυση Δεδομένων και Ερμηνεία Ευρημάτων**

### **4.1 Το ευρωπαϊκό οικολογικό αποτύπωμα**

Η Ευρώπη έχει συνολική έκταση 2220 εκατομμύρια εκτάρια, εκ των οποίων μόνο 1.488 εκατομμύρια εκτάρια θεωρούνται βιοπαραγωγικά στους υπολογισμούς των National Footprint Accounts. Η πυκνότητα του πληθυσμού στην Ευρώπη είναι πολύ υψηλή και οδηγεί σε υπερβολικά αυξημένο οικολογικό αποτύπωμα ανά άτομο. Το ερώτημα είναι αν έτσι το εργαλείο οικολογικού αποτυπώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του αριθμού των ατόμων (με ένα τυποποιημένο τρόπο ζωής) που κάθε έθνος μπορεί να αντέξει. Είναι σημαντικό να τονίσουμε στο σημείο αυτό, ότι το να βρισκόμαστε σε θέση να κάνουμε ακριβείς μετρήσεις δεν δίνει πάντα λύσεις για τα ηθικά προβλήματα που προκύπτουν. Όταν μετρήθηκε για πρώτη φορά το 1961, το Ευρωπαϊκό Οικολογικό Αποτύπωμα ήταν σχεδόν ίσο με την φέρουσα ικανότητα της Ευρώπης. Από τότε, έχει υπάρξει μια αύξηση των 1909 εκατομμυρίων GHA. Η αύξηση αυτή οφείλεται τόσο στην αύξηση σε ανά άτομο ροή πόρων όσο και στην αύξηση του πληθυσμού.

Ιδιαίτερα υπήρχε αύξηση του οικολογικού αποτυπώματος ενός μέσου Ευρωπαίου πολίτη, της τάξης του 33% μεταξύ των ετών 1961 και 2007, ενώ 15% ήταν η αύξηση του ευρωπαϊκού πληθυσμού .

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η Ευρώπη διατηρεί το ρυθμό κατανάλωσης, χάρη στον μηχανισμό του διεθνούς εμπορίου. Έτσι, ο μόνος τρόπος με τον οποίο οι ευρωπαίοι πολίτες μπορούν να συνεχίζουν να καταναλώνουν είναι μέσω της εισαγωγής των φυσικών πόρων, κάνοντας κατάχρηση στις οικολογικές υπηρεσίες άλλων χωρών και όχι ρευστοποιώντας το δικό τους φυσικό κεφάλαιο. Αυτή η πολιτική στην πραγματικότητα θέτει ένα ηθικό ζήτημα σχετικά με το αν τα έθνη θα πρέπει να ζουν με δικούς της πόρους ή αν εκείνοι που κατέχουν τα απαιτούμενα χρήματα μπορούν να «δανειστούν» τους φυσικούς πόρους.

## **4.2 Το ελληνικό οικολογικό αποτύπωμα**

Η Ελλάδα κατά την περίοδο 1961-2006 είχε την υψηλότερη αύξηση του κατά κεφαλήν αποτυπώματος, μεταξύ όλων των άλλων Ευρωπαϊκών χωρών, με αύξηση 284% .

Η Ελλάδα κατατάσσεται πλέον στην 20η θέση όσον αφορά το κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα, στον πιο πρόσφατα δημοσιευμένο κατάλογο ο οποίος περιλαμβάνει 153 έθνη.

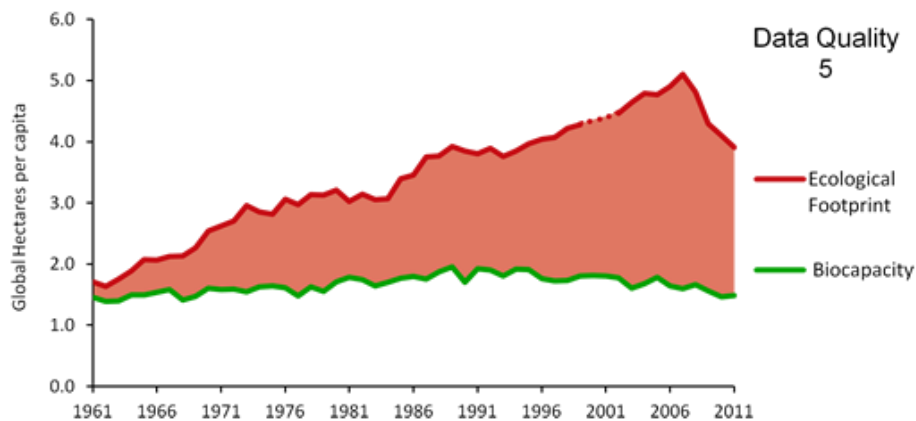
Πιο συγκεκριμένα το Ελληνικό οικολογικό αποτύπωμα ισούται με 5,4 GHA / άτομο (λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι ο πληθυσμός για το έτος ήταν 11,1 εκατομμύρια ευρώ). Το σύνολο της βιοχωρητικότητας της χώρας,

ωστόσο είναι μόλις 1,6 GHA / κάτοικο, το οποίο δημιουργεί ένα οικολογικό έλλειμμα ίσο με 3,8 GHA / κάτοικο.

Τα επιμέρους αποτυπώματα που συνθέτουν το συνολικό αποτύπωμα για την Ελλάδα έχουν ως εξής: 2,92 GHA / άτομο για αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα, 1,27 GHA / κάτοικο για το αποτύπωμα των καλλιεργήσιμων εκτάσεων (παρά τα 1,05 GHA / κάτοικο βιοχωρητικότητας), 0,39 GHA / άτομο για το αποτύπωμα βοσκότοπων (παρά του 0,09 GHA / κάτοικο), 0,36 GHA / κάτοικο για το δασικό αποτύπωμα (παρά του 0,14 GHA / κάτοικο), και 0,35 GHA / κάτοικο για το αλιευτικό αποτύπωμα (παρά του 0,22 GHA / κάτοικο). Το αποτύπωμα οφείλεται κυρίως στα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας, η οποία τείνει να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου και έχει όντως σημαντικές διαφορές με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο. Επιπλέον, το ελληνικό οικολογικό αποτύπωμα αποδίδεται στην κατανάλωση νερού, ή με άλλα λόγια στο αποτύπωμα νερού. Η μέση ετήσια κατανάλωση είναι 2389m<sup>3</sup> / κάτοικο, η οποία φέρνει την Ελλάδα στη δεύτερη θέση μετά τις ΗΠΑ. Αυτή η μεγάλη κατανάλωση νερού αποδίδεται στην ανεπαρκή διαχείριση των υδάτινων πόρων. Μερικά ενδεικτικά παραδείγματα αποτελούν η αυξημένη χρήση του νερού σε γεωργία, καθώς και η απαρχαιωμένη άρδευση και το δίκτυο παροχής.

Εκτός από την υπερβολική κατανάλωση νερού, υπάρχει ακόμη μια σειρά από παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν: οι πυρκαγιές, η αστική επέκταση, η υπερβόσκηση, η λαθροθηρία, η διάθεση των στερεών και υγρών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των τοξικών, η παράνομη αποψίλωση των δασών, οι απερίσκεπτες παρεμβάσεις, όπως η εκτροπή των μεγάλων ποταμών, καθώς και η

εκτεταμένη χρήση των αγροχημικών. Η ανεπαρκής προστασία του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την αναποτελεσματική λειτουργία του νομικού πλαισίου φαίνεται να συμβάλλουν στη δημιουργία αυτών των συνθηκών..



Σχημα 4.1 (Global Footprint Network, 2014 NFA edition).

Αυτή η γραφική παράσταση παρακολουθεί το οικολογικό αποτύπωμα ανά άτομο-και βιοχωρητικότητα στην Ελλάδα από το 1961. Και τα δύο μετρούνται σε παγκόσμια εκτάρια. Η βιοχωρητικότητα ανά άτομο κυμαίνεται ετησίως ανάλογα με τη διαχείριση των οικοσυστημάτων, τις γεωργικές πρακτικές (όπως η χρήση λιπασμάτων και άρδευσης), την υποβάθμιση του οικοσυστήματος, τις καιρικές συνθήκες και το μέγεθος του πληθυσμού. Το αποτύπωμα ανά άτομο ποικίλλει ανάλογα με τα ποσά της κατανάλωσης και της αποδοτικότητας της παραγωγής. Όταν απεικονίζεται διακεκομμένη γραμμή, έχουν χρησιμοποιηθεί εκτιμήσεις στη θέση των εξαιρετικά απίθανων ακραίων τιμών στα αποτελέσματα. Ενώ τα περισσότερα δεδομένα εισόδου για το Αποτύπωμα προέρχονται από

στατιστικές πηγές των Ηνωμένων Εθνών, η ποιότητα των αποτελεσμάτων της χώρας ποικίλλει. Η ποιότητα της αξιολόγησης βαθμολογείται σε μια κλίμακα 1-6, και παρέχεται για την Ελλάδα στην επάνω δεξιά γωνία του γραφήματος.

Το National Footprint Accounts χρησιμοποιεί τα διεθνώς διαθέσιμα δεδομένα από πολλαπλές σειρές δεδομένων για όλες τις χώρες, για κάθε έτος που χρονολογούνται από το 1961. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα δεδομένα μπορεί να είναι περιορισμένα, ανύπαρκτα, ή μπορεί να περιέχουν προφανή σφάλματα. Ενώ υπάρχει κάποια βελτίωση στο σφάλμα δεδομένων και εκτίμηση των δεδομένων που λείπουν, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων για τις χώρες ή / και χρόνια είναι αναπόφευκτα μεταβάλλεται. Στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης της έκδοσης, οι ερευνητές αξιολογούν ένα επίπεδο εμπιστοσύνης στο τελικό αποτέλεσμα για κάθε χώρα. Η Ελλάδα βρίσκεται στο 5, που σημαίνει ότι ενώ τα αποτελέσματα για τη χώρα αυτή από το NFA Edition είναι ευλόγως αξιόπιστα, ένα ή περισσότερα συστατικά της χρονολογικής σειράς περιλαμβάνουν αποτελέσματα που φαίνονται να είναι ανακριβή (εκδηλώνονται ως θετικές ή αρνητικές αιχμές). Για τη δημοσίευση των χρονοσειρών, διακεκομμένες γραμμές θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν αντικαθίστανται με μη αυτόματο τρόπο αυτές οι αιχμές. Οι διακεκομμένες γραμμές συνδέουν τα παρακείμενα αποτελέσματα των ακραίων τιμών για να δείξουν ότι μια προσέγγιση με βάση τα γύρω χρόνια είναι πιθανόν καλύτερη εκτίμηση από ένα αποτέλεσμα που υπολογίζεται μόνο από τα δεδομένα του ίδιου έτους.

### 4.3 Οικολογικό αποτύπωμα και οικονομικό κόστος

Το ποσοστό της κατανάλωσης φυσικών πόρων έχει φτάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Εξετάζοντας το πρόβλημα σε ένα οικονομικό πλαίσιο, το παραπάνω προϋποθέτει διαρκή προσπάθεια για την αύξηση της αποδοτικότητας και τη μείωση του κόστους και του χρόνου που δαπανάται για κάποια συγκεκριμένη δραστηριότητα. Στο σημείο αυτό έχει μεγάλη σημασία να αναφέρουμε ότι η αποτελεσματικότητα σύμφωνα με τη νεοκλασική οικονομική θεωρία είναι εντελώς διαφορετική από την απόδοση που σχετίζεται με την αειφόρο διαχείριση των πόρων. Είναι επομένως δυνατόν για την οικολογική αποδοτικότητα να αναφερθούμε μόνο σε μη-νομισματικές αξίες, όπως είναι το οικολογικό αποτύπωμα. Η απόδοση με άλλα λόγια εξαρτάται από την προοπτική του κάθε ερευνητή.

Εκτιμάται ότι γύρω στο 2030, σε περίπτωση που ο τρόπος ζωής μας και τα ποσοστά κατανάλωσης μας που επιδεινώνουν το οικοσύστημα παραμείνουν ίδια, "δύο πλανήτες σαν τη Γη" θα είναι αναγκαίοι για την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου. Πιο συγκεκριμένα ένα παγκόσμιο «Οικολογικό κραχ» αναμένεται στο εγγύς μέλλον, καθώς το σημερινό μοντέλο ζωής έχει αποδειχθεί ότι είναι μη βιώσιμο.

Συγκρίνοντας την αναμενόμενη οικολογική κρίση με την υπάρχουσα οικονομική κρίση, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η πρώτη θα είναι πολύ πιο καταστροφική για την ανθρωπότητα. Πιο συγκεκριμένα, κάθε χρόνο χάνουμε "φυσικά κεφάλαια" των \$ 2-5 τρις εξαιτίας της αποψίλωσης των δασών. Τα ανωτέρω στοιχεία υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας ως βάση την αξία των υπηρεσιών (η αξία των βροχοπτώσεων για τις



καλλιέργειες ή η περιορισμένη προστασία από τις πλημμύρες, κλπ) και με δεδομένο ότι τα οικοσυστήματα που χάνονται κάθε χρόνο, θα παράγουν κανονικά.

Επί πλέον, η μείωση κατά το ήμισυ της αποψίλωσης των δασών με τιμές 2030 θα συμβάλει στην αποφυγή ζημιών από την αλλαγή του κλίματος που εκτιμάται σε περισσότερα από \$ 3.700 δισεκατομμύρια σε όρους καθαρής παρούσας αξίας. Οι δύο κρίσεις (οικονομική και οικολογική) αποδίδονται στην ίδια αιτία, καθώς και στις δύο περιπτώσεις, όσοι εξαντλούν τους πόρους αναμένουν εξαιρετικά υψηλές αποδόσεις, ενώ ταυτόχρονα προκαλούν χρέη που ποτέ δεν θα μπορέσουν να καταβληθούν. Εξάλλου και στις δύο περιπτώσεις, οι υπεύθυνοι δεν δέχονται αυτές τις πιθανές αρνητικές συνέπειες.

## 5 Συμπεράσματα

### 5.1 Η επίτευξη των στόχων της έρευνας

Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι αναγκαία για την ίση ανάπτυξη μεταξύ των εθνικών κρατών , με σεβασμό στους φυσικούς πόρους της Γης. Μια ισορροπία μεταξύ των αναπτυσσόμενων και των βιομηχανικά ανεπτυγμένων περιοχών του κόσμου είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η ανάπτυξη. Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει τη μέτρηση αυτή και αποδεικνύει πόσο έχουν παρεκκλίνει από την βιώσιμη πορεία τα εθνικά κράτη. Η διατριβή αυτή αποσκοπεί στην εμβάθυνση της έννοιας του οικολογικού αποτυπώματος μέσω της διερεύνησης καθοριστικών παραγόντων που επηρεάζουν το μέγεθος και το σχήμα του.

Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα εργαλείο μεγάλης εμβέλειας που έχει ήδη υιοθετηθεί τόσο από επιχειρήσεις όσο και από κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο. Η ικανότητά του να αυξήσει την ευαισθητοποίηση απέναντι στην ανεξέλεγκτη υπερκατανάλωση της ανθρωπότητας, επιτρέπει στους ηγέτες του κόσμου να έχουν καλύτερη πληροφόρηση σχετικά με τις επιπτώσεις που μπορεί να έχουν οι αποφάσεις τους.

Η βιοχωρητικότητα όπως ήδη έχει αναφερθεί, αντιπροσωπεύει την ικανότητα των οικοσυστημάτων να παράγουν τα υλικά και να απορροφούν τα απόβλητα που παράγονται από την ανθρωπότητα. Αυτό προσφέρει μια γραμμή βάσης από την οποία μπορεί να αντλήσει συγκρίσιμα στοιχεία, το οικολογικό αποτύπωμα. Επιπλέον αποτελεί πλεονέκτημα ότι μετριέται σε παγκόσμια εκτάρια. Όταν ένας πληθυσμός μέσα σε ένα έθνος-κράτος δεν διαθέτει κατά κεφαλήν οικολογικό αποτύπωμα μεγαλύτερο από τη διαθέσιμη κατά κεφαλήν βιοχωρητικότητα, λέγεται ότι είναι σε κατάσταση οικολογικού χρέους, ότι δηλαδή ο πληθυσμός ζητά περισσότερους από τους πόρους της φύσης μέσα σε ένα χρόνο, από ό, τι μπορεί να αναγεννηθεί στο ίδιο χρονικό διάστημα. Το οικολογικό χρέος είναι ένα σοβαρό πρόβλημα, και ένα πρόβλημα που δεν μπορεί να συνεχιστεί επ 'αόριστον χωρίς να καταλήξει σε συντριβή. Υπάρχει μια τεράστια παγκόσμια ανισορροπία, όπου πολλές οικονομικά πλούσιες χώρες αντλούν από τις οικονομικά φτωχές χώρες, οι οποίες όμως είναι πλούσιες σε φυσικούς πόρους, αφήνοντας τις χώρες αυτές με ελάχιστη βιοχωρητικότητα. Τα βάρη πάνω στη Γη ως εκ τούτου αυξάνονται. Υπάρχει δυνατότητα να γίνουν οικολογικές αποταμιεύσεις και οι χώρες πρέπει να ενθαρρυνθούν στην λήψη καινοτόμων αποφάσεων ώστε να κινηθούν έξω από το οικολογικό χρέος και να παρέχουν στις μελλοντικές γενιές ένα πιο βιώσιμο κόσμο. Αυτό πρέπει να επιδιωχθεί με έντιμο και δίκαιο τρόπο μεταξύ των διαφόρων εθνικών κρατών σε όλο τον πλανήτη.

Η οικονομική κρίση των τελευταίων ετών (ΔΝΤ, 2009) είχε μεγάλη επίδραση πάνω στον ενεργειακό τομέα σε παγκόσμιο επίπεδο. Καθώς επηρεάζεται η παγκόσμια οικονομία, η ΙΕΑ εκτιμά ότι οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα

μπορούσαν να μειωθούν το 2009 κατά τουλάχιστον 3%, πράγμα το οποίο θα μπορούσε να προκαλέσει εκπομπές το 2020, 5% χαμηλότερα από ό, τι έχει ήδη προβλεφθεί. Αυτό προσφέρει στον κόσμο μια άνευ προηγουμένου ευκαιρία να κάνει σημαντικές αλλαγές για τη σταθεροποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της παγκόσμιας θερμοκρασίας.

## **5.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Οικολογικού Αποτύπου**

Το αποτύπωμα είναι ένα εξαιρετικά ισχυρό και χρήσιμο εργαλείο. Είναι ένας κατανοητός και διαισθητικός δείκτης που προσδιορίζει τη χρήση από την ανθρωπότητα του φυσικού κεφαλαίου της γης όσον αφορά τη χωρική αξία - το παγκόσμιο εκτάριο. Ο δείκτης αυτός μπορεί να χωριστεί σε διάφορες κατηγορίες είδους της γης. Είναι ένας συγκεντρωτικός δείκτης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσει τη διαφορετική περιβαλλοντική απόδοση των διαφόρων εθνών-κρατών.

Το αποτύπωμα δεν είναι τέλει και έχει επικριθεί, για παράδειγμα, για την ανικανότητά του να λογοδοτήσει για όλο το φάσμα της ζήτησης από την ανθρωπότητα στη βιόσφαιρα, δεδομένου ότι δεν περιλαμβάνει όλα τα αέρια του θερμοκηπίου ή τα τοξικά απόβλητα. Παρά την συγκεκριμένη κριτική, το αποτύπωμα συνεχίζει να βελτιώνεται και να αναπτύσσεται, και αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση των επιπτώσεων του ανθρώπου στον πλανήτη.

### 5.2.1 Οφέλη οικολογικού αποτυπώματος

Το αποτύπωμα έχει διαδοθεί στα μέσα ενημέρωσης τα τελευταία χρόνια, και φαίνεται να έχει εξάψει τη φαντασία του κοινού, με τρόπους που άλλες μέθοδοι έχουν αποτύχει. Το αποτύπωμα είναι αποδεκτό ως χρήσιμο εργαλείο που εύκολα μεταδίδεται και έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για εκπαιδευτικούς λόγους, καθώς συνοψίζει όλες τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε μια κοινή βάση που είναι τα παγκόσμια εκτάρια ανά κάτοικο. Το ευρύ κοινό μπορεί να καταλαβαίνει εύκολα την εδαφική έκταση ως μέτρο αξιών και επομένως είναι κατάλληλος δείκτης. Έχει το πλεονέκτημα να είναι ένας σύνθετος δείκτης, μετατρέποντας σύνθετη δυναμική και τη χρήση των πόρων σε ένα μοναδικό αριθμό. Αυτό προσφέρει οφέλη στους ηγέτες οι οποίοι χρειάζονται απλούς δείκτες για την ενημέρωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων τους. Το αποτύπωμα μετριέται χρησιμοποιώντας μία ενιαία, συγκεκριμένη μεταβλητή –την έκταση γης– κι έτσι απεικονίζει όλα τα δεδομένα που συλλέγονται, σε μια απλή τιμή. Κατά συνέπεια παρομοιάζει με τους παραδοσιακούς τρόπους μέτρησης της οικονομικής ευημερίας, όπως το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) ή το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα (ΑΕΕ) . Ωστόσο, η απλότητα ενός αριθμού εμπεριέχει κινδύνους παρανόησης και κακής ερμηνείας του αποτελέσματος μιας και μόνο αυτοί που είναι καλά πληροφορημένοι μπορούν να διακρίνουν την ουσία του αποτελέσματος. Έχει υποστηριχθεί ότι η σημαντικότερη δύναμη του αποτυπώματος είναι η εννοιολογική απλότητα. Το αποτύπωμα μπορεί να αποτελέσει σημείο αναφοράς σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους, να ανακοινώνει προβλήματα κατανάλωσης στο ευρύ κοινό και να ενημερώνει

σχετικά με την κατάχρηση του φυσικού κεφαλαίου της γης. Επομένως είναι σε θέση να γνωστοποιεί τις κρίσιμες διαστάσεις της οικολογίας σε άλλους κλάδους ακόμα και μη επιστημονικούς. Πράγματι, οι επιχειρήσεις και οι ηγέτες των κυβερνήσεων έχουν υιοθετήσει το αποτύπωμα για να εξηγήσουν τις θέσεις τους πάνω στο οικολογικό πρόβλημα καθώς και τις προτάσεις τους για τη σταδιακή μετάβαση προς τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Το οικολογικό αποτύπωμα αθροίζει και μετατρέπει πολύπλοκα δεδομένα της χρήσης των πόρων σε ένα μοναδικό αριθμό, ο οποίος είναι η ισοδύναμη έκταση γης που απαιτείται. Οι λήπτες των αποφάσεων είναι συχνά πολύ απασχολημένοι για να ασχοληθούν με τις λεπτομέρειες και την έρευνα με περίπλοκα δεδομένα. Επομένως ο συγκεκριμένος δείκτης βοηθά να απλοποιηθεί η διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ωστόσο, αν κάποιος δεν είναι προσεκτικός και καλά ενημερωμένος, μπορεί να αγνοήσει τις πηγές των δεδομένων, τον τρόπο που αθροίζονται, τις αβεβαιότητες και τις παραδοχές που εμπλέκονται. Κατά συνέπεια, μια λεπτή ισορροπία πρέπει να επιτευχθεί.

Η ανάλυση Οικολογικού αποτυπώματος είναι μια «στατική» διαδικασία η οποία παρέχει ένα μέτρο της συνολικής επιβάρυνσης του περιβάλλοντος για μια συγκεκριμένη ημερομηνία (ή του έτους) - ένα «στιγμιότυπο». Ωστόσο, είναι μια πολύτιμη τεχνική σε μια εργαλειοθήκη μέτρων που μπορούν να βοηθήσουν στην αξιολόγηση της αειφόρου ανάπτυξης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο ευαισθητοποίησης για την επεξήγηση της χρήσης των ανθρώπινων πόρων και της παραγωγής αποβλήτων, χρησιμοποιώντας ένα απλό μέτρο που είναι

εύκολα κατανοητό. Το οικολογικό αποτύπωμα παρέχει πολύτιμη συμβολή στην επιχείρηση, την κυβέρνηση και την ακαδημαϊκή κοινότητα .

Η ανάλυση αποτυπώματος δεν ισχυρίζεται ότι είναι ένα ακριβές μοντέλο, αλλά μάλλον μια αξιόπιστη εκτίμηση της κατανάλωσης φυσικών πόρων και αφομοίωσης των αποβλήτων. Με περαιτέρω έρευνα στον τομέα , αναλύοντας τις βασικές αρχές της τεχνικής και την εφαρμογή της σε μελέτες κατά περίπτωση, το οικολογικό αποτύπωμα μπορεί να γίνει ακόμα πιο δυναμικό και ολοένα και πιο χρήσιμο εργαλείο.

## **5.2.2 Μειονεκτήματα του αποτυπώματος**

Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα, υπάρχουν και κάποιες αμφισβητήσεις της αποτελεσματικότητας. Έχει ήδη γίνει σαφές ότι το οικολογικό αποτύπωμα δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα εργαλείο .

Η σημασία της χρήσης παράλληλα και άλλων δεικτών, ενισχύει τη δυναμική του αποτυπώματος. Το αποτύπωμα από μόνο του, δεν μπορεί να συμπεριλάβει όλο το φάσμα των παραμέτρων της βιωσιμότητας, καθιστώντας το αναμφισβήτητα αδύναμο δείκτη σ ότι αφορά στον τομέα των κοινωνικών ανισοτήτων και της φτώχειας στο εσωτερικό της ίδιας χώρας αλλά και μεταξύ των διαφόρων χωρών και των κοινωνιών. Υποστηρίζεται ότι τα συμπεράσματα που εξάγονται είναι πολύ συγκεντρωτικά, και πολύ περιορισμένα και κατά συνέπεια δεν μπορούν να βοηθήσουν στις πολιτικές αποφάσεις . Το οικολογικό

αποτύπωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογήσει την πρόοδο ενός έθνους από την άποψη της βιώσιμης ανάπτυξης, ωστόσο, θα πρέπει να θεωρείται ως μία από τις διαθέσιμες παραμέτρους σε μια εργαλειοθήκη των δεικτών, δεδομένου ότι δεν περιλαμβάνει, για παράδειγμα, τις επιπτώσεις στον άνθρωπο της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της φτώχειας των πόρων .

Το οικολογικό αποτύπωμα δεν περιλαμβάνει τα πάντα και είναι απίθανο να αντιμετωπίσει ικανοποιητικά το ευρύ φάσμα των ζητημάτων και παραγόντων που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή. Για παράδειγμα, το διοξείδιο του άνθρακα είναι το μόνο αέριο ανθρωπογενών εκπομπών στο οποίο εφαρμόζεται πλήρως η ανάλυση του αποτυπώματος. Κρίνεται αρνητικά το γεγονός ότι δεν προβλέπεται η ανάλυση άλλων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου εντός της μεθοδολογίας αποτυπώματος, αναφέροντας χαρακτηριστικά το μεθάνιο, το άζωτο και το θείο ως εκπομπές με σημαντικές οικολογικές συνέπειες, οι οποίες δεν προβλέπονται στο πλαίσιο του αποτυπώματος. Το αποτύπωμα ως εκ τούτου, έχει περιορισμένο πεδίο εφαρμογής . Η περιορισμένη εφαρμογή του μπορεί συχνά να οδηγήσει σε υποτίμηση της αξίας του και της αποτελεσματικότητάς του. Οι Wackernagel & Silverstein (2000) συμφωνούν ότι το αποτύπωμα περιέχει πράγματι κάποιες αδυναμίες, αλλά παρά τις ενίοτε αρνητικές κριτικές που δέχεται, η αποδοχή του από τον κόσμο ολοένα και αυξάνει.

Το αποτύπωμα δεν περιλαμβάνει το πλήρες φάσμα της ζήτησης της ανθρωπότητας στη βιόσφαιρα. Η μεθοδολογία του αποτυπώματος είναι



περιορισμένη, Ως εκ τούτου, πολλά αποτελέσματα δεν αξιολογούν επαρκώς τις πραγματικές επιπτώσεις στον τρόπο ζωής μας. Αυτό οφείλεται εν μέρει στο γεγονός ότι ορισμένες από τις ανθρώπινες δραστηριότητες προκαλούν απελευθέρωση κάποιων στοιχείων τα οποία η βιόσφαιρα αδυνατεί να απομειώσει, όπως για παράδειγμα το πλουτόνιο αλλά και σε κάποιες διαδικασίες που είναι επιβλαβείς για το μέλλον της βιοχωρητικότητας του πλανήτη, όπως η διάβρωση του εδάφους και η απώλεια της βιοποικιλότητας. Ωστόσο, οι συνέπειες αυτών των δραστηριοτήτων περιλαμβάνονται στην απεικόνιση του αποτυπώματος ως επακόλουθη μείωση της βιολογικής ικανότητας.

Η ανάλυση του οικολογικού αποτυπώματος προσφέρει ένα στιγμιότυπο από τις σημερινές απαιτήσεις του ανθρώπου από το φυσικό κεφάλαιο. Η τεχνική του αποτυπώματος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την βελτίωση «κοινωνικό πυλώνα της αειφόρου ανάπτυξης, δηλαδή, των κοινωνικών ανισοτήτων και της φτώχειας μεταξύ των εθνικών κρατών και των κοινωνιών.» Μερικοί έχουν επικρίνει το γεγονός ότι το οικολογικό αποτύπωμα υπολογίζεται βασιζόμενο μόνο στην ισχύουσα τεχνολογία. Οι θαυμαστές της τεχνολογίας υποστηρίζουν ότι με τη βελτίωση της τεχνολογίας, θα μπορούν να ξεπεραστούν οι βιοφυσικοί περιορισμοί που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα. Είναι σαφές ότι η καινοτομία και η τεχνολογική ανάπτυξη αποτελούν βασικούς παράγοντες της οικονομικής ανάπτυξης. Δεδομένου ότι το αποτύπωμα παρέχει μόνο μια στατική ανάλυση, είναι δύσκολο να ληφθούν υπόψη θεωρητικές τεχνολογικές αλλαγές, αλλά και η προσαρμοστικότητα των κοινωνικών συστημάτων σε αυτές. Ωστόσο, υποστηρίζουν οι τεχνολογικά αισιόδοξοι ότι η νέα τεχνολογία θα επιτρέψει στην ανθρωπότητα να ξεπεράσει τα όρια των βιοφυσικών

,καθιστώντας έτσι την ανάπτυξη βιώσιμη. Οι McManus και Haughton (2006), έχουν προσφέρει αυτό που ονομάζουμε μια «συμπαθητική κριτική» τόσο στη θεωρία όσο και στην πρακτική του οικολογικού αποτυπώματος. Πιστεύουν ότι, αν κακώς ερμηνευτεί, μπορεί να παραπλανήσει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Οι χρήστες θα πρέπει, συνεπώς, να γνωρίζουν τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες του, όπως αυτές που σημειώθηκαν παραπάνω. Αλλά ακόμα και οι McManus και Haughton αναγνωρίζουν ότι έχει μεγάλη "οπτική και ευρεία έμφαση". Είναι αλήθεια ότι η μέθοδος ανάλυσης του αποτυπώματος είναι απλή, αλλά είναι απίθανο να υπάρξει ποτέ ένα εργαλείο, που να είναι απόλυτα πλήρες. Είναι μια στατική ανάλυση, γι 'αυτό είναι δύσκολο να ληφθούν υπόψη οι τεχνολογικές αλλαγές ή η προσαρμοστικότητα των κοινωνικών συστημάτων, αλλά το ζητούμενο δεν είναι η πρόβλεψη. Αντίθετα, χρησιμοποιείται για να δώσει μια ένδειξη της τρέχουσας κατάστασης.

Υπήρξε κάποια κριτική σχετικά με την ακρίβεια των στοιχείων από τη πρωτογενή πηγή δεδομένων στο National Footprint Accounts . Πολλά από τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται από το Global Footprint Network λαμβάνονται από διεθνείς οργανισμούς, όπως ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών για τη Διατροφή και η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας. Σε άλλες πηγές χρησιμοποιούνται επίσης, συμπεριλαμβάνονται οι επιστημονικές εργασίες και οι εθνικές βάσεις δεδομένων. Η ποιότητα ορισμένων δεδομένων έχει αμφισβητηθεί (Kitzes κ.ά., 2008a). Ιδιαίτερη αναφορά έγινε στην υποβολή των αλιευτικών πεδίων της Κίνας, όπου πολλές δραστηριότητες δεν έχουν καταγραφεί επισήμως, καθιστώντας μ αυτόν τον τρόπο τα

αποτελέσματα ανακριβή. Οι Kitzes et al. (2008a) προτείνουν να γίνεται εξέταση των δεδομένων από ανεξάρτητη διεθνή αρχή, για τη διασφάλιση της αποδοχής αυτών των πηγών.

### **5.3 Πέντε Παράγοντες Αλλαγής**

Η εξάλειψη της υπέρβασης και του οικολογικού ελλείμματος σημαίνει συρρίκνωση του χάσματος μεταξύ του οικολογικού αποτυπώματος της ανθρωπότητας και της βιολογικής ικανότητας της Γης. Αυτό απαιτεί σημαντική μείωση των απαιτήσεων του ανθρώπου από τον πλανήτη, καθώς και αύξηση της βιοπαραγωγικότητας με βιώσιμο τρόπο. Η μείωση του παγκόσμιου οικολογικού χρέους μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μείωσης της κατανάλωσης των βιοφυσικών στοιχείων ενεργητικού με απώτερο στόχο να ζει ο άνθρωπος εντός της βιολογικής ικανότητας του πλανήτη. Για να επιτευχθεί αυτή η συρρίκνωση και τελικά η εξάλειψη του χρέους, οι πολιτικές και οι πρακτικές πρέπει να είναι ελκυστικές για τους ανθρώπους με διαφορετικά πολιτιστικά υπόβαθρα, που ζουν σε διαφορετικά μέρη του κόσμου. Το περιφερειακό οικολογικό αποτύπωμα διαφέρει σημαντικά, και δεν είναι ηθικά και δεοντολογικά ορθό να επιβληθεί μείωση της ζήτησης από όλα τα κράτη έθνη του κόσμου. Πολλές χώρες θα πρέπει να λάβουν κίνητρα για να αναπτυχθούν περαιτέρω και να βελτιώσουν το βιοτικό επίπεδο των πολιτών τους, ενώ από την οικολογική υπέρβαση και να μειώσει το έλλειμμα του παγκόσμιου φυσικού κεφαλαίου, το χάσμα μεταξύ οικολογικού

αποτυπώματος και βιολογικής ικανότητας πρέπει να μειωθεί. Η αύξηση της παραγωγικότητας του οικοσυστήματος μπορεί να βοηθήσει, αλλά αυτό που απαραίτητο είναι η μείωση της παγκόσμιας παρουσίας της ανθρωπότητας (WWF International, 2006). Η μείωση του αποτυπώματος και η αύξηση της βιολογικής ικανότητας μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τους πέντε παράγοντες αλλαγής (WWF International, 2006).

### **5.3.1 Μείωση του οικολογικού αποτυπώματος**

#### **5.3.1.1 Η αύξηση του πληθυσμού**

Η αύξηση του πληθυσμού μπορεί να επιβραδυνθεί και τελικά να αντιστραφεί ενθαρρύνοντας τις οικογένειες με σεβασμό και δικαιοσύνη , να αποκτούν λιγότερα παιδιά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, παρέχοντας στις γυναίκες καλύτερη υγειονομική περίθαλψη, εκπαίδευση και οικονομικές ευκαιρίες.

#### **5.3.1.2 Η κατά κεφαλή κατανάλωση**

Η μείωση της κατανάλωσης εξαρτάται εν μέρει από τη οικονομική ευημερία του ατόμου. Είναι οι εύποροι πληθυσμοί, που οφείλουν να μειώσουν την κατανάλωσή τους, πράγμα που βελτιώνει παράλληλα και την ποιότητα της ζωής του. Ενώ από την άλλη εκείνοι που ζούσαν κάτω από το όριο της φτώχειας, πρέπει να αυξήσουν τη κατανάλωσή τους για να κινηθούν προς ένα αποδεκτό επίπεδο διαβίωσης.

### **5.3.1.3 Η χρήση των πόρων**

Σημαντικές μειώσεις στην χρήση των πόρων μπορούν να γίνουν στον τομέα της παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών όπως για παράδειγμα ελαχιστοποίηση των αποβλήτων με την αύξηση της ανακύκλωσης, ή βελτίωση της αποδοτικότητας της ενέργειας με την υιοθέτηση νέων διαδικασιών παραγωγής, αλλά και μείωση της ποσότητας παραγωγής τροφίμων. Πιέσεις τόσο από τις κυβερνήσεις όσο και από τους καταναλωτές πρέπει να ασκηθούν προς τις επιχειρήσεις ώστε να αναπτύξουν την τεχνολογική καινοτομία και την αποδοτικότητα των πόρων.

### **5.3.2 Μειστοποίηση βιοχωρητικότητας**

Η βιοχωρητικότητα οφείλει να προβλέπει το φυσικό κεφάλαιο για την ανθρωπότητα. Η αύξηση της βιολογικής ικανότητας ενισχύει την ικανότητα του πλανήτη να στηρίζει παγκόσμια συστήματα ζωής. Η βιοχωρητικότητα πρέπει να διατηρηθεί, με την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και άλλες μορφές υποβάθμισης διαφυλάσσοντας τις λεκάνες απορροής των ποταμών, των υδροτόπων και των λεκανών απορροής για να εξασφαλίσει την παροχή γλυκού νερού, τη διατήρηση υγιών δασών και την αλιεία (WWF International, 2004). Αυτό μπορεί να γίνει με τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, και την εξάλειψη της χρήσης επικίνδυνων χημικών ουσιών που επηρεάζουν τα οικοσυστήματα.

#### *5.3.2.1 Ο βιοπαραγωγικός χώρος*

Η βιοπαραγωγική περιοχή μπορεί να βελτιωθεί, για παράδειγμα, μέσω της προσεκτικής διαχείρισης της υποβαθμισμένης γης που μπορεί να ανακτηθεί. Η καλή διαχείριση της γης οφείλει να διασφαλίσει ότι οι βιοπαραγωγικές περιοχές δεν λιγοστεύουν, ή χάνονται, για παράδειγμα, στο βωμό της αστικοποίησης, της αφαλάτωσης, ή της ερημοποίησης (WWF International, 2006).

#### *5.3.2.2 Η βιολογική παραγωγικότητα ανά εκτάριο*

Η βιολογική παραγωγικότητα της κάθε περιοχής εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η διαχείριση, αλλά και από τον ειδικό τύπο του οικοσυστήματος. Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα κατά τη χρήση των γεωργικών τεχνολογιών, δεδομένου ότι μπορούν να βελτιώσουν την παραγωγικότητα, αλλά έχουν ενίοτε αρνητικές επιπτώσεις επί της ποικιλομορφίας (WWF International, 2006). Οι συντελεστές παραγωγικότητας ενισχύονται συχνά μέσω της χρήσης των τεχνικών εντατικής γεωργίας αλλά και της χρησιμοποίησης λιπασμάτων, αλλά δυστυχώς αυτή η εξέλιξη έχει το μειονέκτημα των υψηλών αποτυπωμάτων και των αυξημένων εισροών.

## **5.4 Τι μπορεί το οικολογικό αποτύπωμα να προσθέσει στην Αειφόρο Ανθρώπινη Ανάπτυξη;**

Το EF είναι περισσότερο ένα μέτρο πίεσης κατά της ανισότητας στην εκμετάλλευση των πόρων, η οποία προφανώς συνδέεται με την περιβαλλοντική διάσταση της αειφορίας. Ωστόσο, με δεδομένα τα περισσότερα από τα αποτελέσματα / τάσεις και τα πρότυπα του εν λόγω μέτρου με γνώμονα τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, δεν είναι σαφής η προστιθέμενη αξία του OA σε σύγκριση με ένα πολύ απλό δείκτη για τις εκπομπές.

## **5.5 Περιθώρια βελτίωσης**

Οι ερευνητές προσπαθούν να βελτιώσουν το αρχικό μοντέλο οικολογικού αποτυπώματος με πολλούς σημαντικούς τρόπους. Το οικολογικό αποτύπωμα θεωρείται ένα εξαιρετικό εργαλείο για να γίνει γνωστό το μέγεθος της ανθρώπινης εξάρτησης από τα οικοσυστήματα μηχανικής υποστήριξης. Είναι ένας τρόπος να συνειδητοποιήσει ο κόσμος πόσο πολύ εξαρτώμενος είναι από οικοσυστήματα για τη δημιουργία πόρων και υπηρεσιών – κάτι για το οποίο μπορεί να είναι παντελώς ανυποψίαστοι. Είναι ένας τρόπος να κινητοποιηθούν οι πολίτες, και ένα κίνητρο για ανάληψη πρωτοβουλιών από πλευράς τους, καθώς αποδεικνύει πώς ο τρόπος ζωής του σύγχρονου ανθρώπου επηρεάζει την ανθεκτικότητα, την ικανότητα προσαρμογής και την ικανότητα ανανέωσης των πολύπλοκων οικοσυστημάτων.

Πιστεύουμε ότι ο υπολογισμός και η ανάλυση του μπορεί και πρέπει να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην αειφορία. ,υποβάλλοντας εκθέσεις, με βάση το σημερινό της δυναμικό και αντιμετωπίζοντας τις αδυναμίες με περισσότερη έρευνα και ανάπτυξη.

Λαμβάνοντας υπόψη σε όλη την ιστορία , τις πολυάριθμες περιπτώσεις των ανθρώπινων πολιτισμών που καταστράφηκαν, επειδή υπερέβησαν την ικανότητά τους, λίγοι μπορούν να αρνηθούν ότι η «αειφορία» δεν είναι ένα από τα πιο κρίσιμα θέματα που αντιμετωπίζει η κοινωνία τον 21ο αιώνα.

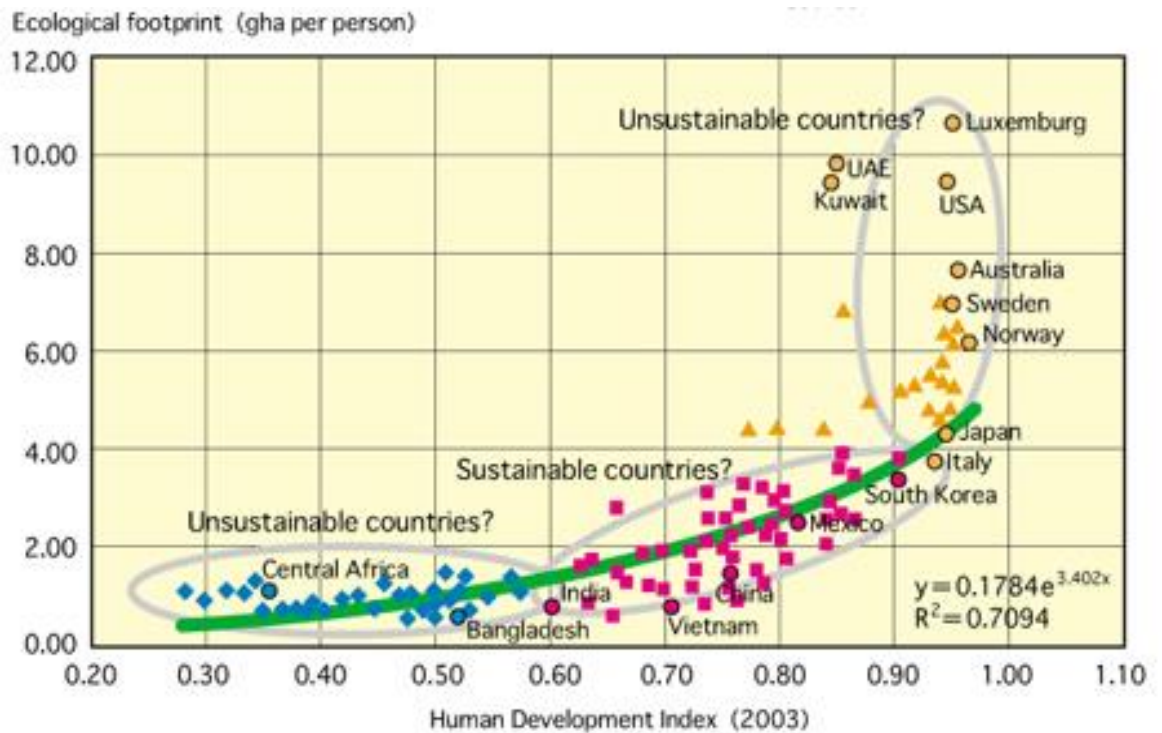
Έχουμε αναφέρει πώς η ανθρώπινη δραστηριότητα μπορεί σήμερα να έχει υπερβεί τις παγκόσμιες δυνατότητες της Γης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του οικολογικού αποτύπωματος , οι ανθρώπινες δραστηριότητες (ιδίως της παγκόσμιας οικονομίας), είναι καθ 'υπέρβαση της φυσικής ικανότητας της Γης σε ποσοστό πάνω από 20%. Πιο σημαντικό από τον προσδιορισμό της ακρίβειας της ανάλυσης, ωστόσο, είναι να εντοπίσουμε τις γνώσεις που μπορούν να αποκτηθούν από μια τέτοια προειδοποίηση, πού θα πρέπει να εστιάσουμε ή τι προσπάθειες πρέπει να κάνουμε για την επίτευξη μιας βιώσιμης οικονομίας και κοινωνίας.

Αν σχεδιάσουμε το οικολογικό αποτύπωμα έναντι του κατά κεφαλήν ΑΕΠ, θα βρούμε μια θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο -τόσο υψηλότερο είναι το ΑΕΠ, όσο μεγαλύτερο είναι το οικολογικό αποτύπωμα. Αν, όμως, έχουμε σχεδιάσει το οικολογικό αποτύπωμα της κάθε χώρας κατά το Πρόγραμμα Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UNDP) , όπου ο Δείκτης



Ανθρώπινης Ανάπτυξης (HDI), υπολογίζεται με βάση τη διάρκεια ζωής, το μορφωτικό επίπεδο, και τα κέρδη ανά κάτοικο, τότε μπορούν να παρατηρηθούν ενδιαφέροντα αποτελέσματα (Εικόνα 3).

Στο ένα άκρο του φάσματος είναι οι χώρες που μπορούν να θεωρηθούν ως «μη βιώσιμες», με χαμηλό οικολογικό αποτύπωμα και χαμηλό HDI. Στο άλλο άκρο συναντάμε χώρες με μεγάλο οικολογικό αποτύπωμα και ένα υψηλό HDI. Αυτές μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως «μη βιώσιμες», λόγω του υψηλού τους αποτυπώματος. Στη μέση βρίσκεται μια ομάδα χωρών που μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο βιώσιμη (προς το παρόν), γιατί έχει ένα σχετικά μικρό αποτύπωμα. Οι περισσότερες από αυτές τις χώρες, ωστόσο, κινούνται γρήγορα προς τα πάνω δεξιά, στις πιο περιβαλλοντικά «μη βιώσιμες» περιοχές. Κοιτάζοντας αυτό από την άποψη της «βιωσιμότητας», φαίνεται λογικό ότι θα πρέπει να στοχεύουν στην ανάπτυξη των εθνών με υψηλό HDI και χαμηλό οικολογικό αποτύπωμα.



Σχήμα 5.1: Οικολογικό Αποτύπωμα και Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης

Πηγή: Hong Nguyen, Ryoichi Yamamoto

### 5.5.1 Βασικά ευρήματα

- Εξισώσεις συσχέτισης έχουν αναπτυχθεί σε σχέση με το οικολογικό αποτύπωμα. Σ αυτές τονίζονται οι σοβαρές επιπτώσεις που έχει στο αποτύπωμα ο οικονομικός πλούτος, συνεπικουρούμενος από τη καταναλωτική συμπεριφορά της ανθρωπότητας..
- Οι μελλοντικές προοπτικές σύγκλισης έχουν εντοπιστεί και φάνηκε ότι υπάρχει η δυνατότητα για μια ισορροπία μεταξύ της ευημερίας του Βορρά

και της πλειονότητας των χωρών του φτωχού Νότου στα πρότυπα του αποτυπώματος, οδηγώντας έτσι σε συνολική παγκόσμια μείωση του

Η οικονομική ευημερία έχει αποδειχθεί ότι είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το οικολογικό αποτύπωμα για το παρόν και το μέλλον. Η εξίσωση συσχέτισης «εξουσίας-δικαίου» παρουσιάζει μια πολύ ισχυρή σχέση μεταξύ του αποτυπώματος και της ευημερίας, έτσι ώστε πολλές άλλες μεταβλητές πρέπει να εξαλειφθούν από το τελικό αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα αυτό εμβαθύνει στην κατανόηση του δείκτη αποτυπώματος, καθώς δείχνει ότι οι πλουσιότερες χώρες έχουν πολύ υψηλότερες τιμές αποτυπώματος. Η πυκνότητα του πληθυσμού επίσης περιλαμβάνεται στην εξίσωση του τελικού οικολογικού αποτυπώματος, υπογραμμίζοντας την επίδραση της αύξησης του πληθυσμού στο μέγεθος του αποτυπώματος, ιδίως όταν πρόκειται για συνολικές αξίες αποτυπώματος.

## **5.6 Μελλοντικές επεκτάσεις**

Υπάρχει περιθώριο για περαιτέρω μελέτη μετά από την έρευνα στο πλαίσιο αυτής της διατριβής.

- Οι περιορισμοί του αποτυπώματος έχουν συζητηθεί. Θα ήταν επωφελές να εξετασθούν και άλλοι δείκτες, παράλληλα με το αποτύπωμα που θα αντικατοπτρίζουν τους «τρεις πυλώνες» της αειφορίας. Οι δείκτες αυτοί θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την ανάπτυξη δεικτών του Ανθρώπου. Αυτό θα

εξασφαλίσει ότι όλες οι πτυχές της αειφόρου ανάπτυξης έχουν διερευνηθεί και υπάρχει ένα ισορροπημένο επιχείρημα ιδιαίτερα κατά την αξιολόγηση των θεμελιωδών διαφορών μεταξύ των αναπτυσσόμενων και των βιομηχανικών κρατών.

- Στις προβλέψεις για το Βορρά και το Νότο υπάρχει η δυνατότητα να προστεθούν λεπτομέρειες. Η μεθοδολογία αυτή τη στιγμή περιορίζεται στην μαθηματική επεξεργασία εξισώσεων συσχέτισης και διαθεσιμότητας των δεδομένων. Μια παράλληλη μελέτη που θα εστιάζει στην οικοδόμηση του αποτυπώματος από πάνω προς τα κάτω ή από κάτω προς τα πάνω, χρησιμοποιώντας όχι μόνο την ενέργεια, τις εκπομπές, την αύξηση του πληθυσμού και τις οικονομικές προβλέψεις, αλλά κυρίως τις δυναμικές αλλαγές στο κλίμα, τη χρήση γης και τα δημογραφικά στοιχεία θα προσφέρει μια διαφορετική εικόνα σε αυτό το σύνθετο πρόβλημα.

## 6 Βιβλιογραφία

Bergh, J., & Grazi, F. (2014). Reply to the first systematic response by the Global Footprint Network to criticism: A real debate finally? *Ecological Indicators*, 458-463.

Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., . . . Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, 518-533.

Cadarso, M., Gómez, N., López, L., & Tobarra, M. (2014). Calculating tourism's carbon footprint: Measuring the impact of investments. *Journal of Cleaner Production*.

Catton W. R. (1980), *Overshoot: The Ecological Basis of Revolutionary Change*, Urbana: University of Illinois Press.

Chambers N., Simmons C., Wackernagel M. (2000), *Sharing Nature's Interest: Ecological Footprints as Indicator of Sustainability*, London: Earthscan Publications Ltd.

Chambers N., Simmons C., Wackernagel M. (2000), *Sharing Nature's Interest: Ecological Footprints as Indicator of Sustainability*, London: Earthscan Publications Ltd.

Costanza, R. 2000. The dynamics of the ecological footprint concept. *Ecological Economics*. 32(3): 3-345.

DOE/Oak Ridge National Laboratory. (2011, December 5). Carbon dioxide emissions rebound quickly after global financial crisis. *ScienceDaily*. Retrieved November 1, 2015 from

Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., Wackernagel M. (2010), *The Ecological Footprint Atlas 2010*, Oakland: Global Footprint Network

Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., Wackernagel M. (2010), *The Ecological Footprint Atlas 2010*, Oakland: Global Footprint Network

Ewing B., Reed A., Galli A., Kitzes J., Wackernagel M. (2010), *Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition*, Oakland: Global Footprint Network.

Ewing, B., Goldfinger, S., Wackernagel, M., Stechbart, M., Rizk S., Reed, A., & Kitzes, J. 2008a. *The Ecological Footprint Atlas 2008*. Global Footprint Network: Oakland.

Ewing, B., Reed, A., Rizk S., Galli, A., Wackernagel, M., & Kitzes, J. 2008b. *Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2008 Edition*. Global Footprint Network: Oakland.

Galli A., Kitzes J., Wermer P., Wackernagel M., Niccolucci V., Tiezzi E. (2007), An Exploration of the Mathematics behind the Ecological Footprint, *International Journal of Ecodynamics*, Vol. 2(4), pp. 250-257.

Gergely Toth, Cecília Szigeti (2015) The historical ecological footprint: From over-population to over-consumption, *Ecological Indicators* 60 (2016) 283–291

Hammond, G. P. 2000. Energy, environment and sustainable development: a UK perspective. *Trans IChemE Part B: Process Safety and Environmental Protection*. 78(4): 304

Hammond, G. P. 2001. Thermal performance of advanced glazing systems. *Journal of the Institute of Energy*. 74(498): 2-10.

Hammond, G. P. 2006a. 'People, planet and prosperity': The determinants of humanity's ecological footprint. *Natural Resources Forum*. 30(1): 27-36.

Hammond, G. P. 2006b, *Energy and Sustainability in a Complex World: Reflections on the Ideas of Howard T. Odum*, The 2nd International Green Energy Conference, 25-29 June 2006 . University of Ontario Institute of Technology, Canada.

Hammond, G. P. 2007a. Energy and sustainability in a complex world: Reflections on the ideas of Howard T. Odum. *International Journal of Energy Research*. 31(12): 1105-1130.

Hammond, G. P. 2007b. Correspondence: Time to give due weight to the 'carbon footprint' issue. *Nature*. 445(7125): 256.

Holden E. (2004), Ecological footprints and sustainable urban form, *Journal of Housing and the Built Environment*, Vol. 19, pp. 91–109.

Hurley J., Horne R. E., Grant T. (2007), Ecological Footprint as an Assessment Tool for Urban Development, *State of the Australian Cities Conference 2007*, Adelaide.

IEA. 2008. CO2 Emissions from Fuel Combustion 2008 Edition. OECD/IEA: Paris.

IEA. 2009a. From financial crisis to 450 ppm: the IEA maps out the energy sector transformation and its financial consequences under a global climate agreement [online]. Available from: [http://www.iea.org/press/pressdetail.asp?PRESS\\_REL\\_ID=290](http://www.iea.org/press/pressdetail.asp?PRESS_REL_ID=290) [Accessed February 2010a].

IEA. 2009b. *World Energy Outlook 2009*. International Energy Agency: Paris.

IMF. 2009. *World Economic Outlook -Crisis and Recovery*. International Monetary Fund: Washington, USA.

Kitzes J., Peller A., Goldfinger S., Wackernagel M. (2007), Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts, *Science for Environment Sustainable Society (Research Center for Sustainability and Environment, Shiga University)*, Vol. 4(1), pp. 1-9.

Kitzes J., Wackernagel M. (2009), Answers to common questions in Ecological Footprint accounting, *Ecological Indicators*, Vol. 9(4), pp. 812-817.

Kitzes, J. & Goldfinger, S. 2007. *Measuring Marin County's Ecological Footprint*. Global Footprint Network: Oakland, California.



Kitzes, J. & Wackernagel, M. 2009. Answers to common questions in Ecological Footprint accounting. *Ecological Indicators*. 9(4): 812-817.

Kitzes, J., Galli, A., Bagliani, M., Barrett, J., Dige, G., Ede, S., Erb, K., Giljum, S., Haberl, H., Hails, C., Jolia-Ferrier, L., Jungwirth, S., Lenzen, M., Lewis, K., Loh, J., Marchettini, N., Messinger, H., Milne, K., Moles, R., Monfreda, C., Moran, D., Nakano, K., PyhΣΙΣ, A., Rees, W., Simmons, C., Wackernagel, M., Wada, Y., Walsh, C., & Wiedmann, T. 2008a. A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. *Ecological Economics*. 68(7): 1991-2007.

Kitzes, J., Galli, A., Rizk S., Reed, A., & Wackernagel, M. 2008b. Guidebook to the National Footprint Accounts: 2008 Edition. Global Footprint Network: Oakland.

Kitzes, J., Moran, D., Galli, A., Wada, Y., & Wackernagel, M. 2009. Interpretation and application of the Ecological Footprint: A reply to Fiala (2008). *Ecological Economics*. 68(4): 929-930.

Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S., & Wackernagel, M. 2007. Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts. *Science for Environment & Sustainable Society*. 4(1): 1-9.

Lee, Y., & Peng, L. (2014). Taiwan's Ecological Footprint (1994–2011). *Sustainability*, 6170-6187.

Lewan L., Simmons C. (2001), The use of ecological footprint and biocapacity analyses as sustainability indicators for sub-national geographical

areas: A recommended way forward, European Common Indicators Project Eurocities/ Ambiente Italia, Final Report (27 August).

Luck M., Jenerette G. D., Wu J, Grimm N. (2001), The urban funnel and the spatially heterogeneous ecological footprint, *Ecosystems*, Vol. 4, pp.782-796.

Luck M., Jenerette G. D., Wu J, Grimm N. (2001), The urban funnel and the spatially heterogeneous ecological footprint, *Ecosystems*, Vol. 4, pp.782-796.

McManus P., Haughton, H. (2006), Planning with Ecological Footprints: a sympathetic critique of theory and practice, *Environment & Urbanization*, Vol. 18(1), pp. 113-127.

Moffatt I. (2000), Ecological Footprints and sustainable development, *Ecological Economics*, Vol. 32, pp.359-362.

Monfreda C., Wackernagel M., Deumling D. (2004), Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biocapacity assessments, *Land Use Policy*, Vol. 21, pp. 231-246.

Peters, G., Marland, G., Quéré, C., Boden, T., Canadell, J., & Raupach, M. (2011). Rapid growth in CO<sub>2</sub> emissions after the 2008–2009 global financial crisis. *Nature Climate Change* *Nature Climate Change*, 2-4.

Rapport, D. J. 2000. Ecological footprints and ecosystem health: complementary approaches to a sustainable future. *Ecological Economics*. 32(3): 367-370.

Rees W. E. (1992), Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out, *Environment and Urbanization*, Vol. 4(2), pp. 121-130.

Rees W. E., Wackernagel M. (1994), Ecological footprints and appropriated carrying capacity: Measuring the natural capital requirements of the human economy, In: Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability, A-M. Jansson, M. Hammer, C. Folke, and R. Costanza (editors), Washington: Island Press.

Rees W. E., Wackernagel M. (1996), Urban Ecological Footprints: Why cities cannot be sustainable-and why they are a key to sustainability, Environmental Impact Assessment Review, Vol. 16, pp. 223-248.

Rees, W. E. 2000. Eco-footprint analysis: merits and brickbats. Ecological Economics. 32(3): 371-374.

Simmons C., Chambers N. (1998), Footprinting UK households: how big is your ecological garden?, Local Environment, Vol. 3 (3), pp. 355-362.

Simmons C., Lewis K., Barrett J. (2000), Two feet-two approaches: a component-based model of ecological footprinting, Ecological Economics, Vol. 32, pp. 375-380.

Sobrino, N., & Monzon, A. (n.d.). The impact of the economic crisis and policy actions on GHG emissions from road transport in Spain. Energy Policy, 486-498.

Turner, K., Lenzen, M., Wiedmann, T., & Barrett, J. 2007. Examining the global environmental impact of regional consumption activities --Part 1: A technical note on combining input-output and ecological footprint analysis. Ecological Economics. 62(1): 37 44.

Van Den Bergh J.C.J.M., Verbruggen H. (1999), Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the 'ecological footprint', *Ecological Economics*, Vol. 29, pp. 61–72.

Van Kooten G.C., Bulte E.H. (2000), The ecological footprint: useful science or politics?, *Ecological Economics*, Vol. 32, pp. 385-389

Wackernagel M. (2006), The Ecological Footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand, *Environment and Urbanization*, Volume 18(1), pp. 103-112.

Wackernagel M., Monfreda C., Moran D., Wermer P., Goldfinger S., Deumling D., Murray, M. (2005), National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method, Oakland: Global Footprint Network.

Wackernagel M., Schulz B., Deumling D., Callejas Linares A., Jenkins M., Kapos V., Monfreda C., Loh J., Myers N., Norgaard R., Randers J. (2002), Tracking the ecological overshoot of the human economy, *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 99(14), pp. 9266-9271.

Wackernagel M., Yount D. (2000), Footprints for Sustainability: the Next Steps, *Environment, Development and Sustainability*, Vol. 2, pp. 21-42.

Wackernagel M., Rees W. E. (1996), *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*, New Society Publishers.

Moos M., Whitfield J., Johnson L.C., Andrey J. (2006), Does Design Matter? The Ecological Footprint as a Planning Tool at the Local Level, *Journal of Urban Design*, Vol. 11(2), pp. 195-224.

## **Ηλεκτρονικές πηγές**

[http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/human\\_development\\_index\\_graphic](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/human_development_index_graphic)

<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/calculators/>

<http://wwf.panda.org/>

[www.sciencedaily.com/releases/2011/12/111205140613.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2011/12/111205140613.htm)